UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1910]

urn:nbn:de:hbz:466:1-84161

Visual Library



STUTTGART UND LEIPZIG

DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

MAX MOHR
ARCHITEKTUR-
BUCHHANDLUNG
BERLIN-
WILMERSDORF

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

LEXIKON DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

ACHTER BAND

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzfreies Papier

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

EK 4367a
HK 1617.

LEXIKON
DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

IM VEREIN MIT FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

OTTO LUEGER

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG NEU BEARBEITETE AUFLAGE

ACHTER BAND

SCHWEFELSÄURESALZE BIS ZYTASE

03
M
24137





STUTTGART UND LEIPZIG
DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

EK 2529
K AVI/L19

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alle Rechte, besonders das der Uebersetzung, vorbehalten

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S

Schwefelſäureſalze, ſ. v. w. Sulfate (ſ. d.).

Schwefelſaurer Baryt, ſ. Baryumſulfat; ſchwefelſaures Chromoxyd, ſ. Chromiſulfat; ſchwefelſaures Kali, ſ. Kaliumſulfat; ſchwefelſaures Kupferoxyd, ſ. v. w. Kupfervitriol (ſ. d.); ſchwefelſaures Natron, ſ. v. w. Natriumſulfat (ſ. d.); ſchwefelſaures Zink, ſ. Zinkvitriol; ſchwefelſaures Zinnoxydul, ſ. Zinnſulfate.

Schwefelwaſſerſtoff (Waſſerſtoffſulfid) H_2S, Mol.-Gew. 34, iſt ein farbloſes, wie faule Eier riechendes, giftiges Gas von 1,1921 ſpez. Gew.; rötet Lackmus, verbrennt mit bläulicher Flamme zu Waſſer und Schwefeldioxyd; läßt ſich durch Druck und Kälte zu einer farbloſen, ſtark lichtbrechenden Flüſſigkeit verdichten, die bei $-61{,}8^0$ ſiedet und bei dem Verdunſten zu einer ſchneeartigen Maſſe erſtarrt. Verwendung als Trennungs- und Erkennungsmittel in der analytiſchen Chemie; Näheres in Roscoe und Claſſen, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, Braunſchweig 1895, Bd. 1, S. 350. *(Rathgen) Moye.*

Schwefelzinkweiß, ſ. Permanentweiß.

Schweflige Säure, richtiger Schwefligſäureanhydrit, Schwefeldioxyd; Mol.-Gew. 64; iſt ein farbloſes, erſtickend riechendes, in Waſſer lösliches Gas von 2,22 ſpez. Gew.; wird bei 10—15° bei einem Drucke von 3 Atmoſphären zu einer farbloſen Flüſſigkeit, die bei -10^0 ſiedet und bei $-76{,}1^0$ erſtarrt.

Schwefeldioxyd iſt ein kräftiges Reduktionsmittel, bleicht Pflanzenfarben und unterhält die Verbrennung nicht. Es kommt in Vulkangaſen vor und bildet ſich durch Verbrennung von Schwefel und bei dem Röſten der Schwefelmetalle ſowie durch Reduktion der Schwefelſäure durch Metalle (*Cu*, *Hg*), durch Schwefel oder durch Kohle. Das in eiſernen Bomben in flüſſigem Zuſtande in den Handel kommende Schwefeldioxyd wird durch Verbrennen von Kies gewonnen, indem man die in den Verbrennungsgaſen enthaltene ſchweflige Säure durch Waſſer abſorbiert und ſie aus dem Waſſer durch Erwärmen oder durch Einleiten von Waſſerdampf austreibt. Einen Apparat zur Darſtellung der SO_2 ſ. [1] und [3]. — Die ſchweflige Säure dient zur Darſtellung der Schwefelſäure (ſ. d.), der Sulfite und Hypoſulfite, zu Bleichzwecken, zur Konſervierung, zur Desinfektion, zur Kälteerzeugung in den Pictetſchen Eismaſchinen [2] u. ſ. w. Die ſogenannte Pictetſche Flüſſigkeit iſt ein Gemenge von Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd. Das früher in der Medizin verwendete Askolin iſt eine Löſung von ſchwefliger Säure in Glyzerin.

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chemiſchen Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 111. — [2] Ebend., S. 76. — [3] Fiſcher, Ferd., Handbuch der chemiſchen Technologie, 14. Aufl., Leipzig 1893, S. 379. *(Rathgen) Moye.*

Schwefligſäureſalze, ſ. v. w. Sulfite (ſ. d.).

Schweifen, 1. Spinnerei. Vereinigen der Fäden von einer Anzahl im Schweifgeſtell aufgeſteckten Kettengarnſpulen und Aufwickeln auf einen großen ſenkrechten oder wagerechten Haſpel, Schweifrahmen, Scherrahmen, zur Bildung der Kette für die Weberei. 2. Bleicherei. Ausſpülen der eingeweichten oder der ausgewalkten Leinengewebe in fließendem Waſſer. 3. Schnürefabrikation und Seilerei. Wiederholtes Führen, Anſchirren oder Aufziehen eines Fadens von einem Haken zu einem andern Haken und zurück, bis die zu einem Strange bezw. einer Litze erforderlichen Fäden aufgewickelt ſind. 4. Blechbearbeitung. Ausbilden des Randes eines Blechgefäßes durch ſanfte Biegung nach außen hin unter Erweiterung der Mündung, ſ. Bd. 2, S. 46 ff.

Schweifhammer, zum Schweifen (ſ. d.) benutzter Hammer mit zwei quer zum Stiele gerichteten langen und ſchmalen, meiſt abgerundeten Bahnen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schweifhorn (Schweifſtock), zum Schweifen (ſ. d.) benutzter Amboß, ſ. Bd. 1, S. 171, Fig. 6.

Schweinefett (Schmalz), durch Erhitzen über freiem Feuer oder mit Waſſerdampf gewonnenes tieriſches Fett von weicher Konſiſtenz. Lard-oil, ſ. v. w. Schmalzöl; vgl. Fette.

Schweineſtälle. Man unterſcheidet Zuchtſtälle für die Aufzucht von Ferkeln, Ställe für Faſelſchweine oder Läufer, die zum Verkauf, zur Weiterzucht oder zur Maſtung herangezogen werden, und Maſtſtälle.

Der Raumbedarf beträgt: für ein Ferkel 0,3—0,6 qm, ein Kleinfafel- 0,8 qm, ein Großfaſelſchwein 1 qm, ein Maſtſchwein (ein bis zwei Stück in einer Bucht) 1,2—1,6 qm, eine Zuchtſau 3,9 qm, ein Eber 3,4—3,9 qm. Düngergänge zum Ausbringen des Miſtes, zugleich zur Ferkelfütterung verwendbar, werden 1,5 m, Futtergänge 1 m breit. Stallhöhe je nach Zahl der Schweine 2,2—2,8 m. Stallwärme nach v. Rueff [2] für Mutterſchweine 14—15° C., für Maſtſchweine 10° C. S. a. Lüftung der Ställe.

Bauart wie jene der Rindviehſtälle; wegen der ſtarken Waſſerausdünſtung ſind gewölbte Decken zu empfehlen. Fenſter von Eiſen möglichſt dicht unter der Decke mit Kippflügeln zum Lüften. Türen zum Ein- und Austreiben der Herde 1,2—1,4 m breit, ſchlagen nach außen auf. Fußböden müſſen waſſerdicht und nicht zu kalt ſein. Zu empfehlen Zementbeton, Aſphalt und Holzpflaſter. Geſperrte Lattenfußböden (ſ. Rindviehſtälle) ſind ſelten, weil teuer. Man macht die Latten 7,5/4 cm ſtark, den Zwiſchenraum für große Schweine 3, für Ferkel 2 cm.

Stalleinteilung. Die Schweine werden in Schweinekoben, Kofen, Kojen oder Buchten gehalten, d. h. in Abteilungen, die mit 1,2—1,4 m hohen Wänden umſchloſſen und durch Gänge zum Zutragen des Futters und Ausbringen des Düngers zugänglich gemacht werden. Die Wände der Buchten werden gewöhnlich aus Steinplatten oder Ziegelſteinen in Zementmörtel, $^1/_2$ Stein ſtark, bei großer Länge mit Verſtärkungspfeilern hergeſtellt. Die Grundrißanordnung iſt verſchieden, je nachdem die Schweine in der Bucht oder auf gemeinſamen Futterplätzen gefüttert werden. In letzterem Falle ordnet man größere Abteilungen, für jede Altersklaſſe getrennt, ringsum eine Futtertenne von 3,1 m Breite an, in deren Mitte ein feſter Trog von 45—50 cm Breite ſteht, deſſen Kanten für jedes gleichzeitig zu fütternde Tier 35—40 cm Länge erhalten.

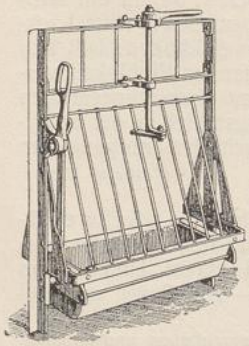


Fig. 1 (u. 2). Glaſierter Steinzeugtrog (D.R.G.M. Nr. 247904, Joh. Fuchs, Ditzingen, Württ.).



Fig. 2.

Die Fütterungseinrichtungen beſtehen nur in Krippen aus Steingut, emailliertem Gußeiſen (ſ. Fig. 1 und 2), Sandſtein oder künſtlichem Zementſtein, ſeltener Holz. Die Krippe ſteht ohne Erhöhung auf dem Fußboden und erhält zweckmäßig abgeflachte Ränder. Die Maße ſind: Länge für ein großes Schwein 40—50 cm, für zwei Schweine 70—80 cm, für mehr als zwei Schweine (Faſelſchweine) je nach der Größe für das Stück 20—30 cm, Breite 35—40 cm. Die Abſchlußwand zwiſchen Koben und Futtergang iſt zweckmäßig ein eiſernes Gitter; ſie muß geſtatten, die Schweine während der Reinigung und Füllung des Futtertroges abzuſperren. Eine zweckmäßige Anordnung hierfür gibt [1], S. 388, Fig. 512. Für Ferkelfütterung werden vorteilhaft emaillierte gußeiſerne Schüſſeln oder Tröge verwendet, durch Bügel überſpannt, welche Abteilungen für jedes Tier begrenzen und das Einſteigen verhindern.

Die Futterküche iſt unentbehrlich, weil Schweine gekochtes oder gedämpftes Futter in lauwarmem Zuſtande erhalten. Wegen der vorhandenen Feuerung iſt Ueberwölbung vorteilhaft.

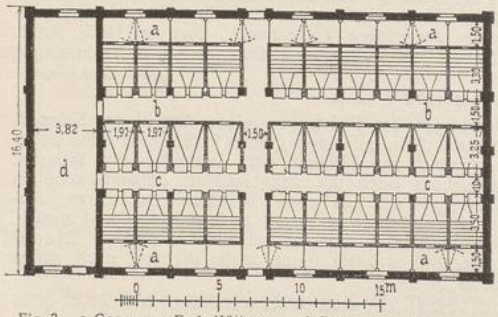


Fig. 3. *a* Gang zur Ferkelfütterung. *b* Dung- und Futtergang. *c* Futtergang. *d* Futterküche.

Größe 0,3—0,4 qm auf das Schwein, jedoch nicht unter 15—20 qm. Das in Keſſeln oder Fäſſern gekochte oder gedämpfte Futter wird in Stampftrögen gemiſcht und zu dickflüſſigem Brei verarbeitet.

Eine Wärterwohnung wird ſelten verlangt; wo ſie vorkommt, liegt ſie zweckmäßig über dem Stall, damit die Decke warm wird. Wo ſie fehlt, wird ein Dachboden zur Aufbewahrung von Streuſtroh angeordnet.

Schweinehöfe dienen zur Bewegung der Schweine im Freien; ſie erhalten mindeſtens die anderthalbfache Größe des Stalles und werden mit ſtarker Holzumzäunung eingefriedigt. Der Hof wird in nächſter Umgebung des Stalles

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit großen Steinen gepflastert. Tiefer gelegene Stellen werden zur Suhl, d. h. dem Wühlen in frischer Erde, freigegeben. Wenn es die Lage gestattet, schließt man in den Hof ein Stück Wasserfläche als Schwemme ein. Ein oder mehrere Reibpfosten, in den Hof gestellt, werden von den Schweinen gern zum Reiben benutzt, womit der Blutumlauf befördert wird.

Die Gesamtanordnung eines Schweinestalles wird durch den von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft empfohlenen Grundriß eines Musterentwurfs (s. Fig. 3) erläutert. In der Mitte liegt eine Reihe Mastbuchten, zu beiden Seiten je eine Reihe von Normalbuchten zur Zucht. Die Dunggänge an beiden Fronten werden durch niedrige, für den Wärter leicht übersteigbare Türen in Abteilungen zur Ferkelfütterung zerlegt. Die beiden Mittelgänge, nötigenfalls auch die Seitengänge, münden in die quer vorgelegte Futterküche. Die Giebel sind ohne Fenster und Türen, damit der Stall zwischen andre Ställe eingebaut werden kann.

Literatur: [1] Tiedemann, L. v., Das landwirtschaftliche Bauwesen, Handbuch, 2. Aufl., Halle a. S. 1891. — [2] Rueff, A. v., Bau und Einrichtungen der Stallungen und Aufenthaltsorte unsrer nutzbaren Haustiere, Stuttgart 1875. — [3] Engel, Fr., Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens, 7. Aufl., Berlin 1885. — [4] Gehrlicher, Jähn und Klasen, Die Stallungen, Leipzig 1880. — [5] Wanderley, Die ländlichen Wirtschaftsgebäude, Karlsruhe 1887. — [6] Wagner, Neuere landw. Bauten in Mecklenburg, Deutsche Bauztg. 1896. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Schweinfurtergrün, Basler-, Brixener-, Casseler-, Deck-, Hamburger Deck-, Hörmanns-, Jasnigger-, Kaiser-, Kirchberger-, Königs-, Leipziger-, Mitis-, Neuwieder-, Original-, Papagei-, Pariser-, Saalfelder-, Schön-, Wiesen-, Würzburger-, Schweizer-, Wiener- und Zwickauergrün, 1814 zuerst von Sattler und Ruß in Schweinfurt dargestellt.

Schöne beständige, sehr giftige grüne Körperfarbe, in unzähligen Nuancen im Handel vorkommend, essig-, arsenigsaures Kupferoxyd, deren Anwendung durch das Gesetz ziemlich eingeschränkt wurde (vgl. Bd. 3, S. 609). In Wasser unlöslich, dagegen löslich in Säuren und Aetzammoniak, entwickelt es beim Erhitzen ekelhaften Geruch; wässerige fixe Alkalien scheiden blaues Kupferoxydhydrat ab, beim Kochen in schwarzes Oxyd übergehend. Bei Anwesenheit von kohlensauerm Kupferoxydul entsteht beim Uebergießen mit Säure Aufbrausen. Die der Gruppe angehörenden Farben sind entweder reines Schweinfurtergrün oder Gemische desselben mit wechselnden Mengen von Schwerspat und Gips, Zusätze, um die Nuance zu ändern und den Preis zu erniedrigen. Auch mit Chromgelb oder Bleisulfat wird Schweinfurtergrün gemischt, um Nuancen zu erzielen, die zwischen Hellgrün und Dunkelgrün liegen. *Andés.*

Schweinshaut, s. Leder, Bd. 6, S. 86.

Schweinsrücken, Lagerung für den Schiffsanker; s. Ankerlagerung.

Schweißechtheit, s. Farbenechtheit, Bd. 3, S. 615.

Schweißeisen, diejenige Sorte schmiedbaren Eisens, die bei ihrer Herstellung nicht bis zum Flüssigwerden (s. Flußeisen), sondern nur auf Schweißhitze erwärmt worden ist, wobei die Bildung größerer Stücke durch das Verschweißen der bei dem Herstellungsprozeß herauskristallisierten Eisenteilchen erfolgt.

I. Allgemeine Eigenschaften des Schweißeisens.

Eine kennzeichnende Eigentümlichkeit des Schweißeisens ist sein mehr oder minder großer **Schlackengehalt;** die einzelnen Eisenteilchen sind von einer Schlackenhülle umgeben, die sich beim Verschweißen nie vollständig entfernen, sondern nur durch fortgesetzte mechanische Arbeit um so mehr vermindern läßt, auf je dünnere Querschnitte die einzelnen, zu einem dickeren Block zusammenzuschweißenden Stäbe vorher ausgestreckt werden. Da die Schlackeneinlagerung die Festigkeit und Zähigkeit des Eisens beeinträchtigt, muß diese reinigende Bearbeitung um so eingehender erfolgen, je höhere Ansprüche an die Güte des Materials gestellt werden. Der Schlackengehalt, der bei feinsten Sorten auf 0,17 % sinkt, aber bis auf 2 % und mehr bei gewöhnlicher Handelsware steigt, ist um so geringer, je kleiner die auf einmal hergestellte Menge Eisens und je höher die Temperatur bei deren Herstellung ist. Die Schlacke besteht zum großen Teil aus Eisenoxyden (FeO, Fe_2O_3); durch Anätzen einer glatten Fläche mit Säuren werden die Schlackeneinlagerungen sichtbar (s. Metallographie), wodurch eine Unterscheidung des Schweißeisens von Flußeisen ermöglicht wird.

Hinsichtlich seines **inneren Aufbaues** unterscheidet man sehniges und körniges Schweißeisen. Wird Schweißeisen durch einen plötzlichen Stoß oder Schlag gebrochen, so zeigt der Querschnitt körnig-kristallinisches Gefüge. Wird dagegen ein Schweißeisenstab durch allmählich gesteigerten Zug zerrissen oder abgebogen, so weist der Querschnitt in der Richtung der letzten Bearbeitung, also in der Längsrichtung eines Stabes, Fasern oder Sehnen auf, deren Entstehung auf die zwangsweise Verschiebung der Kristalle in einer Temperatur, die tiefer liegt als jene, bei welcher eine vollständige Erweichung des Materials eintritt, zurückzuführen ist. Diese Verschiebung findet beim Walzen in der Weise statt, daß die der Oberfläche zunächstliegenden Teile von den Walzen weiter mitgenommen werden und sich der Walzrichtung nach längs an die weiter innen liegenden, zurückbleibenden anreihen. Gehämmertes Eisen neigt weniger zur Sehnenbildung. Dicke Blöcke zeigen nur an den Außenseiten sehniges Gefüge, da die weiter innen liegenden Teile nicht an der Umlagerung teilnehmen können. Die einzelnen Fasern stehen untereinander in wenig festem Zusammenhang, weshalb auch die Festigkeit von Schweißeisen quer zur Walzrichtung geringer ist als die in Richtung derselben. Das Eisen ist um so mehr zur Sehnenbildung befähigt, je langsamer der Uebergang vom völlig erweichten zum festen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zustand stattfindet. Kohlenstoff- und phosphorreiches Eisen nehmen kein sehniges Gefüge an; es kann infolgedessen aus dem Vorhandensein eines sehnigen Gefüges auf leichte Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit und auf Zähigkeit der betreffenden Eisensorte geschlossen werden. Schlackeneinlagerung, die vermöge ihrer Dünnflüssigkeit das Uebereinandergleiten der Kristalle erleichtert, befördert die Sehnenbildung. Durch Erhitzung auf Weißglut und Hämmern läßt sich sehniges in körniges Gefüge umwandeln. Je länger die einzelnen Fasern sind, um so vorteilhafter ist dies für die Festigkeit des Eisens. Kurzsehniges Eisen, das durch zu großen Schlacken- oder Schwefelgehalt entsteht, gilt hinsichtlich seiner Festigkeitseigenschaften als minderwertig, ebenso solches, bei welchem beide Strukturen nebeneinander vorkommen.

Die Herstellung des Schweißeisens kann erfolgen

a) aus Roheisen (s. d.) durch Entfernen (Oxydation, Frischen) der in diesem enthaltenen Nebenbestandteile (Kohlenstoff, Silicium, Phosphor, Schwefel, Mangan u. s. w.). Nach dem Verfahren hierbei unterscheidet man:

1. Das **Puddelverfahren** (Puddeln), auch Rührfrischen, Flammofenfrischen. Es gelangte zu seiner heutigen Bedeutung erst, als 1840 von Josef Hall der schon 1818 von Baldwin Rogers mit eisernem Herd versehene Flammofen mit eisenoxydreichen Stoffen ausgekleidet wurde, wodurch infolge der Bildung einer basischen, eisenoxydreichen Schlacke die Entkohlung des Eisens beschleunigt, die Leistungsfähigkeit des Ofens erhöht und Brennstoff sowie Arbeitslöhne gespart wurden. Der Puddelofen (Fig. 1 und 2), dessen Einrichtung mit der eines gewöhnlichen Flammofens mit Rostfeuerung übereinstimmt, besitzt als wesentlichsten Bestandteil einen pfannenförmigen Herd, dessen Sohle, aus mehreren Platten zusammengesetzt, von Pfeilern oder Trägern gestützt wird, im übrigen aber frei liegt, so daß die Luft von unten her zutreten und die Platten kühlen kann. Die seitlichen Begrenzungen des Herdes werden von dem hohlgegossenen, mit Wasser gekühlten Herd- oder Legeeisen gebildet, das jetzt meistens aus zwei Teilen besteht und entsprechend verschraubt wird. Der Kühlwasserzufluß zu dem etwa 50 mm weiten Kanal erfolgt durch Rohranschluß an der der höchsten Temperatur ausgesetzten Stelle an der Feuerbrücke. Das Herdeisen ist an der Einsatztüre unterbrochen. Die Feuerung ist in der Regel eine einfache Planrostfeuerung für Flammkohlen oder eine Treppenrostfeuerung, eine Gasfeuerung nur, wenn minderwertige Brennstoffe (Torf, Braunkohle) verfeuert oder infolge hoher Preise Steinkohlen gespart werden müssen. Die Feuerung wird von einer Schüröffnung an der Vorderseite des Ofens aus bedient. Von hier aus streicht die Flamme über die Feuerbrücke, den im Herd befindlichen Eiseneinsatz und schließlich über die Fuchsbrücke in den Fuchs, von wo die Abgase entweder direkt durch einen Schornstein ins Freie entweichen oder zur weiteren Ausnutzung ihrer Wärme unter einen Dampfkessel geführt werden. Feuer- und Fuchsbrücke sind gerade und parallel. Die Rückwand des Ofens ist mit Rücksicht auf die Möglichkeit, alle Punkte derselben von der Arbeitstüre aus gleichgut bestreichen zu können, nach einem Kreisbogen mit Mitte der Arbeitstüre als Mittelpunkt ausgeführt; ebenso verlaufen die vorderen Seiten schräg gegen die Brücken hin, so daß auch hier keine für den Puddler unzugänglichen Winkel entstehen. Um zu vermeiden, daß die durch die Arbeitstüre einströmende Luft den Herd zu stark abkühlt, erhält letzterer einen unsymmetrischen Grundriß, indem die Mitte der Fuchsbrücke um etwa 80—90 mm gegen die Mitte der Feuerbrücke nach vorn verschoben wird, oder man verlegt die Arbeitsöffnung näher gegen die heißere Feuerbrücke als gegen die Fuchsbrücke oder wählt schließlich eine schräge Längsachse des Ofengrundrisses. Auch dadurch, daß das den Herd überspannende Gewölbe an der Türseite höher ist als rückwärts, wird der Flamme eine solche Richtung zu geben gesucht, daß sie vorzugsweise die kälteren Teile des Ofens trifft. Die Wände des Ofens bauen sich auf dem Herdeisen auf und sind von einem gegen den Fuchs abfallenden Gewölbe überspannt. An der Vorderseite des Ofens befindet sich eine Oeffnung zum Einbringen des Einsatzes. Diese Einsatztüre besteht aus einem an der Ofeninnenseite mit feuerfestem Material ausgefütterten Gußeisenkasten, der mittels Kette oder Hebels in einer Führung gehoben und gesenkt werden kann. Zwecks besserer Haltbarkeit und Schonung der vor dem Ofen stehenden Arbeiter wird diese Türe auch mit Wasserkühlung ausgeführt; die Wasserzufuhr erfolgt durch biegsame Schläuche. Die Türe ruht auf einer starken Gußplatte, der Schwelle oder Schaffplatte, die zugleich als Unterstützung für die durch die Arbeitstüre eingeführten Rührhaken und Brechstangen dient. Zur Vermeidung starker Abnutzung erhält sie auch oft eine Unterlagsleiste aus hartem Stahl. Die erwähnte Arbeitstüre, die an der Unterseite der Einsatztüre in einer Höhe und Breite von 120—150 mm ausgespart ist, und deren Ränder

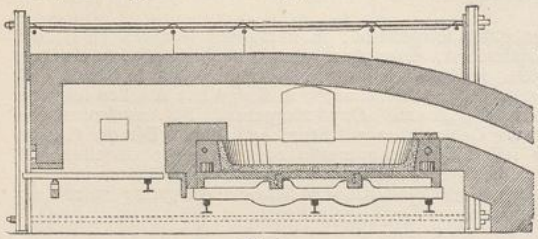


Fig. 1.

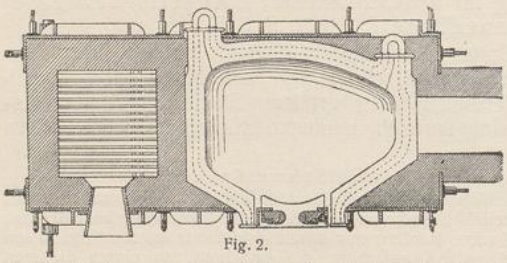


Fig. 2.

oft mit Eisen armiert sind, hat den Zweck, das Offenhalten der ganzen Einsatztüre während des Puddelns und damit starke Abkühlung zu vermeiden. Der Fuchs erhält entweder eine vom Herd an ansteigende (fliegender Fuchs) oder abfallende Richtung (fließender Fuchs) und dient im letzteren Fall zum Ableiten der Schlacke, was im ersten Fall durch eine unter der Schaffplatte befindliche Oeffnung, den Schlackenstich, geschieht. Wie erwähnt, erhält der Herd eine Ausfütterung aus eisenoxydreicher Schlacke, meist eben Puddel- oder Schweißofenschlacke, oder auch aus reinen Eisenerzen, die in Nuß- bis Faustgröße in dem mit Ton bestrichenen Herd ausgebreitet werden. Diese bis zur Strengflüssigkeit erhitzte Masse wird dann noch mit Hammerschlag (Eisenoxyduloxyd), Eisendrehspänen oder dergl. vermischt und damit nach starker Erhitzung der Herd muldenförmig in einer Stärke von 100—150 mm bestrichen. Die Abmessungen der Puddelöfen sind von der Größe des Einsatzes, von der Beschaffenheit des zu verwendenden Roheisens und zu erzeugenden Schweißeisens sowie vom Brennstoff abhängig. So betragen die Abmessungen eines einfachen Ofens zur Erzeugung von sehnigem Eisen bei 300 kg Einsatz: Herdlänge 1,9 m, Breite 1,4 m, Rost 0,94 × 0,84 qm, Flammloch zwei Drittel, Fuchs ein Drittel der Rostfläche, Ofengewölbe vorn 0,67 m, hinten 0,60 m über Herdsohle, Höhe der Feuerbrücke 0,38—0,40 m, der Fuchsbrücke 0,3 m über Herdsohle. Für Stahl bei 225 kg Einsatz: Länge 1,7 m, Breite 1,3 m, Rost 0,94 × 0,90 qm. Die Schütthöhe des Brennstoffes ist 0,46—0,48 m. Bei Verwendung aschenarmen Brennstoffes betreibt man die Puddelöfen auch mit Unterwind, was eine Ersparnis an Brennstoff, verminderte Abkühlung durch die Arbeitstüre und eine leichtere Regelbarkeit der Ofentemperatur ermöglicht. Näheres vgl. [1].

Zur Vorwärmung des einzusetzenden Roheisens wird bisweilen hinter dem eigentlichen Herd ein zweiter, der Vorwärmherd, angeordnet, der durch die Abgase des Puddelherdes geheizt wird. Es wird hierdurch zwar eine Brennstoffersparnis bis zu 15% erzielt, aber auch der Materialverlust durch Abbrand gesteigert.

Zur Erzielung größerer Leistung und verminderten Brennstoffverbrauchs werden die Puddelöfen auch mit größeren Herden für Einsätze von 450—600—800 kg nur für sehniges Eisen gebaut, die bei symmetrischem Grundriß von zwei Seiten aus bearbeitet werden. Zur Beheizung dient Gasfeuerung; oftmals ist hier ein Vorwärmherd angeordnet, oder es werden zwei Herde wechselweise als Puddel- und als Vorwärmherd benutzt. Näheres über letztere Anordnung s. [2], [3]. Eine andre Anordnung eines Doppelpuddelofens stammt von Pietzka [4].

Die Wahl des einzusetzenden Roheisens ist abhängig von der Beschaffenheit des Fertigprodukts. Gewöhnlich werden mehrere Roheisensorten gemengt; der Grundbestandteil ist ein mehr oder weniger manganhaltiges, weißes Roheisen. Mangan, das durch Bildung einer sauern, dünnflüssigen Schlacke die Entkohlung verzögert, ist für die Darstellung von Feinkorneisen (mit etwa 0,3% *C*) und Stahl unerläßlich und wird in Form von Weißstrahl- oder Spiegeleisen verwendet. Ebenso verzögert ein Siliciumgehalt die Entkohlung; siliciumreiches Eisen wird meist mit einem Zusatz von Weißeisen verpuddelt. Phosphor, der im Puddelprozeß nie ganz zu entfernen ist, darf für Feinkorneisen und Stahl nur in ganz geringen Mengen, für sehniges Eisen mit weniger als 1%, für Handelseisen mit 2% und mehr vorhanden sein. Der Schwefelgehalt soll stets nieder sein.

Der Vorgang beim Puddeln ist folgender: In den vorgewärmten Herd wird Garschlacke und der Roheisensatz eingebracht und langsam niedergeschmolzen. Hierauf beginnt der Puddler mit einem langen eisernen Rührhaken das Bad umzurühren, indem er strahlenförmig von der Arbeitstür nach den Brücken und der Rückseite hin den Haken auf der Herdsohle hin und her führt und so allmählich den ganzen Herd bestreicht. Durch Erniedrigung der Temperatur und weiteren Zusatz von Rohschlacke wird das Schlackenbad so dickflüssig, daß es hinter dem Rührhaken erst langsam wieder zusammenfließt und so die Luft zu dem dünnflüssigen Eisen treten läßt. Nach einiger Zeit beginnt das Bad Blasen zu werfen; es gerät allmählich in lebhaftes „Kochen“ und steigt bis zur Schaffplatte und Fuchsbrücke, so daß über diese beim Rühren Schlacke abfließt. Von jetzt an zeigt die veränderte Beschaffenheit von Eisen und Schlacke deutlich die fortschreitende Entkohlung; es zeigen sich an der Oberfläche immer mehr glänzende Eisenkristalle, die zusammenschweißen und sich zu Boden setzen, so daß das Rühren immer schwieriger wird und die Temperatur gesteigert werden muß. Das Kochen hört dann ganz auf, die Schlacke sinkt zurück und das Eisen bedeckt als teigige Masse den ganzen Herd. Diese wird nun, um ein gleichmäßig entkohltes Eisen zu erhalten, mittels einer Brechstange, der Spitze, stückweise vom Herd losgebrochen (aufgebrochen), umgewendet und an der Fuchsbrücke aufgeschichtet, um sie hier dem oxydierenden Einfluß der Flamme auszusetzen. Von dem so entstandenen Haufen werden wieder einzelne Stücke abgestochen, damit nicht die inneren Partien kohlenstoffreich bleiben, und unter Bildung von etwa 5—6 Klumpen unter mehrmaligem Wenden an der Feuerbrücke angehäuft, welche Arbeit mit „Umsetzen“ bezeichnet wird. Hierauf formt der Puddler aus diesen Klumpen durch Umherrollen im Herd Kugeln, Luppen genannt, wobei noch die zerstreut liegenden Eisenkörner zusammengeschweißt werden, und stellt diese Luppen an der Hinterwand auf, worauf durch starkes Erhitzen die in dem schwammigen Eisen enthaltene dünnflüssige, phosphorreiche Schlacke ausgesaigert wird. Die Luppen werden nun der Reihenfolge ihrer Entstehung nach mittels einer Zange aus dem Ofen geholt, auf eisernen Karren zum Hammer oder zur Presse (s. Luppe) gefahren und zunächst unter schwachen, dann vollen Schlägen oder Drücken zu einem vierseitigen, prismatischen Block geschmiedet (gezängt), wobei die Schlacke reichlich ausfließt und das Eisen mehr und mehr zusammenschweißt. Das Verhalten der Luppe bei dieser Bearbeitung läßt schon auf die Güte des Materials schließen, indem gleichmäßig entkohltes Eisen leicht zusammenschweißt. Vom Hammer oder der Presse gelangt die Luppe unter das Luppenwalzwerk, wo sie zu Rohschienen mit rechteckigem oder zu Knüppeln mit quadratischem Querschnitt ausgewalzt werden. Näheres über diese Knüppelwalzwerke s. unter Walzen. Die Rohschienen, die noch reichlich mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlacke durchsetzt sind und nur ein Zwischenerzeugnis für die weitere Verarbeitung bilden, werden nach dem Erkalten durchbrochen und nach dem Aussehen der Bruchfläche sortiert. Die Zahl der Hitzen beträgt in einfachen Oefen mit Rostfeuerung 7—8 pro Schicht, bei reinem Roheisen 10—13, im Springerofen sogar 14 bei 650 kg Einsatz. Kohlenverbrauch im einfachen Ofen 800—1000 kg Steinkohle, im Springerofen 400—500 kg Braunkohle pro 1000 kg Fertigprodukt. Der Abbrand beträgt bei Graueisen bis 18%, bei weichem Eisen 6—8% und sinkt bei neueren Gasöfen auf 2%.

Die im vorstehenden beschriebenen Vorgänge treten bei der Darstellung kohlenstoffarmen Schmiedeeisens, der Arbeit auf Sehne auf. Zur Erzeugung kohlenstoffreicherer Eisensorten, wie Feinkorn und Stahl, der Arbeit auf Korn, kommt mangan- und siliciumreicheres Roheisen zur Verwendung, das behufs Verhinderung der Oxydation des Siliciums u. s. w. bei hoher Temperatur rasch eingeschmolzen wird. Durch Rühren bei sehr hoher Temperatur unter einer manganreichen Schlackendecke wird die Bildung der Eisenkristalle verzögert, das Umsetzen unterbleibt ganz, das Luppenmachen erfolgt so rasch als möglich, jede Luppe wird sofort nach Fertigstellung aus dem Ofen geholt. Das Puddeln auf Stahl und Feinkorn erfordert leichte Einsätze und wird zweckmäßig in Gasöfen mit leicht reduzierender Flamme ausgeführt. Die Dauer eines Prozesses ist länger, indem in einer Schicht 6—7 Sätze Feinkorn und 5 Sätze Stahl ausgebracht werden können; der Kohlenverbrauch ist höher (1200—2000 kg auf 1000 kg Rohschienen, Knüppel oder Brammen); der Abbrand steigt bis auf 18%.

Die Versuche, die sehr anstrengende Arbeit des Puddelns durch mechanische Arbeit zu ersetzen, haben wenig Erfolge gezeitigt, indem sich wohl das Rühren, nicht aber das Aufbrechen mittels der Spitze maschinell einfach ausführen läßt. Die Drehöfen von Pernot [5] und Danks [6], in denen durch Rotation das Bad gemischt werden sollte, lieferten aus dem großen Einsatz von 500—1000 kg eine einzige, nur schlecht zu bearbeitende Luppe; sie sind auch infolge ihrer hohen Anlage- und Unterhaltungskosten nur selten und für kurze Dauer zur Anwendung gekommen. Ueber andre Puddelmaschinen s. [3], S. 901.

Die chemischen Vorgänge während des Puddelprozesses sind im wesentlichen folgende: Während des Einschmelzens wird Silicium und Mangan hauptsächlich durch die Feuergase oxydiert, ebenso anfänglich während des Rührens. Sodann wird unter dem Einfluß der Feuergase und der Schlacke der Kohlenstoff während des Rührens bis etwa auf den Gehalt des Stahles oxydiert, und während des Aufbrechens, Umsetzens und Luppenmachens weiter bis auf geringe Reste. Phosphor und Schwefel oxydieren langsam und gleichmäßig während des ganzen Prozesses. Die anfangs sehr eisenoxyduloxydreiche Schlacke nimmt während des Einschmelzens und Rührens die frei werdende Kieselsäure auf, verwandelt sich aus einem Eisenoxyduloxyd in Lösung enthaltenden Singulosilikat in ein Bisilikat; während des Kochens des Bades gibt sie ununterbrochen Sauerstoff an den Kohlenstoff ab, ergänzt aber ihren Sauerstoffgehalt sofort wieder aus den Gasen zur weiteren Abgabe an den Kohlenstoff, wirkt also als Sauerstoffüberträger. Nachdem der Kohlenstoff des Eisens größtenteils oxydiert ist, reichert sich die Schlacke wieder mit Eisen und Sauerstoff an und zeigt schließlich wieder ihre ursprüngliche Beschaffenheit. Die beim Zängen der Luppen erhaltene, besonders eisenoxyduloxydhaltige Schlacke wird wieder zum Puddelprozeß verwendet, die während des Rührens überfließende und abgestochene Schlacke gelangt im Hochofenbetrieb zur Verwendung.

2. Vor dem Aufkommen des Puddelprozesses bildete das sogenannte **Herdfrischen**, auch Frischfeuerbetrieb, das einzige Verfahren zur Darstellung schmiedbaren Eisens aus Roheisen. Die Umwandlung erfolgt in der Weise, daß das Roheisen tropfenweise vor einem Windstrahl niedergeschmolzen und dieses Verfahren so oft wiederholt wird, bis die Nebenbestandteile Silicium, Mangan, Kohlenstoff, Phosphor u. s. w. in genügendem Maße beseitigt sind. Von dem Gehalt an Fremdkörpern hängt es ab, wie oft dieses Niederschmelzen erfolgen muß. Je nach dem zur Verwendung kommenden Rohstoff und dem zu gewinnenden Material hat sich das Herdfrischen in den einzelnen Hüttenbezirken in verschiedener Weise entwickelt. Am häufigsten sind solche Feuer in Anwendung gekommen, die nach ihrer ursprünglichen Heimat als Lancashirefeuer bezeichnet werden. Im allgemeinen bildet der hierzu zur Verwendung kommende Ofen, Frischfeuer oder Frischherd, Fig. 3, eine flache, von senkrecht oder etwas schräg stehenden Eisenplatten, den Zacken, eingefaßte Grube von 0,9 m Länge und 0,86 m Breite, deren Boden ebenfalls durch eine gußeiserne Platte gebildet wird. Gußeisen gelangt hierfür deshalb zur Anwendung, um die Aufnahme von Kieselsäure aus dem Mauerwerk zu vermeiden und die Bildung eisenoxydreicher Schlacke zu fördern. Die Tiefe des Herdes beträgt am Gichtzacken, wo das Roheisen aufgegeben wird, 0,13 m, am Formzacken 0,16 m. Der von einem Balgengebläse gelieferte Wind wird durch eine, zwei, auch drei Düsen, die unter 10—12° nach abwärts geneigt sind und in wassergekühlten Formen liegen, zugeführt. Hinter dem eigentlichen Herd liegt ein Vorwärmherd für das einzuschmelzende Roheisen, das durch die abziehenden Heizgase bis zum Glühen erhitzt wird. Oftmals wird auch der Wind auf 100—150° C. vorgewärmt. Der Einsatz besteht aus 200 kg Roheisen, und zwar strahliges bis spiegeliges, manganreiches Holzkohleneisen für feinere, Koksspiegeleisen für mindere Sorten Stahl, und 50—60 kg Stahl- oder Feineisenschrot. Das Einschmelzen erfolgt in sieben Posten von je 30 kg Roheisen, deren erster nach dem Füllen des Ofens mit Kohlen eingebracht wird. Während des Niederschmelzens

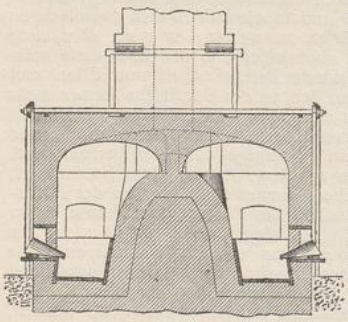


Fig. 3.

tropft das Eisen durch den Windstrom; nach dem Niederschmelzen wird Schlacke in das Bad gebracht, bis die Masse breiig geworden ist, worauf der zweite vorher erhitzte Posten eingebracht und geschmolzen wird. Dadurch und durch den dritten Posten wird das Metallbad am Boden wieder gelöst; Schlacke wird jetzt nicht mehr zugesetzt, dagegen wird mit den letzten drei Sätzen auch der Schrott mit eingeschmolzen. Das Ende des Prozesses ist erreicht, sobald eine Schlacke von heller Farbe (Frischvogel) die Brechstange, mit der man rührt, überzieht. Mit letzterer werden nun die einzelnen Brocken zu einer Luppe (Schrei) vereinigt und möglichst gerundet, sodann unter einem Schwanzhammer in einzelne Teile (Schübel) zerschrotet, die dann in der nächsten Hitze zu Quadratstäben oder flachen Schienen gestreckt werden. Eine Hitze dauert 6—7 Stunden, an Brennstoff wird auf 1 t Stahl 2,5 t Laubholzkohle nötig, der Abbrand beträgt bis zu 25 und 30%. Ein Vorteil des Herdfrischens ist darin zu suchen, daß bei der geringen auf einmal dargestellten Menge das Eisen in seiner Beschaffenheit sehr gleichmäßig wird. Die hohe Temperatur im Ofen sowie das tropfenweise Abschmelzen befördern die Abscheidung der Schlacke, so daß Frischfeuereisen besonders für Darstellung feiner Bleche, Hufnageleisen und sonstiger feiner Eisenwaren geschätzt ist. Anderseits lassen die geringe Leistungsfähigkeit der Frischfeuer und die Unmöglichkeit, andre Brennstoffe als die teure Holzkohle zu verfeuern, den Frischfeuerbetrieb immer mehr verschwinden, so daß er heute nurmehr sehr vereinzelt in Schweden, im Ural, Steiermark und Kärnten anzutreffen ist.

b) Die unmittelbare Darstellung schmiedbaren Eisens aus den Eisenerzen erfolgt durch die als **Rennverfahren** bezeichneten Prozesse, die bis zur Erfindung des Hochofens im 13. Jahrhundert ausschließlich hierzu bekannt waren. Außer bei einzelnen Naturvölkern hat sich jedoch ein Rennverfahren nur noch in wenigen Gegenden Nordamerikas und in Finnland bis jetzt erhalten. Neuzeitliche Bestrebungen der unmittelbaren Schmiedeeisenerzeugung aus Eisenerzen (von W. Siemens, Chenot u. a.) haben keine wirtschaftlich befriedigenden Erfolge gezeitigt. Näheres s. [3]; Uebersicht zahlreicher andrer Prozesse s. [7]. — Zur Reduktion der milden Eisenoxyde bedarf es einer so geringen Temperatur, daß die unmittelbare Eisengewinnung mit den ursprünglichsten Hilfsmitteln ausgeführt werden kann. In Europa erfolgte das „Rennen" teils in einem offenen Holzkohlenfeuer, dessen Glut man mittels eines Gebläses anfachte, und das man dann, um die Kohlen besser zusammenzuhalten, mit einer Einfassung umgab. Zwischen den Kohlen wird das Erz niedergeschmolzen und dabei teilweise reduziert. Bei ungenügender Reduktion wird ein zweitesmal niedergeschmolzen; auch finden hierzu niedere Schachtöfen (Stücköfen) Anwendung. Die Bedingung für ein Gelingen des Prozesses ist die Verwendung sehr reiner, reicher und leicht reduzierbarer Erze. Der Brennstoffverbrauch ist sehr hoch, ebenso der Eisenverlust durch Verschlacken. Bei dem am längsten in Verwendung gebliebenen katalonischen Rennfeuer ist an der einen Seite des Ofens das Erz, an der andern die Holzkohle angehäuft, das ganze bis auf die vordere Seite des Erzhaufens mit feuchter Kohlenlösche gedeckt. Auf diese Weise kann das bei der unvollkommenen Verbrennung entstehende Kohlenoxyd nur durch den Erzhaufen hindurch entweichen, wobei das Erz reduziert und das Eisen nach Aufnahme von Kohlenstoff niedergeschmolzen wird. Unter Einwirkung des auf das Metall gerichteten Windstromes, der von einem Wassertrommelgebläse oder von Bälgen geliefert wird, und durch Einwirkung der Schlacke wird das Eisen entkohlt. Der so erhaltene, nach Beendigung der Arbeit vom Boden losgebrochene Klumpen (Deul, Luppe) besteht freilich aus ziemlich ungleichmäßig entkohltem Eisen, das während der nächsten Hitze ausgeschweißt wird. In den Stück- oder Wolfsöfen, die eine Höhe von 1,0—5,0 m und eine Weite von 0,25—1,25 m aufweisen, werden abwechselnd Schichten von Brennstoff und Erz aufgegeben (Vorläufer der Hochöfen). Das oben reduzierte Eisen entkohlt beim Niedersinken vor der Windform des Ofens und sammelt sich als Klumpen (Stück, Wolf) im Herd an. Letzterer wird nach Erreichung einer gewissen Größe aus dem Ofen, dessen Brust zu diesem Zweck aufgebrochen wird, geholt und unter Hämmern ausgeschweißt. Die Nachteile dieser Rennverfahren liegen in dem hohen Verbrauch teurer Holzkohle, in der geringen Produktion, den großen Eisenverlusten und ungleichmäßigem Erzeugnis. Letzteres ist vorteilhafterweise frei von Phosphor, Schwefel, Mangan u. s. w.

Literatur: [1] „Stahl und Eisen" 1884, S. 169, 229. — [2] Ebend., Bd. 9, S. 776. — [3] Ledebur, A., Handbuch der Eisenhüttenkunde, 4. Aufl., Leipzig 1903. — [4] „Stahl und Eisen" Bd. 8, S. 418; Glasers Annalen, Bd. 22, S. 169. — [5] Keil, Grundriß der Eisenhüttenkunde, Leipzig 1875, S. 310. — [6] Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, Braunschweig 1874, Bd. 3, S. 300. — [7] Kerpelys Bericht über die Fortschritte des Eisenhüttenwesens von Koßmann, Bd. 21—25; Beckert, Bd. 26—30, Leipzig 1887/97. — Weitere zahlreiche Abhandlungen in „Stahl und Eisen" über direkte Eisenerzeugung aus den Erzen, Frischfeuerbetrieb, Puddeln wollen dort (von 1882 ab) nachgesehen werden. *E. Treiber.*

Schweißen, die Verbindung zweier Metallstücke in hocherhitztem, plastischen Zustand unter Druck oder Schlag.

Allgemeines. Meistens sind es Stücke gleichen Materials, die durch Schweißen vereinigt werden sollen; verschiedene Materialien lassen sich nur dann verschweißen, wenn sie ähnliche Eigenschaften besitzen. Am häufigsten findet das Verfahren Anwendung bei dem Eisen, und zwar läßt sich dieses um so leichter schweißen, je geringer sein Gehalt an Kohlenstoff und andern Fremdkörpern ist, am leichtesten also das Schmiedeeisen, das früher ausschließlich, jetzt immer seltener, durch Zusammenschweißen kleinerer Partien zu größeren Stücken dargestellt wurde (vgl. a. Schweißeisen). Weniger gut schweißbar ist der an Kohlenstoff reichere Stahl; Roh- und Gußeisen, das sich auch beim Erhitzen nicht in einen plastischen Zustand bringen läßt, sondern gleich flüssig wird, läßt sich gar nicht schweißen. (Beim Anschweißen [s. d.] werden die Verbindungsstellen bis zum Schmelzen erhitzt, die beiden Teile

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

alſo zuſammengeſchmolzen; vgl. a. Aluminothermie). Zink, Antimon, Wismut, Aluminium laſſen ſich ebenfalls nur durch Zuſammenſchmelzen vereinigen. Blei und Zinn können bei gewöhnlicher Temperatur durch ſtarkes Aufeinanderpreſſen der metalliſch reinen Stücke vereinigt werden. Gut ſchweißbar dagegen iſt Platin (in einer Knallgasflamme), Nickel und Kupfer; über beſondere Vorſichtsmaßregeln beim Schweißen des letzteren ſ. [1]. Im folgenden iſt das Schweißen des ſchmiedbaren Eiſens in erſter Linie berückſichtigt.

Vorbereitungsarbeiten. Für das Gelingen einer Schweißung iſt maßgebend:

1. Genügende Erhitzung der zu ſchweißenden Stellen, damit ſie in den plaſtiſchen Zuſtand kommen, der das ſatte Zuſammenſchließen der Schweißfuge unter Hammerſchlägen oder Druck ermöglicht. Dieſe ſogenannte Schweißhitze iſt für Schmiedeeiſen die Weißglühhitze, bei der das Eiſen zu ſprühen anfängt; für Stahl die Rotglühhitze. Zu hoch erhitzter Stahl verbrennt leicht und weicht infolge zu großer Weichheit dem Schweißdruck aus. Beim Verſchweißen von Stahl mit Schmiedeeiſen (ſogenanntes Verſtählen, Anſtählen, ſ. unten) genügt oft Dunkelrotglut des Stahles, der ſich dann an dem weißglühenden Schmiedeeiſen genügend weiter erhitzt. Verſchiedene Stahlſorten haben meiſt auch verſchiedene Schweißhitze. Ueber die Mittel zur Erzeugung der Schweißtemperaturen ſ. unten. — Je nach der Beſchaffenheit der zu verſchweißenden Stücke müſſen dieſelben in paſſender Weiſe vereinigt erhitzt werden. Beim Anſchweißen von Köpfen an Bolzen wird zuerſt ein Ring um das Bolzenende geſchmiedet; einzelne Teile werden beim Erhitzen ineinander geklemmt, andre mit Draht u. ſ. w. zuſammengehalten und gemeinſchaftlich erhitzt. Nur beim Zuſammenſchweißen von Eiſen und Stahl wird wegen der verſchiedenen Schweißtemperaturen getrennt erhitzt.

2. Iſt abſolute Reinheit der Schweißſtellen erforderlich. Bei der hohen Temperatur, auf welche die zu ſchweißenden Stücke gebracht werden müſſen, iſt die Verwandtſchaft des Eiſens zum Sauerſtoff der Luft ſo groß, daß erſteres ſich ſofort mit einer Schicht von Eiſenoxyduloxyd (Glühſpan, Hammerſchlag) überzieht, die eine Verſchweißung unmöglich macht. Es iſt daher die Bildung dieſes Oxydationsproduktes durch richtige Behandlung des Feuers nach Möglichkeit zu verhindern oder für eine ſorgfältige Beſeitigung desſelben vor dem Schweißen zu ſorgen. Zu dieſem Zweck verſieht man die Schweißſtellen mit einer ſchützenden Schlackenhülle, indem man ſie mit Quarzſand (vorteilhaft mit geringem Tonerdegehalt) beſtreut, der nicht nur dadurch, daß er ſich mit dem Eiſenoxyduloxyd gemäß der Formel $SiO_2 + 2\,FeO = SiO_4Fe_2$ zu kieſelſauerm Eiſenoxydul, einer Schlacke, verbindet, die Eiſenoberfläche ſchützend einhüllt, ſondern auch durch Dünnflüſſigkeit das Herausquetſchen (Schweißen) dieſer Schlacke aus der Schweißfuge erleichtert. Die aneinander zu ſchweißenden Stellen müſſen ſo vorbearbeitet werden, daß bei fortſchreitendem Aneinanderpreſſen der abfließenden Schlacke nicht der Weg verſperrt wird. Stumpf aneinander zu ſchweißende Stäbe erhalten eine kugelig erhabene Stirnfläche nach Fig. 1, überlappt zu ſchweißende werden nach dem Vorgang der Fig. 2 bearbeitet. Bei Stahl verwendet man ſtatt Sand geſtoßenes Glas, Boraxpulver, dem häufig noch andre reduzierende oder ſchlackenbildende Subſtanzen, wie Kochſalz, Blutlaugenſalz, Kolophonium, beigemengt ſind. Auch ſolche Stoffe finden beim Schweißen von Stahl vorteilhaft Anwendung, die eine Entkohlung desſelben beim Erhitzen verhindern. Um bei Stahl mit niederen Temperaturen arbeiten zu können, wird der Schlacke auch ein Flußmittel in Form von Kalk zugeſetzt. Näheres über ſolche Schweißpulver ſ. [2]—[4].

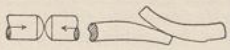


Fig. 1. Fig. 2.

3. Die Vereinigung muß möglichſt raſch erfolgen und findet durch Hämmern mit Hand- oder mechaniſchen Hämmern oder unter Schmiedepreſſen (ſ. Bd. 7, S. 743) ſtatt. Die Hammerſchläge müſſen zuerſt leicht und ſchnell geführt werden, damit die Schlacke entweichen kann. Ueber das Schweißen von Blechen u. ſ. w., wobei kein Hämmern nötig iſt, ſ. unten.

Neben der in Fig. 1 und 2 angedeuteten Weiſe werden die beiden Schweißhälften ſtets mit möglichſt großen Berührungsflächen aneinander gebracht. Dünne Bleche werden nach Fig. 3 (ſtumpf), beſſer nach Fig. 4 (überlappt) geſchweißt, die entſtehende Verdickung wird durch Strecken ausgeglichen. Bei ſtarken Blechen (über 20 mm) wird zwiſchen die abgeſchrägten Kanten ein Quadrateiſen oder Keil gelegt (Fig. 5). Beſondere Vorſicht iſt beim Verſchweißen von Stahl mit Schmiedeeiſen hinſichtlich einer ſatten Berührung beider Teile angezeigt: man ſpaltet das eine Stück auf und ſteckt das andre mit einem keilförmigen Anſatz in den Spalt (Fig. 6

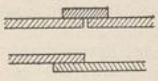


Fig. 3 und 4.

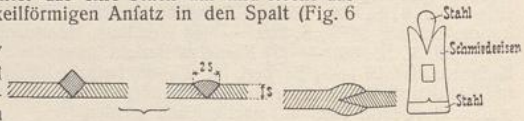


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Verſtählen von Werkzeugen, Fig. 7 Hammerſinne und -bahn aus Stahl einzuſchweißen). Aexte mit Stahlſchneiden werden ſo geſchmiedet, daß ein Flacheiſen an beiden Enden ausgebreitet, dann zur Bildung der Haube in der Mitte zuſammengebogen und die Stahlſchneide nun zwiſchen den zangenartigen Enden eingeſchweißt wird. Beim Zuſammenſchweißen zweier Stücke unter einem Winkel erhält das eine ein Loch oder einen Spalt, in den das andre geſteckt wird. Auch Schwalbenſchwänze und andre Formen bewirken eine ſichere Verſchweißung. — Am ſchwierigſten iſt eine Schweißung mit Beilage, die wie ein Keil in eine entſprechende Ausſparung getrieben wird. Dies wird z. B. beim Einſchweißen von Speichen in den Radreif von Eiſenbahnrädern nötig. Müſſen aus einem Grund zwei Stücke ſtumpf geſchweißt werden, ſo werden Schläge in der Längsrichtung wie beim Stauchen gegeben. Rohre werden meiſt in der Weiſe geſchweißt, daß das eine Ende in das aufgeweitete andre geſteckt wird und beide nach der Erhitzung zwiſchen vier Walzen kommen, die zuſammen ein dem Rohrquerſchnitt gleiches Kaliber bilden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine gute Schweißſtelle iſt im Schnitt gar nicht, beim Verſchweißen von Stahl und Eiſen nur an der ungleichen Farbe der beiden Metalle erkenntlich. Eine eingeſprengte ſchwarze Linie deutet auf das Vorhandenſein von nicht genügend ausgepreßter Schlacke, ein Zeichen mangelhafter Schweißung. — Ueber die Feſtigkeits- und Dehnungsverhältniſſe geſchweißter Bleche ſ. unten.

Erzeugung der Schweißtemperatur. Die Art und Weiſe, wie die zu ſchweißenden Teile auf die erforderliche Temperatur gebracht werden, iſt ſehr mannigfaltig. Allgemein unterſcheidet man die Schweißverfahren nach der Art der Wärmeerzeugung in mechaniſche und elektriſche Schweißverfahren.

Zur Durchführung der mechaniſchen Schweißung werden benutzt: 1. Kohlenfeuer, 2. Metallflüſſe, 3. Aluminothermie (ſ. d.), 4. Erhitzung in einer Gasflamme.

Die elektriſchen Schweißverfahren unterſcheiden ſich 1. in Lichtbogenverfahren und deren Abarten, 2. in Widerſtandsverfahren.

Mechaniſche Schweißverfahren.

1. Kleinere Werkſtücke werden im **Schmiedefeuer** erhitzt und auf dem Amboß zuſammengeſchweißt. Das Schweißen größerer Werkſtücke mit beſonderem **Koksfeuer** wird in der Regel von Hand ausgeführt und iſt da am Platze, wo es auf eine beſonders ſorgfältige Behandlung der Schweißnaht ankommt, alſo beim Schweißen von Flammrohrſchüſſen, Waſſerkammern u. ſ. w. Zylindriſche Teile ruhen während der Erhitzung der Schweißſtelle durch das unten befindliche mit Gebläſe betriebene Koksfeuer anfangs auf zwei Rollen, mit Hilfe deren ſie nach genügender Erhitzung um 180° ſo gedreht werden, daß die Schweißſtelle nach Abſenken der Rollen dann frei auf die Amboßwippe zu liegen kommt. Hierbei laſſen ſich die Nahtſtellen gut vorwärmen, ſo daß die Gefahr des Blaubruches benachbarter Stellen ausgeſchloſſen iſt. Nachteilig iſt die Ungleichmäßigkeit der Erhitzung, die Unmöglichkeit, dieſelbe zu beobachten ſowie der meiſt recht große Brennſtoffaufwand. Stahl, welcher vor Oxydation beſonders geſchützt werden ſoll, wird im Holzkohlenfeuer erhitzt.

2. Das Schweißen **mit Hilfe von Metallflüſſen** wurde von Falk in Amerika zum Schweißen von Eiſenbahnſchienen eingeführt. Vgl. [5]. Hierbei werden die vorher von Oxyd (Roſt) gut gereinigten Schienenſtöße durch Umgießen mit dünnflüſſigem, hocherhitztem Gußeiſen auf Schweißtemperatur gebracht. Für das Umgießen einer Schienenlänge von 40—50 cm rechnet man etwa 70—80 kg Gußeiſen, das in einem Kupolofen an Ort und Stelle geſchmolzen wird. Das Schwinden (Zuſammenziehen) des um den Schienenſtoß gegoſſenen großen Eiſenkörpers bewirkt ein kräftiges Aneinanderpreſſen der in Schweißhitze befindlichen Schienenenden. Nach einem andern amerikaniſchen Verfahren werden zweiteilige Flußeiſenhüllen um den Schienenſtoß gelegt und durch dazwiſchengegoſſenes Eiſen feſt mit den Schienen verbunden. Ein Nacharbeiten der Stöße wird mittels Schleifapparaten bewerkſtelligt. Als ein Nachteil dieſes Syſtems muß das Mitführen eines Kupolofens und Gebläſes ſamt Antrieb ſowie die große Bedienungsmannſchaft bezeichnet werden. Näheres über das Umgießen mit flüſſigem Eiſen ſ. [6].

3. Das aluminothermiſche Verfahren, ſ. **Aluminothermie.**

4. Als Erſatz für die Erhitzung im Koksfeuer dient die Erhitzung auf Schweißtemperatur mittels **Waſſergas.** Es iſt dies ein kohlenoxydreiches Waſſerſtoffgemiſch, das beim Ueberleiten von Waſſerdampf über glühenden Koks entſteht. Aus dem Gaserzeuger gelangt das Waſſergas in einen Behälter, von welchem aus es mittels Kompreſſor unter etwa 1000 mm Waſſerſäule Druck einer Düſe zugeführt wird. Entweder iſt jeder Gasdüſe eine Luftdüſe zugeordnet, oder Luft wird gleich in der Pumpe dem Gas beigemiſcht, für welchen Fall beſondere Sicherheitsvorrichtungen gegen Exploſionen am Pumpenzylinder nötig ſind. Jedoch wird, um Oxydation der Schweißſtelle zu vermeiden, Luftſauerſtoff in verminderter Menge zugeführt, infolgedeſſen auch die Zunderbildung an der Schweißnaht gering iſt. Vorteilhaft bei der Waſſergasſchweißung iſt es ferner, daß unter Verwendung zweier Brenner die Schweißſtelle von beiden Seiten erhitzt wird, alſo auch dicke Bleche genügend hoch erhitzt werden (Gefahr des Blaubruches bei ungenügender Erhitzung). Tatſächlich laſſen ſich mittels Waſſergas Bleche bis hinauf zu 80 mm Stärke, und bei entſprechender Vorſicht bis herab zu 4 mm ſchweißen. Die höchſte Leiſtungsfähigkeit einer Waſſergasſchweißerei wird erreicht bei Blechen von 8—12 mm Stärke. Bei entſprechender Einrichtung läßt ſich bei 10ſtündigem Betrieb eine Leiſtung bis zu 80 m bei einer Blechſtärke von 8—12 mm erzielen. Ein weiterer Vorteil iſt der, daß Waſſergas eine ganz reine Flamme bildet, die eine ſtete gute Beobachtung der erhitzten Stelle geſtattet. Schweißpulver ſind entbehrlich. Waſſergasſchweißereien arbeiten entweder mit Handbetrieb, wobei die mittels Waſſergas auf Schweißtemperatur gebrachten überlappten Bleche mittels Handhämmer zuſammengeſchweißt werden, oder mit Maſchinenbetrieb. Bei letzterer Anordnung ruht das Werkſtück (meiſt zylindriſcher Form) auf einem Wagen mit entſprechenden Hebe- und Wendevorrichtungen, mit Hilfe deſſen es nach der Erhitzung in die richtige Lage unter den Amboß eines mechaniſchen Hammers gebracht wird. Rundnähte werden unter beſtändigem Drehen des Schuſſes geſchweißt. Ueber den Vergleich der Leiſtungen und Koſten verſchiedener Schweißungen ſ. [7]. Infolge der hohen Anlagekoſten einer beſonderen Gaserzeugungseinrichtung hat die Waſſergasſchweißung nicht die der Güte ihrer Erzeugniſſe entſprechende Ausbreitung gefunden. Näheres ſ. a. [8].

Ein erſt in den letzten Jahren ausgebildetes, jedoch bereits in großem Umfang in der Praxis eingeführtes Verfahren hauptſächlich zum Schweißen von Blechen iſt das **autogene Schweißverfahren,** autogen oder ſelbſterzeugend genannt, weil weder ein Schweißmittel noch eine mechaniſche Bearbeitung der Schweißſtelle durch Hämmern oder Preſſen zur Verbindung der Schweißenden erforderlich iſt. Es wird vielmehr durch die Verbrennung eines Gaſes mit hohem Wärmegehalt (in erſter Linie Waſſerſtoff und Acetylen, neuerdings auch Leuchtgas und Benzindampf) im reinen Sauerſtoff eine derartig hohe Temperatur erzeugt, daß die zu verſchweißenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stellen auf Schmelztemperatur gebracht und durch Zuſammenſchmelzen des eignen Materiales oder des Materiales eines beſonderen Schweißſtabes miteinander verbunden werden; es iſt alſo die autogene Schweißung eigentlich ein Schmelzverfahren.

a) Die autogene Schweißung mittels Sauerſtoff-Waſſerſtoffflamme (hydrooxygene Selbſtſchweißung). 2 Teile Waſſerſtoff (*H*) verbrennen mit 1 Teil Sauerſtoff (*O*) zu Waſſer (H_2O), wobei 1 kg *H* etwa 34000 WE. abgibt und theoretiſch eine Temperatur von 6700° C. erzeugt würde, die jedoch durch Diſſoziation des entſtehenden Waſſerdampfes und andre Einflüſſe auf etwa 2300° herabgemindert wird. Damit das Gasgemiſch nicht oxydierend auf die Schweißſtelle wirkt, wird nicht das theoretiſche Verhältnis 2:1 eingehalten, ſondern etwa 4—5 Teile Waſſerſtoff auf 1 Teil Sauerſtoff verbrannt. Aus letzterem Grund iſt es auch nicht möglich, das direkt von einer elektrolytiſchen Waſſerzerſetzungsanlage (vgl. a. [9]) im Verhältnis 2:1 gelieferte Gasgemiſch zu verwenden, es müſſen vielmehr, ſofern der erzeugte Sauerſtoff voll ausgenutzt werden ſoll, 2—3 Teile Waſſerſtoff noch anderweitig zugeſetzt oder ein Teil des Sauerſtoffes unbenutzt gelaſſen werden. Infolge dieſes Umſtandes und der hohen Anlagekoſten haben ſich ſolche elektrolytiſche Anlagen zur Erzeugung von Waſſerſtoff und Sauerſtoff (in Ausführungen von Schuckert, Garuti, Schoop, Schmidt, die entweder mit ſaurer oder alkaliſcher Löſung arbeiten, wobei das Hauptgewicht auf eine ſorgfältige Trennung der beiden Zerſetzungsprodukte bis kurz vor die Verbrauchsſtelle gelegt iſt, um Knallgasexploſionen zu vermeiden) nur für ortsfeſte, größere Anlagen und für Maſſenfabrikation eingeführt. Die Hauptmengen von Waſſerſtoff und Sauerſtoff werden vielmehr direkt aus chemiſchen Fabriken bezogen, und zwar in verdichtetem Zuſtand in leicht handlichen Stahlflaſchen. Waſſerſtoff liefern hauptſächlich die Alkalizerſetzungsanlagen (Chemiſche Fabrik Griesheim-Elektron allein täglich 15000 cbm); Sauerſtoff wird größtenteils durch fraktionierte Verdampfung flüſſiger Luft (nach Linde) gewonnen. Beide Gaſe werden auf 125—150 Atmoſphären in Stahlflaſchen verdichtet, und aus dieſen vermittelſt eines Reduzierventiles und beliebig langer Schläuche den Brennern zugeführt. Dieſe Reduzierventile ſind mit einem Manometer, das den Füllungsdruck und damit den Gasinhalt der Flaſche und einem, das die dem Ventil entſtrömende Gasmenge und damit die mit dieſer Gasmenge zu ſchweißende Blechſtärke in Millimetern anzeigt, ausgerüſtet. Der Anſchluß an die Waſſerſtoffflaſche (mit rot angeſtrichenem Reduzierventil) erfolgt mit Linksgewinde, der Anſchluß an die Sauerſtoffflaſche (mit ſchwarzem Ventil) mittels Rechtsgewinde. Die Miſchung beider Gaſe erfolgte früher an der Spitze des Brenners (Danielſcher Brenner); neuerdings werden in Anbetracht der Tatſache, daß das vor dem Austritt aus dem Brenner gemiſchte Gas eine höhere Temperatur erzeugt, die Gaſe bereits vor ihrer Entzündung gemiſcht. So ſtrömt bei dem in Fig. 8 dargeſtellten Brenner der Drägerwerke Lübeck Waſſerſtoff und Sauerſtoff durch zwei ſpitzwinklig zulaufende Kanäle *a*, *b* in eine kleine Miſchkammer *c*; durch die ſaugende Wirkung, die beide Gaſe aufeinander ausüben, iſt das Zurücktreten eines Gaſes in die Leitung des andern ausgeſchloſſen. Die aufſchraubbaren Mundſtücke haben Bohrungen mit einem der Gasmenge und Blechſtärke entſprechenden Durchmeſſer. Die Austrittsgeſchwindigkeit des Gasgemiſches darf weder zu groß ſein, da ſonſt der austretende Strahl das in Fluß befindliche Material ſtört noch darf ſie zu klein ſein, da ſonſt die Flamme in den Brenner zurückſchlägt. Aus letzterem Grund muß die Zündgeſchwindigkeit des Gemiſches auch kleiner ſein als deſſen Austrittsgeſchwindigkeit. Auch deshalb iſt es angezeigt, Waſſerſtoff im Ueberſchuß zu verwenden, wodurch die Zündgeſchwindigkeit ermäßigt wird. — Bei Benutzung des Schweißbrenners wird zunächſt die Waſſerſtoffflamme entzündet, dann Sauerſtoff zugeleitet. Die Flamme hat ihren heißeſten Teil (etwa 1900°), der an ſeiner bläulichen Farbe erkenntlich iſt, etwa 10 mm vor der Brennerſpitze. Mit dieſer Stelle müſſen auch die zu ſchweißenden Stellen beſtrichen werden, um das Material zum Schmelzen zu bringen. Die einfachſte Art der Schweißung, wobei die zu ſchweißenden Stellen (Blechkanten) nur gut paſſend aneinander geſtoßen werden und ohne Lot, auch ohne Hammerſchlag oder Preſſung gearbeitet wird, iſt für Bleche bis 3 mm Stärke anwendbar. Stärkere Bleche bis 8 mm erhalten abgeſchrägte Kanten, um mit der Schweißflamme das ganze Blech zu durchdringen, die entſtehende Nut wird mit einem geſchmolzenen Schweißdraht ausgefüllt (ſ. Fig. 5), Bleche über 10 mm müſſen vor dem Schweißen angewärmt werden, wodurch eine Zeit- und Gaserſparnis bis 30% erzielt werden kann. Allgemein dürfte das rationellſte Anwendungsgebiet der Sauerſtoff-Waſſerſtoffſchweißung bei Blechſtärken von 0,3—6 mm liegen. Durch Beimiſchung von Stickſtoff zu dem Sauerſtoff läßt ſich die Flammentemperatur erniedrigen, was beim Schweißen dünner Bleche (bis 0,2 mm) verwendet wird, um das Ausbrennen von Löchern zu vermeiden. Ueber die Abnahme der Feſtigkeit und Dehnung mit zunehmender Blechſtärke ſ. unten. Sehr vorteilhaft iſt es, die Schweißnaht warm auszuhämmern oder zu walzen, da ſie eben aus geſchmolzenem, nicht aus gewalztem Material beſteht. — Näheres über die Koſten und Gasverbrauch dieſer Schweißung ſ. [10].

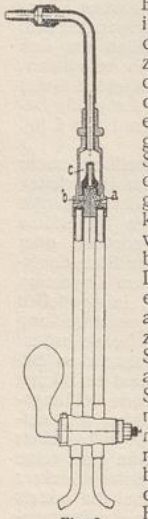


Fig. 8.

Die Umkehrung des Verfahrens, mittels der Sauerſtoff-Waſſerſtoffflamme zu ſchweißen, iſt das autogene Schneiden mittels Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Hierbei wird die gewünſchte Stelle zunächſt mittels einer Sauerſtoff-Waſſerſtoff(knallgas)flamme auf die Temperatur erhitzt, bei welcher das Eiſen in reinem Sauerſtoff lebhaft verbrennt, alsdann wird der Sauerſtoff unter hohem Druck von 30 Atmoſphären als feiner Strahl auf dieſe Stelle geleitet, worauf ſofort das Eiſen dieſer Stelle mit dem Sauerſtoff verbrennt. Durch den ſtarken Strahl werden die Verbrennungsprodukte ſofort beiſeite geſchleudert und ſtets neue Partien Eiſen freigelegt. Auf dieſe Weiſe gelingt es, durch die Konzentrierung der Wärme auf eine kleine Stelle, an welcher die Wärmeabfuhr im Verhältnis zur Wärmezufuhr ſehr gering iſt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in ganz kurzer Zeit Eisenblöcke zu durchbohren. Die zur Schmelzung nötige Wärme wird also nicht von außen zugeführt, sondern sie entsteht durch die Verbrennung des zu durchbohrenden Materials selbst. Ist die Verbrennung einmal eingeleitet, setzt sie sich von selbst fort, und zwar können durch die Verbrennungswärme von 1 kg Eisen weitere 4,5 kg geschmolzen werden, so daß also nur eine teilweise Verbrennung des Lochmaterials nötig wird. Durch langsames Fortbewegen des Brenners über eine Eisenfläche gelingt es bei entsprechender Form und Pressung des Sauerstoffstrahles, einen glatten Schnitt mit scharfbegrenzten Rändern, wie von einer Säge herrührend, zu erzeugen.

Ein von der chemischen Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M., gelieferter Schneidapparat besteht aus einer Flasche mit Wasserstoff und einer mit Sauerstoff, den dazugehörigen Reduzierventilen, Schläuchen und dem Brenner; letzterer besitzt ein Düsensystem, bestehend aus einer zentralen Düse für den Sauerstoff und einer Ringdüse für das Heizgas. Das Vorderende der Düse sitzt zwischen zwei Rollen, auf welchen der Brenner von Hand oder für besonders feine Schnitte mit maschineller Führung in einer Geraden oder in beliebigen Kurven bewegt werden kann. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt etwa 18—25 cm/min und ist für alle Materialstärken (bis 120 mm) wenig verschieden. Die Breite der Schnittbahn beträgt 2 mm, bei sehr starken Stücken bis 4 mm. Das autogene Schneidverfahren zeichnet sich also durch Schnelligkeit, reinen Schnitt und geringe Arbeitskosten wesentlich aus. Anwendung findet dasselbe besonders in der Kesselschmiede zum Ausschneiden von Mannlöchern, Stutzenlöchern, Abwicklungskurven, zum Abfasen der Stemmkanten, im Eisenbau zum Schneiden geschweifter Knotenbleche, zum Abschneiden von Profileisen auf Länge und Herstellung beliebiger Ausklinkungen an solchen; in der Stahlgießerei zum Abtrennen der Steiger und Eingüsse, ferner im Schiffsbau zum Schneiden von Panzerplatten, womit eine 15—20fache Verkürzung der Bearbeitungszeit gewonnen ist, sowie bei schneller Demontage, zum Durchschneiden von Ankerschrauben, Kupplungsstücken, Schachtgestängen u. s. w. Bei dem Sauerstoffschneidverfahren der Deutschen Oxhydric-Gesellschaft Eller bei Düsseldorf sind die Düsen hintereinander angeordnet. Die vordere Düse dient zum Vorwärmen der Arbeitsstelle und wird gewöhnlich durch ein Sauerstoff-Wasserstoffgemisch gespeist. Die hintere, senkrecht zur Arbeitsfläche gerichtete Düse, die mit dem Sauerstoffventil in Verbindung steht, führt den eigentlichen Schnitt. Um gleichmäßigen Schnitt zu erhalten, muß die Schnittgeschwindigkeit mit dem Vorwärtsschreiten der Oxydation immer gleichen Schritt halten. Nach Eintritt der Eisenverbrennung kann der Heizgasstrom unterbrochen werden. Das Material wird beim Schneiden nur auf $^1/_4$ mm Breite vom Sauerstoff und der Verbrennung chemisch und physikalisch beeinflußt. Mit diesen Schneidapparaten lassen sich Schnitte bis 300 mm Stärke und 2—4 mm Genauigkeit herstellen bei einer Schnittbreite von nur 2—5 mm. Vorteilhaft ist besonders, daß sich hartes Material ebenso leicht schneiden läßt wie weiches. Eine sehr wichtige Anwendung findet das autogene Schneidverfahren beim Durchbohren versetzter Abstichöffnungen, Wind- und Schlackenformen an Hochöfen, Stichlöchern von Siemens-Martin-Oefen, wo es sich darum handelt, ohne Zeitverlust die verstopfte Oeffnung frei zu bekommen, da sonst die Güte des Einsatzes geschädigt werden kann. Das Verfahren für diesen Zweck ist der Cöln-Müsener Bergwerks-A.-G. unter Nr. 137588 patentiert. Näheres s. a. [11] und Bd. 2, S. 474.

b) Neben der autogenen Sauerstoff-Wasserstoffschweißung ist die autogene Sauerstoff-Acetylenschweißung die wichtigste. Sie findet neuerdings besonders dort ausgedehnte Anwendung, wo der verdichtete Wasserstoff nicht so leicht bezogen werden kann. Die mit Acetylen erzeugte Verbrennungstemperatur ist bedeutend höher als die mit Wasserstoff erzeugte. Le Chatelier fand für Verbrennung von Acetylen (C_2H_2) in reinem Sauerstoff (O) 4000° C. 1 cbm C_2H_2 entwickelt bei seiner Verbrennung 14500 WE. gegen 3100 WE. des Wasserstoffs. Bei den ursprünglichen Versuchen, Acetylen mit Sauerstoff in einem Lötrohr zu verbrennen, ergab sich der Uebelstand, daß sich infolge der hohen Temperatur an der Mündung des Brenners das Acetylen schon vor seiner Verbrennung in Wasserstoff und Kohlenstoff zersetzte, der sich als Graphit an der Mündung absetzte und diese verstopfte. Um die Verbrennungstemperatur zu vermindern, wurden dem Acetylen andre Kohlenwasserstoffe (z. B. Petroläther) beigemengt, jedoch ohne Erfolg. Der Verwendung verflüssigten Acetylens stellte sich dessen Explosivität in den Weg, die man durch Aceton zu vermindern suchte. In dem Brenner von Fouché (Fig. 9) sind die Uebelstände der Graphitausscheidung und des Zurückschlagens der Flamme in die Leitung bei zu geringer Ausströmgeschwindigkeit umgangen. Hierbei saugt der unter einer Pressung von 1—2 Atmosphären austretende Sauerstoff durch eine injektorartige Einschnürung Acetylengas an und sorgt gleichzeitig für eine gute Mischung der Gase. Das in einem Gasentwickler aus Calciumkarbid erzeugte Acetylengas passiert zunächst eine Wasserabsperrvorrichtung und gelangt in einen Gasometer, aus diesem sodann durch den Reiniger und einen Wasserverschluß zu den Brennern. Zum Ausgleich der Schwankungen in der Gasentnahme wird der Gasentwickler automatisch wirkend konstruiert. Um ein Zurückschlagen der Flamme in die Acetylenleitung zu vermeiden, ist die Ausströmgeschwindigkeit zu 100—300 m/sec gewählt und die Acetylenzuleitung in ein Bündel enger Röhren zerlegt, in denen die zurückschlagende Flamme infolge der hohen Widerstände sofort erstickt würde. Die durch ein drittes Rohr und den äußeren Mantel des Brenners zugeführte Luft dient einerseits zur Kühlung der Brennerspitze und zur Verhinderung der Graphitausscheidung, anderseits zum Vorwärmen größerer Arbeitsstücke durch den großen äußeren Flammenkegel. An Stelle von Luft kann besonders für letzteren Zweck auch Leuchtgas zugeführt werden. Die Verbrennung des Acetylens erfolgt in dem inneren kleineren Flammenkegel von hellgrüner Farbe, an dessen Spitze eine



Fig. 9.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Temperatur von 3000—3600° C. herrſcht und mittels welcher die eigentliche Schmelzung bewirkt wird. In der Einhaltung der richtigen Form und Farbe dieſes Schweißkegels liegt gleichzeitig die Gewähr für eine richtige Miſchung der Gaſe, da bei größeren Brennern durch Erwärmung der Brennerköpfe das Miſchungsverhältnis zwiſchen Acetylen und Sauerſtoff leicht verändert wird. Die ſehr heiße, auf kleinen Raum zuſammengedrängte Schweißflamme ermöglicht es, Bleche von größeren Stärken als bei der Sauerſtoff-Waſſerſtoffſchweißung zu ſchweißen (noch bis 20 mm), und die Schweißhitze ſehr genau an der gewünſchten Stelle zu erzeugen. Um auch hier eine Oxydation der Schweißſtelle zu vermeiden, wird eine reduzierend wirkende Flamme verwendet, indem Acetylen im Ueberſchuß zugeführt wird, und zwar auf 1 Teil Acetylen 1,7 Teile Sauerſtoff, ſtatt 2,5 Teile. Eine Beeinfluſſung des Eiſens durch den Kohlenſtoffgehalt der Flamme findet in bemerkenswertem Grade nicht ſtatt. Im vorteilhaften Gegenſatz zur hydrooxygenen Schweißung erſtreckt ſich die Anlaufſtelle nur etwa 20 mm weit von der Schweißſtelle ſeitwärts gegen 50 mm bei den andern. Es iſt dies auf die höhere Temperatur der Acetylenflamme zurückzuführen, die infolge ihrer ſchnelleren Wirkung eine weitere Ausbreitung der Wärme in das Material verhindert. Von weſentlicher Bedeutung iſt es, daß der verwendete Sauerſtoff und das Acetylen rein von ſonſtigen Beimiſchungen, beſonders Arſen und Phosphor ſind, die das Eiſen brüchig machen. Da für verſchiedene zu ſchweißende Blechſtärken verſchiedene Gasmengen nötig ſind, anderſeits aber die Austrittsgeſchwindigkeiten an enge Grenzen gebunden ſind, ſind für Bleche von 0,5—25 mm Stärke 10 verſchiedene Brenner konſtruiert. Starke Bleche werden auch hier mittels eines Schweißdrahtes geſchweißt, der tropfenförmig in die durch Abſchrägung der Blechkanten entſtandene Kerbe eingeſchweißt wird. Am geeignetſten hierfür iſt kohlenſtoffärmſtes Eiſen (ſchwediſcher Draht mit 0,05 *C*). Beſonderes Gewicht iſt darauf zu legen, daß die unteren Partien der Schweißkerbe (Fig. 5) dort, wo die Bleche aneinander ſtoßen, gut verſchweißt werden. Vorteilhaft iſt es, auch die Unterſeite zu überſchweißen. Das Hämmern der Schweißnaht hat bei Flußeiſen, Flußſtahl, Stahlguß ſtets eine weſentliche Erhöhung der Schweißnahtfeſtigkeit und -dehnung zur Folge. Ebenſo wirkt ein gleichmäßiges Ausglühen der Schweißnaht ſehr günſtig. Auffällig tritt auch hier die Erſcheinung zutage, daß die Feſtigkeit und Dehnung der Schweißnaht mit wachſender Blechſtärke abnehmen. So zeigten Flußeiſenſtäbe und -platten die in beiſtehender Tabelle gegebenen Mittelwerte für Feſtigkeit und Dehnung [12].

Materialdicke in mm	Feſtigkeit in Prozenten der Werte des ungeſchweißten Materials	Dehnung	Bemerkung
2,5	103,2	83,2	mit ſchwediſchem Schweißdraht geſchweißt, nachher gehämmert
4	102,5	82,4	
6	97,1	80,2	
8	90,7	74,2	
10	89,9	36,5	
12	92,0	71,4	
15	80,1	26,1	
20	70,6	16,9	

Verſuche haben gezeigt, daß ſich die autogene Schweißung mit Acetylen-Sauerſtoffgemiſch praktiſch für Gußeiſen, Temperguß und Nickelſtahl nicht eignet. Die Schweißnaht wird hierbei ſehr hart, die Feſtigkeit nimmt ſtark ab, die Dehnbarkeit verſchwindet unter Umſtänden ganz.

Auch bei dieſem Syſtem iſt das autogene Schneiden möglich, wobei ſich eine Erhöhung der Feſtigkeit und Abnahme der Dehnung erweiſt. Ueber den Vergleich der Feſtigkeiten der Waſſerſtoff- und Acetylenſchweißung ſ. [13].

Das Anwendungsgebiet der autogenen Schweißung iſt ſehr ausgedehnt. Sie kann insbeſondere dort Anwendung finden, wo bisher die Verbindung durch Nietung erfolgte, der ſie zwar an Größe der Feſtigkeit und Dehnung nachſteht, die ſie aber durch den Vorteil der Material-, Gewichts-, Zeit- und Koſtenerſparnis übertrifft. Die durch Schweißung hergeſtellten Hohlkörper weiſen eine glatte Oberfläche auf, halten dauernd dicht, was ihre Anwendung zur Herſtellung von Rohren (von 200 mm Durchmeſſer an aufwärts), von Windkeſſeln, Rohrleitungsformſtücken, Krümmern, Abzweigrohren, Dampfſammlern, Celluloſekochern, Wellenrohren, Maſten, Raaen, Spieren, Bootsdavits, Behältern für komprimierte Gaſe, Gasbojen, Tanks u. ſ. w. berechtigt. Rationellerweiſe wird jedoch die autogene Schweißung auf Blechſtärken bis zu maximal 12 mm beſchränkt ſein.

Elektriſche Schweißverfahren.

Das elektriſche Schweißen beruht auf der Verwendung des elektriſchen Stromes zur Erhitzung der zu verbindenden Metallſtücke.

1. Beim **Lichtbogenverfahren**, das in erſter Linie zur Schweißung von Längsnähten angewendet wird, wird die hohe Temperatur des zwiſchen zwei Elektroden ſich bildenden Davyſchen Lichtbogens zur Erhitzung der Schweißſtellen benutzt. Dieſer Lichtbogen entſteht dadurch, daß infolge des hohen Widerſtandes, den der Luftzwiſchenraum zwiſchen den beiden Elektroden dem Strom entgegenſetzt, die Enden der Elektroden in lebhaftes Glühen kommen. Die hierbei erzeugte Wärme iſt proportional dem Widerſtand und dem Quadrat der Stromſtärke. Die Temperatur des Lichtbogens zwiſchen Kohlen fand Weber zu 2030° C. Hierbei kann die eine Elektrode das Schweißſtück ſelbſt ſein. Dieſes ſchon von Siemens angewendete Verfahren iſt von Bernardos weiter ausgebildet. Bernardos legt den negativen Pol einer Dynamomaſchine an das Werkſtück, der poſitive wird mit einem Kohlenſtab verbunden, der möglichſt nahe über der Schweißſtelle ſo geführt wird, daß der einmal entſtandene Lichtbogen ſtets erhalten bleibt; es erfordert dies große Geſchicklichkeit in der Bedienung. Nachteilig wirkt die Kohlung der Schweißſtelle durch die im Lichtbogen übergehenden Kohlenteilchen, wodurch die Schweißnaht ſehr hart und kriſtalliniſch wird. Näheres über das Schweißverfahren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Bernardos f. [14] D.R.P. Nr. 38011. Neuerdings kommt das letzterwähnte Verfahren wieder zum Schienenſchweißen (Pahdi) auf. Hierbei werden durch den zwiſchen der Schiene und einer Kohlenelektrode erzeugten Lichtbogen Flußeiſenſtücke in eine Kerbe am Schienenſtoß eingeſchmolzen. Dabei gelangt Gleichſtrom von 65 Volt Spannung zur Verwendung, der unter Zwiſchenſchaltung eines Gleichſtromumformers womöglich direkt aus der Oberleitung und einer zur Ausgleichung der Stromſtärke dienenden Pufferbatterie entnommen wird. Slavianoff erſetzt die Kohlenelektrode durch einen Eiſenſtab, der unter Einwirkung der Lichtbogentemperatur tropfenweiſe abſchmilzt, der andre Pol liegt am Werkſtück, das aus Gußeiſen, Stahl, Schmiedeeiſen, Kupfer, Bronze u. ſ. w. beſtehen kann. Da die Entfernung beider Elektroden ſich durch das Abſchmelzen der einen ſtets ändert, iſt eine automatiſche Regulierung des Lichtbogens vorgeſehen (vgl. darüber [15]), die im weſentlichen aus einem in den Stromkreis gelegten Solenoid beſteht, das die Stellung der Eiſenelektrode regelt. Da die am poſitiven und negativen Pol entſtehenden Wärmemengen ſich wie 2 : 1 verhalten, wird an den poſitiven Pol ſtets die Elektrode angeſchloſſen, welche raſch abſchmilzt oder ſo tief wie möglich aufgeſchmolzen werden ſoll. Es hat ſich das Verfahren von Slavianoff beſonders zur Ausbeſſerung gebrochener Gußſtücke bewährt, wobei der poſitive Pol mit dem abzuſchmelzenden Eiſenſtab verbunden wird. Um weiches graues Gußeiſen an der Fehlſtelle zu erhalten, wird um die Schweißſtelle eine Form aus Retortenkoks gelegt, in der das Eiſen aufgeſchmolzen wird. Erforderlich iſt ein Anwärmen der Schweißſtücke auf etwa 500° C. Beim Schmelzen von Schmiedeeiſen und Stahl wird dieſes an den poſitiven Pol gelegt. Zur Vermeidung der Oxydation des flüſſigen Materials muß auf deſſen Oberfläche eine Schlacke gebildet werden. Auch hier empfiehlt ſich Aushämmern der Schweißſtellen. An Stromſtärke iſt für den Quadratmillimeter Querſchnittsfläche 7,5—8 Ampère nötig. Der Vorteil dieſes Verfahrens iſt, daß eine Kohlung des Schweißgutes nicht eintritt, eine vollſtändige Schmelzung und gute Verbindung der Metalle (auch zweier verſchiedenartiger) eintritt, und die Wärmeausnutzung des Lichtbogens eine gute iſt.

Bei dem Lichtbogenſchweißverfahren von Zerener wird der zwiſchen zwei parallelen oder ſpitzwinklig zueinander gerichteten, auch konzentriſchen Kohlenelektroden auftretende Lichtbogen als unabhängige, vom Schweißgut getrennte Wärmequelle benutzt. Durch eine genügend hohe ſpezifiſche Strombelaſtung der Elektroden wird ein genügendes Hervortreten der Flamme erreicht oder es wird der Lichtbogen durch ein magnetiſches Feld zu einer Stichflamme ausgebildet. Näheres ſ. [16]. Dieſe Schweißapparate arbeiten mit 15—50 Ampère bei 65 Volt Spannung.

Ueber den Voltex-Prozeß, bei welchem die ſenkrecht zueinander geſtellten Elektroden aus Kohle beſtehen, die mit leicht reduzierbaren Metalloxyden (Eiſenoxyd) gemiſcht ſind ſ. [17]. Weiteres über Lichtbogenſchweißung vgl. [18].

2. Eines der vollkommenſten elektriſchen Schweißverfahren iſt das **Widerſtandsverfahren** von E. Thomſon. Dasſelbe beruht auf der Wärmeerzeugung, hervorgerufen durch ſtarke, niedergeſpannte Ströme infolge des an der Berührungsſtelle zweier zu verſchweißender Körper auftretenden großen Uebergangswiderſtandes. Sobald die Schweißſtellen der ſtumpf aneinander geſtoßenen Teile auf Schweißtemperatur gebracht ſind, werden dieſelben nach Abſchalten des Stromes aneinander gepreßt, wodurch die Schweißung bewirkt wird; die Stirnflächen der beiden Teile ſind derart vorgearbeitet, daß ſie ſich zuerſt im Innern berühren und die Schweißung von innen nach außen fortſchreitet. Hierdurch iſt die Schweißſtelle auch vor der ſchädlichen Einwirkung der Luft, Oxydation u. ſ. w. und infolge der Möglichkeit, die Erhitzung richtig beurteilen zu können, vor Verbrennung geſchützt. Die elektriſche Energie wird in Form von Wechſelſtrom von 40—125 Perioden in der Sekunde benutzt, der auf 1—3 Volt Betriebsſpannung herabtransformiert wird; die Stromſtärke beträgt 2000—4000 Ampère und mehr. Näheres über die Stromerzeuger, Schweißtransformatoren, Reguliertransformatoren, Schalter u. ſ. w. einer ſolchen Schweißanlage ſ. [19]. Zum Aneinanderpreſſen der Schweißſtücke dienen beſondere Klemmvorrichtungen, deren Futter aus waſſergekühlten Kupferblöcken beſtehen. Es werden auch Spezialmaſchinen zum Schweißen von Rohren, dünnen Kupferdrähten, zum Schweißen unter einem rechten Winkel, von Reifen aus Bandeiſen, zum Einſchweißen der Speichen in Naben metallener Räder, zum Schweißen von Schraubenköpfen an Rundeiſen bis 45 mm Durchmeſſer und zum Kettenſchweißen verwendet. Auch Schienen werden nach dem Thomſonſchen Verfahren geſchweißt. Ueber die Koſten dieſer Schweißung ſ. [20], ferner a. [21].

Im Gegenſatz zu Thomſon werden bei dem Schweißverfahren von Lagrange-Hoho [22] ſchwache Ströme von hoher Spannung verwendet. In einem Bad mit leitender Flüſſigkeit (10—20% Pottaſche- oder Sodalöſung von 70° C.) wird als poſitive Elektrode eine große Bleiplatte, als negative das Werkſtück eingebracht. Beim Durchleiten des Stroms von 0,5—5 Ampère und 110 Volt Spannung für eine Oberfläche von 5 qcm (je 10 Volt mehr für jede weitere 5 qcm große Oberfläche) findet eine Elektrolyſe des leitend gemachten Waſſers in Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſtatt. Erſterer lagert ſich als Gashülle um das negative Werkſtück und ſetzt damit dem Strom einen ſo großen Widerſtand entgegen, daß das Werkſtück in Glühhitze gerät und nun unter dem Hammer oder der Preſſe zuſammengeſchweißt werden kann. Die Vorteile dieſes Widerſtandsverfahrens ſind: Verwendung von Gleichſtrom geringer Stärke und normaler Spannung, reduzierende Wirkung der Waſſerſtoffhülle, damit Reinheit der Schweißſtelle, die Möglichkeit, nach Abſchalten des Stromes direkt im Bade härten zu können. Näheres darüber [23]. Ueber elektriſches Schweißen vgl. ferner auch [24].

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 190, S. 170. — [2] Ledebur, A., Lehrbuch der mechan. metallurg. Techn., 2. Aufl., Braunſchweig 1897. — [3] Hoyer, E., Verarbeitung der Metalle und des Holzes, Wiesbaden 1906. — [4] Fiſcher, H., Mechan. Technologie, Leipzig 1888/89. — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 1391. — [6] Ebend. 1896, S. 162; 1899, S. 72; 1901, S. 1723. — [7] Dicke, H., Ueber Waſſergas, Sonderdruck aus „Stahl und Eiſen“ 1907; Diegel, C.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Schweißen und Hartlöten mit besonderer Berücksichtigung der Blechschweißung, Berlin 1909. — [8] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1409; 1904, S. 491; 1906, S. 47. — [9] Ebend. 1906, S. 220. — [10] Ebend. 1906, S. 52; über Sauerstoff-Wasserstoffschweißung vgl. a. Gießerei-Zeitung 1906, S. 109, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 66, und Dingl. Polyt. Journ. 1908, S. 161. — [11] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1353. — [12] Hilpert, A., Die Verwendbarkeit der Acetylen-Sauerstoffschweißung im Maschinenbau, München 1908 (Dissertation), daselbst auch Näheres über Kosten u. s. w. — [13] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 53 und 707. — [14] Ebend. 1887, S. 863; 1894, S. 1002. — [15] Glasers Annalen 1895, S. 30; Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 306. — [16] Glasers Annalen 1907, S. 48; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 986. — [17] Feildens Magazine 1900, S. 387—400 und S. 677—684. — [18] „Glückauf" 1902, Nr. 9; Zeitschr. f. Elektrotechnik 1900, S. 559. — [19] Glasers Annalen 1907, S. 63; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1469. — [20] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 1080. — [21] „Stahl und Eisen" 1891, S. 153, 243, 931. — [22] Ebend. 1893, S. 530, 539; 1901, S. 590. — [23] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 1587; 1894, S. 1081. — [24] Cassiers Magazine 1904, S. 225—232 (E. Thomson); Schiffbau 1904, 12. Oktober; Eisenzeitung 1904, Nr. 2, 3; Zeitschr. f. Dampfkessel und Maschinenbetrieb 1904, Nr. 51; Engineering Review 1904, S. 119—126 (Taylor), Berg- und Hüttenmännische Zeitschr. 1903, Nr. 3; Iron age 1902, S. 24—25, 2. Januar; 1902, S. 14—17, 25. September; Dingl. Polyt. Journ. 1901, Nr. 7, S. 114; „Stahl und Eisen" 1889, S. 632, 969; 1890, S. 171, 263; 1891, S. 421; 1893, S. 213, 436, 1060; 1897, S. 1020; 1901, S. 478; 1902, S. 681; 1903, S. 349; 1904, S. 1456; 1905, S. 693; 1906, S. 1204, 1334; Zeitschr. f. Werkzeugmaschinen und Werkzeuge 1900, S. 301; 1897, S. 27; 1907, S. 31. *E. Treiber.*

Schweißgraben, Sickergraben, Seitengraben, welcher das von einem mehr oder weniger hoch gelegenen natürlichen Wasserlaufe oder einem Kanale auf das niedere angrenzende Gelände und in diesem durchsickernde Wasser aufnimmt und einem natürlichen Wasserlaufe zuführt. Das Gefälle der Schweißgräben soll nicht kleiner als $^1/_{1500}$ sein. *Pachnik.*

Schwelen, s. Schweelerei.

Schwelkboden, s. Malz.

Schwelle, s. Fachwand, Oberbau, Schleusenwehr und Sinkstoffe.

Schwellen, s. Leder, Bd. 6, S. 93 ff.; vgl. a. Stauanlagen.

Schwellenherstellung, speziell Herstellung der flußeisernen Schwellen.

Die im Stahlwerk gegossenen, 1000 kg und darüber schweren Blöcke werden auf einem Blockwalzwerk vorgewalzt, hierauf in kürzere Blöcke vom mehrfachen (mindestens zehnfachen) Gewicht einer einzelnen Schwelle zerteilt und diese in einem Fertigwalzwerk (in der Regel Triowalzwerk) in einer größeren Anzahl von Durchgängen („Stichen") zwischen den dem Schwellenprofil entsprechend kalibrierten (s. Kalibrieren) Walzen zu langen Stäben mit dem Querschnitt des Schwellenprofils ausgewalzt. Die Zerteilung dieser Stäbe geschieht durch Warmsägen (s. Sägen, Bd. 7, S. 550, Fig. 89; seltener verwendet wegen des Abfalls und des entstehenden, nachträglich von Hand wegzumeißelnden Grats) oder durch Scheren, (s. d., Bd. 7, S. 608, Fig. 24); sehr lange Walzstäbe werden, um die Arbeit zu beschleunigen, zunächst in der Mitte geteilt und jede Hälfte auf einer besonderen Schere bezw. Säge in die einzelnen Schwellen zerlegt, die hierauf in den in der Regel als dampfhydraulische (seltener als Spindelpressen) gebauten Schwellenpressen zwischen einem festliegenden Untergesenk und einem auf- und niedergehenden Obergesenk umgebogen („gekappt") und in genaue Form gepreßt werden. Nach dem Rückgang des Obergesenks wird die Schwelle durch mechanisch oder hydraulisch betätigte Auswerfer aus dem Untergesenk gehoben. — Neuere, sehr leistungsfähige, bis zu 7500 Schwellen in einer Arbeitsschicht liefernde Schwellenpressen sind mit der Schere vereinigt und vollziehen die Arbeiten des Einziehens des Walzstabs, des Abschneidens, Umkappens, Auswerfens und des Weitertransports bis auf die Bewegung der Steuerung durch den Maschinisten selbsttätig. — Die auf einem Warmlager abgekühlten Schwellen werden unter Exzenterpressen, besonders an den Auflagestellen der Schienen, genau gerichtet (s. Richten, Bd. 7, S. 423, Fig. 7) und hierauf unter Lochmaschinen (s. Lochen, Bd. 6, S. 178, Fig. 18) mit den für die Befestigung der Schienen notwendigen Löchern versehen.

Literatur: „Stahl und Eisen" 1908, S. 159. *A. Widmaier.*

Schwellenschraube (Schienenschraube, in Frankreich Tirefonds), Holzschraube zur Befestigung der Schienen; s. Oberbau, Bd. 6, S. 705, Fig. 17).

Schwemmland, der aus lockeren Aufschüttungen der Flüsse, Kies und Sand, bestehende Boden.

Schwemmstein, s. Kunststeine, Bd. 5, S. 779.

Schwemmsystem, s. Kanalisation der Privatgrundstücke sowie der Städte und Ortschaften und Kanalisationssysteme, besondere.

Schwengel vermitteln als lange Hebel den Antrieb einer Maschine durch Menschen oder Tiere.

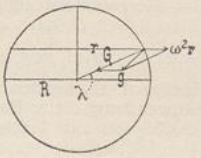
Der Schwengel an Göpeln erhält 4,5—6 m Länge. An Baupumpen (s. d.) ist die Kraft eines Mannes beim Niedergang = 5 kg, beim Aufgang = 0 zu rechnen, bei 1,1 m/sec Geschwindigkeit und achtstündiger Arbeitszeit; an Feuerspritzen 10 und 0 kg bei 1,6 m/sec und 5 Minuten Wechsel. Eiserne Schwengel an Handpumpen bildet man in doppelt geschwungener Form aus, um den sonst unschön erscheinenden Winkelhebel zu maskieren. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwengelſtänder (Bohrdocke), ſ. Tiefbohren.

Schwere (Schwerkraft) iſt die Reſultante aus der Anziehungskraft der Erde und der Zentrifugalkraft infolge der Erddrehung. Ihre Wirkung auf einen relativ zur Erde ruhenden Körper heißt deſſen Gewicht und kann für nicht zu ausgedehnte Körper im Maſſenmittelpunkt (Schwerpunkt) angreifend gedacht werden.

Wäre die Erde eine konzentriſch geſchichtete Kugel vom Radius R, ſo wäre auf der Oberfläche die Anziehung G konſtant. Die Zentrifugalkraft iſt $\omega^2 r$ (ω die Winkelgeſchwindigkeit der Erddrehung). Die Reſultante g beider wird $g = \sqrt{(\omega^2 r - G\cos\lambda)^2 + G^2 \sin^2\lambda}$. Setzt man hierin $r = R\cos\lambda$, berückſichtigt man ferner, daß die Schwere g_a am Aequator $g_a = G - \omega^2 R^2$ iſt und entwickelt man die Wurzel unter Vernachläſſigung der vierten und höheren Potenzen von ω, ſo ergibt ſich: $g = g_a\left(1 + \frac{\omega^2 R}{g_a}\sin^2\lambda\right)$. Die Abnahme der Schwere $g_h - g$ mit der Höhe h erfolgt unter obiger Vorausſetzung nach der Formel $g_h - g = -g_a\frac{2h}{R} + h\omega^2\sin^2\lambda$. Wegen des zweiten Gliedes $h\omega^2\sin^2\lambda$ iſt dieſelbe am Aequator ($\lambda = 0$) größer als an den Polen. Die Niveauflächen der Schwere ſind unter dieſen Annahmen durch die Gleichung $\frac{g_a R^2}{R+h} + \frac{\omega^2}{2}(R+h)^2\sin^2\lambda = \text{const.}$ gegeben. Für Werte von h, welche klein gegen r ſind, ſtellen die Flächen an den Polen abgeplattete Ellipſoide dar. In Wirklichkeit liegen die Dinge verwickelter; die Erde iſt keine Kugel, ſondern annähernd eine Niveaufläche der Schwere, ein abgeplattetes Ellipſoid. Trotzdem beſteht ein ähnlicher Zuſammmenhang zwiſchen der Schwere g_0 im Meeresniveau und der geographiſchen Breite φ (Winkel zwiſchen Schwererichtung und Aequatorebene). Dieſer iſt nach Helmert auf Grund vieler Pendelbeobachtungen empiriſch ermittelt worden zu $g_0 = 9{,}78035\ (1 + 0{,}005310\sin\varphi)$. Für die Höhenabnahme ergibt ſich unter Vorausſetzung kleiner Höhen $g_h - g_0 = -0{,}0003086\ h$.



Clairaut hat ſchon 1743 gezeigt, daß unter der Annahme, daß die Erdoberfläche Niveaufläche der Schwere iſt, ein ſolches Geſetz $g_0 = g_a(1 + \beta\sin\varphi)$ gelten muß und daß der Koeffizient β in folgendem Zuſammenhang mit der Abplattung $\frac{a-b}{a}$ der Erdoberfläche ſteht: $\frac{a-b}{a} = \frac{5}{2}\frac{\omega^2 a}{g_a} - \beta$ (a äquatorialer, b polarer Erdhalbmeſſer). Aus Helmerts Formel wird die Abplattung 1 : 298,3. Die Helmertſche Formel gibt nur den normalen Teil der Schwere, der durch die Unregelmäßigkeiten der Maſſenverteilung an der Erdoberfläche nicht beeinflußt iſt. Die Schwereanomalien gegenüber dieſer Formel ſtellen ſich bei der Beobachtung meiſt weit geringer heraus, als ſie nach den ſichtbaren Maſſen zu erwarten wären. Man erklärt das durch die Hypotheſe, daß den ſichtbaren Maſſenanhäufungen (Kontinenten, Gebirgen) unterirdiſche Maſſendefekte entſprechen, die ihre anziehende Wirkung kompenſieren (Iſoſtaſie der Erdrinde nach Pratt).

Die Formeln für die Schwere gelten ſtrenge genommen nur für relative Ruhe gegenüber der Erde. Bei der Bewegung eines Punktes oder Körpers gegen die Erde müſſen noch die ſogenannten Coriolisſchen Zuſatzkräfte (vgl. relative Bewegung Bd. 1, S. 768) in Rückſicht gezogen werden.

Literatur: Clairaut, A. C., La théorie de la figure de la terre tirée des principes de l'hydrostatique, Paris 1743; Stockes, G., On the variation of gravity at the earth, Cambridge Philos. Transactions Bd. VIII (1849); Helmert, F. R., Die math. und phyſ. Theorie der höheren Geodäſie, Bd. 2, Leipzig 1884; Pratt, J. H., A treatise on attractions London 1871; Helmert, F. R., Der normale Teil der Schwerkraft im Meeresniveau, Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1901, S. 328. ***Finſterwalder.***

Schwere, -meſſung. Die Intenſität oder Beſchleunigung der Schwere für einen Punkt der Erdoberfläche iſt abhängig von dem Ort auf dem Normalſphäroid, der allgemeinen geographiſchen Lage als Kontinental-, Küſten- oder Inſelpunkt, der topographiſchen Lage nach Meereshöhe und Terraingeſtaltung ſowie dem geologiſchen Aufbau und der Dichte der Erdkruſte in der Umgebung und dem Untergrund.

Die Schwerebeſchleunigung g iſt in runder Zahl 9,8 m, für Deutſchland 9,81 m. Zur Berechnung der Schwere im ideellen Meeresniveau für einen beliebigen Erdort ohne Rückſichtnahme auf die oben angeführten beſonderen Umſtände gab Helmert 1884 in [1], S. 241, die Formel $\gamma = 9{,}78000\ (1 + 0{,}005310\sin^2\varphi)$ oder auch $\gamma = 9{,}80597\ (1 - 0{,}002648\cos 2\varphi)$. 1901 ſtellte Helmert in [2] eine neue Formel auf: $\gamma = 9{,}78046\ (1 + 0{,}005302\sin^2\varphi - 0{,}000007\sin^2 2\varphi)$ oder $\gamma = 9{,}80632\ (1 - 0{,}002644\cos 2\varphi + 0{,}000007\cos^2 2\varphi)$. φ bedeutet die Polhöhe, und γ iſt die ſogenannte normale Schwere. Nach den letzten beiden Formeln iſt, wie leicht überſehen werden kann, die normale Schwere am Aequator $\gamma_0 = 9{,}78046$ m und die normale Schwere in 45° Breite $\gamma_{45} = 9{,}80632$ m. — Zur Beſtimmung der Erdſchwere g dienen vorwiegend Pendelbeobachtungen. Ueber die Ausführung ſolcher Beobachtungen ſ. Pendelapparat (Bd. 7, S. 63). Aus einer Anzahl von Pendelbeobachtungen in verſchiedenen Breiten hat Helmert die oben erwähnten Interpolationsgleichungen abgeleitet. Es wurden für die Ableitung der älteren Formel 122 und für die der neuen Formel 1400 Ergebniſſe benutzt. Die Theorie der Schweremeſſungen iſt eingehend behandelt in [1], 2. Kap., Beſtimmung der Abplattung aus Schwere-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſungen; 3. Kap., Ableitung einer Formel für die Schwerkraft im Meeresniveau aus den Beobachtungen; kontinentale Abweichungen des Geoids; 4. Kap., Synthetiſche Unterſuchungen über die Einflüſſe gegebener Maſſen auf die Niveauflächen in der Nähe der Erdoberfläche. Die Grundſätze für die praktiſche Durchführung der Unterſuchungen ſind gegeben in [2]. Hier ſowie in [1] iſt die weitere Literatur angeführt. Jedem an einem Punkte der Erdoberfläche mit dem Pendelapparat gemeſſenen Beobachtungswerte g ſind, um ihn mit dem auf die ideelle Fläche des Normalſphäroids (Geoids) bezogenen normalen Werte γ vergleichbar zu machen, gewiſſe Reduktionen beizulegen. Dieſe ſind: 1. die lineare Reduktion wegen der Meereshöhe $+2Hg:R$, worin H die Meereshöhe und R der Erdradius ſind; 2. die Reduktion wegen der Anziehung der Schicht zwiſchen Beobachtungspunkt und ideeller Meeresfläche mit der Meereshöhe H und der Dichte Θ der unterliegenden Maſſen, wobei dieſe als in den Meeresſpiegel kondenſiert aufgefaßt werden, $-3\Theta Hg:2\Theta_m R$, worin Θ_m die mittlere Erddichte; 3. die Reduktion auf horizontales Terrain oder die topographiſche Reduktion, d. h. die Berechnung des Einfluſſes der Bodengeſtaltung in der Umgebung des Punktes. Die Ableitung geſchieht mit Benutzung topographiſcher Karten und Erſetzen der Geländeform durch geometriſche Körper von bekannter (geſchätzter) Dichte, wozu je nach den Verhältniſſen beſondere Rechnungsarten nach Kegel-, Zylinder-, Trichter- und Prismenformeln anzuwenden ſind (ſ. [1], S. 162; [3], S. 29, und [4], S. 368).

Die Abweichungen, welche dieſe ſo reduzierten Werte g'' gegen die nach der Interpolationsformel berechnete ſogenannte normale Schwere γ zeigen, $g''-\gamma$, ſind das Maß für die Störung der Schwerkraft gegen die auf einem ideellen Vergleichsſphäroid ſtattfindende. Dieſe Störung läßt ſich nach [1], S. 260, anſchaulich ausdrücken durch die Wirkung, die eine im Meeresniveau unter der Station gedachte ſtörende Schicht von der Dichte Θ und der Mächtigkeit D nach außen hin auf den Beobachtungspunkt ausüben würde. Dieſer relative Ausdruck wird gewonnen durch die Formel $g''-\gamma=\frac{3\gamma}{2R}\left(\frac{\Theta D}{\Theta_m}-N\right)$, worin N den unbeſtimmt bleibenden Abſtand des Geoids vom Vergleichsſphäroid bedeutet. Wegen einer Anwendung dieſer Formel auf Verhältniſſe der Tiroler Alpen unter Eliminierung von N ſ. [3], S. 40. Für die Mächtigkeit der ideellen Störungsſchicht ergeben ſich bei Einführung einer Vergleichsdichte von $\Theta=2,4$ relative Unterſchiede von rund 10 m für je eine Einheit der Aenderung der fünften Dezimalſtelle von $g''-\gamma$ [5], S. 120. Auf dieſe Weiſe läßt ſich durch die Schweremeſſungen ein Ausdruck für die Maſſenwirkungen des Untergrundes in relativen Beträgen gewinnen, welcher der Geologie eine weſentliche Grundlage für das Studium der Erdkruſte darbietet. Ueber den Stand der Schweremeſſungen und deren Ergebniſſe wird fortlaufend berichtet in den Verhandlungen u. ſ. w. der Internationalen Erdmeſſung [4]—[6]. In den beiden letzten Jahrzehnten ſind bedeutende Fortſchritte zu verzeichnen. 1891 betrug die Anzahl der Orte, für die abſolute oder relative Beobachtungen der Schwerkraft vorlagen, gegen 400, 1895 etwas mehr als 1000 und 1906 etwa 2300. Helmert hat die Beobachtungen durch Anknüpfung an gemeinſame Anſchlußpunkte und abſolute Beſtimmungen auf ein einheitliches Syſtem gebracht; ſ. [5] und die ſpäteren in [4] und [6] aufgeführten Verhandlungen. In [4] finden ſich Zuſammenſtellungen aller bis 1900 bekannt gewordenen Beobachtungen, getrennt nach den Ländern und Beobachtern. Die ſpäteren Verhandlungen enthalten die Fortſetzungen dieſer Zuſammenſtellungen. Man erſieht aus ihnen, daß Oeſterreich-Ungarn hervorragend an den Meſſungen beteiligt war. Von den deutſchen Beobachtern möge hier das preußiſche Geodätiſche Inſtitut, zu deſſen Hauptaufgaben die Beſtimmung der Intenſität der Schwere gehört, genannt werden [7]. Im übrigen wird auf [4]—[6] verwieſen.

Auf dem Meere, an Bord des Schiffes iſt die Ausführung von Pendelmeſſungen wegen der Schiffsſchwankungen nicht möglich. In neuerer Zeit ſind aber durch Hecker auf dem Atlantiſchen, Indiſchen und Stillen Ozean Schwereмeſſungen andrer Art vorgenommen worden. Sie beſtehen in der Vergleichung von Luftdruckbeſtimmungen durch Siedethermometer (ſ. d.), deren Angaben von der Schwerkraft unabhängig ſind, und von Luftdruckbeobachtungen an Queckſilberbarometern (ſ. d.), deren Angaben von der Schwerkraft beeinflußt werden. Wenn abgeſehen wird von Verbeſſerungen, die bedingt werden durch die Eigentümlichkeit der benutzten Inſtrumente und durch das eingeſchlagene Beobachtungsverfahren, ſo gibt die folgende Formel die Beziehung zwiſchen der Schwereſtörung $g-\gamma$ und den bezeichneten Luftdruckbeſtimmungen an: $g-\gamma=(S-B+0{,}002644\,B\cos 2\varphi)\,9{,}80632:B$.
Hierin ſind B der auf 0^0 reduzierte Queckſilberbarometerſtand, $-0{,}002644\,B\cos 2\varphi$ die berechnete Schwerekorrektion und S der nach der Siedetemperatur aus Tabellen entnommene Luftdruck in Millimetern Queckſilber von normaler, auf 45^0 Breite und das Meeresniveau bezogener Schwere (ſ. Siedethermometer). Weiteres ſ. [8] und [6] in Kopenhagen, 2. Teil, S. 156, ſowie in Budapeſt 1906, 2. Teil, S. 242.

Verſuche mit andern Methoden der Schwereмeſſungen waren bisher noch nicht erfolgreich. Ebenſo wie die Angaben des Siedethermometers ſind auch die des Federbarometers (ſ. d.) von der Schwerkraft unabhängig. Der Verſuch, dieſes Inſtrument an Stelle des Siedethermometers zu benutzen, ſcheiterte aber bisher an der ungenügenden Beſtändigkeit des Inſtruments. Auch die Einführung einfacher Schweredifferenzmeſſer (Barymeter, Bathometer) hatte bislang keine befriedigenden Erfolge.

Die Ergebniſſe der Schwereмeſſung haben eine allgemeine Bedeutung für die Beſtimmung der Erdfigur, des Normalſphäroids, auf Grund der eingangs zitierten Schwereformel und des Clairautſchen Satzes (ſ. d.). Die Schwereмeſſungen auf dem Meere durch Hecker haben ergeben, daß die Intenſität der Schwere auf den unterſuchten Teilen des Ozeans im allgemeinen normal iſt und der von Helmert 1901 aufgeſtellten Schwereformel entſpricht, ſo daß ſich die Hypotheſe von der allgemeinen iſoſtatiſchen Lagerung der Maſſen der Erdkruſte beſtätigt. Beſondere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verwendung finden die Ergebniſſe der Schweremeſſung für die exakte Reduktion von Präziſionsnivellierungen, wenn dieſe ſich auf große Gebiete erſtrecken; vgl. Erde, Erdmeſſung (Bd. 3, S. 487), Meeresfläche (Bd. 6, S. 351) und Nivellieren (Bd. 6, S. 642). Der beobachtete Schlußfehler eines geſchloſſenen Nivellementspolygons ſetzt ſich zuſammen aus den Meſſungsfehlern und aus einem andern Betrage, der aus dem Einfluß der Schwere herrührt. Dieſen Betrag beſtimmt man nach $[\Delta H]_t = -[\Delta H (g - g_m)] : g_m$. Die eckige Klammer iſt hier das Summenzeichen; g_m iſt ein Vergleichswert, welcher der mittleren Schwere des Gebietes entſpricht, und g iſt die den einzelnen Höhenunterſchieden ΔH der Zugſtücke zukommende Schwere. Dieſer theoretiſche Schlußfehler $[\Delta H]_t$ enthält noch den ſogenannten ſphäroidiſchen Anteil. Für dieſen gilt die Beziehung $[\Delta H]_s = 0{,}0053 \sin^2\varphi\, [h\, d\varphi]$, wenn an Stelle der wahren Schwere g die normale γ eingeführt wird. $d\varphi$ iſt der Breitenunterſchied der aufeinander folgenden Höhenpunkte und h iſt die Höhe der Punkte über einem beliebigen Horizont. $[h\, d\varphi]$ kann auch ausgedrückt werden durch die Fläche des auf die Meridianebene projizierten Nivellementspolygons, dividiert durch den zugehörigen Erdradius. Weiteres ſ. [1], S. 500, und [3], S. 18. Vgl. auch dynamiſche und orthometriſche Höhe unter Höhe, Bd. 5, S. 90.

Literatur: [1] Helmert, Die mathematiſchen und phyſikaliſchen Theorien der höheren Geodäſie, 2. Teil, Leipzig 1884. — [2] Derſ., Der normale Teil der Schwerkraft im Meeresniveau, Sitzungsberichte der Kgl. preuß. Akademie der Wiſſenſchaften, Berlin 1901. — [3] Veröffentlichung des Kgl. preuß. Geod. Inſtituts; Derſ., Die Schwerkraft im Hochgebirge u. ſ. w., Berlin 1890. — [4] Verhandlungen u. ſ. w. der Internationalen Erdmeſſung in Paris 1900, 2. Teil, S. 139, Berlin 1901. — [5] Desgl. in Berlin 1895, S. 118, Berlin 1896. — [6] Desgl. in Nizza 1887, Beil. 2, Berlin 1888; in Paris 1889, Beil. 7, Berlin 1890; in Brüſſel 1892, S. 489, Berlin 1893; in Stuttgart 1898, S. 388, Berlin 1899; in Kopenhagen 1903, 2. Teil, S. 133, Berlin 1905; in Budapeſt 1906, 2. Teil, S. 162, Berlin 1908. — [7] Veröffentlichungen des Kgl. preuß. Geod. Inſtituts; Schumann, Galle, Haaſemann und Borras, Beſtimmung der Polhöhe und Intenſität der Schwerkraft auf 22 Stationen von der Oſtſee bei Kolberg bis zur Schneekoppe, Berlin 1896; Dieſ. (außer Haaſemann), desgl. in der Nähe des Berliner Meridians u. ſ. w., Berlin 1902; Haaſemann, Beſtimmung der Intenſität der Schwerkraft auf 55 Stationen von Hadersleben bis Koburg u. ſ. w., Berlin 1899; Derſ., desgl. auf 66 Stationen im Harz u. ſ. w., Berlin 1905; Borras, Relative Beſtimmungen der Intenſität der Schwerkraft auf den Stationen Bukareſt u. ſ. w. im Anſchluß an Potsdam, Berlin 1905; Kühnen und Furtwängler, Beſtimmung der abſoluten Größe der Schwerkraft zu Potsdam mit Reverſionspendeln, Berlin 1906. — [8] Ebend., Hecker, Beſtimmung der Schwerkraft auf dem Atlantiſchen Ozean u. ſ. w., Berlin 1903. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Schwererde, ſ. v. w. Baryumoxyd (ſ. d.) und Schwerſpat.

Schwerkraftbahnen (ſelbſttätige oder automatiſche Bahnen) ſind ſchwach geneigte Hochbahnen (Fig. 1), auf denen beſonders gebaute Wagen (Fig. 6—9) von einer Beladeſtelle aus ſelbſttätig, d. h. ohne Vermittlung einer Betriebsmaſchine, zu einer einſtellbaren Entladeſtelle laufen, um nach erfolgter (automatiſcher) Entleerung wiederum ſelbſttätig zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Vgl. a. Gefällebahnen, Grubenbahnen (zu 7), Haufenlager (Fig. 17—20), Kübel (Kübelwagen), Rutſche, Seilbahnen (Rieſen), Maſſentransport und [1].

Eine Schwerkraftbahn beſitzt eine an der Belade- und Verwiegeſtelle [2] wagerechte, ſodann auf einer kurzen (Beſchleunigungs-) Strecke $a\,b$ (Fig. 1) etwas ſtärker und hierauf durchweg ſchwach (etwa 3 : 100) geneigte, bis zu 180 (250) m lange, meiſt gerade, zuweilen (aber im Gegenſatz zu den Kabelbahnen [ſ. d.] nur nahe der Beladeſtelle, ſ. Haufenlager, Fig. 17 und 18) mit Kurve verſehene zweiſchienige Gleisbahn mit 560 mm Spurweite zwiſchen den außen ſitzenden Radflanſchen (vgl. Fabrikbahnen, Fig. 1). Der bis zu 2 t faſſende, mit (je nach dem Fördergut) mehr oder minder ſpitz ausgebildetem Felsrücken und Seitenklappen (Fig. 6—9) verſehene Wagen (Selbſtentlader, ſ. d.) wird kurz vor der durch einen Froſch (Fig. 6) beliebig einſtellbaren Entladeſtelle c (Fig. 1), an der er ſich ſelbſttätig entleert, mit einem endloſen Seile gekuppelt. Dadurch wird die lebendige Kraft des Wagens benutzt, um ein drehbares Gegengewicht (Fig. 1 und 2—5 [3]) zu heben, deſſen Arbeitsvermögen dazu dient, den leeren Wagen auf der geneigten Ebene wieder zur Beladeſtelle zurückzubringen. Die Gleiſe können auf dem Boden [4]

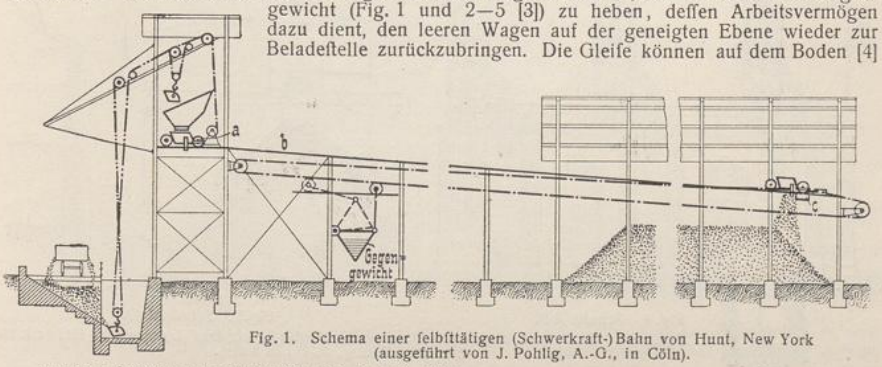


Fig. 1. Schema einer ſelbſttätigen (Schwerkraft-) Bahn von Hunt, New York (ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

oder auf Gerüſten verlegt werden; letztere können feſt [5], fahrbar [6], auch drehbar (ſ. Haufenlager, Fig. 20) ſein, oder können aus mehreren hintereinander aufſtellbaren Teilen beſtehen [7]. Höchſtgeſchwindigkeit

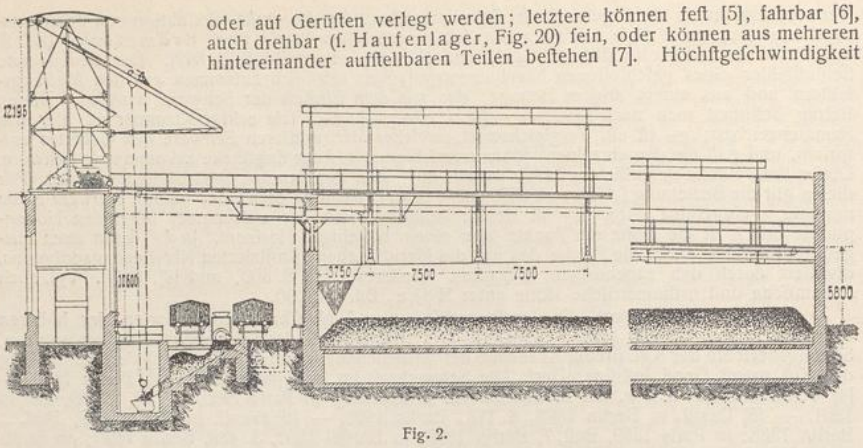


Fig. 2.

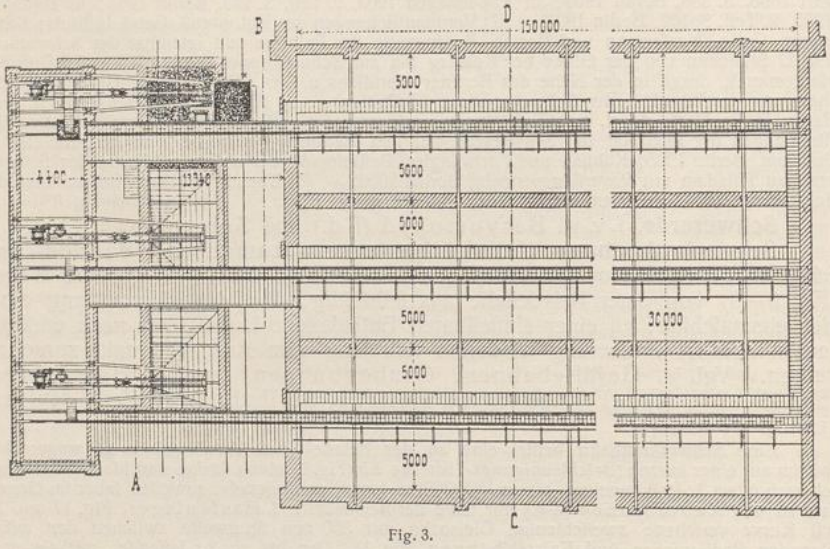


Fig. 3.

der Wagen 5—7 m/sec; Leiſtung bis zu 80 t/Stunden, d. i. rund die von zwei (Hunt-) Elevatoren (ſ. d.) gehobene Fördermenge.

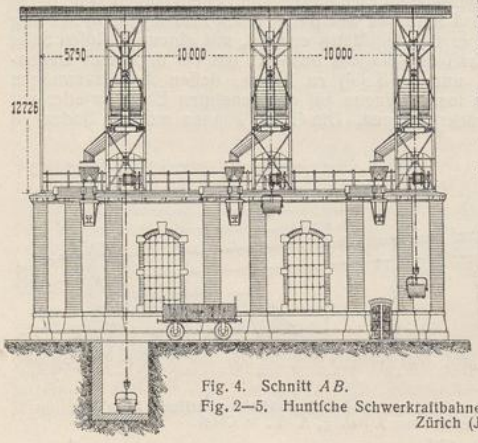


Fig. 4. Schnitt *AB*.

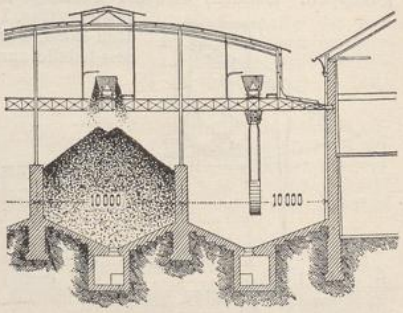


Fig. 5. Schnitt *CD*.

Fig. 2—5. Huntſche Schwerkraftbahnen zur Kohlenförderung und -lagerung im Gaswerk zu Zürich (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), im folgenden mit „T. H." bezeichnet —, 3. Teil, Berlin 1906, S. 321, ſowie „Maſſentransport", Stuttgart 1908, S. 26 ff.; Derſ., Glaſers Ann. 1898, II, S. 67, 91, und Taf. III—VI; Derſ., T. H. I, S. 38 bezw. 44 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1250 bezw. 1356); Derſ., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1234 ff.; ebend, 20. Aufl. (1908) ſowie „Taſchenbuch für Eiſenhüttenleute" und Oſthoff-Scheck, Koſtenberechnungen (Preiſe); ferner v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 811 ff., ſowie Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 294 ff. — [2] Buhle, T. H. II, S. 142. — [3] Derſ., Glaſers Ann. 1898, II, Tafel VIII. — [4] Derſ., T. H. III, S. 6 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 527). — [5] Derſ., Glaſers Ann. 1898, II, S. 91, Tafel III. — [6] Derſ., ebend., Tafel X. — [7] Derſ., T. H. III, S. 169. *M. Buhle.*

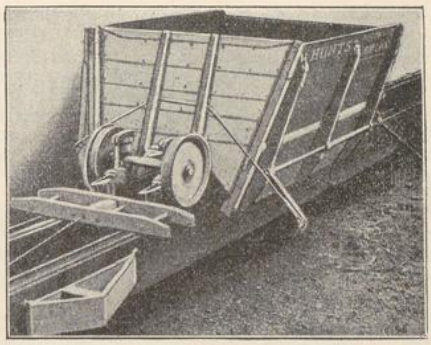


Fig. 6.
Fig. 6—9: Wagen für Hunts ſelbſttätige Bahnen.

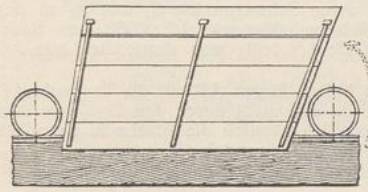


Fig. 7.

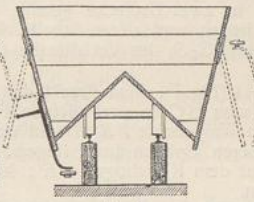


Fig. 8.

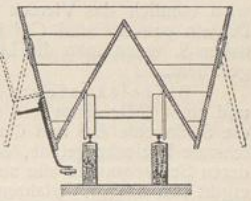


Fig. 9.

Schweröl, ſ. Teer.

Schwerpunkt. Die Schwerkräfte oder Gewichte der Maſſenpunkte eines Körpers bilden ein Syſtem von Parallelkräften gleichen Sinnes. Sie haben daher eine ihnen äquivalente Reſultante, gleich ihrer Summe, nämlich das Gewicht des Körpers, und einen Mittelpunkt, den Angriffspunkt dieſer Reſultanten. Dieſer Punkt heißt der Schwerpunkt des Körpers.

Das Gewicht eines Punktes von der Maſſe m iſt mg, wenn g die Beſchleunigung der Schwere bezeichnet; daher iſt das Gewicht des Körpers $\Sigma mg = g\Sigma m$, d. h. gleich dem Produkte aus der Geſamtmaſſe und dem konſtanten Faktor g. Nach der Theorie der Parallelkräfte (Bd. 7, S. 31) hat der Mittelpunkt derſelben die Koordinaten $x_1 = \Sigma Px : \Sigma P$, $y_1 = \Sigma Py : \Sigma P$, $z_1 = \Sigma Pz : \Sigma P$, wenn P die Kräfte ſind. Im Falle der Schwerkräfte ſind dieſe $P = mg$, und werden daher die Koordinaten des Schwerpunktes wegen $\Sigma Px = \Sigma mgx = g\Sigma mx$, $\Sigma Py = g\Sigma my$, $\Sigma Pz = g\Sigma mz$, $\Sigma P = g\Sigma m$ identiſch mit den Koordinaten des Maſſenmittelpunktes, da der Faktor g ſich weghebt, nämlich $x_1 = \Sigma mx : \Sigma m$, $y_1 = \Sigma my : \Sigma m$, $z_1 = \Sigma mz : \Sigma m$. Der Schwerpunkt iſt daher kein andrer Punkt als der Maſſenmittelpunkt. Alles, was im Artikel Maſſenmittelpunkt (Bd. 6, S. 320) über dieſen geſagt iſt, gilt auch hier. Ebenſo gehört die dort angeführte Literatur auch hierher. *(† Schell) Finſterwalder.*

Schwerpunktsbeſtimmung auf graphiſchem Wege.

a) Kreisbogen (Fig. 1). Um S zu finden, ſtreckt man den halben Bogen AB auf die Tangente AD und zieht die Linien CD, BE und ES. Das ſtatiſche Element eines Bogenelements ds in bezug auf die Achſe a iſt nämlich gleich $y \cdot ds$ oder, da $ds : dx = r : y$, gleich $r \cdot dx$, folglich das ſtatiſche Moment des ganzen Bogens gleich rb; woraus ſich die Entfernung des Schwerpunktes $y_S = rb : s$ ergibt. Durch die oben angegebene Zeichnung wird, wie man leicht erkennt, y_S beſtimmt.

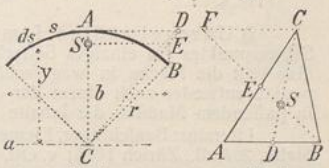


Fig. 1.

Fig. 2.

b) Unregelmäßige Linie. Man zerlegt die Linie in kleine Strecken, die man als geradlinig anſehen darf, betrachtet deren Längen als Gewichte und ſetzt ſie mittels Kräfte- und Seilpolygon (ſ. d.) zu einer Mittelkraft zuſammen. Dadurch erhält man eine Schwerlinie. Dann wiederholt man das Verfahren, indem man die Kräfte in einer andern Richtung wirken läßt, erhält dadurch eine zweite Schwerlinie und damit den Schwerpunkt als Schnittpunkt beider Schwerlinien [vgl. Beiſpiel h)].

c) Dreieck (Fig. 2). Man verbindet die Spitze C mit der Mitte D der Grundlinie und teilt die Verbindungslinie in drei gleiche Teile. CD iſt nämlich eine Schwerlinie des Dreiecks, ebenſo die Linie BE, die durch die Mitte von AC geht. Verlängert man BE bis F, ſo iſt $FC = AB$ und es verhält ſich $CS : SD = FC : DB = 2 : 1$.

d) Trapez (Fig. 3). Man halbiert zunächſt die beiden Grundlinien AB und CD und zieht EF; dann macht man $BB' = CD$ und $DD' = AB$ und verbindet B' mit D'. Zerlegt

man nämlich (Fig. 4) das Trapez in ein Parallelogramm und ein Dreieck und verbindet deren Schwerpunkte S_1 und S_2, ſo geht die Verbindungslinie durch den Schwerpunkt S der ganzen Figur. Nun iſt aus einfachen geometriſchen Gründen $a = b + c$, $e = c + d$ und $b + e = 2(\frac{1}{2}c + d)$, woraus folgt: $d = b$ und $e = a$. Will man nicht den Schwerpunkt ſelbſt, ſondern nur die wagerechte Schwerlinie finden, ſo teilt man (Fig. 5) AD in drei gleiche Teile und zieht CE und BF, ſo geht die Schwerlinie durch den Schnittpunkt G. Denn wenn man die Linien CG und BG bis zu den gegenüberliegenden Grundlinien verlängert, ſo ſchneiden ſie die Strecken $AB + 2CD$ und $CD + 2AB$ ab, alſo gerade doppelt ſo viel wie die Linien EF und $B'D'$ in Fig. 3.

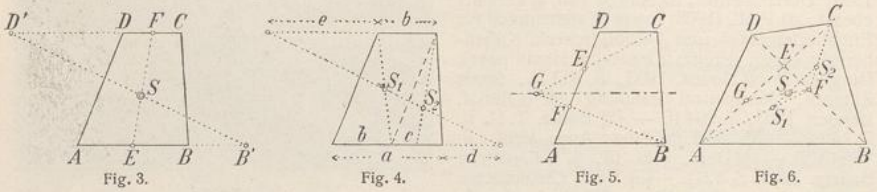


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

e) Viereck (Fig. 6). Man zieht die beiden Diagonalen, halbiert BD in F und macht $AG = CE$, ſo liegt der Schwerpunkt S im Drittel der Linie FG. Durch die Diagonale BD wird nämlich das Viereck in zwei Dreiecke geteilt, deren Schwerpunkte S_1 und S_2 in den Dritteln von AF und CF liegen und deren Inhalte ſich verhalten wie $AE : CE$; man findet daher S, wenn man die Linie $S_1 S_2$ im Verhältniſſe $CE : AE$ teilt, was durch die Linie FG geſchieht.

f) Kreisausſchnitt (Fig. 7). Man ſtreckt den halben Bogen AB auf die Tangente AD und zieht CD; dann teilt man BC in drei gleiche Teile und zieht durch den Drittelpunkt E die Senkrechte EF und die Wagerechte FS. Denkt man ſich nämlich die Fläche in unendlich ſchmale Dreiecke geteilt, deren Spitzen in C liegen, ſo befinden ſich deren Schwerpunkte alle auf dem Kreisbogen EE'; hieraus und aus a) ergibt ſich obiges Verfahren.

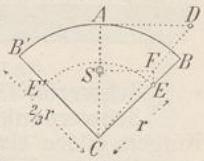


Fig. 7.

g) Kreisabſchnitt (Fig. 8). Man beſtimmt nach f) den Schwerpunkt S_1 des Kreisausſchnittes $BAB'C$ und nach c) den Schwerpunkt S_2 des Dreiecks $BB'C$; dann macht man $S_1 G = HJ$ und $S_2 F = AD$, ſo ſchneidet FG den Schwerpunkt S ab. Um die Richtigkeit dieſes Verfahrens einzuſehen, betrachte man den Kreisabſchnitt als den Unterſchied zwiſchen Kreisausſchnitt und Dreieck und beachte, daß ſich die beiden Flächen zueinander verhalten wie $AD : HJ$.

h) Unregelmäßige Figuren teilt man am beſten in geeigneter Weiſe in regelmäßige Figuren, beſtimmt deren Flächeninhalte und Schwerpunkte, betrachtet die Inhalte als Kräfte und ſetzt ſie mittels Kraft- und Seileck zuſammen; dabei läßt man die Kräfte zuerſt ſenkrecht und dann wagerecht wirken, wodurch man zwei Schwerlinien und damit den Schwerpunkt erhält [vgl. b)]. Fig. 9 erläutert das Verfahren an einem ungleichſchenkeligen Winkeleiſen. Das Kraftеck zeichnet man nur einmal und zieht dafür die Seiten des zweiten Seilecks ſenkrecht zu den Strahlen des Kraftecks.

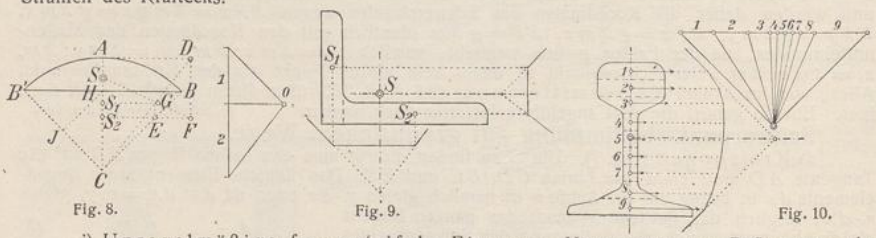


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

i) Unregelmäßige ſymmetriſche Figuren. Hier genügt zur Beſtimmung des Schwerpunktes ein einziges Seileck. Fig. 10 erläutert das Verfahren an einem Schienenprofil. Man teilt die Fläche in wagerechte Streifen von ca. 1 cm Höhe und beſtimmt deren Schwerpunkte entweder nach einem der obigen Verfahren oder nach Schätzung; als Kräfte trägt man in paſſendem Maßſtab die Inhalte der Streifen auf.

Literatur: Bauſchinger, Elemente der graphiſchen Statik, München 1871; Culmann, Graphiſche Statik, 2. Aufl., Zürich 1875; v. Ott, Grundzüge der graphiſchen Statik, Prag 1885; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1905; Keck, Vorträge über graphiſche Statik, Hannover 1894; Lauenſtein, Graphiſche Statik, Stuttgart 1898. Manche andre Werke über graphiſches Rechnen und graphiſche Statik.

Mörſch.

Schwerſchwarz, bei deſſen Herſtellung Seide oft um das Fünffache an Gewicht gewinnt, wird durch abwechſelnde Behandlung derſelben in verſchiedenen Bädern mit geeigneten Beizen und Farbmaterialien, die bezüglich der Zahl und Stärke je nach dem Grade der gewünſchten Beſchwerung variieren, erzielt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Indem man die Seide nacheinander und wiederholt in kalte und warme Bäder von baſiſchem Ferriſulfat, von ſalzſäurehaltiger Ferrocyankaliumlöſung, in Bäder, die mit 100—150% Katechu angeſetzt ſind, auch wohl 10% Zinnchlorid enthalten, bringt und darin umzieht, wird eine ſolche Menge von gerbſauerm Eiſen, Berlinerblau und Japonſäure auf der Faſer abgelagert, daß zugleich eine bedeutende Gewichts- und Volumenvermehrung derſelben entſteht und beim Ausfärben im Blauholzbade ein Schwarz reſultiert, das allerdings auf Koſten der Dauerhaftigkeit der Faſer entwickelt iſt.

Literatur: Knecht, Rawſon und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; Steinbeck, Bleichen und Färben der Seide und Halbſeide, Berlin 1895, S. 89; Silbermann, Die Seide, Dresden 1897, Bd. 2, S. 422. *R. Möhlau.*

Schwerſpat (Schwererde), natürlicher ſchwefelſaurer Baryt.

Er findet ſich in mehr oder minder mächtigen Gängen im Speſſart in der Gegend von Lohr, in Thüringen, bei Königſal, im Harz, bei Waldshut in Baden, in Böhmen, Kärnthen u. ſ. w. Die durch Bergbau gewonnenen, weißen, größeren oder kleineren, ſtets rhombiſch-kriſtallinen Stücke werden durch Fäuſteln vom anhängenden unreinen Geſtein und der Gangart getrennt und dann auf naſſem oder trockenem Wege gemahlen. In dieſem Zuſtande wird er von den meiſtens in der Nähe reichhaltiger Schwerſpatgruben gelegenen Mühlen in den Handel gebracht und in vielen Induſtrien, ſo in der Farbenfabrikation zum Beimiſchen unter Farben, zur Herſtellung von Blanc fixe, in der Wagenfett- und Kautſchukfabrikation, als Füllſtoff in der Papierfabrikation u. ſ. w., verwendet; betrügeriſcher Weiſe zum Beſchweren von Mehl, Zucker u. ſ. w.

Schwerſtein, ſ. v. w. Scheelit (ſ. d.).

Schwert eines Segelboots oder eines Küſtenfahrzeugs, eine hölzerne oder metallene Platte, welche beim Segeln ins Waſſer verſenkt wird, um den Lateralplan zu vergrößern und hierdurch die Abtrift zu verringern. Je nachdem das Schwert in der Mitte des Fahrzeugs, den Kiel durchſchneidend, oder an der Bordwand gelagert iſt, unterſcheidet man ein Mittel- oder Kielſchwert oder Seitenſchwerter; von letzteren wird immer nur das an der Leeſeite befindliche herabgelaſſen und benutzt. *T. Schwarz.*

Schwerter, Schwebelatten, ſchräg geſtellte, häufig in Form von Andreaskreuzen ſich überkreuzende Latten, die zur Verhütung von Längen- und Seitenverſchiebungen zwiſchen den Standbäumen der Gerüſte (dieſe gegenſeitig verſteifend) angebracht werden müſſen (ſ. Baugerüſt). *L. v. Willmann.*

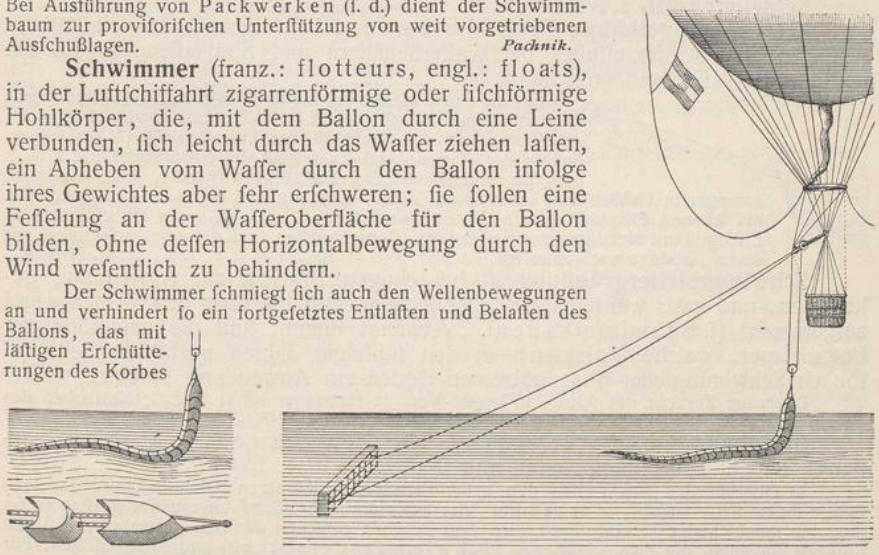
Schwibbogen, Bogen, der einen Durchgang bildet, beſonders Strebebogen.

Schwimmbaum, im Waſſerſpiegel an jeder Wand von eiſernen Brückenkanälen (ſ. Schiffahrtskanäle) angelegter Balken aus Holz, welcher das direkte Anſtoßen der Schiffe an die Konſtruktion verhindert.

In neuerer Zeit wurden ſowohl bei eiſernen wie bei gemauerten Brückenkanälen (Aquädukten) die ſenkrechten Seitenwände mit einer hölzernen Verkleidungswand (Reibwand) geſchützt. Bei Ausführung von Packwerken (ſ. d.) dient der Schwimmbaum zur proviſoriſchen Unterſtützung von weit vorgetriebenen Ausſchußlagen. *Pachnik.*

Schwimmer (franz.: flotteurs, engl.: floats), in der Luftſchiffahrt zigarrenförmige oder fiſchförmige Hohlkörper, die, mit dem Ballon durch eine Leine verbunden, ſich leicht durch das Waſſer ziehen laſſen, ein Abheben vom Waſſer durch den Ballon infolge ihres Gewichtes aber ſehr erſchweren; ſie ſollen eine Feſſelung an der Waſſeroberfläche für den Ballon bilden, ohne deſſen Horizontalbewegung durch den Wind weſentlich zu behindern.

Der Schwimmer ſchmiegt ſich auch den Wellenbewegungen an und verhindert ſo ein fortgeſetztes Entlaſten und Belaſten des Ballons, das mit läſtigen Erſchütterungen des Korbes



Schwimmer (mit Einzelgliedern). Zellenabtreibanker. Zweckmäßige Anbringung am Luftballon.

Hervés Gelenkſchlangenſchwimmer für Seefahrten mit Luftballons.

verbunden iſt und bei gewöhnlichen Schlepptauen bei Seegang eintritt. Auch Schwimmerferien (ſ. die Figur) in Form einer Gelenkſchlange aus Holz ſind von Hervé bei ſeinen Ballonfahrten auf dem Mittelmeere mit Erfolg angewendet worden. Für möglichſt gefahrloſes Fahren über Meere ſind ſolche Apparate unentbehrlich. *Moedebeck.*

Schwimmer dienen zur Anzeige des Waſſerſtandes oder zur ſelbſttätigen Regelung von Zu- oder Abfluß, wie bei den Kondenswaſſerableitern (Bd. 5, S. 585 ff.) und Druckreglern mit Glocke (Bd. 3, S. 135 ff.).

Kuglige und zylindriſche, niedrige Form mit ſenkrechter Achſe eignen ſich gut; Linſenform bei etwas geringerem Widerſtand der Verſtellung. An Schnurzügen mit Gegengewicht ſind Steine als Schwimmer zu empfehlen. Linſen und Kugeln lötet man aus getriebenem Kupfer- oder Meſſingblech dicht zuſammen. Zur Meſſung der Waſſergeſchwindigkeit in einem Fluſſe innerhalb einer beſtimmten Länge benutzt man als Schwimmer zwei mit Draht verbundene Meſſingkugeln, deren eine auf der Oberfläche, die andre tiefer im Waſſer treibt. *Lindner.*

Schwimmertopf, ſ. Kondenſationswaſſerableiter.

Schwimmerventile, ſ. Schwimmkugelhähne.

Schwimmkaſten, auch Senkkaſten oder Caiſſons genannt, bilden ähnlich wie die Spundwände (ſ. d.), Pfahlwände (ſ. d.) und Fangdämme (ſ. d.) Umſchließungen der Baugruben (ſ. d.) von im Waſſer zu errichtenden Bauwerken; ſie unterſcheiden ſich von den genannten Umſchließungen dadurch, daß ſie nicht erſt an der Bauſtelle ſelbſt hergeſtellt, ſondern außerhalb letzterer zuſammengeſetzt und dann an die Bauſtelle gebracht werden. Man hat Schwimmkaſten ohne und mit Boden zu unterſcheiden.

1. Schwimmkaſten ohne Boden. Dieſe werden hauptſächlich zur Umſchließung von Betonfundamenten im Waſſer verwendet und bleiben meiſt zum Schutz der letzteren ganz oder mit ihrem unteren Teile ſtehen; nicht ſelten wird dieſer Schutz durch eine Steinſchüttung erhöht. Solche Kaſten haben entweder eine parallelepipediſche Form oder die Geſtalt einer abgeſtumpften Pyramide bezw. eines ſolchen Kegels. Sie werden aus Holz oder aus Eiſen konſtruiert. Im erſteren Falle wird aus Balken ein kräftiges Rahmenwerk hergeſtellt und dieſes mit Bohlen verkleidet. Eiſerne Schwimmkaſten beſtehen aus horizontalen Blechringen, welche innen durch Walzeiſen der Quere nach ausgeſteift werden; die Blechringe können oben ſchwächer als unten ſein (6—12 mm).

2. Schwimmkaſten mit Boden, auch Caiſſons oder Senkſchiffe genannt. Dieſe werden auf die Sohle des betreffenden Waſſerlaufes verſenkt; alsdann wird das Waſſer daraus geſchöpft und auf dem Boden das Mauerwerk ausgeführt; der Boden verbleibt und die Seitenwände werden abgehoben. Vor dem Verſenken des Kaſtens wird die Flußſohle abgeglichen; bei weichem Boden werden vorher Pfähle eingerammt. Vgl. Fiſcher, C., Die Rheinbrücke zwiſchen Mannheim und Ludwigshafen, Mannheim 1869.

In neuerer Zeit wird von ſolchen Schwimmkaſten wenig oder gar kein Gebrauch gemacht. *Schmitt-Darmſtadt.*

Schwimmkraft, ſ. Auftrieb.

Schwimmkugelhähne (Schwimmerventile) dienen zum ſelbſttätigen Abſperren des Waſſerzufluſſes bei Waſſerbehältern und Spülkaſten, ſobald ein beſtimmter Waſſerſtand erreicht iſt.



Ein an einem Hebel befeſtigter Schwimmer (Schwimmkugel) ſteigt mit dem Waſſerſpiegel in die Höhe und bewirkt bei einem gewiſſen Stand den Abſchluß des Zuflußventils (ſ. die Figur). Sobald der Waſſerſpiegel ſinkt, geht der Schwimmer mit dieſem herunter und öffnet das Zuflußventil wieder. Die Apparate kommen in Größen von 10—150 mm Ventildurchgang und darüber vor und werden bei kleinen Dimenſionen in Meſſing und Rotguß, bei größeren Dimenſionen in Eiſenguß mit Metallgarnitur angefertigt. Bezugsquellen ſind die Armaturfabriken, auf deren Kataloge wir verweiſen. *C. Blecken.*

Schwimmpfeilergründung iſt bei einigen Brücken zur Anwendung gekommen, und zwar wurden die Pfeiler ſchwimmend bis über den Waſſerſpiegel aufgemauert (ſ. Schwimmkaſten). Verwandt hiermit ſind die gefäßförmigen Betonkörper, welche Dalmann in den fünfziger Jahren ausführen ließ und ſonach Schwimmpfeiler ohne hölzernen Boden zur Anwendung brachte.

Literatur: Zeitſchr. des Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1865, S. 329; Notizblatt des Techn. Vereins zu Riga 1875, S. 121; Deutſche Bauztg. 1875, S. 246, 363. *Schmitt-Darmſtadt.*

Schwimmſand oder Triebſand, auch ſchwimmendes Gebirge genannt, beſteht aus feinem Sande und Waſſer.

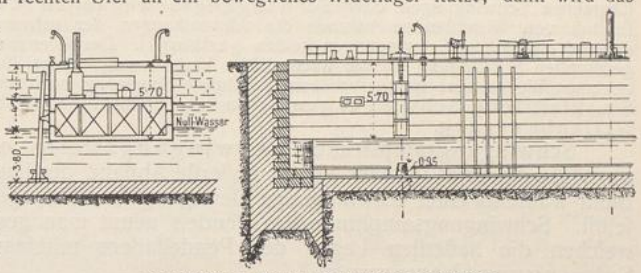
In Oberſchleſien nennt man den außerordentlich feinkörnigen Schwimmſand, der auch tonige Beſtandteile enthält, Kurzawka. Der Schwimmſand bildet unregelmäßige Lagen im jüngeren geſchichteten Gebirge und wird dem Bergbau zuweilen dadurch gefährlich, daß die flüſſigen Maſſen in die Baue eindringen (Schwimmſandeinbruch) und dieſe erfüllen. Für Arbeiten im ſchwimmenden Gebirge und in deſſen Nähe ſind beſondere Vorſichtsmaßregeln zu treffen (ſ. a. Schachtabteufen). *Treptow.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwimmſtein, ſ. v. w. Schwemmſtein; ſ. Kunſtſteine.

Schwimmtor (Ponton), ein Schleuſentor, das, mit zwei Wänden oder Torhäuten verſehen, einen hohlen, ſchwimmfähigen Körper bildet, ſehr zweckmäßig für große Schleuſen [1].

Eine beſondere und bisher die größte Art Schwimmtor iſt das Sperrſchiff [2] zunächſt der Abzweigung des ſogenannten Donaukanals vom Donauſtrom zu Nußdorf in Wien (ſ. die Figur). Das Sperrſchiff hat die Aufgabe, den Wiener Donaukanal bei Hochwäſſern und Eisgängen im Donauſtrom zum Schutze der Stadt Wien ſo abzuſchließen, daß im Donaukanal der Hochwaſſerſtand ermäßigt und der Eisgang vollſtändig abgehalten wird. Zu dieſem Zwecke wird das Sperrſchiff ſchwimmend in die Abſperrichtung derart gebracht, daß es ſich am linken Ufer an ein feſtes und am rechten Ufer an ein bewegliches Widerlager ſtützt; dann wird das Schiff ſo tief geſenkt, daß das Durchflußprofil bis auf einen offen bleibenden Streifen an der Flußſohle abgeſchloſſen iſt. Das Sperrſchiff beſteht aus einem 48,5 m langen, in der Mitte 9,5 m breiten und 5,7 m hohen eiſernen Schiffsrumpf. Der unter einem Zwiſchendeck gelegene Schiffsraum iſt durch vier waſſerdichte Querſchotten in fünf Kammern unterteilt, von denen die vier Seitenkammern zur Aufnahme eines Waſſerballaſtes, die mittlere Kammer zur Aufnahme eines feſten Ballaſtes zur Senkung des Sperrſchiffs beſtimmt ſind. Die Hebung des Schiffs erfolgt durch Auspumpen der Waſſerkammern. Damit in dem offen bleibenden Streifen zwiſchen dem Boden des Sperrſchiffs und der Flußſohle das Einrinnen des Eiſes verhindert werde, können an der Vorderwand des Schiffskörpers eiſerne Nadeln eingeſtellt werden, welche bis zur betonierten Flußſohle reichen und ſich da in einem eiſernen Rechen ſtützen.



Sperrſchiff im Wiener Donaukanal bei Nußdorf.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 3. Teil, Bd. 8. — [2] Engerth, Das Schwimmtor zur Abſperrung des Wiener Donaukanals, Wien 1884. *Pachnik.*

Schwimmverfahren, neueres Verfahren der chemiſchen Aufbereitung (ſ. d.).

Nach Potter und Delprat werden feinzerkleinerte Mineralien mit verdünnten Säuren behandelt. Während ſich an einigen (Karbonate, gewiſſe Sulfide) Gasbläschen bilden, iſt das bei andern, z. B. bei den Silikaten, nicht der Fall. Wendet man ſtatt Waſſer zur Verdünnung der Säuren Löſungen von Salzen an, ſo erhöht ſich das ſpezifiſche Gewicht der Löſung, außerdem wird die Bildung der Gasblaſen verlangſamt, ſie haften feſter an den Mineralteilchen und deren Aufſteigen in der Flüſſigkeit wird befördert, ſie können von der Oberfläche abgeſchöpft werden. Auf dieſe Weiſe wurde in Brokenhill (Auſtralien) feinverteilte Zinkblende von Bleiglanz und auch von Granat, Rhodonit und Quarz getrennt. In Sulitjelma (Norwegen) wird Schwefelkies von Kupferkies abgeſchieden. Im einzelnen iſt das Verfahren noch nicht ſtudiert worden, ſo daß ſich allgemeine Regeln nicht aufſtellen laſſen. Nach D.R.P. Nr. 155563 benutzte Delprat eine auf 100° C. erwärmte Löſung von Natriumbiſulfat oder Natriumſulfat, der einige Prozente Schwefelſäure zugeſetzt wurden. Später wurde nach D.R.P. Nr. 156450 ein kaltes Bad von einigen Prozenten Salpeterſäure in der Löſung eines ſalpeterſauern Salzes verwendet. *Treptow.*

Schwindmaß, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 352.

Schwindringe (Schrumpfringe), auf zylindriſche Körper warm aufgezogene Ringe, die ſich beim Schwinden feſt anlegen.

Ein Reifen, Band, Anker wird aufgeſpannt, indem man ſeine Umfangslänge l_0 um ein kleines Maß λ kürzer als die erforderliche endgültige Länge l herſtellt, ihn ſo ſtark erwärmt, daß er ſich reichlich um $\lambda = \alpha l t$ ausdehnt und, beim Erkalten auf der Länge l, die Spannung $s = E \cdot \lambda : l$ annimmt. Für ſtählerne Radreifen beträgt z. B. das Schwindmaß

$$\lambda : l = (D - D_0) : D = 1 : 1000, \text{ alſo } s = 2150000 \cdot 1 : 1000 = 2150 \text{ kg/qcm}$$

und die mindeſt erforderliche Temperaturerhöhung zum Aufbringen

$$t = \lambda : l\alpha = 1 : 1000 \cdot 0{,}000012 = 80^0 \text{ C.},$$

wofür aber 200—300° anzuwenden ſind. Dickwandige Naben von Schmiedeeiſen oder Stahl erhalten das Schwindmaß 1 : 100 und ſolche von Gußeiſen 1 : 125. Die Erhitzung muß hierbei ca. 1000° C. betragen. Die Spannung bleibt ſchließlich auf der Elaſtizitätsgrenze, nachdem die Innenwandung der Nabe während des Erkaltens eine entſprechende, bleibende Deformation angenommen hat. Eine beſondere Anwendung, außer zu Radreifen, Nabenringen, Schrumpfbändern an Schwungrädern u. ſ. w., finden die Schwindringe an Geſchützen und hydrauliſchen Zylindern zur Entlaſtung der inneren Wandung (ſ. Preßzylinder). *Lindner.*

Schwinge, ſ. Förderrinne, Kurbelmechanismus.

Schwingen (Unden), Hebel am Wirkſtuhle, an welchen die fallenden Platinen hängen.

Schwingenpreſſe, eine Schiene im Wirkſtuhle, welche die Schwingen mit den fallenden Platinen nach dem Kulieren wieder hebt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwingkurbelgetriebe, f. Kurbelmechanismus.

Schwinglade, f. v. w. Revolverlade; f. Weberei.

Schwingmaſchine, f. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 50, und Ausringmaſchinen.

Schwingpreſſe, eine Schiene im Wirkſtuhle, welche die Schwingen mit den fallenden Platinen nach dem Kulieren wieder hebt.

Schwingung, die rhythmiſche Veränderung einer Größe um einen mittleren Wert, wobei abwechſelnd extreme Werte nach entgegengeſetzten Seiten auftreten. Insbeſondere werden Ortsveränderungen von Maſſenpunkten bezw. Syſtemen ſolchen Charakters Schwingungen oder Schwingungsbewegungen (ſ. d.) genannt. Unter dem Einfluß von Widerſtänden nehmen die Abweichungen der extremen Werte vom mittleren dauernd ab; ſolche Schwingungen heißen gedämpft. Der Grenzzuſtand einer immer ſtärker gedämpften Schwingung iſt die aperiodiſche Veränderung, wobei ſchon nach Eintritt eines extremen Wertes eine ununterbrochen rückläufige Bewegung nach dem Mittelwert zu erfolgt. S. a. Elaſtiſche Schwingungen, Pendel, Schall, Schiffsſchwingungen und Wellenbewegung. *Finſterwalder.*

Schwingungsamplitude, Schwingungsweite oder Oscillationsamplitude eines Punktes iſt der äußerſte Abſtand der Lagen, die er auf ſeiner Bahn während einer ſchwingenden Bewegung erreicht, gemeſſen auf der Bahn ſelbſt. Schwingungsamplitude des Pendels nennt man gewöhnlich den Winkel, welchen die äußerſten Lagen des Pendelfadens miteinander bilden; vgl. a. Schwingungsbewegung. *(† Schell) Finſterwalder.*

Schwingungsbewegung eines Punktes oder eines Punktſyſtems iſt eine periodiſche Bewegung desſelben um eine Lage des ſtabilen Gleichgewichts.

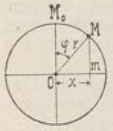


Fig. 1.

Die einfachſte Schwingungsbewegung eines Punktes entſteht durch Projektion einer gleichförmigen Kreisbewegung auf einen Kreisdurchmeſſer (Fig. 1). Es ſei M_0 die Anfangslage und M eine beliebige Lage des auf einem Kreis vom Radius r im Uhrzeigerſinn herumlaufenden Punktes. m ſei die Projektion auf die zu OM_0 ſenkrechte x-Achſe. Dann wird $Om = x = r \sin\varphi = r \sin\omega t$, wobei ω die Winkelgeſchwindigkeit, mit der ſich der Radius OM dreht, bedeutet. Die Geſchwindigkeit von m wird $\frac{dx}{dt} = r\omega\cos\omega t$, die Beſchleunigung $\frac{d^2x}{dt^2} = -r\omega^2\sin\omega t = -\omega^2 x$. Die Geſchwindigkeit des ſchwingenden Punktes wird in der Lage O ein Maximum und verſchwindet an den Umkehrſtellen der Schwingung $x = \pm r$. Die Beſchleunigung iſt ſtets gegen O gerichtet und der Entfernung $Om = x$ proportional. Der Punkt m bewegt ſich daher ſo, als ob er von O mit einer der Entfernung Om proportionalen Kraft angezogen würde. Für die Lage O des Punktes m wird die Kraft zu Null; dieſe iſt alſo mögliche Gleichgewichtslage, und um ſie ſchwingt der Punkt dauernd hin und her. Die Schwingungsweite (Schwingungsamplitude) iſt $2r$; die Schwingungsdauer iſt gleich der Dauer des Umlaufes der Kreisbewegung, alſo $T = 2\pi : \omega$.

Die Differentialgleichung der Schwingungsbewegung lautet nach obigem $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$. Das vollſtändige Integral derſelben iſt von der Form $x = A\cos\omega t + B\sin\omega t$, wo A und B durch die Lage und Geſchwindigkeit von m zurzeit $t = 0$ beſtimmt ſind. Man kann dies Integral leicht auf die Form $x = C\sin(\omega t + \gamma)$ bringen. Dabei iſt $C = \sqrt{A^2 + B^2}$, $\sin\gamma = A : C$, $\cos\gamma = B : C$. Dieſe einfachſte Schwingungsbewegung wird von engliſchen Autoren die harmoniſche Bewegung genannt.

Wirkt auf den bewegten Punkt außerdem noch ein Widerſtand, der der Geſchwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ proportional iſt, ſo wird die Differentialgleichung der Bewegung $\frac{dx^2}{dt^2} + 2b\frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0$. Man hat nun drei Fälle zu unterſcheiden: 1. $\omega > b$. Das Integral der Differentialgleichung wird $x = e^{-bt}(A\cos\lambda t + B\sin\lambda t)$, wobei $\lambda = \sqrt{\omega^2 - b^2}$ iſt. Statt deſſen kann man auch ſchreiben $x = Ce^{-bt}\sin(\lambda t + \gamma)$. Die entſprechende Bewegung entſteht durch Projektion eines auf der

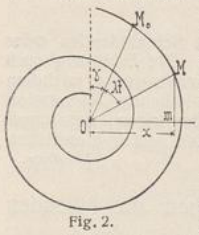


Fig. 2.

logarithmiſchen Spirale $r = Ce^{-\frac{bQ}{\lambda}}$ ($r = OM$, $\varphi = \sphericalangle M_0 OM$, $C = OM_0$) derart fortſchreitenden Punktes M, daß $\varphi = \lambda t$ wird (ſ. Fig. 2). Die hierbei um die Gleichgewichtslage O auftretenden Schwingungen heißen gedämpfte Schwingungen. Die Schwingungsweite nimmt in geometriſcher Progreſſion ab. Das Verhältnis zweier aufeinander folgender Schwingungsweiten iſt $e^{\frac{b\pi}{\lambda}}$; der natürliche Logarithmus $\frac{b\pi}{\lambda} = b\pi : \sqrt{\omega^2 - b^2}$; dieſes Verhältnis heißt das logarithmiſche Dekrement. Die Schwingungsdauer iſt $T = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi : \sqrt{\omega^2 - b^2}$, alſo größer als bei der ungedämpften Schwingung.

2. $b = \omega$. Das Integral der Differentialgleichung wird $x = e^{-\omega t}(A + Bt)$. Die entſprechende Bewegung führt den Punkt ohne Ueberſchreitung der Gleichgewichtslage in dieſe über und zwar nach Ablauf einer unendlich langen Zeit. Aperiodiſche Bewegung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. $b > \omega$. Das Integral wird $x = e^{-bt}(A e^{\mu t} + B e^{-\mu t})$, wobei $\mu = \sqrt{b^2 - \omega^2}$. Die Bewegung verläuft ohne Schwingung ähnlich wie bei 2.

Von beſonderer Bedeutung für die Anwendungen ſind die Unterſuchungen über die kleinen Oscillationen, welche ein Punktſyſtem um eine ſtabile Gleichgewichtslage macht. Aus der Differentialgleichung der harmoniſchen Bewegung eines Punktes geht hervor, daß ſie durch eine nach der Gleichgewichtslage hin gerichtete Kraft $\omega^2 x$, die der Entfernung x von der Gleichgewichtslage proportional iſt, erzeugt wird.

Wir wollen uns auf ein Syſtem von zwei Freiheitsgraden beſchränken, das durch die verallgemeinerten Koordinaten q_1 und q_2 feſtgelegt iſt, und nehmen an, daß dieſe für den Fall des ſtabilen Gleichgewichtes zu Null werden. Die lebendige Kraft T für eine Nachbarlage des Gleichgewichtes drückt ſich dann durch die Koordinatengeſchwindigkeiten q'_1 und q'_2 folgendermaßen aus: $T = a_{11} q_1'^2 + 2 a_{12} q_1' q_2' + a_{22} q_2'^2$.

Der Ausdruck der Kräftefunktion U, die für die Gleichgewichtslage ein Maximum wird, enthält daher keine Glieder 1. Ordnung in q_1 und q_2, und die Glieder 2. Ordnung geben einen negativen Wert. $U = -(b_{11} q_1^2 + 2 b_{12} q_1 q_2 + b_{22} q_2^2) t \ldots$

Die Lagrangeſchen Bewegungsgleichungen 2. Art (Bd. 2, S. 763) lauten dann mit Vernachläſſigung der Glieder höherer Ordnung und Bezeichnung der Koordinatenbeſchleunigungen mit q_1'' und q_2''

$$a_{11} q_1'' + q_{12} q_2'' = -(b_{11} q_1 + b_{12} q_2)$$
$$a_{12} q_2'' + a_{22} q_2'' = -(b_{12} q_1 + b_{22} q_2)$$

Ihre Integrale ſind von folgender Art:

$q_1 = C_1 \sin(\lambda_1 t + \gamma) + C_2 \sin(\lambda_2 t + \gamma_2)$ $\quad q_2 = C_3 \sin(\lambda t + \gamma_1) + C_4 \sin(\lambda_2 t + \gamma_2)$.

Dabei müſſen die Größen λ_1 und λ_2 der Gleichung $\begin{vmatrix} a_{11}\lambda^2 - b_{11}, & a_{12}\lambda^2 - b_{12} \\ a_{12}\lambda^2 - b_{12}, & a_{22}\lambda^2 - b_{22} \end{vmatrix} = 0$ genügen, die im Falle des ſtabilen Gleichgewichtes für $q_1 = q_2 = 0$ reelle Wurzeln hat. Die Koordinaten werden hiernach durch Uebereinanderlagerung zweier harmoniſcher Schwingungen ausgedrückt. Eine weſentliche Vereinfachung entſteht, wenn ſtatt q_1 und q_2 neue Koordinaten ξ_1 und ξ_2 mittels Formeln $q_1 = c_{11}\xi_1 + c_{12}\xi_2$, $q_2 = c_{21}\xi_1 + c_{22}\xi_2$ ſo eingeführt werden, daß $T = k(\xi_1'^2 + \xi_2'^2)$ und $U = -(k_1 \xi_1^2 + k_2 \xi_2^2) + \ldots$ wird. Man hat dann die einfachen Bewegungsgleichungen $k\xi_1'' = -k_1\xi_1$, $k\xi_2'' = -k_2\xi_2$, welche ſich einzeln integrieren laſſen: $\xi_1 = C_1 \sin\left(\sqrt{\frac{k_1}{k}}\, t + \gamma_1\right)$, $\xi_2 = C_2 \sin\left(\sqrt{\frac{k_2}{k}}\, t + \gamma_2\right)$. Solche Koordinaten, die ſich ſchließlich als einfache harmoniſche Funktionen der Zeit darſtellen laſſen, heißen Hauptkoordinaten.

Für die mathematiſche Phyſik iſt die Erweiterung der Theorie auf Syſteme mit unendlich vielen Freiheitsgraden von außerordentlicher Bedeutung; ſie löſt das Problem der ſchwingenden Saiten, das der Schwingungen der Luft in zylindriſchen Röhren (Orgelpfeifen), die Probleme der Fortpflanzung des Schalles in der Luft und der Wärme in feſten Körpern u. ſ. w. Die dabei auftretenden Differentialgleichungen der Schwingungen ſind lineare partielle Differentialgleichungen, zu deren Integration die Theorie der Fourierſchen Integrale und Fourierſchen Reihen die weſentlichſten Dienſte leiſtet.

Literatur: Collignon, Traité de mécanique, 5. Partie, Paris 1874; Routh, Die Dynamik der Syſteme ſtarrer Körper, deutſch von Schepp, 1 Bd., Kap. 9 u. 10, 2. Bd., Kap. 2 u. 7, Leipzig 1898; Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1896, T. II, S. 351—374. *(† Schell) Finſterwalder.*

Schwingungsfeſtigkeit, ſ. Arbeitsfeſtigkeit, Bd. 1, S. 285.

Schwitzen, ſ. Leder, Bd. 6, S. 91.

Schwöden, ſ. Leder, Bd. 6, S. 92.

Schwungräder mildern die Ungleichförmigkeit in der Geſchwindigkeit von Kraft- und Arbeitsmaſchinen bei periodiſchen oder vorübergehenden Schwankungen der treibenden Kraft und des Widerſtandes, indem ſie den jeweiligen Arbeitsunterſchied aufnehmen und abgeben unter Aenderung der lebendigen Kraft ihrer Maſſe.

Die Herſtellung erfolgt in der Regel in Gußeiſen. Kleine Räder (Fig. 1), für Handbetrieb mit einer Kurbelgriffnabe verſehen, werden einteilig meiſt mit krummen Armen gegoſſen. Räder über 2,8 m Durchmeſſer müſſen in Rückſicht auf die Verladung innerhalb des Eiſenbahnprofils geteilt werden (Fig. 3), wofern man nicht für Räder bis 4,4 m Spezialwagen benutzt. Große Räder [3] werden aus einzelnen Segmenten und Armen zuſammengebaut (Fig. 4) [6]. Dagegen ſind die Scheibenräder (Fig. 5) für Ilgner-Umformer einteilig aus Stahlguß hergeſtellt und überſchmiedet. Bei be-

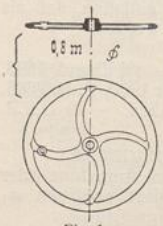
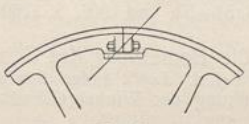
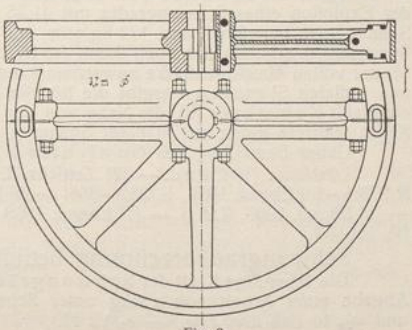


Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.

ſchränktem Raum benutzt man auch maſſive gußeiſerne Scheiben, die mit exzentriſcher Bohrung auf die außen rund abgedrehten Kurbelarme gekröpfter Wellen aufgeſetzt werden können. Ausnahmsweiſe hat man den Kranz aus Gußſtahldraht auf einen ſchmiedeeiſernen Haſpel gewickelt [2]. Im letzten Fall ſowie bei den Stahlgußſcheibenrädern erreicht die Umfangsgeſchwindigkeit 100 m/sec, während man bei gußeiſernen Speichenrädern nicht gern über 30 m/sec hinausgeht, weil ſonſt bei Kraftſtößen leicht Schwungradexploſionen eintreten können. Die Größe wählt man nach dem vorhandenen Platz und nimmt bei Dampfmaſchinen gewöhnlich den Radius gleich der Länge der Pleuelſtange oder dem fünffachen Kurbelradius.

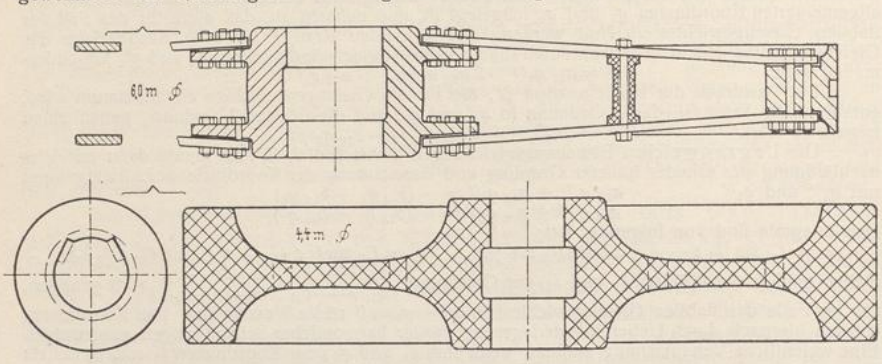


Fig. 4 (oben) und Fig. 5 (unten).

Der Kranzquerſchnitt kleiner Räder iſt rund oder elliptiſch, bei größeren Rädern rechteckig 2 : 1 bis 3 : 2, beſſer T-förmig (Fig. 3). Damit das Rad rundläuft, nicht ſchlägt, dreht man es außen ſowie an den Seiten ab unter Beſchränkung der Dreharbeit auf die vorſtehenden Ränder. In vielen Fällen wird das Schwungrad als Riem- oder Seilſcheibe (ſ. Bd. 2, S. 599, Fig. 1—3) ausgebildet, auch als Dynamorad, aber nicht mehr als Zahnrad. Zur Schaltung der Dampfmaſchinen von Hand gießt man einen Zahnkranz von niedrigen, rechteckigen Zähnen am inneren Rande oder außen vertieft an. Die Radarme (ſ. Rad) erhalten elliptiſchen oder runden hohlen Querſchnitt, bei ſtarkem Drehmoment T-form; breiten Seilſcheiben gibt man zwei Armſterne oder ⊢-förmige Arme mit axial liegendem Steg, unter Verſchalung an beiden Seiten mit Blech zur Verminderung des Luftwiderſtandes. Die Armzahl $D_m + 2$ wird zu 6 oder 8—12 angenommen.

Die Nabe (ſ. d.) erhält bei der Länge von $1{,}7\,d$ bis $2\,d$ eine innere Ausſparung und in Rückſicht auf den beſtändigen Wechſel des Drehmomentes zwei Keile (ſ. d.), die um 90° verſetzt ſind, oder Tangentialkeile (Fig. 5). Schrumpfringe an beiden Stirnſeiten haben quadratiſchen Querſchnitt von $0{,}5\,w + 5$ mm Seite, die Nabenſchrauben $0{,}6\,w$ Stärke. Die Teilfuge legt man am ſicherſten durch einen Arm (Fig. 3). Geht ſie aber in der Nabe zwiſchen zwei Armen durch, ſo kann ſie im Kranzſegment auch in der Mitte durchgehen oder um das 0,3fache ſeiner Länge aus der Mitte verſetzt werden, wo die Biegung am kleinſten iſt. Zweckmäßig ſchließt man die Kranzfuge durch einen rechteckigen Stahlſtab (Fig. 6), der mitten im Kranz in eingegoſſenen Löchern ſteckt und durch Querkeile mit beiden Kranzenden verſpannt iſt, und zwei Fugenſchrauben von 20—25 mm gegen Verſchiebung. Die Fliehkraft treibt die Fugenverbindung nach außen. Die innen ſitzenden Spannſchrauben (Fig. 2) verſtärken das Biegungsmoment, beſonders wenn die Flanſchen innen nicht anliegen [5], ebenſo die Schrumpfringe, die beſſer zu beiden Seiten (Fig. 3) über Hörner gelegt werden, die auf Biegung und Abſcherung zu berechnen ſind. Die Konſtruktion Fig. 2 iſt als gefährlich zu vermeiden.

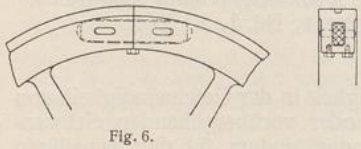


Fig. 6.

Ueber die Spannungen in Speichenrädern ſ. Radarme (Bd. 7, S. 335/336). Aus Anlaß der Exploſion eines Schwungrades mit 41,35 m/sec Umfangsgeſchwindigkeit hat Göbel [4] die Spannungen berechnet und 172 kg/qcm im Kranz und 400 an den Hörnern gefunden. Die Spannungen erhöhen ſich noch durch die Beſchleunigungskraft, die unter ungünſtigen Umſtänden bis zur vollen Maſchinenſtärke anwachſen kann. Die Berechnung voller Scheiben mit tangentialen und radialen Spannungen ergibt die höchſte Beanſpruchung am Umfang der Nabe [7]. Darum empfiehlt Kammerer [8], die Nabe von den radialen Zugkräften dadurch zu entlaſten, daß als Kranz mehrere Ringe mit mäßiger Spannung übereinander warm aufgezogen werden.

Ueber Bemeſſung des Gewichtes ſ. Schwungradberechnung.

Literatur: [1] ſ. Rad. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 624. — [3] Ebend. 1893, S 975. — [4] Ebend. 1898, S. 352—358. — [5] Ebend. 1899, S. 237 und 344, ſowie 1900, S. 605/606. — [6] Ebend. 1907, Taf. 6. — [7] Ebend. 1903, S. 51—53, und 1907, S. 1269—1274. — [8] D.R.P. Nr. 156072.

Lindner.

Schwungradberechnung betrifft die Bemeſſung der Schwungmaſſe.

Die lebendige Kraft der Schwungräder (ſ. d.) $J\omega^2/2$ ändert ſich durch Aufnahme oder Abgabe einer Arbeit von a mkg unter Schwankung der Winkelgeſchwindigkeit zwiſchen ω_1 und ω_2, ſo daß $a = J(\omega_1^2 - \omega_2^2)/2$ iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei Schwungrädern für Kraftmaschinen läßt man näherungsweise gelten, daß der normale Wert $\omega = (\omega_1 + \omega_2)/2$ sei und nennt das Verhältnis $\delta = (\omega_1 - \omega_2)/\omega$ den Ungleichförmigkeitsgrad oder $\Delta = 1/\delta$ den Gleichförmigkeitsgrad. Durch Multiplikation beider Ansätze ergibt sich $(\omega_1^2 - \omega_2^2)/2 = \omega^2 \delta$, also $a = J \omega^2 \delta$. Für massive zylindrische Scheiben vom äußeren Radius r, dem Gewicht G_0 und der Umfangsgeschwindigkeit u ist $J = m r^2/2$, somit $a = G_0 u^2 \delta / 2g$ oder $G_0 = 2 g a \Delta / u^2$. Für Speichenräder denkt man sich eine Masse G/g im Schwerpunktsradius von R m des Kranzquerschnitts enthalten und bemißt das Kranzgewicht auf $0{,}9\,G$, so daß mit $\gamma = 7{,}25$ der Kranzquerschnitt in Quadratzentimeter $F = 0{,}2\,G/R$ wird, und rechnet $0{,}1\,G$ auf das Trägheitsmoment des Armsternes, der etwa ein Drittel so schwer wie der Kranz ausfällt, so daß das ganze Rad $1{,}2\,G$ kg wiegt. Mit $J = mR^2$ und $V = \omega R$ erhält man $G = g\,a\,\Delta / V^2$ und $F = 180\,a\,\Delta / R^3 n^2$.

Die Arbeitsgröße a entnimmt man aus dem Tangentialkraftdiagramm, entsprechend der größten Ueberschuß- oder Unterschußfläche zwischen den Kurven der treibenden Kraft und des Widerstandes. In der Regel ist dies der Ueberschuß der Kraft bei der Füllung oder Zündung des Motors und steht in einem gewissen Verhältnis zu der Gesamtarbeit von A mkg, die in jeder Periode geleistet wird. Wenn in der Minute z periodische Antriebe erfolgen, beträgt die Leistung der Maschine $N = A z / 60 \cdot 75$ PS. Unter Benutzung dieser Beziehungen kommt man zu der Formel $G = i \Delta N / n V^2$, wobei $i = 60 \cdot 75\, g\, (a/A)\, (n/z)$ gilt. Die Zahlenwerte für i hat Karl Mayer für verschiedene Betriebsverhältnisse an Dampfmaschinen zusammengestellt [1], wonach z. B. das Verhältnis a/A für 1, 2, 3, 4 m/sec Kolbengeschwindigkeit um 10, 15, 20, 25 % größer ausfällt, wenn die Schieber auf gleiches Voröffnen eingestellt sind, als wenn sie gleiche Füllung geben. Maschinen mit gleichmäßigem Widerstand haben ungefähr folgende Mittelwerte:

Drillingsdampfmaschinen	$a/A = 0{,}21$	$n/z = 1/6$	$i =$ 1500
Zwillingsdampfmaschinen	0,24	1/4	2500
90°-Verbundmaschinen	0,28	1/4	3000
Tandemmaschinen mit Kondensation	0,30	1/2	6500
Einzylinderkondensationsmaschinen	0,32	1/2	7000
Einzylinderauspuffmaschinen	0,34	1/2	7500
Einfachwirkende Einzylindermaschinen	0,68	1/1	30000
Doppelte Viertaktgasmaschinen	0,80	1/1	35000
Einfachwirkende Viertaktmaschinen	1,05	2/1	92000
Mit Aussetzern für N/x	1,25	$2x/1$	110000

Bei Gasmaschinen und andern einfachwirkenden Viertaktmaschinen [3] überwindet der während des Zündungshubes wirksame Antrieb den Widerstand $= A$ für vier Hübe und die Kompressionsarbeit, die 25—35 % von A beträgt, so daß der Antrieb $a + {}^1/_4 A = A + 0{,}3\,A$ wird oder $a/A = 1{,}05$. Erfolgt die Regelung durch Aussetzer und kommt dabei regelmäßig auf x Spiele eine Zündung, so wird $a/A = 1{,}3 - 1/4\,x =$ rund 1,25. Nach Güldner [3] erhält man je nach der Stärke der Kompression für einfachwirkende Viertaktmaschinen mit Benzin $a/A = 0{,}9$, Spiritus 1,03, Leuchtgas 1,05, Petroleum 1,10, Kraftgas 1,20 und für Diesel-Motoren 1,25 als Mittelwerte.

Man wählt Δ bei Dampfmaschinen für Fabrikbetrieb zu 40—50, für elektrischen Betrieb 100—200, für Drehstrom bis 300; man kann auch setzen: für Fabrikbetrieb $\Delta = n\,2$, für elektrischen Kraftbetrieb $\Delta = n$, wobei $G = i N / V^2$ wird, für Lichtbetrieb $\Delta = 2n$. Der Unempfindlichkeitsgrad des Reglers soll nicht kleiner als der Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades sein. Schwankungen des Betriebswiderstandes können eine Erhöhung des Gewichtes bedingen. Bei Gasmaschinen begnügt man sich mit $\Delta = 40$ und erreicht für elektrischen Betrieb bis 70.

Schwungräder an Arbeitsmaschinen haben eine normale, zugleich höchste Geschwindigkeit ω, von der sie nur nach unten abweichen können, während der Arbeitswiderstand vorübergehend über die Stärke des Antriebes hinausgeht. Dabei sinkt die Geschwindigkeit auf $\varphi\,\omega$, z. B. bei Ilgner-Umformern auf 0,85—0,90 [2], bei Scheren und Lochmaschinen auf $0{,}70\,\omega$, so daß die Arbeit $a = (1 - \varphi^2)\, J \omega^2 / 2$ nutzbar aus dem Schwungrad gewonnen wird und der Treibriemen gleiten oder der Motoranker schlüpfen muß. Nach Ueberwindung des Widerstandes beschleunigt die treibende Kraft die Schwungmasse wieder bis zum normalen Lauf.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, S. 115/118. — [2] Ebend. 1909, S. 52/53. — [3] Güldner, Verbrennungsmotoren, Berlin 1903. — [4] Tolle, Regelung der Kraftmaschinen, 2. Aufl., Berlin 1909.

Lindner.

Schwungradlager, s. Kurbellager.

Schwungradwelle, s. Achsen, Bd. 1, S. 66, und Kurbelwellen.

Schwungschaufel (Wasserwippe), s. Pumpen, Bd. 7, S. 275.

Scioptikon, s. Projektionsapparate.

Se, in der Chemie Zeichen für Selen.

Sealskin. Unter dem Namen Sealskin (seal Robbe, Seehund, skin Fell) kommen zwei wesentlich verschiedene Stoffe vor; der eine wird nach Art der Rutenplüsche (vgl. Weberei) aus Mohairgarn oder aus Seide (silk seal) gewoben, während der andre aus Kuhhaar- und Kälberhaargarnen hergestellt wird. Im letzteren Fall wird der Flor wie bei den Streichgarngeweben durch Rauhen und Klopfen bezw. durch Aufbürsten erzeugt. *E. Müller-Dresden.*

Secheriepfanne, s. Tonwaren.

Sechspaß, dem mittelalterlichen Maßwerke angehörig, entsteht, wenn in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen Kreis ſechs kleinere Kreiſe eingezeichnet werden, deren innere Teile unverbunden bleiben; er kann rund- und ſpitzbogig gebildet werden, ſ. Maßwerk, Bd. 6, S. 331, und Paß, Bd. 7, S. 45. *Weinbrenner.*

Sedativſalz, ſ. v. w. Borſäure (ſ. d.).

Sedimente, ſ. Schichtgeſteine.

Seeberufsgenoſſenſchaft, Vereinigung von Vertretern des Seegewerbes und von Schiffsreedern, Schiffbauern, Aſſekuradeuren und Vertretern der Klaſſifikationsgeſellſchaften zur Ueberwachung und Ausführung der Seeunfallverſicherungsgeſetze. *T. Schwarz.*

Seeerz, ſ. Brauneiſenerz.

Seefelder Schiefer, ſ. Hauptdolomit.

Seegras, ſ. Polſtermaterialien, Bd. 7, S. 179.

Seehäfen, diejenigen Stellen an der Meeresküſte, die durch ihre natürliche Lage oder durch Bauten den Schiffen gegen Wind und Wellen Schutz gewähren und mit allen Einrichtungen ausgeſtattet ſind, um dieſen zu ermöglichen, ihre Fracht raſch zu löſchen oder ſolche einzuladen und die notwendigen Reinigungsarbeiten oder Reparaturen an den Schiffen vorzunehmen. Ihrer Anlage nach unterſcheidet man offene Häfen, in welche die Schiffe jederzeit ein- und ausfahren können, und Fluthäfen, deren Ein- und Ausfahrt nur zur Zeit der Hochflut möglich iſt. Die Schiffe müſſen in letzterem Falle den Zeitpunkt der Einfahrt wenigſtens an einer gegen Wind und Wellen einigermaßen geſchützten Stelle abwarten können, die man Vorhafen oder Reede nennt.

Offene Häfen.

Zu den offenen Häfen gehören vor allem diejenigen in Meeren ohne oder nur mit unbedeutenden Flutwechſeln und ſolche, die an Meeren mit Flut liegen, aber in tiefer See erſtellt ſind, oder endlich ſolche, die, von der See entfernt, im Unterlaufe großer Ströme oder Flüſſe liegen. Die offenen Häfen, die direkt an der See liegen, oder die Vorhäfen und die Reede von Fluthäfen, die nahe der See liegen, werden gegen Wellenſchlag, Wind und Strömungen durch **Wellenbrecher** geſchützt, in welchen die Einfahrten offen gelaſſen ſind (Fig. 1). Die Wellenbrecher werden wohl ausnahmsweiſe aus Holz erſtellt, und zwar, obwohl ſehr ſelten, aus Strauchwerk und Steinpackungen, eher aber aus hölzernen Kiſten mit Steinbelaſtung, im allgemeinen und in neuerer Zeit in Europa wohl ausſchließlich aus Steinen. Sie ſollen bis auf die höchſte Flut reichen und, des Wellenſchlages wegen, auch noch etwa 2 m höher. Sollen ſie aber begangen werden können, ſo ſind ſie noch weſentlich zu erhöhen. Die Parallelwellenbrecher bei langen Einlaufkanälen werden ſehr häufig bloß bis auf Fluthöhe oder wenig höher aufgebaut, jedoch auf dieſen ein hölzerner oder eiſerner Laufſteg in ganzer Länge, und zwar ſowohl ein- als zweiſeitig vom Einlaufkanal erſtellt, von wo aus den einfahrenden Schiffen nötigenfalls Hilfe geleiſtet werden kann (Fig. 2). Am Ende dieſer Laufſtege gegen den Hafeneingang befindet ſich meiſt ein Feuer. Dagegen erhalten Wellenbrecher, welche die Reede oder den Hafen nach außen begrenzen, wenn ſie begangen werden ſollen, meiſt eine erhöhte Bruſtwehr, die ſogar oft ſo hoch aufgeführt wird, daß man Magazine gegen dieſe lehnen kann, die ſich gegen den Hafen öffnen, und über denen ein Fußgängerſteig mit einfacher Brüſtung wegführt (Fig. 3). Beſteht der Boden aus Fels, ſo begrenzt man den Wellenbrecher im Fundament gegen außen und innen mit künſtlichen Blöcken, die auf den Felsboden direkt aufgeſetzt werden, und zwiſchen denen man aus Sparſamkeitsrückſichten Bruchſteine einfüllt, um eine durchgehende Lage der künſtlichen Blöcke nicht erſtellen zu müſſen, die indes oft auch vorkommt, und baut den Wellenbrecher ſomit beinahe mit ſenkrechtem Fundament bis auf Ebbehöhe, von wo dann die Schutzmauer folgt. Beim neuen Hafen von Rochefort (la Pallice), der auf Felſen ſteht, hat man den Wellenbrecher von Grund auf vollſtändig aus Mauerwerk erbaut, mit Zuhilfenahme der Luftdruckmethode. Aehnlich wurde der neue Hafendamm von Dieppe in einzelnen Teilſtücken bis zu 3 m über Meeresſpiegel in einem Trockendock fertig gemauert, dann ſchwimmend an Ort und Stelle geführt und dort unter Druckluft in den Kreidefelſen eingegraben (Fig. 4). Bei Boden von geringem Widerſtand oder in großer Tiefe erſtellt man das Fundament der Wellenbrecher heute ziemlich allgemein in Form einer Stein-



Fig. 1.

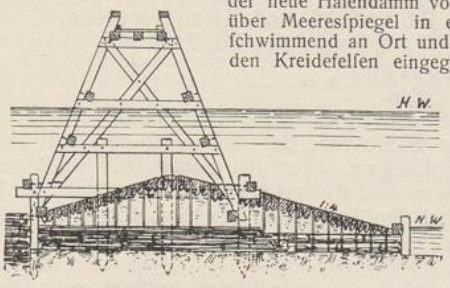


Fig. 2. Wellenbrecher in Dünkirchen.

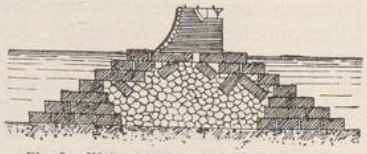


Fig. 3. Wellenbrecher von St. Jean de Luz.

ſchüttung. Man beobachtet dabei den Grundſatz, daß die kleineren Steine im Kern und auf dem Boden derſelben verwendet werden, wogegen ſchwerere und größere Steine darüber und nach außen, die ſchwerſten nach dem Meere hin zu liegen kommen. Bis auf eine gewiſſe Tiefe unter dem Ebbeſpiegel verwendet man in Ermanglung ganz großer Steine meiſt künſtliche Blöcke, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß der Einfluß der Wellen bis auf ca. 6 m Tiefe die Steinſchüttungen ausnahmsweiſe angreift (Fig. 5). Dieſe Anordnung der Steine, die zu einer ſorgfältigen Scheidung derſelben in verſchiedene Größenkategorien führt, hat nicht nur den Vorteil, zu verhindern, daß kleinere Steine bei einer gemiſchten Anſchüttung von den Wellen weggeſpült werden, ſondern läßt in der Steinſchüttung gleichzeitig die meiſten Hohlräume, und da es ſich bloß darum handelt, einen ſoliden Wellenbrecher zu erſtellen und keineswegs eine dichte Mauer, und man dieſes Reſultat in oben beſchriebener Weiſe ſehr vollſtändig erreicht, ſo erzielt man gleichzeitig die größte Materialerſparnis und die geringſten Koſten. Nachdem die Steinſchüttung ſich geſetzt hat, was bei gewiſſen Bodenarten im Untergrunde oft ſehr lange andauert, wird dann über Ebbeſpiegel mit dem Aufbau der Brüſtungsmauern begonnen. Wird dieſer Aufbau in der

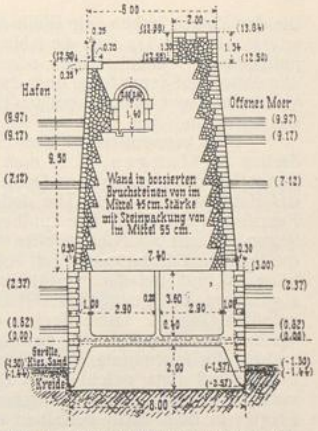


Fig. 4. Wellenbrecher am Hafen von Dieppe.

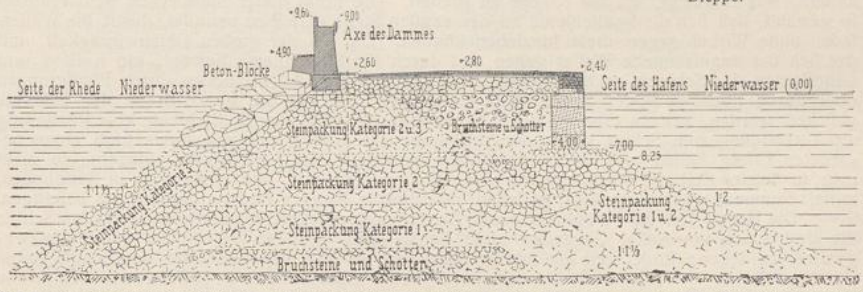


Fig. 5. Wellenbrecher in Marſeille. Der Kubikinhalt der auf der Seite der Reede verwendeten Betonblöcke beträgt 14 cbm; unter Schotter ſind Stücke bis zu 3 kg, unter Bruchſteinen ſolche von 3—100 kg Gewicht verſtanden. Die Steinpackung Kategorie 1 beſteht aus Stücken von 100—1300 kg, jene von Kategorie 2 aus ſolchen von 1300—3900 kg, jene der Kategorie 3 aus Stücken von mehr als 3900 kg Gewicht.

Weiſe durchgeführt, daß der Wellenbrecher gegen den Hafen hin auch als Anlegeplatz der Schiffe (als Kai) dienen kann, ſo nennt man ihn Molo (Fig. 5). Man hielt früher dafür, es empfehle ſich, ſolchen Wellenbrechern auf der Seeſeite eine ganz flache Böſchung zu geben und ſie gegen den Hafen ſteil abfallen zu laſſen. Die Erfahrungen in Cherbourg und in England haben aber gezeigt, daß die auf dieſen flachen Böſchungen auflaufende Welle eine ſo bedeutende Stoßkraft beſitzt, daß ſie bei ſtarkem Sturm in der Lage iſt, große Steinblöcke auf der flachen Böſchung hin und her zu rollen, die dann zur Zerſtörung der Anlage beitragen. In der Neuzeit gibt man deshalb ſolchen Wellenbrechern die Böſchung, die erfahrungsgemäß das vorhandene Steinmaterial unter Waſſer von ſelbſt annimmt, wie in Genua und Marſeille. Man hat auch begonnen, den Aufbau der Wellenbrecher mit ganz großen künſtlichen Blöcken durchzuführen, die, vom Lande ausgehend, gegeneinander gelegt werden und eine fortlaufende Mauer bilden (Fig. 6). Ein beſtimmtes Urteil über deren Vorzüge hat ſich noch nicht bilden können

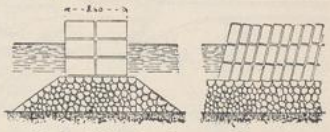


Fig. 6. Wellenbrecher von Kurachie.

Die **Einfahrt** liegt am beſten ſo, daß die Schiffe direkt durch den herrſchenden Wind in den Hafen geführt werden, oder wenigſtens ſo, daß die herrſchende Windrichtung mit der Hafeneinfahrt einen ſehr ſpitzen Winkel bildet. Beſtehen an der Hafenſtelle zwei herrſchende Windrichtungen, ſo beſtehen oft auch zwei Einfahrten. Die Einfahrten ſollen nicht zu eng, in ganzer Breite von ausreichender Tiefe und nachts gut beleuchtet ſein. Dicht hinter der Einfahrt ſoll ſich der Hafen oder die Reede raſch erweitern, damit die einlaufenden Wellen ſich verlaufen und die Schiffe in ruhiges Waſſer gelangen können.

Schwierig geſtaltet ſich die Anlage, wenn eine Strömung längs der Küſte Sinkſtoffe mit ſich führt, weil dieſe ſich gern in den Hafeneingang ablagern, indem dort die Strömung gebrochen iſt. Man vermeidet dies wohl eine Zeitlang durch Anlagen, wie Fig. 2 ſie zeigt, wobei ſich die Sinkſtoffe gegen den Wellenbrecher lagern. Reicht jedoch dieſe Ablagerung bis an deſſen äußeres Ende, ſo beginnt neuerdings die Gefahr der Verlandung und zwingt häufig zur Verlängerung der Wellenbrecher, ſomit zur Bildung eines langgeſtreckten Kanals als Hafeneingang, in dem ſich die Wellen nur langſam verlaufen, was die Einfahrt weſentlich erſchwert. Man legt zu dem Ende oft in den Wellenbrechern links und rechts des Einfahrtskanals, wo die lokalen Verhältniſſe dies ermöglichen, Seitenbecken an, deren Sohle ſich allmählich erhöht und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die den Zweck haben, die Welle in denſelben ſich totlaufen zu laſſen und ſomit abzuſchwächen, wie in Dieppe. Da ſich die Ablagerung der Sinkſtoffe auch hinter den von der Küſtenſtrömung abliegenden Wellenbrechern oder Hafendämmen vollzieht, ſo verlängert ſich dieſe ſehr häufig allmählich auf jener Seite über den Hafeneingang hinaus, und es entſteht dann leicht raſch eine Verlandung vor dieſem und im Einlaufkanal, die nur mit ausnahmsweiſen Hilfsmitteln beſeitigt werden kann.

Man verwendete zu dem Ende früher und verwendet auch wohl heute noch an gewiſſen Stellen Spülungen, d. h. man ſammelt bei Flut in einem Spülbecken Waſſer an und läßt dieſes bei Ebbe durch eine Oeffnung in dem Spülbecken (Spülſchleuſe) plötzlich in der Richtung der Fahrſtraße ablaufen. Die dadurch erzielte Strömung bewirkt die Ausräumung einer tieferen Fahrrinne im Einlauf. Die Spülbecken werden auf Gelände erſtellt, deſſen Boden nicht höher zu liegen braucht als Niederwaſſer und auf dem man mit Erddämmen eine Oberfläche abſchließt, die zwiſchen Ebbe und Flut eine ganz bedeutende Waſſermenge faßt, die erfahrungsgemäß hinreicht, um bei dem verfügbaren Höhenunterſchiede zwiſchen Ebbe und Flut, zur Ebbezeit abgelaſſen, mit genügender Geſchwindigkeit und auf genügende Entfernung das Flußbett auszuſpülen (Fig. 7). Dieſe Becken erhalten ſomit zwei Oeffnungen; die eine, zum Einfüllen des Waſſers zur Flutzeit, wird gewöhnlich mit Schützen geſchloſſen, ſobald die Ebbe eintritt; die andre, die ſogenannte Spülſchleuſe, wird nur im Moment der tiefſten Ebbe geöffnet und bleibt ſonſt ſtets geſchloſſen. Da das Oeffnen derſelben leicht und ſchnell vollzogen werden muß, ſo verwendet man meiſt zum Verſchluß derſelben Drehklappen. Dieſe haben gleichbreite Flügel; in dem einen derſelben befindet ſich eine leicht verſchließbare kleinere Oeffnung. Nach Wegnahme des Verſchluſſes entſteht auf den Flügel ein etwas geringerer Druck als auf den andern, was hinreicht, um die Klappe zu drehen. Die Form dieſer Spülbecken wird tunlichſt ſo gewählt, daß ſich die Spülſchleuſe an der engſten Stelle derſelben befindet, damit die Waſſerfäden ohne Wirbel gegen dieſe hinziehen können. Um bei der großen Geſchwindigkeit, mit der ſich das angeſammelte Waſſer gegen und durch die Spülſchleuſe bewegt, ein Kolken und Unterſpülen der Schleuſe zu verhindern, muß deren Vor- und Unterboden durch Pflaſterungen oder durch hölzerne Böden auf größere Entfernung und auf die ganze Breite der Schleuſe geſichert werden. Ebenſo erhalten die Erddämme in der Nähe der Spülſchleuſe eine Pflaſterung als Verkleidung zum Schutz gegen die Strömung. Da dieſe Spülungen indes bloß einen begrenzten Erfolg haben und die aufgewühlten Bodenteile ſich bald wieder ablagern, ſo zieht man in letzter Zeit die Ausbaggerung der Ablagerungen vor, die namentlich in Sandboden, mittels Pumpenbagger ausgeführt, geſtatten, raſch große Mengen Bodens definitiv zu beſeitigen.

Die **Reede** ſoll eine möglichſt große Ausdehnung erhalten, damit die einlaufenden Schiffe die dort ſchon vor Anker liegenden nicht beſchädigen. Großer Wert iſt auf guten Ankergrund zu legen; findet ſich ein ſolcher nicht vor, ſo ſind zum Anbinden der Schiffe Bojen oder Ducs d'Albes an paſſenden Stellen und in genügender Anzahl anzubringen. Das gleiche gilt von den **Vorhäfen.**

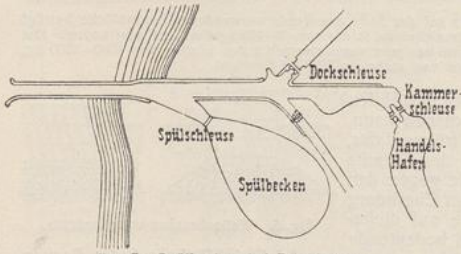
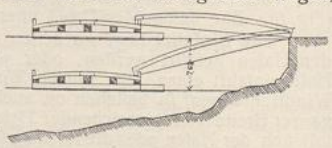


Fig. 7. Spülbecken bei Dünkirchen.

Oft werden in dieſen letzteren Landungsbrücken angebracht, um den Reiſenden auf Paſſagierbooten die Möglichkeit zu geben, ſofort bei Ankunft der Schiffe und ohne daß dieſe in den Innenhafen eintreten, aus- und einzuſchiffen und ihr Gepäck ein- und auszuladen. Dieſe Landungsbrücken werden ſowohl in Stein als auch in Eiſen und Holz ausgeführt, und zwar ſowohl feſt als ſchwimmend. Sie beſtehen meiſt aus einer hölzernen oder eiſernen feſten Jochbrücke ſenkrecht zum Ufer, die mit einer beweglichen Klappe endet, die an der Jochbrücke in Lagern um eine Achſe beweglich iſt und am andern Ende auf einem feſt verankerten Ponton aufliegt. Da dieſes Ponton ſich mit dem Waſſerſpiegel hebt und ſenkt, ſo verſchiebt ſich das Ende der beweglichen Klappe auf dieſem und trägt zu dem Zwecke meiſt zwei Rollen, die dieſe Verſchiebung erleichtern (Fig. 8). Dieſe Rollen ſelbſt ruhen auf beweglichen Wagen, die ſich in der Längenrichtung des Schiffes verſchieben können, ſo daß die Längsbewegungen des Pontons ſich unter dieſen ohne Schaden für die Klappe vollziehen. Dieſe Klappen liegen oft auch direkt am Lande ſtatt am Ende einer Jochbrücke. Die Pontons ſelbſt ſind entweder ausſchließlich zum Tragen dieſer Klappen gebaut und beſitzen in dieſem Falle ganz beſcheidene Abmeſſungen, oder



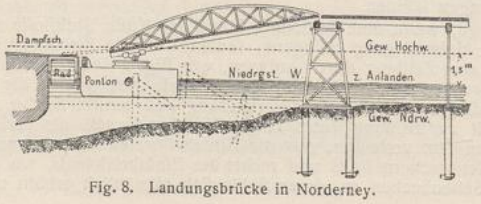
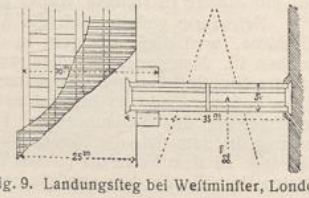


Fig. 8. Landungsbrücke in Norderney.


Fig. 9. Landungsſteg bei Weſtminſter, London.

ſie ſind zu einem wirklichen ſchwimmenden Kai ausgebildet, beſitzen dann eine nicht unerhebliche Länge und Breite und können in dieſem Falle mit dem Ufer durch mehrere Klappenſtege verbunden ſein. Dieſe ſchwimmenden Kais ruhen auf mehreren Schiffskörpern, die durch ein gemeinſchaftliches Deck verbunden ſind, und tragen oft Warteſäle (Fig. 9). Vgl. a. Landungsbrücken. In den offenen Häfen fallen die Landungsbrücken meiſt weg und legen ſich die Schiffe direkt an die Ufer, es ſei denn, daß die ungenügende Tiefe des Hafens dies großen Transportſchiffen nicht geſtatte.

Fluthäfen.

Um an die Ufer anlegen zu können, iſt man bei Fluthäfen genötigt, bei ſteigender Flut durch eine Dockſchleuſe in ein Halbflutbecken (Halbtidebecken) zu gelangen und eventuell von dieſem durch eine Kammerſchleuſe in ein Vollflutbecken (Volltidebecken), Fig. 10. Der Waſſerſpiegel der Halbflut- oder Halbtidebecken wird auf mittlerer Fluthöhe gehalten, und dieſelben bleiben vom Augenblick an gegen den Vorhafen geöffnet, wo die ſteigende Flut die mittlere Fluthöhe erreicht hat, bis zum Augenblicke, wo nach Eintritt des fallenden Waſſers dasſelbe wieder bis zur mittleren Flut geſunken iſt, in welchem Moment die Tore der Dockſchleuſe geſchloſſen werden, ſomit während nahezu 6 Stunden. Es gewährt dies den ein- und ausfahrenden Schiffen die nötige Zeit zu ihren Bewegungen. Der Waſſerſpiegel der Vollflut- oder Volltidebecken wird nahezu auf der Höhe der Hochflut gehalten, und da dieſelbe nur kurze Zeit andauert, ſo würden ſie ſo wenig lange nach dem Vorhafen geöffnet bleiben, daß die Schiffe nicht Zeit finden würden, ein- und auszufahren. Dieſelben ſind infolgedeſſen meiſt nicht direkt mit dem Vorhafen verbunden, ſondern mit einem Halbflutbecken, und überdies meiſt nicht mittels einer Dockſchleuſe, ſondern mittels einer Kammerſchleuſe.

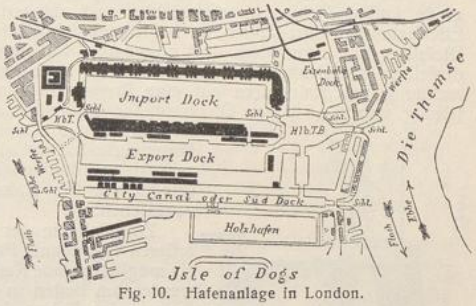
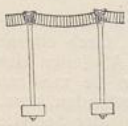


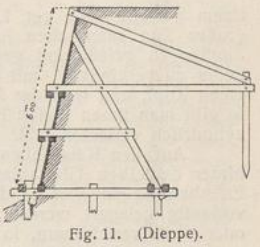
Fig. 10. Hafenanlage in London.

Uferausbildung.

Bei allen Hafenanlagen handelt es ſich darum, die Ufer ſo zu geſtalten, daß die Schiffe genügende Tiefe vor denſelben finden, um direkt anlegen zu können. Man erreicht dies durch Erſtellung von **Bollwerken** oder **Kaimauern,** deren Fundament tiefer liegen ſoll als der Hafen oder das Hafenbecken, und welche vertikal oder nahezu vertikal aufgebaut werden, um zu geſtatten, daß man direkt aus dem Schiffe auf die Kais gelangen kann. Zum Anbinden der Schiffe an den Kaimauern dienen meiſt gußeiſerne Schiffhalter. Zum Verkehr zwiſchen den Booten und den Kais dienen Stiegenanlagen, Leitern. Endlich ſind auf den Kais Brunnen anzubringen.


Fig. 12. (Viktoriadocks, London.)

Bollwerke fanden namentlich früher Anwendung. Da ſie von keiner langen Dauer ſind und leicht vom Bohrwurm angefreſſen werden, hat man ſie in der Neuzeit beinahe überall durch Mauern erſetzt. Im allgemeinen beſtehen ſolche Bollwerke aus Böcken, gebildet aus einigen gegeneinander verſtrebten Pfählen, die ſich in Abſtänden von ca. 2 m folgen, durch Langhölzer verbunden und gegen Land verankert ſind, und an welche eine Bohlenwand angeſchlagen iſt (ſ Fig. 11). Die Böcke werden in einzelnen Gegenden wohl auch aus Eiſen erſtellt und die Bohlenwand zwiſchen denſelben durch Backſteinbögen erſetzt (Fig. 12). Weſentlich größere Haltbarkeit iſt damit nicht erzielt.


Fig. 11. (Dieppe).

Kaimauern erhielten früher oft einen erheblichen Anzug, werden in der Neuzeit aber meiſt vertikal oder nahezu vertikal erſtellt, damit bei fallender See die Schiffe an denſelben nicht aufſitzen. Das Fundament läßt ſich leicht erſtellen, wenn es ſich um Kaimauern zur Verkleidung der Ufer von Flutbecken handelt, weil dieſe letzteren meiſt im Trockenen ausgegraben werden. Größere Schwierigkeiten bietet deren Erſtellung bei offenen Häfen, weil ſie dort in tiefem Waſſer zu erbauen ſind. Man verwendet dann Senkkaſten mit oder ohne vorhergehende Pfählungen bei geringen Tiefen und zweifelhaftem Boden; aufgeſchichtete künſtliche Blöcke, die direkt auf dem Boden ſitzen, wenn derſelbe widerſtandsfähig iſt;

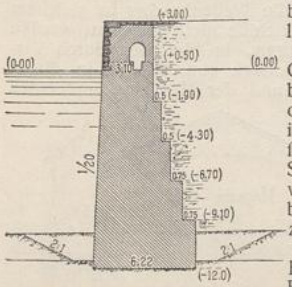


Fig. 14. Neue Kaimauer in Marſeille mit pneumatiſcher Fundation.

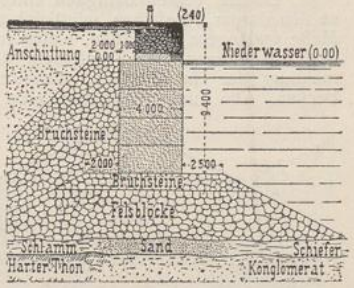


Fig. 13. Kaimauern auf Steinſchüttung in Marſeille.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei größerer Tiefe und beliebiger Bodenart zunächſt Steinſchüttungen bis 7 oder 8 m unter Niederwaſſer und über denſelben aufgeſchichtete Blöcke (Fig. 13). — In der Neuzeit werden ſolche Fundamente in zuſammenhängenden Mauern und bis zu Tiefen von 15 m auf gutem Boden oder auf Steinſchüttungen in beweglichen Caiſſons oder Glocken nach dem pneumatiſchen Verfahren aufgemauert (Fig. 14). — Oft verwendet man auch eine Reihe aufeinander folgender Brunnenfundationen (Fig. 15). Welches auch das Fundationsverfahren ſei, ſo ſchließt man das Fundament meiſt ungefähr bei tiefſtem Waſſerſpiegel mit einer Sockelſchicht ab und verkleidet über derſelben die Kaimauer bis unter die Deckplatte, ſei es mit Backſteinen, ſei es mit kleinen Quadern. Die Deckplatten ſollen über die Mauer nicht vorſpringen, ungefähr 0,40—0,50 m hoch und 1,00—1,20 m breit ſein und gegen Ausweichen miteinander verkämmt werden.

Da die Kaimauern oft ſtark beanſprucht werden, indem man nahe dem Rande derſelben große Laſten (Schienen) aufſchichtet und ablagert, und oft dicht hinter denſelben ſchwere Eiſenbahnzüge durchfahren, ſo begründen ſchon dieſe Verhältniſſe ausnahmsweiſe Abmeſſungen. Dieſelben ſind namentlich dort notwendig, wo ein ſtarker Flutwechſel ſtattfindet, indem infolge desſelben die Beanſpruchungen ſich ſehr bedeutend ändern. Man tut deshalb gut, bei Berechnung von Kaimauern auf eine Breite von 6 m hinter der Vorderkante des Kais eine Belaſtung von 3—6 t pro Quadratmeter Bodenfläche vorauszuſetzen, je nach der Natur des im Hafen gebräuchlichen Warenverkehrs, und gleichzeitig den niederſten Waſſerſpiegel vor der Kaimauer vorzuſehen.

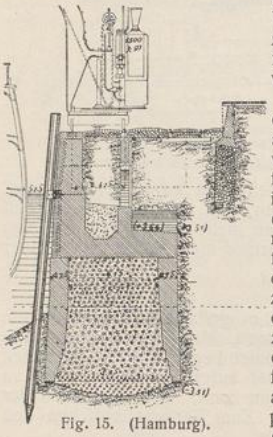


Fig. 15. (Hamburg).



Fig. 16.

Zum Schutze der Mauern und der Schiffe erſtellt man vor den erſteren ſogenannte **Prellpfähle** (Fig. 15). **Stiegen** ſollen ſo wenig als möglich gerade Kaiſtrecken unterbrechen, ſondern werden am beſten in den vorſpringenden oder einſpringenden Ecken derſelben angelegt; dagegen iſt in den geraden Strecken die Anlage von Leitern in den Kaimauern zu empfehlen. Weder die einen noch die andern dürfen über die Mauerflucht vorſpringen. Die Leitern liegen ſomit in Rinnen, die oben mit einer geriffelten Eiſenplatte überdeckt werden; zum Aufſtieg dienen in die Deckquader eingelaſſene eiſerne Halter. — Die Treppen ſind in die Mauer zu legen (ſ. Fig. 16). Zum Befeſtigen der Schiffe dienen Ringe aus Meſſing in der Mauer, die ebenfalls in dieſelbe verſenkt ſind oder „Schiffshalter“ aus Gußeiſen (Fig. 17), welche hinter die Deckplatten zu ſtehen kommen. Dieſe Schiffshalter ſind etwa 1 m hoch über dem Boden und ſtecken mit ihrem unteren Teile auf 1,20 bis 1,50 m im Boden und zwar in einem Betonkörper. Da ſie großen Zug auszuhalten haben, werden ſie oft noch wenig unter dem Boden durch eiſerne Zugſtangen gefaßt und gegen hinterliegende Mauerkörper verankert. Um das Abgleiten des Seiles zu verhindern, mit denen die Schiffe an denſelben befeſtigt ſind, erhalten ſie meiſtens einen Kopf, und weil das Abgleiten nur auf der dem Lande zugekehrten Seite ſtattfinden kann, ſo gibt man ihnen dieſen Kopf meiſt nur auf jener Seite, während man ſie auf der Seeſeite zylindriſch verlaufen läßt.

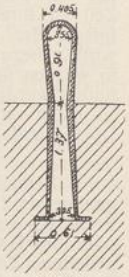


Fig. 17.

Auf den Kais ſollen die nötigen **Ausladevorrichtungen** (Krane) ſich finden und dicht hinter denſelben Gleisanlagen oder Straßen, um die Waren aus den Schiffen direkt in die Eiſenbahnwagen oder Landfuhrwerke überladen zu können oder umgekehrt. Müſſen die Waren vorläufig gelagert werden, ſei es zum Zwecke der Zollbehandlung oder allmählicher Abfuhr oder Weiterverſchiffung, ſo ſind hinter den Kaigleiſen und auf Tragweite der Kranen Magazine zu erſtellen, die wiederum auf der Landſeite mit Hebevorrichtungen zum Verladen auf Bahnwagen oder Landfuhrwerke verſehen ſein müſſen. Dieſe Magazine dienen ebenfalls zur Ablagerung von Waren, die durch die Bahnen und auf Straßen zugeführt werden, um dann bei Ankunft der Schiffe auf dieſelben verfrachtet zu werden (ſ. Fig. 18).

Da die Verkehrsfähigkeit eines Seehafens mit der Länge der Kais zunimmt, ſo handelt es ſich darum, dieſelben möglichſt zu entwickeln, ohne auch die Wellenbrecher in gleichem Maße verlängern zu müſſen, wobei indes die Beweglichkeit der Schiffe nicht gehemmt werden darf. In offenen Häfen geſchieht dies durch Anlage von **Zungen**, in Fluthäfen durch Vermehrung der Hafenbecken, ausnahmsweiſe wohl auch durch Anlage von Zungen in dieſen Becken. Die Zungen geſtatten eine bequeme Anlage der Kais und der Magazine und einen

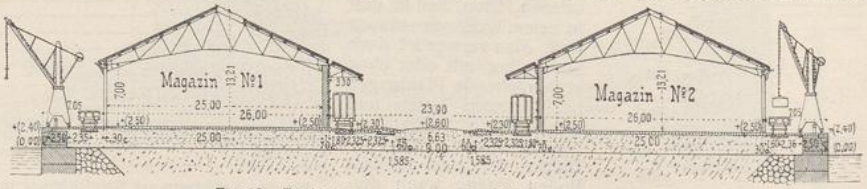


Fig. 18. Dockanlage auf Zungen im Hafen von Marſeille.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

intenſiven Verkehr auf verhältnismäßig engem Raume. Endlich liefern ſowohl die Zungen in den offenen Häfen als die Hafenbecken in den Fluthäfen die Möglichkeit, dem Verkehr mit beſtimmten Waren auch beſtimmte Teile des Hafens zuzuweiſen, z. B. beſtimmte Becken oder beſtimmte Zungen, und dieſe alsdann in einer Weiſe auszubilden, die der Eigenart der zu verſchiffenden oder zu löſchenden Warengattung am beſten entſpricht.

Beſondere Anlagen.

Außer den rein „offenen Seehäfen" und den reinen „Fluthäfen" gibt es auch **Hafenanlagen mit gemiſchtem Syſtem.** Es trifft dies namentlich bei Hafenanlagen zu, die in den Flußmündungen erſtellt werden, und zwar an Punkten, bis zu denen ſich die Hochflut noch fühlbar macht, ohne indes mehr eine ſehr große Höhe zu erreichen, wie z. B. in Antwerpen. Der Vorhafen, meiſt ein Fluß, wird längs den Ufern direkt mit Kais verſehen, während ſenkrecht zum Fluß die Dockſchleuſen zu den Becken führen, die ein- oder beidſeitig in den dem Fluß zunächſt liegenden Geländen ausgegraben werden.

Neben den oben beſchriebenen Hafenanſtalten ſind in einem Hafen anzubringen: Ein oder mehrere ausnahmsweiſe kräftige und hohe Krane (ſ. d.), um ſehr große Laſten zu heben. Dieſelben werden meiſt hydrauliſch betrieben. Namentlich ſoll ein Hafen mit Vorrichtungen zum Reinigen und Reparieren von Schiffen verſehen ſein, z. B. mit einem **Kielholplatz** (ſ. d.) mit den zugehörigen feſten oder ſchwimmenden Einrichtungen, mit feſten oder ſchwimmenden **Trockendocks** (ſ. Dock), um die Schiffe trockenlegen zu können, und Hellingen (ſ. d.), um die Schiffe ans Land zu ziehen. Endlich ſoll in der Nähe eines größeren Hafens eine iſolierte Stelle mit gutem, ſicherem Ankergrund dazu eingerichtet ſein, um dort Schiffe während der Quarantänefriſt unterzubringen.

Es gibt auch Seehäfen, die nur für Beſorgung einer einzigen der verſchiedenen Funktionen eingerichtet ſind, die man von einem Seehafen im allgemeinen verlangt, ſo die **Zufluchtshäfen,** die den Schiffen nur Schutz vor Wind und Wellen gewähren, ohne ihnen die Möglichkeit zu bieten, ihre Waren zu löſchen oder einzuladen. Sie liegen gewöhnlich in einer Bucht, die ſchon von Natur dieſe Bedingungen zum größten Teil erfüllt, die man aber durch Anlage eines Wellenbrechers noch ſicherer oder durch Vertiefung auch für größere Schiffe zugänglich gemacht und mit Bojen oder Ducs d'Albes verſehen hat. Ein Leuchtturm zeigt ihre genaue Lage und kleinere Feuer ihre Einfahrtsſtelle an.

Ganz ähnlich ſind die **Winterhäfen** dazu beſtimmt, Schiffen im Norden, während die See einfriert, den nötigen Schutz zu gewähren und die Möglichkeit zu bieten, die Schiffsmannſchaft während des Winters mit den notwendigen Vorräten zu verſehen.

Andre Häfen ſind ausſchließlich zum Laden oder Löſchen beſtimmter Warengattungen erſtellt. So die **Fiſcherhäfen,** wo die Fahrzeuge ausgerüſtet werden, die ſich ausſchließlich dem Fiſchfang widmen, und wo nur die erforderlichen Einrichtungen beſtehen, um denſelben Schutz zu gewähren, die aber für größere Schiffe meiſtens zu ſeicht wären.

Kohlenhäfen nennt man die Seehäfen, welche mit den nötigen Vorrichtungen, namentlich Ladevorrichtungen, verſehen ſind, um ausſchließlich die raſche Verladung von Kohlen (vgl. a. Kohlenbahnhöfe) zu bewerkſtelligen. Dieſelben liegen entweder in der Nähe von Minendiſtrikten, wo ſomit nur die Verladung von Kohlen ſtattfindet, oder in Gegenden, wo Kohlen fehlen, um den Schiffen Gelegenheit zu geben, dieſelben dort zu beziehen (Kohlenſtationen). Sie dienen alſo als Kohlenſtapelplätze und müſſen deshalb ſowohl mit Auslade- als Einladevorrichtungen ausgerüſtet ſein.

Eigenartige Anlagen ſind die **Kriegshäfen,** die vor allem an Stellen erbaut werden, welche eine ſtrategiſche Bedeutung beſitzen, und überdies in einer Lage, die es geſtattet, den Zutritt zu denſelben ſowohl von der Seeſeite als von der Landſeite leicht abzuwehren. Dieſelben ſind deshalb ringsherum mit einem Feſtungsgürtel umgeben. Sie bedürfen überdies einer ſicheren und tiefen Einfahrt und ſtatt langer Kaimauern namentlich einer ausgedehnten, gut gegen Wind und Wetter geſchützten Reede, in die man von der Seeſeite keinen Einblick hat, und die von dort aus nicht beſchoſſen werden kann, und welche namentlich guten Ankergrund beſitzt. Statt ausgedehnter Magazine zum Lagern von Waren ſind hier ſolche für Ausrüſtungsgegenſtände erforderlich, ſowie Werkſtätten zum Bau und zur Reparatur von Schiffen mit zahlreichen Docks und den mannigfaltigſten Anſtalten eines Kriegsarſenals und -depots ſamt Kaſernen.

Quarantänehäfen dienen, wie ſchon oben erwähnt, zur Aufnahme von Schiffen während der Quarantänezeit. Man ſucht dieſelben in einer von der Landſeite ſchwer zugänglichen Gegend zu erſtellen, beiſpielsweiſe auf einer Inſel, und rüſtet ſie namentlich mit Lazaretten aus, aber auch mit paſſenden Unterkunftslokalen für die geſunde Bevölkerung an Bord der Schiffe.

Literatur: [1] Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 3, Abt. 3, 3. Aufl., Leipzig 1901. — [2] Ports maritimes de la France, Paris 1874—93. — [3] Stevenſon, Th., The design and construction of harbours, 3. Aufl., Edinburg 1886.

Zſchokke.

Seekabel dient zur telegraphiſchen Verbindung von durch Waſſer getrennten Städten, Ländern oder Erdteilen, auch transatlantiſches Kabel genannt, ſobald es in einem Ozean verlegt iſt.

In den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gelang es dem Deutſchen Werner Siemens, die Guttapercha (ſ. d.) zur Iſolation von Kupferdrähten zu verwenden und damit die Möglichkeit zu ſchaffen, ein wirklich brauchbares Seekabel herzuſtellen. Seit dieſer Zeit ſind eine große Anzahl transatlantiſcher Kabel (ſ. Tabelle I) von den gegenwärtig beſtehenden 36 Kabelbetriebsgeſellſchaften hergeſtellt und mittels Dampfer verlegt worden. Der erſte große Kabeldampfer war der „Great Eastern" (ſ. Tabelle II), der 1852—1857 auf der Schiffswerft von Scott Ruſſel nach den Plänen Brunels erbaut wurde und deſſen Dimenſionen erſt in neueſter Zeit von den Schnelldampfern der Cunard-Linie „Mauretania" und „Luſitania" übertroffen ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle I.

	1907			1898		
	in Regierungsbesitz	in privatem Besitz	zusammen	in Regierungsbesitz	in privatem Besitz	zusammen
a) Kabel (Länge in km)						
England	24 920	237 630	262 550	8 900	199 847	208 747
Nordamerika	—	84 035	84 035	—	50 545	50 545
Frankreich	20 320	22 425	42 745	10 781	15 376	26 157
Deutschland	5 670	24 590	30 260	4 127	2 059	6 186
Dänemark	310	15 465	15 775	436	12 952	13 388
Niederlande	5 410	—	5 410	1 768	—	1 768
Japan	7 170	—	7 170	2 797	—	2 797
Spanien	3 550	—	3 550	3 237	—	3 237
Italien	2 040	—	2 040	1 968	—	1 968
Andre Länder	6 275	—	6 275	3 111	122	3 233
Kabelnetz der Welt	75 665	384 145	459 810	37 125	280 901	318 026
b) Kabeldampfer						
England	6	25	31	5	24	29
Nordamerika	1	5	6	—	2	2
Frankreich	3	3	6	2	3	5
Deutschland	—	2	2	—	—	—
Dänemark	—	3	3	—	2	2
Niederlande	1	—	1	—	—	—
Japan	2	—	2	1	—	1
Italien	1	—	1	—	1	1
China	1	—	1	1	—	1
Kabeldampfer der Welt	15	38	53	9	32	41

Tabelle II. Kabeldampfer.

	„v. Podbielski“	„Stephan“	„Großherzog von Oldenburg“	„Great Eastern“
Datum des Stapellaufes	9. Nov. 1899	29. Dez. 1902	21. Okt. 1905	1854
Bauwerft	D. J. Dunlop, Port Glasgow	Vulcan, Stettin	Schichau, Elbing-Danzig	Schiffswerft von Scott Ruffel
Länge zwischen den Loten m	77,22	116,05	89,00	207,26
Breite über den Spanten „	10,67	14,63	12,50	25,15
Seitenhöhe bis Oberdeck „	7,17	9,99	8,55	17,68
Tiefgang beladen „	5,03	7,49	5,90	9,14
Wasserverdrängung t	2750	9825	4675	27 822
Kabeltragfähigkeit „	980—1100	5000	1440	6 000
Kohlen, normale Menge „	290	690	570	10 000
Gesamte Tragfähigkeit „	1320	6050	2260	ca. 16 000
Kabeltank Kleinster Durchmesser m	7,92	11,00	8,85	15,73
Kabeltank Kleinster Höhe „	2,97	6,515	4,90	6,25
Kabeltank Größter Durchmesser „	9,60	13,20	9,30	22,86
Kabeltank Größter Höhe „	2,82	6,015	5,85	5,03
Anzahl der Kabeltanke	3	4	3	3
Inhalt der Kabeltanke cbm	535,50	2770	1057	4820 incl. Konus
Geschwindigkeit (beladen) Kn.	10,5	11,5	11,75	ca. 13 (bei der Probefahrt)
Maschinenleistung PSi	1600	normal 2400	2200	Rad 3676 / Schraube 3976 zus. 7652
Zylinderdurchmesser mm	432, 724, 1194	500, 800, 1300	480, 780, 1250	Radmaschine 1880 / Schraubenmaschine 2134 je 4
Hub „	838	1000	750	Rad 4267, Schraube 1219
Kühlfläche qm	240	370	310	
Umlaufsminuten	90	90 bei 2400 PSi	90 bei 2000 PSi	Rad 10,75, Schraube 38,8
Schraubendurchmesser m	3,35	3,90	3,5	Raddurchmesser 17,07 Schraubendurchmesser 7,32
Schraubensteigung „	5,18	4,40	4,5	13,41
Kohlenverbrauch pro PSi/St. kg	0,8	0,75	0,75	4,2

Die Herstellung von Seekabeln erfordert peinlichste Sorgfalt. Das wichtigste Rohmaterial der Seekabelfabrikation ist die Guttapercha. Der Wert dieses Isolationsmittels beläuft sich in einem Kabel, wie z. B. das zweite deutsch-atlantische der Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft in Cöln, das von der Norddeutschen Seekabelwerke-Aktiengesellschaft in Nordenham hergestellt und von ihrem Kabeldampfer „Stephan“ von Borkum über die Azoren nach New York verlegt wurde, und dessen Gesamtwert 20000000 ℳ beträgt, auf annähernd die Hälfte, das sind 10000000 ℳ.

Eine besondere Abteilung einer Fabrik zur Herstellung von Seekabeln ist die Aderfabrik, in der die Kupferlitzen angefertigt werden, die beim Telegraphieren den elektrischen Strom

leiten sollen. Ihr Querschnitt ist von Fall zu Fall, je nach der Entfernung der telegraphisch zu verbindenden Punkte voneinander und der verlangten Sprechgeschwindigkeit des Kabels, verschieden. Dementsprechend werden die Litzen aus einzelnen dünneren Drähten oder einem dickeren Zentral- und mehreren dünneren Außendrähten zusammengeflochten, wobei es auf Hundertstel Millimeter Genauigkeit in den Drahtdurchmessern ankommt.

Die elektrisch geprüften und gut befundenen Litzen werden nun in der Aderfabrik mit der Guttaperchaisolation versehen. Die Kupferlitze tritt in die sogenannte Aderpresse ein, in der sie mit einer ebenfalls auf Bruchteile von Millimetern genau dimensionierten Guttaperchahülle umpreßt wird, und läuft daraus in einen langen Kühltrog mit reinem, eiskaltem Wasser. Es wird angestrebt, die Ader so lang wie möglich in einem Stück, das auf Haspel gewickelt wird, herzustellen, da die Vereinigungen der Adern, die sogenannten Lötstellen, die durch geschulte Spezialarbeiter von Hand ausgeführt werden müssen, auch bei der besten Ausführung die empfindlichsten Stellen des Kabels bilden.

Die elektrischen Vorschriften erfordern, daß die Durchmesser sowohl der Kupferlitzen als auch der fertigen Adern aufs peinlichste eingehalten werden, und zwar wird für die Ader auf eine bestimmte Länge ein bestimmtes Gewicht an Kupfer und Guttapercha vorgeschrieben; so spricht man von 150/150, 400/280, 600/340 u. s. w. Adern; dies bedeutet, daß auf die englische Seemeile 150, 400, 600 u. s. w. Pfund Kupfer und 150, 280, 340 u. s. w. Pfund Guttapercha entfallen. Die Fabrikation der Guttaperchaadern erfordert die größte Reinlichkeit und Sauberkeit, und es muß unbedingt verhindert werden, daß Staub oder sonstige Fremdkörperchen und selbst Luft in die aufbereitete Guttapercha hineingelangen, da erstere die Entstehungsursache von sich später während des Hin- und Hertelegraphierens entwickelnden Fehlern bilden und etwaige Luftbläschen, nach Versenkung des Kabels auf dem Meeresboden, infolge des auszuhaltenden großen Wasserdrucks platzen und die Isolation aufheben können, so daß das Kabel wieder gefischt, die Fehlerstelle ausgeschnitten und durch neues Kabel ersetzt werden muß, was je nach der Entfernung vom Heimatshafen, der Meerestiefe, den Witterungsverhältnissen u. s. w. außerordentlich kostspielig werden kann.

Die fertigen Adern, die in allen Fabrikationsstadien genau überwacht und nachgesehen werden, gelangen dann in die Prüfungsanstalten. Hier werden sie in besonderen Prüftanks, unter Wasser von 24° C., auf ihre elektrischen Eigenschaften untersucht und, wenn sie für Tiefseekabel bestimmt sind, auch noch in einer besonderen Druckanlage einer hydraulischen Pressung bis zu 700 Atmosphären ausgesetzt, die dem Wasserdruck der Tiefe, in der das Kabel liegen soll, entspricht. Gegen die Angriffe des sogenannten Teredos, eines Bohrwurms, der die Guttaperchaisolation unter Wasser zerstört und in den meisten Meeren in Tiefen bis zu 1000 m vorkommt, werden die Kabeladern durch Umwicklung mit einem Messingbande geschützt.

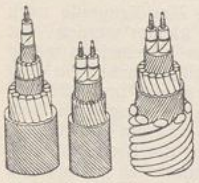


Fig. 2. Zweiaderige Land- und Küstenkabel.

Die Herstellung des eigentlichen Kabels (s. Fig. 1 und 2), das nach Typen *A, B, C, D, E* eingeteilt ist, die von den Meerestiefen abhängig sind, erfolgt in einer Kabelfabrik, in welche die Adern nunmehr übergeführt und in der ihre einzelnen Längen aneinander gelötet werden. Auch hier ist der Betrieb ein sehr mannigfaltiger, da die Umspinnungen und die Bewehrung, welche die Adern erhalten, den Wassertiefen, der Beschaffenheit des Meeresgrundes, der Strömungsstärke u. s. w. angepaßt werden müssen. In der Tiefsee sind die einmal verlegten Kabel keinen Beschädigungen außer vulkanischen ausgesetzt; in flacherem Wasser dagegen und in starken Meeresströmungen laufen sie Gefahr, auf Felsen durchgescheuert oder durch Schleppnetze, Schiffsanker u. dergl. beschädigt zu werden. Je nachdem die Kabel in tiefem oder flachem Wasser liegen sollen, wird ihre Bewehrung aus dünnen, aber sehr starken Stahl- oder dickeren verzinkten Eisendrähten von verschiedenem Durchmesser oder in mehrfachen Lagen hergestellt. Um die Guttapercha aber vor jeder Beschädigung durch den Druck der Drahtbewehrung zu schützen, wird sie durch Umspinnung mit einem mehr oder weniger dicken Polster von tannierter Jute versehen.

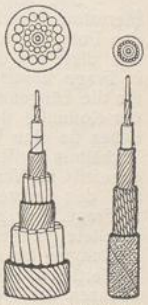


Fig. 1. Küstenkabel und Tiefseekabel.

In der Drahtteererei und -wickelei werden inzwischen die verschiedenen Drähte, auch solche, die später eine Umwicklung aus imprägniertem Band erhalten, mit einem Teerüberzug versehen und auf Haspel gewickelt; die Haspel werden in die Kabelmaschinen eingelegt und umspinnen die Adern spiralförmig, ähnlich wie bei der Drahtseilfabrikation (s. d.). Den letzten Ueberzug des fertigen Kabels bilden dann meist zwei in entgegengesetzter Richtung um die Schutzdrähte gesponnene Lagen von geteertem Jutegarn, die außerdem noch mit einer schnell erstarrenden Compoundmasse übergossen werden. Durch diesen Ueberzug wird dem Kabel eine rauhere Oberfläche verliehen, so daß die beim Verlegen nötige Reibung auf der Trommel der Auslegemaschine gewährleistet wird.

Zum Verlegen der Kabel dienen die Kabeldampfer (Tabelle II). Die beiden ersten in Deutschland erbauten Kabeldampfer sind der „Stephan“ (vgl. Hildebrandt, Der Doppelschraubenkabeldampfer „Stephan“, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, Nr. 44) und der „Großherzog von Oldenburg“. Die Entwürfe hierfür sind von Schiffbauingenieur Joh. Schütte gemäß den Angaben und Erfahrungen der Norddeutschen Seekabelwerke aufgestellt. Der eigentlichen Verlegung geht eine Lotungsexpedition voran, um die Meeresprofile der zu verlegenden Strecke genau festzustellen und um eventuell ungeeignete Meeresregionen zu umgehen. Ein Kabeldampfer hat eine Reihe großer, runder Tanks, in denen das Kabel aufgeschossen ist. Von hier aus läuft es über Führungsrollen durch die Kabelauslegemaschine am Heck des Dampfers über

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bord. Während der ganzen Verlegung ſteht das Kabel unter ſtändiger Kontrolle; Iſolation und Leitung werden dauernd gemeſſen. Der auslegende Kabeldampfer iſt unter normalen Verhältniſſen mit dem Lande in ununterbrochener Verbindung. Dieſe Kontrolle hat den Zweck, etwaige Fehler, die beim Verladen oder während des Lagerns in der Fabrik in der Iſolation oder in der Kupferlitze entſtanden ſind, ſofort feſtzuſtellen und auszuſchalten. Wird ein ſolcher Fehler nicht gleich entdeckt, ſo iſt eine ſpätere Reparatur mit hohen Unkoſten verknüpft, da es nicht leicht iſt, das Kabel in großen Meerestiefen vom Boden aufzufiſchen, hochzuholen, aufzubojen und zu reparieren. Am Bug des Schiffes befindet ſich eine Kabeleinholmaſchine. Von den Norddeutſchen Seekabelwerken ſind Kabel in 7000, ja 8000 m Meerestiefe in der Südſee verlegt worden.

Zur Kabelreparatur und zum Kabeleinholen ſei noch folgendes bemerkt: Obwohl ein Tiefſeekabel ſtets ſo verlegt wird, daß es nicht ſtraff, ſondern mit der nötigen Loſe auf dem Meeresboden liegt, würde es unmöglich ſein, mit einem Greifanker einfach unter das Kabel zu faſſen und es nach oben zu bringen. Der ſo entſtehende Bogen würde viel länger ſein als die Linie des Kabels auf dem Meeresboden, und das Kabel würde infolgedeſſen reißen, ehe es der Anker nach oben bringen könnte. Man muß daher das Kabel vor dem Heraufholen zerſchneiden, was mittels eines ſehr ſinnreich konſtruierten Ankers (Syſtem Lucas) erfolgen kann. Es iſt dieſer Anker ein Gerät, bei dem ſich zwei Backen um einen Mittelpunkt drehen. Hat der Anker das Kabel gefaßt, ſo bewirkt der Zug, den das Kabel ausübt, das Schließen der Backen. Dieſe klemmen das Kabel feſt, während gleichzeitig die vorn an den Backen ſitzenden Meſſer es durchſchneiden. Das feſtgeklemmte Ende wird jetzt mittels der Kabeleinholmaſchine am Bug des Dampfers heraufgezogen; der Zug wird dauernd durch ein Dynamometer gemeſſen und kontrolliert. Es iſt nicht geſagt, daß dieſer Patentanker das Kabel bereits auf dem Meeresgrund zerſchneidet; ein Zerſchneiden tritt erſt ein, wenn der Zug in dem Kabelaufholapparat ſo ſtark wird, daß die an einem Hebel ſitzenden Meſſer die Armierung des Kabels und feine Litzen zerſtören können. Das nicht eingeklemmte Ende gleitet auf den Meeresboden zurück und muß ſpäter nochmals gefiſcht werden. Die Fehlerſtelle im Kabel wird durch einen Widerſtandsmeßapparat feſtgeſtellt. *Schütte.*

Seekarte, zur Navigierung dienende Karten, welche — analog den Landkarten — entweder als Ueberſichtskarten kleinſten Maßſtabes (1 : 1—2 Millionen) ganze Meeresgebiete oder als Segelkarten (Küſtenkarten) und Spezialkarten (Pläne) in entſprechend größer gewähltem Maßſtabe einzelne Meeresteile mit den angrenzenden Küſtenſtrichen, Häfen u. ſ. w. bildlich darſtellen.

Die allgemein gebräuchlichen Seekarten ſind ſogenannte wachſende Karten nach Mercators Projektion (vgl. Kartenprojektion). Obwohl auf ihnen die Meridiangrade nach den Polen zu wachſen und die Breitenparallele nicht wie in Wirklichkeit kleiner werden, hat ſich dieſe Art der Karten, weil die höchſten Breiten für die Schiffahrt im allgemeinen wenig in Frage kommen, am beſten bewährt, da man in den wachſenden Breitenminuten ein Maß für die Längenminuten der entſprechenden Breite hat. Da alle auf der Erdkugel im Verhältnis der Koſinuſſe der Breite abnehmenden Längenminuten auf der Mercatorkarte gleichgroß ſind, haben ſie eine Vergrößerung im Verhältnis der Sekante der Breite erlitten, und um das richtige Verhältnis zwiſchen Längen- und Breitenminuten wiederherzuſtellen, müſſen die Breitenminuten ebenfalls im Verhältnis der Sekante der Breite vergrößert ſein. Die Breitenminuten entſprechen alſo den Seemeilen auf der jeweiligen Breite und kommen zum Abmeſſen der Diſtanz allein in Frage. Der große Vorzug der Mercatorkarte beſteht darin, daß das Koordinatenſyſtem durch parallele gerade Linien wiedergegeben iſt, wodurch die Loxodrome (ſ. d.) und alle Kompaßrichtungen als gerade Linien erſcheinen. — Die meiſten Angaben der Seekarten betreffen die Waſſertiefen. Die Küſtenlinie iſt umſäumt von Linien, welche auf unſern deutſchen Karten die Grenzen der Tiefen von 1—2,5, 5 und 10 m andeuten. Daneben finden ſich aber über das ganze Meeresgebiet verſtreut überaus viele Zahlen, welche die Tiefen auf hoher See, auf Bänken, Riffen u. dergl. bezeichnen und in Faden oder Metern wiedergegeben ſind. Bei den Zahlen iſt die Beſchaffenheit des Grundes vermerkt. Sämtliche Bojen ſind eingezeichnet und zur Erleichterung ihrer Feſtſtellung am Rande der Karte bildlich dargeſtellt. Pfeile mit danebengeſtellten Zahlen deuten die Meeresſtrömungen und deren Geſchwindigkeit pro Stunde in Seemeilen an. — Windroſen geſtatten unter Benutzung von Parallellinealen die Einzeichnung von Kurs- oder Peilungslinien. Neben den Roſen iſt die Variation und das Maß deren Veränderung zur Berückſichtigung in bezug auf das Jahr der Ausgabe der Karte angegeben. Die Leuchttürme und Leuchtſchiffe bezw. Bojen ſind durch einen gelbumränderten roten Punkt hervorgehoben, ihre Sichtweiten ſind durch Kreisbögen eingezeichnet und zwar deutet die Art der Linie gleichzeitig die Feuerart an, z. B. gerade verlaufende Linie = feſtes Feuer. Von wichtigen Seemarken und Paſſagen ſind die Peilungs- und Anſteuerungslinien angegeben, ebenſo Hinweiſe auf Vertonungen, die am Kartenrand dargeſtellt ſind. Sonſt iſt vom Lande nur der Verlauf der Küſte und alle von See aus ſichtbaren, als Seezeichen wichtigen Objekte, wie Kirchen, Windmühlen, Bergſpitzen eingezeichnet. Von den wichtigſten Häfen ſind Spezialkarten in größerem Maßſtabe auf den Seekarten wiedergegeben.

Zum Segeln im größten Kreiſe benutzt man neuerdings Karten gnomiſcher Projektion, ſogenannte gnomiſche Karten, die auch als Polarkarten meiſt Verwendung finden.

Literatur: Lehrbuch der Navigation, Berlin 1901; Verzeichnis der vom Reichsmarineamt herausgegebenen Seekarten; Dörgens, F., Theorie und Praxis der geographiſchen Kartennetze, Berlin 1870; Möllinger, O., Lehrbuch der wichtigſten Kartenprojektionen mit beſonderer Berückſichtigung der ſtereographiſchen, Bonneſchen und Mercatorprojektion, Zürich 1882. *von Nießen.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seele, im Seil, in der Litze, im Kabel, ſ. Drahtſeile, Förderſeile und Kabel; bei Geſchützen, Gewehren, ſ. d.

Seemeile, ſ. v. w. Knoten (ſ. d.).

Seeminen beſtehen in der Hauptſache aus dem Minengefäß, einem aus Stahlblech genieteten Schwimmkörper von zylindriſcher oder birnenförmiger Geſtalt, der mit einer entſprechenden Ladung von Sprengſtoffen — meiſt naſſer, gepreßter Schießbaumwolle — gefüllt iſt und entweder als Grundmine auf dem Grunde aufliegt oder als Auftreibmine gegen Forttreiben derart verankert iſt, daß er in einem beſtimmten Abſtand unterhalb der Waſſerlinie gehalten wird. Bei Häfen mit wechſelnden Gezeitenhöhen ſind hierfür beſondere Vorkehrungen im Gebrauch [3]. Die Entzündung der Minen erfolgt entweder ſelbſttätig durch den Stoß oder Kontakt eines Schiffes — Stoß- oder Kontaktminen — oder vom Lande aus, wenn das Schiff im Bereich des Minenfeldes iſt — Beobachtungsminen.

Die Zündung der Kontaktminen iſt entweder eine mechaniſche (Minen von Singer, Mc Evoy), an welchen beim Stoß ein Gewicht von der Minendecke fällt und den Friktionszünddraht herauszieht oder eine Schlagfeder auslöſt oder eine Perkuſſionsnadel bewegt — oder eine chemiſche, bei welcher ein durch eine Bleikappe geſchützter Glaszylinder zerbrochen wird, wodurch Schwefelſäure ſich mit chlorſauerm Kali verbinden kann (Jacobi). Sie beſitzen alle den großen Nachteil, daß für das gefahrloſe Legen und Lichten der Minen beſondere Vorkehrungen getroffen werden müſſen, um die Minen zu ſichern und zu entſichern. Man bevorzugt daher elektriſche Kontaktminen. Der Strom wird durch eine in der Mine eingebaute galvaniſche Batterie erzeugt, und zwar bei den Hertzſchen Minen durch Zerbrechen eines Glaszylinders, deſſen Inhalt, eine Erregerflüſſigkeit, hierdurch in eine kräftige Kohlenzinkbatterie fließt oder bei den engliſchen bezw. franzöſiſchen Minen durch Bewegung von Queckſilber oder einer Kugel oder eines Pendels beim Neigen der Mine beim Anſtoßen, wodurch Stromſchluß hergeſtellt wird. Dieſe Syſteme kranken an der geringen Beſtändigkeit und hohen Gefährlichkeit beim Bergen. Vorteilhafter ſind die elektro-mechaniſchen Minen, welche mit einer ſtarken Batterie am Lande verbunden ſind. Durch den Kontakt wird ein Zündſtrom ſelbſttätig eingeleitet und hierdurch die Mine zur Exploſion gebracht (Ebner-Mine). Auch kann durch den Kontakt in der Zünd- oder Minenſtation am Lande ein Weckerſignal gegeben werden, ſo daß die Mine dann je nach Willen durch den elektriſchen Strom entzündet werden kann. Die Beobachtungsminen haben eine elektriſche Zündung (die Zündpatrone wird durch einen elektriſchen Funken oder durch Glühen von Platindraht entzündet); ſie bedingen eine beſondere Zündſtation am Lande, welche mit Apparaten auszurüſten iſt, die den Eintritt des feindlichen Schiffes in das Minenfeld anzeigen. Hierzu verwendet man bei einer Station die Camera obscura oder bei zwei Stationen in genauerer Weiſe durch Anviſieren Diſtanzmeſſer oder Minenzielapparate, deren Bewegung elektriſch auf zwei Zeiger übertragen wird, die auf einer Meßtiſchplatte durch ihren Schnittpunkt den Ort des Schiffes genau angeben (Apparat von Siemens [3]).

Die Beobachtungsminen liegen meiſt tiefer unter dem Waſſerſpiegel und erhalten demgemäß eine ſtärkere Ladung — 250 kg Schießbaumwolle gegenüber 40 kg bei den Kontaktminen. Sie haben den Vorzug, daß ſie gefahrlos gelegt und gelichtet werden können und daß die Minenſperre jederzeit von den eignen Schiffen paſſiert werden kann [1], [2], [5].

Die Verankerung der Minen beſteht aus dem gußeiſernen, ſcheibenförmigen und an der Unterſeite etwas gehöhlten Minenanker, der mit der Mine durch ein Drahttau verbunden iſt, deſſen Länge nach der Lage der Mine unterhalb der Waſſeroberfläche und der Waſſertiefe eingeſtellt wird. Bei den meiſten Marinen ſind ſelbſttätig wirkende Tiefenſteller erfunden, welche die Minen auf eine beſtimmte Waſſertiefe einſtellen. Die Konſtruktion derſelben iſt ſtreng geheim [3], [4].

Die Minenſperren werden meiſt quer durch das Fahrwaſſer gelegt, und zwar ſo dicht, daß ein Paſſieren zwiſchen den Minen hindurch unmöglich iſt; man legt daher die Minen in Gruppen meiſt ſchachbrettartig in mehrere Reihen. Um ein Paſſiren der eignen Schiffe zu geſtatten, müſſen in der Minenſperre entſprechende Tore offen gelaſſen oder an beſtimmten Stellen Beobachtungsminen ausgelegt werden.

Zum Legen und Lichten der Minen dienen beſondere Fahrzeuge, als Minendampfer, -prähme und -jollen ſowie Minenleger zum Schleppen der letzteren. Minen, welche von einem in Fahrt befindlichen Dampfer — Minendampfer, Kreuzer oder Torpedofahrzeug — in beſtimmten Zwiſchenräumen geworfen werden und mit Tiefenſtellern verſehen ſind, heißen Streuminen. Während die Minenſperren im allgemeinen eine defenſive Waffe bilden, ſo können ſie auch offenſiv verwendet werden als Blockademinen, um eventuell feindliche Geſchwader in Häfen einzuſchließen, ſowie als Contre- oder Gegenminen, um feindliche Minenſperren zu zerſtören, oder als Schleppminen, um beim Jagen eines Schiffes die nachgeſchleppte Mine vor dem Bug des Verfolgers zur Exploſion zu bringen. In dieſer Form geht die Seemine ſchon in den Bereich der Torpedos über. Das Wegräumen von Minenſperren erfolgt auch durch Minenfinder, Schlepptaue mit Dragganker, die zwiſchen zwei Fahrzeugen über den Grund geſchleppt werden und in der Hauptſache das Minenkabel faſſen und zerſtören ſollen, ſowie durch Treibminen.

Literatur: [1] Sleemann, Torpedoes and torpedo warfare, London 1889. — [2] Bucknill, Submarine mines and torpedoes, London 1889. — [3] Lengnick, Mittel und Aufgaben der ſubmarinen Hafenverteidigung, Mitteil. aus dem Gebiet des Seeweſens, Pola 1896. — [4] Ledieu & Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [5] Armſtrong, Torpedoes and Torpedovessels, London 1896.

T. Schwarz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seefchiffahrt vermittelt den Verkehr auf dem Weltmeer und den Güteraustauſch auf dem Weltmarkt, beſonders zwiſchen Ländern verſchiedener Kultur.

Die Grundlage der Seefchiffahrt bildet der Reedereibetrieb, welcher als ſelbſtändiges Verkehrsgewerbe ſeine Weſensaufgabe nicht im Handel, ſondern im Güteraustauſch und internationalen Paſſagierverkehr erblickt und ſich hierzu vornehmlich der Seefchiffe, beſtehend in den verſchiedenen Typen der Fracht- und Paſſagierdampfer ſowie der Segelſchiffe, bedient. Die Seefchiffahrt bildet hiernach das wichtigſte Glied des Seegewerbes; daneben ſpielt die Ausgeſtaltung der Seehäfen eine beachtenswerte Rolle, um den Güteraustauſch von Kontinent zu Kontinent unter Ausnutzung der günſtigſten Transportmittel mit Rieſendampfern ſicherzuſtellen. Die einzelnen Seehäfen müſſen daher durch Korrektion der Flußläufe, Ausbaggerung einer Fahrrinne, Schaffung ausgedehnter Kaianlagen mit mechaniſchen Entladevorrichtungen und Speichern ſowie durch ausreichende Dockgelegenheiten den erhöhten Anforderungen der Seefchiffahrt gerecht werden. Schließlich kommen für die Seefchiffahrt auch die übrigen Glieder des Seegewerbes, als der Seefchiffbau, die Seeverſicherung und die Schiffsklaſſifikation namentlich mit Bezug auf die Entwicklung und Ausgeſtaltung der Schiffstypen in Frage, denn ſowohl in der Daſeinsberechtigung als auch in der kapitaliſtiſchen Ausgeſtaltung des Frachten- und Paſſagierverkehrs beſtehen zwiſchen Schiffbau, Schiffsklaſſifikation, Seeverſicherung und Reedereibetrieb mannigfache Wechſelbeziehungen [1]—[4], [9]—[11]. — Die Entwicklung der Seefchiffahrt im beſonderen hat ſeit etwa vier Jahrzehnten durch Schaffung von direkten und regelmäßigen Schiffahrtslinien zwiſchen beſtimmten Seehäfen — Linienreedereien — einen wirtſchaftlichen Aufſchwung erfahren und alsbald zu einer Organiſation und Verbandsbildung in der Handelsſchiffahrt Veranlaſſung gegeben, damit die großen Reedereien als Diener des Handels und der Produktion und als Organ der nationalen Wirtſchaft zur vollen Wirkſamkeit gelangen konnten. Daneben ſpielt die Trampſchiffahrt, d. h. die Dampfſchiffahrt in wilder Fahrt, welche die Schiffe je nach Bedarf auf allen möglichen Gewäſſern und für jede Art von Frachtfahrt beſchäftigt, ſowie die reine Segelſchiffahrt für weite Ueberſeeſtrecken und für die kleine Fahrt immer noch eine beachtenswerte Rolle für den Austauſch von Maſſen- ſowie von Stückgütern. Da die ſcharfe Konkurrenz in der Trampſchiffahrt, namentlich durch Uebererzeugung von Trampdampfern veranlaßt, die Frachten erheblich gedrückt hat und damit einen Gewinn in Frage ſtellte, iſt man auch für die freie Fahrt einer Verbandsbildung zur Regelung der Konkurrenz und Feſtſetzung von Mindeſtfrachtſätzen für die Maſſenartikel des Weltverkehrs nähergetreten [6]—[8], [12]. Neben dieſer rein privaten Anregung zur Förderung der Seefchiffahrt kommen bei faſt allen Schiffahrt treibenden Nationen ſeit dem letzten Jahrzehnt Maßnahmen zur Geltung, um durch Subventions- und Prämienſyſteme die Reedereibetriebe und den Seefchiffbau zu fördern. Zugleich iſt man beſtrebt, auf dem Gebiete der Vorſchriften über die Sicherung der Seefchiffahrt internationale Vereinbarungen herbeizuführen; hierher gehören die Schiffsvermeſſung (ſ. d.), die Seeunfallverhütungsvorſchriften, die Freibordvorſchriften oder die Feſtſetzung der Tiefladelinie. Vgl. Board of Trade, Freibord, Seeberufsgenoſſenſchaft und [1], [4], [5], [7], [8].

Literatur: [1] Wiedenfeld, K., Die nordweſteuropäiſchen Welthäfen, Berlin 1903. — [2] Lindſay, W., History of Merchant Shipping, London 1876. — [3] Babes, W. W., American Marine, Boſton 1897. — [4] Roux, Ch., Notre marine marchande, Paris 1898. — [5] Schwarz und v. Halle, Die Schiffbauinduſtrie, Berlin 1902. — [6] Nauticus, Die deutſche Handelsmarine und fremde Handelsmarinen, Berlin 1903/08. — [7] Thieß, K., Organiſation und Verbandsbildung in der Handelsſchiffahrt, Berlin 1903. — [8] Schwarz, Tj., Schiffbau und Schiffahrt im Zeitalter der Kartelle und Truſts, Marinerundſchau 1905, S. 1. — [9] Schrödter, C., Die engliſche Handelsſchiffahrt, Halle 1906. — [10] Peters, M., Die Entwicklung der deutſchen Reederei, Jena 1905. — [11] Pleß, F., Geſchichte der Aſſekuranz und der hanſeatiſchen Seeverſicherungsbörſen, Hamburg 1902. — [12] Fitger, H., Die wirtſchaftliche und techniſche Entwicklung der Seefchiffahrt von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart, Leipzig 1902.

T. Schwarz.

Seezeichen, im eigentlichen Sinne des Wortes nur diejenigen der Schifffahrt dienenden Zeichen, welche ſich im Waſſer oder doch nahe demſelben befinden und ausſchließlich für den genannten Zweck beſtimmt ſind. Im weiteren Sinne kann man auch Landmarken, die für Anſegelung von Küſten von Wert ſind, unter die Seezeichen rechnen (ſ. a. Seekarte). Man unterſcheidet offiziell: 1. feſte und 2. ſchwimmende Seezeichen.

Zu erſteren gehören die Leuchttürme, Baken, Duc d'Alben (ſ. d.), Stangenſeezeichen und Pricken. Letztere, in den Boden eingeführte Aeſte, kennzeichnen die Backbordſeite ſeichter Gewäſſer, die Stangenſeezeichen, zu welchen man Balken, Stangen und Beſen, die in den Grund geſteckt ſind, zählt, die Steuerbordſeite. — Schwimmende Seezeichen ſind die Tonnen, Bojen (ſ. d.) u. dergl. (ſ. a. Selenzellen). Wo man mit Eisverhältniſſen zu rechnen hat, werden im Winter verſchiedene Seezeichen regelmäßig eingezogen. Man unterſcheidet daher auch Sommer- und Winterſeezeichen. — Um im Kriegsfall dem Feind die Annäherung an eine Küſte und das Einlaufen in Buchten, Häfen u. dergl. zu erſchweren, werden beſondere Kriegsſeezeichen ausgelegt. Man nennt das Kriegsbetonnung.

Literatur: [1] Segelanweiſungen für die einzelnen Meere und Verzeichnis der Sommerſeezeichen (beide herausgegeben vom Reichs-Marineamt). — [2] Katalog der Firma Julius Pintſch, Berlin, deren Leuchtbojen, -baken und -ſchiffe in der ganzen Welt verbreitet ſind.

von Nießen.

Segel, bei der Binnenſchiffahrt auf Seen und Strommündungen dient es zur Unterſtützung des Schiffahrtsbetriebes (ſ. Fluß- und Kanalſchiffahrt),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und zwar des Treibens talab oder des Leinenzuges, zuweilen auch auf Flüſſen und Kanälen. Bei der Talfahrt (mit der Strömung) benutzt man das Segel mitunter zum Lenken des Fahrzeuges ſtatt des faſt unwirkſamen Steuerruders; doch iſt das Segeln flußab auf einzelnen Strömen, wie z. B. der Weſer, wegen Gefährdung von Fähranſtalten, Brücken und Schiffen verboten; ſ. a. Beſegelung.

Segelſchiffstypen unterſcheiden ſich nach Art ihrer Bemaſtung und Beſegelung ſowie der allgemeinen Bauart und Ausrüſtung, und neben der Schiffsform iſt die Größe und Verteilung der Segelfläche für die Geſchwindigkeit und Manövrierfähigkeit des Schiffes maßgebend (ſ. Beſegelung).

Ein Fahrzeug mit einem Maſt und verhältnismäßig großem Gaffelſegel als Hauptſegel in Verbindung mit mehreren Stagſegeln als Vorſegel heißt im allgemeinen Kutter; je nach der Bauart des Schiffsrumpfes und den Küſtenſtrichen, an welchen ſie verkehren, hat man beſondere Benennungen. An der Oſtſeeküſte heißen dieſe Fahrzeuge Schaluppe oder Schlupp, an der Nordſeeküſte Yacht, im Friſchen Haff Lomme, an der holländiſchen Küſte Tjalk; letztere Fahrzeuge zeichnen ſich noch durch eine plattbodige, im Bug und Heck ſehr völlige, runde Form aus. Die Kutter im beſonderen ſind meiſt ſchnellſegelnde, ſcharfe Fahrzeuge, wie Zoll-, Lotſen- und Segelkutter.

Die Fahrzeuge mit zwei Maſten gliedern ſich in eine größere Zahl Typen. Die verbreitetſte Art iſt der Schooner oder Schuner; beide Maſten tragen Gaffelſegel mit Topſegeln und eine größere Zahl Vorſegel ſowie die größeren Schiffe Stagſegel, auch Zweimaſtgaffelſchooner genannt. Die Schooner im beſonderen tragen am Fockmaſt außerdem einige Raaſegel. Beſitzt der letztere zwei Stengen (Mars- und Bramſtenge) und entſprechende Raaſegel, ſo heißt das Fahrzeug Schoonerbrigg, Briggſchooner oder Brigantine. Trägt der Großmaſt auch Raatakelage wie der Fockmaſt, ſo ergibt ſich die Briggtakelage.

Für die Küſtenſchiffahrt und den Fiſchereibetrieb haben ſich weitere Abarten herausgebildet. Die Galeas oder Galiote trägt etwas vor der Mitte des Schiffes den Großmaſt mit Schratſegeln und hinten am Heck den Beſanmaſt. Bei der Schoonergaleas trägt der Großmaſt Raatakelage. Die holländiſche Kuff iſt ein plattbordiges volles Schiff mit Schoonergaleastakelage, der Ewer der Unterelbe ein Fahrzeug mit plattem Boden und flachen Seitenwänden mit Galeastakelage. Der in der Nordſee gebräuchliche Fiſcher- oder Heringslogger beſitzt vorn einen Kuttermaſt und am Heck einen kleinen Pfahlmaſt, den Jagermaſt. Vielfach tragen die Logger oder Lugger neben dem Jager- oder Treibermaſt noch Fock- und Großmaſt mit Luggerſegel (ſ. Beſegelung). Eine verwandte Art dieſer Fahrzeuge iſt die franzöſiſche Chaſſe marée.

Die größeren Segelſchiffe für große Fahrt mit drei, vier und fünf Maſten gliedern ſich in der Hauptſache, je nachdem ſie vorzugsweiſe Gaffel- oder Raaſegel führen, in Drei(Vier-)maſtgaffelſchooner und Vollſchiffe; zwiſchen beiden rangieren das Barkſchiff mit großer Raatakelage am Groß- und Fockmaſt und Schratſegeln am Beſanmaſt, die Schoonerbark oder der Barkſchooner mit großer Raatakelage am Fockmaſt und Schratſegeln mit einer Stenge am Groß- und Beſanmaſt und der Dreimaſtſchooner mit kleiner Raatakelage und einer Stenge am Fockmaſt, abweichend von der Schoonerbark. Nach ihrem Verwendungszweck heißen die Segelſchiffe auch Oſtindienfahrer, Fruchtſchiffe, Klipper, Walfiſchfänger.

Literatur: [1] Paaſch, H., Vom Kiel zum Flaggenknopf, Antwerpen 1901. — [2] Dittmer, Handbuch d. Seeſchiffahrtskunde, Leipzig 1894. — [3] Middendorf, F. L., Bemaſtung und Takelung der Schiffe, Berlin 1903. — [4] Krieger, Johows Hilfsbuch f. d. Schiffbau, Berlin 1902. *T. Schwarz.*

Segeltuch, ſ. Weberei.

Segerkegel, ſ. Pyrometer, Bd. 7, S. 303.

Segerz, ſ. Beil, Böttcherei.

Segment, ſ. Abſchnitt.

Segmentträger (Bogenſehnenträger), ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 537; vgl. a. Parabelträger, Pauliſche Träger, Schwedlerträger.

Sehkreis (Sehziel), ſ. Horopter.

Sehne einer Kurve, die Verbindungsgerade zweier Kurvenpunkte.

Sehnenverfahren, bei Bogenabſteckung, ſ. Kurvenabſteckung.

Seiches, die periodiſchen Spiegelſchwankungen eines Sees.

Seide, ſ. Spinnfaſern und Kunſtſeide, Bd. 5, S. 773.

Seidenbleiche. Die Methode des Bleichens iſt verſchieden für abgekochte Seide, für Souple- und für Tuſſahſeide. Das Bleichen der abgekochten Seide geſchieht faſt ausſchließlich mit ſchwefliger Säure, die in der Regel gasförmig angewendet wird. Dieſer Behandlung geht bei Souplеſeide eine Vorbleiche in verdünnter Salzſäure-Salpeterſäure-(Königswaſſer-)Miſchung voraus. Tuſſahſeide wird faſt ausſchließlich mit Waſſerſtoffſuperoxyd unter Zugabe von etwas Waſſerglas gebleicht.

Literatur: Knecht, Rawſon und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; Steinbeck, Bleichen und Färben der Seide und Halbſeide, Berlin 1895, S. 49; Silbermann, Die Seide, Dresden 1897, Bd. 2, S. 263. *R. Möhlau.*

Seidendamaſt, ſ. Weberei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seidenfärberei. Da die Seide eine große Affinität zu allen solchen Farbstoffen besitzt, die sich ohne Anwendung von Beizen fixieren lassen, so gestaltet sich das Färben derselben sehr einfach, namentlich wenn die Erreichung einer genau bestimmten Nuance nicht zur Bedingung gestellt ist. In der Regel werden wasserlösliche Tanninfarbstoffe und wasserlösliche Säurefarbstoffe zum Färben der Seide angewendet, weniger spritlösliche Farbstoffe und Beizenfarbstoffe.

Das Färben der Tanninfarbstoffe geschieht im neutralen Bade. Diese Methode beruht auf der Tatsache, daß die Seide aus den Lösungen von Tanninfarbstoffen die Farbbasen ausscheidet und sich mit ihnen zu vermutlich salzartigen, unlöslichen Verbindungen vereinigt, bei denen die Seide selbst die Rolle der Säure spielt. Dieser Prozeß wird beschleunigt durch Erhöhung der Temperatur und durch schwach alkalische Reaktion des Farbbades, verlangsamt hingegen durch schwach saure Reaktion desselben. Hiernach wird das Farbbad mit $^1/_3$ Baststeife und $^2/_3$ Wasser bestellt. In Ermanglung von Baststeife nimmt man das entsprechende Volumen einer Mischung von 1 l sechsprozentiger Seifenlösung, 1 l einprozentiger Gelatinelösung und 1 l Wasser. Hierauf setzt man so viel Essigsäure von 7° Bé zu, bis die alkalische Reaktion ganz oder fast verschwunden ist, und fügt zum Schluß den Farbstoff hinzu. Man geht mit der Seide bei 30—40° C. ein, treibt unter gutem Umziehen bis nahe zur Kochhitze und färbt bei 80 bis 90° C. aus. Hierauf wird die Seide gut gewaschen und in einem zweiprozentigen Bade von Essig- oder Weinsäure aviviert.

Das Färben der Säurefarbstoffe geschieht fast immer im mit Schwefelsäure gebrochenen Baststeifenbade. Die Verbindung der Farbsäuren mit der Seidenfaser wird durch den Zusatz von Baststeife wesentlich verlangsamt und dadurch auch die erforderliche Gleichmäßigkeit der Färbung erzielt, indem sich die Farbsäuren zunächst mit dem Seidenleim der Baststeife und dann erst mit der Seidenfaser selbst verbinden. In gleichem Sinne wirkt Verminderung der Schwefelsäuremenge, während ein Ueberschuß von Schwefelsäure die Schnelligkeit des Aufziehens erhöht und das Auftreten von Unegalitäten veranlaßt. Die Verbindung von Farbstoff und Seidenfaser findet schon bei gewöhnlicher Temperatur statt, wenn auch nicht so rasch und vollständig wie bei höherer Temperatur. Man kann infolgedessen schon in der Kälte mustern und die notwendigen Zusätze an Farbstoff machen, solange er noch gleichmäßig und langsam aufzieht. Hat man auf diese Weise den gewünschten Ton erreicht, so treibt man dann erst zum Kochen und beendet den Färbeprozeß durch Hantieren nahe der Kochhitze, ohne die Flotte wirklich kochen zu lassen. Nach dem Waschen folgt ein Avivieren im Essigsäure- oder Weinsäure- oder auch Schwefelsäurebade, falls die Farbe gegen Mineralsäuren unempfindlich ist. — Die Phthaleine, Fluoreszein- oder Resorzinfarbstoffe werden im essigsauern Bade gefärbt. Da die Salze der Fluoreszeinfarbstoffe durch Mineralsäuren sofort unter Abscheidung der weniger farbigen Farbsäuren zerlegt werden, so müssen die Färbungen im essigsauern Bade vorgenommen werden. Die Essigsäure ist kräftig genug, die Farbsäuren aus den Farbstoffen in Freiheit zu setzen, so daß sie sich mit der Seide verbinden, aber nicht so kräftig, daß diese Verbindung selbst gehindert wird. Das Farbbad wird mit $^1/_3$ Baststeife, $^2/_3$ Wasser und mit Essigsäure bis zur deutlich sauern Reaktion versetzt. Darauf wird der Farbstoff zugegeben und die Seide bei 30—40° C. eingeführt. Unter gutem Umziehen wird bis zum Kochen getrieben und nahe bei Kochhitze ausgefärbt.

Zum Färben der spritlöslichen Farbstoffe (Rosanilinblau, Diphenylaminblau, Nigrosin, Naphthalinrot [Magdalarot] und die Aether der Phthaleine) werden diese in der fünfzigfachen Menge Alkohol gelöst. Die Seide färbt man im mit Schwefel- oder Essigsäure gebrochenen Seifenbade unter allmählicher Zugabe der Farbstofflösung aus. Auf das Waschen folgt Avivieren mit Essigsäure.

Das wenig geübte Färben der Beizenfarbstoffe bedarf einer Beizung der Seide nach dem Entbasten, Waschen in 40° C. warmem Wasser und Trocknen, durch 12—24stündiges Einlegen in basisch-schwefelsaures Eisenoxyd von 10° Bé, Chromchlorid von 20° Bé oder Chrombeize GA III (D.R.P. Nr. 45998) auf 10° Bé verdünnt. Nach dem Beizen wird die Seide in reinem, möglichst kalkfreiem Wasser sehr gut gewaschen und dann gefärbt. Das Farbbad beschickt man mit Baststeife, die mit dem gleichen Quantum Wasser verdünnt ist, und den kalt zugerührten Beizenfarbstoffen. Man geht kalt in das Bad ein, steigert langsam die Temperatur bis zum Siedepunkt und verweilt im ganzen zwei Stunden auf dem Bade, doch muß die Temperatur mindestens eine Stunde innerhalb 90—100° C. bleiben. Wirklich kochen darf das Bad nicht, weil sich sonst die Seide leicht verwirrt. Nach dem Färben wird die Seide in kalkfreiem Wasser gut gewaschen, ausgeschleudert und auf fettem Seifenbade eine halbe Stunde kochend geseift, alsdann gewaschen und scharf mit Weinsäure aviviert. Der Avivierflüssigkeit setzt man vorteilhaft etwas Olivenöl zu, das vorher mit Soda aufgekocht wurde.

Das **Schwarzfärben der Seide** geschieht meist mittels Blauholz, dessen Pigment hauptsächlich durch Eisenbeizen befestigt wird. Dabei wird mit der schwarzen Färbung in der Regel eine Beschwerung der Seide bezweckt (s. Schwerschwarz). Gute Schwarz lassen sich auch mit Teerfarbstoffen, wie Wollschwarz, Curcumein und Guineagrün, Anthracitschwarz B, Alizarinschwarz WR in Teig und Alizaringrün S in Teig oder in Mischungen mit solchen erhalten, indem man mit Alkaliblau B und Naphthylaminschwarz 4 B vorfärbt, in holzessigsauerm Eisen beizt, im Katechubade fixiert und im Blauholzbade ausfärbt.

Literatur: Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; Steinbeck, Bleichen und Färben der Seide und Halbseide, Berlin 1895; Silbermann, Die Seide, Dresden 1897, Bd. 2, S. 280.

R. Möhlau.

Seidengaze, s. Weberei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seidengrün (Chromgrün), ſ. Chromfarben.

Seidenholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 698.

Seidenpapiermaſchine, zur Herſtellung des dünnen Seidenpapiers, iſt entweder eine Lang- oder Zylinderformmaſchine (ſ. Papierfabrikation), deren Sieb gewöhnlich eine geringere Maſchenweite beſitzt als dasjenige der gewöhnlichen Papiermaſchinen.

Beſondere Schwierigkeiten bietet bei dieſem dünnen Papier die Ueberführung der Papierbahn vom Sieb auf den erſten Naßfilz und müſſen entſprechende Vorrichtungen, wie Gautſchknecht, Unterlage eines Papierbogens u. ſ. w., in Verwendung kommen. Da das Trocknen hier leichter vor ſich geht, iſt die Maſchine mit einer aus ein bis vier Trockentrommeln beſtehenden Trockenpartie ausgeſtattet. *Kraft.*

Seidenſamt, ſ. Weberei.

Seidenſhoddy, ſ. Seidenſpinnerei.

Seidenſpinnerei. Für die Seidenſpinnerei [1] ſelbſt kommen vier Rohſtoffe in Betracht, welche verſchiedene Spinnverfahren bedingen: 1. Rohſeide oder Grezſeide (grège, grèze, soie non ouvrée, raw silk), durch Abhaſpeln der Kokons erhalten; 2. Florettſeide (fleuret, filoselle, floret silk, flirt, flurt), alle bei der Gewinnung der Rohſeide und Verarbeitung zu Garnen entſtehenden Abgänge an Seide; 3. Stumba, Bourrette (bourre de soie, bourette, waste silk, silk waste), die bei dem Kämmen der Florettſeide übrigbleibenden Kämmlinge; 4. Seidenſhoddy, gewonnen durch Zerfaſern von Seidenlumpen. — Die Florettſeiden- und Bourretteſpinnerei, die Seidenſhoddyſpinnerei bilden hiernach Abfallinduſtrien, von denen gegenwärtig beſonders die erſte große Bedeutung erlangt hat. Die Bourretteſpinnerei iſt noch in der Entwicklung begriffen; die Seidenſhoddyſpinnerei hat ſich nicht auszubreiten vermocht. — Florett- und Bourrettegarne ſind „Geſpinſte“ im ſtrengen Sinne des Wortes, denn es entſteht jeder Faden aus vielen einzelnen kurzen Faſern durch Zuſammendrehen. Der Rohſeidenfaden iſt kein Geſpinſt; er beſteht aus einer Anzahl langer, gleichgerichtet nebeneinander liegender Kokonfäden. Durch Zuſammendrehen (Zwirnen) mehrerer Rohſeidenfäden entſtehen Seidenzwirne, welche man ſchlechthin als Garne bezeichnet. Trotzdem hiernach bei Herſtellung der Garne aus Rohſeide ein Spinnen nicht auftritt, belegt der Sprachgebrauch auch dieſen Zweig mit dem Namen Seidenſpinnerei.

A. Verarbeitung der Rohſeide.

Die Gewinnung der Rohſeide erfolgt durch Abhaſpeln der entſprechend erweichten Kokons in den ſogenannten Seidenſpinnereien (Filanda) auf dem Seidenhaſpel, wobei die Fäden von mehreren Kokons gleichzeitig vereinigt werden. Das Anlegen der einzelnen Fäden geſchieht entweder durch Hand oder durch ſelbſttätige Anlegevorrichtungen [2], das Runden der zuſammengelegten Fäden durch ſchraubenförmiges gegenſeitiges Umfaſſen an Kreuzungsſtellen. Die verſchiedenen Methoden der Kreuzungen vgl. [3]. In dem rohen Zuſtande, wie ſie nach dem Haſpeln hervorgeht, findet die Seide nur beſchränkte Anwendung für Phantaſieartikel und einzelne Poſamenten. Für die meiſten Verwendungsarten, ſowohl für die Weberei wie für die Wirkerei, Näherei, Stickerei u. ſ. w. muß die Rohſeide weiterer Behandlung unterworfen werden, um ſie zu reinigen und um den verhältnismäßig dünnen Faden umfangreicher zu geſtalten und ihn webefähig u. ſ. w. zu machen.

Ueber die bei dem Zwirnen, Filieren oder Moulinieren der Seide verwendeten Maſchinen vgl. Zwirn. Das Moulinieren der Seide [4] zerfällt in die Einzelarbeiten: Spulen und Putzen, Drehen der einzelnen Fäden, Doublieren (Doppeln, Duplieren), Zwirnen, worauf nötigenfalls noch Haſpeln folgt. Die aus den Seidenfilatorien gezwirnt hervorgehende Seide wird, im Gegenſatz zur rohen, filierte oder moulinierte Seide (soie moulinée, soie ouvrée, thrown silk) genannt. Nach der Verſchiedenheit in der Zuſammenſetzung und Drehung der Fäden ſind hauptſächlich folgende Gattungen zu unterſcheiden (vgl. Zwirn und [5]): Organſinſeide, Organſin, Orſoyſeide, Kettenſeide; Trama oder Einſchlagſeide; Maraboutſeide, Pelo- oder Pelſeide; Cufier- oder Nähſeide; Kordonnet oder kordonnierte Seide; Stickſeide.

Organſinſeide iſt eine als Kettſeide dienende Rohſeide, die aus zwei bis drei in einem Arbeitsgange vereinigten, zuvor aber einzeln für ſich gedrehten Grezefäden beſteht. — Tramſeide (Trama) iſt eine als Einſchlagſeide oder zur Herſtellung von Schnüren u. dergl. dienende Rohſeide, welche entweder nur aus einem mäßig gedrehten oder aus zwei bis drei nicht gedrehten, ſchwach zuſammengezwirnten Rohſeidefäden beſteht. — Torſion iſt eine Mittelgattung zwiſchen Organſin und Trama, welche dadurch entſteht, daß man zwei Rohſeidefäden ohne vorherige Drehung ſtark zuſammenzwirnt. — Filoſelle iſt eine aus Florettſeide, Filofloß eine aus Rohſeide hergeſtellte gefärbte Stickſeide.

Die Feinheit der Rohſeide ſowohl als der filierten Seide wird dadurch ausgedrückt und verglichen, daß man das Gewicht einer beſtimmten Fadenlänge angibt. Dieſer Ausdruck heißt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Frankreich titre, weshalb man die Beſtimmung der Feinheit der Seide deren Titrierung zu nennen pflegt. Die neue Feinheitsnummer des Rohſeidengeſpinſtes gibt das Gewicht des 10 km langen Fadens in Grammen an; für die Geſpinſte aus Seidenabfall iſt dagegen (als aus kurzen Fafern beſtehend) die für die Garne aus andern Spinnſtoffen übliche Numerierung nach dem metriſchen Syſtem (Anzahl der Kilometer auf 1 kg) eingeführt. Handelt es ſich um Titrierung großer Maſſen, ſo bedient man ſich der Titriermaſchinen [6]. Die Probe- oder Kontrollhaſpel heißen wohl auch Granthaſpel.

Die Seide iſt ein in hohem Grade hygroſkopiſcher Körper; man hat daher ſchon lange das Verfahren eingeführt, die Seide zu konditionieren, d. h. ſie in eignen, unter öffentlicher Aufſicht ſtehenden Anſtalten durch einen beſtimmten Wärmegrad (110°) auszutrocknen und ſo dem Käufer zuzuwägen (vgl. Bd. 5, S. 595); das geſetzmäßige Handelsgewicht erhält man nach Hinzuſchlagen von 11 % zum Gewichte der ausgetrockneten Seide (Feuchtigkeitsgehalt der konditionierten Seide alſo 10 %). Nach dem Konditionieren folgt das Entſchälen (Degummieren) oder Kochen (mittels Seifenlöſung) und ſchließlich Färben der Seide bezw. Bleichen [7]. Mit dem Färben iſt vielfach eine Beſchwerung oder Erſchwerung verbunden. Die gefärbten, geſpülten und ausgewundenen Seidenſträhne werden auf Seidenſtreckmaſchinen weiter appretiert.

B. Verarbeitung der Seidenabfälle [8].

1. **Florettſeide** (fleuret, filoselle, floret silk, floss silk, flurt, flirt, ferret); alle dieſe Namen bezeichnen die Seide, welche aus den Seidenabfällen bereitet wird und nicht gleich der gehaſpelten Seide aus ununterbrochenen langen Fäden, ſondern aus mehr oder weniger kurzen, durch ein wirkliches Spinnen in Fadengeſtalt vereinigten Fafern beſteht. Jene Abfälle ſind von viererlei Art:

a) Das grobe und lockere Gewebe, mit welchem die Raupen beim Einſpinnen ihre Arbeit beginnen, indem ſie dasſelbe an den aufgeſtellten Reifern befeſtigen. Ein Teil dieſes Stoffes (Flockſeide, frisons, flock silk, knubs) bleibt beim Sammeln der Kokons an den Reifern hängen, ein andrer wird nachträglich von den Kokons abgenommen und ein dritter wird geſammelt, während die Kokons beim Abhaſpeln in den Waſſerbecken verweilen, desgleichen ſchon vorher, wenn man ſie in heißem Waſſer ſchlägt, um die Anfänge der Fäden zu finden. Dieſer letztere Teil iſt der feinſte, beſte und oft von ziemlich bedeutender Länge, auch wenig verwirrt.

b) Struſa, die nach dem Abſpinnen der Kokons zurückbleibenden pergamentähnlichen inneren Häutchen derſelben (husks).

c) Strazza (estrasse), Abfall beim Zwirnen oder Moulinieren der Rohſeide. Die unter a) bis c) erwähnten Abfälle bezeichnet man mit dem gemeinſamen Namen Struſi.

d) Die durchgebiſſenen oder ſonſt beſchädigten Kokons (Galetta), welchen man außer den Doppelkokons auch diejenigen zugeſellt, deren Gewebe fehlerhaft, verwirrt und daher nicht zum Abhaſpeln geeignet iſt. Durchgebiſſene aber ſonſt reine Kokons geben die ſchönſte Florettſeide.

Die bei der Herſtellung der Florettgarne vorzunehmenden Arbeiten ſind:

für Struſi:	für Kokons:
Fäulen;	Stampfen und Waſchen in warmem Seifenwaſſer;
Waſchen { 1. mit warmem Waſſer; 2. mit kaltem Waſſer;	Waſchen mit kaltem reinem Waſſer;
Trocknen;	Trocknen;
Einſprengen;	Einſprengen;
	Dreſchen oder Klopfen;
	Oeffnen im Kokonöffner;

Oeffnen in der Fillingmaſchine;
Kämmen;
Anlegen;
Strecken und Doppeln, Vorſpinnen, Feinſpinnen, Zwirnen;
Putzen der Garne.

Das Fäulen (Maceration, chapage) zerſtört den Seidenleim (Desintegrieren, Entbaſten). Von dem früher für dieſen Zweck üblichen Kochen (mit Kali- oder Natronlaugen) iſt man jetzt vielfach abgegangen, weil dadurch leicht die Faſer verdorben wird. Das Fäulen erfolgt in größeren Gruben oder in ſchmiedeeiſernen Keſſeln, in deren Innerem hölzerne Lattenkäſten zur Aufnahme des Materials angebracht ſind. — Die genügend gefäulte Florettſeide gelangt, noch 45—50° warm, in die Warmwaſſerwaſchmaſchinen, in denen ſie auf dem ſiebartig durchlöcherten Boden eines ſich drehenden Gefäßes unter Zu- und Abfluß von ganz ſchwachem, warmem Seifenwaſſer der mechaniſchen Einwirkung hölzerner Stampfen längere Zeit ausgeſetzt iſt. Hierauf folgt unmittelbar ein gründliches Waſchen in der Kaltwaſſerwaſchmaſchine mit reinem, kaltem, weichem Waſſer unter Zuhilfenahme von Stampfen. Die gewaſchene Seide läßt man auf hölzernen Hürden abtropfen, taucht ſie in eine verdünnte Löſung von Marſeillerſeife, ſchleudert ſie mittels Schleudermaſchine aus und trocknet ſie. Die für die Weiterbearbeitung erforderliche Geſchmeidigkeit erlangt das getrocknete Spinngut dann durch Einſprengen mit Seifenwaſſer und Durchziehenlaſſen. Hierauf folgt das Oeffnen der Struſi auf dem Oeffner (Fillingmaſchine, ouvreuse, filling). Die Trommelzähne dieſer Maſchine kämmen die von den Nadeln der Zufuhrtücher noch feſtgehaltenen Faſerbärte aus und nehmen die freigelaſſenen auf. Iſt die Trommel mit der beſtimmten Menge gefüllt, rückt man die Zuführung und die Arbeitswalze ab und reißt das Vlies vor jeder Nadelreihe durch, wodurch man 12—16 ſchmale (0,23—0,175 m breite) Vliesſtücke (Bärte) gewinnt, welche mit hölzernen Zangen (Bücher oder Kluppen) abgenommen und in die nachfolgende Kämmaſchine übertragen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine abweichende Behandlung erfahren, wie oben angegeben, die Kokons. Dieſe werden nicht gefäult, ſondern nur in der Warmwaſſerwaſchmaſchine unter Anwendung ſtärkerer Seifenlöſung gewaſchen. Dann folgen Ausſpülen in der Kaltwaſſerwaſchmaſchine, Abtropfen, Trocknen und Einſprengen. Die ſo vorbereiteten Kokons gelangen jedoch noch nicht auf die Fillingmaſchine, ſondern werden vorher erſt von Hand oder in der Dreſchmaſchine geklopft und dann in einer beſonderen Maſchine, dem Kokonöffner, geöffnet.

Die Dreſch- oder Klopfmaſchine beſteht aus einem runden, ſich drehenden Siebtiſche zur Aufnahme der Kokons und aus einem ſich ſchnell bewegenden endloſen Riemen mit an einem Ende aufgenagelten Lederſtreifen, welche auf die Kokons ſchlagen. Durch die Schläge wird die Seide aufgelockert; die noch vorhandenen Schalenteile der Puppen fallen durch den Roſt. Der Kokonöffner (nappeuse, opener) iſt eine einfache, mit ſtarken Zähnen beſetzte Kratzentrommel, der die abgewogene Seidenmenge durch ein Zuführtuch mit geriffelten Walzen vorgelegt wird, und die dieſelbe im Verein mit einer Arbeitswalze ſo lange bearbeitet, bis die ganze Vorlage in den Beſchlag übergegangen iſt. Die ſo gebildete Kokonwatte wird dann quer durchgeriſſen und durch Zurückdrehen der Trommel im Zuſammenhange abgenommen. Die Kokonwatte wird in der Regel nicht für ſich allein in der Fillingmaſchine weiter aufgelöſt, ſondern der Struſi beigemiſcht.

Kämmen der Florettſeide (Dreffieren). — Zur Erzeugung eines gleichmäßigen glatten Geſpinſtes iſt die Florettſeide nur geeignet, wenn ſie, wie die Kammwolle, durch Ausſcheidung der kurzen Faſern ſo vorbereitet wird, daß ſie aus möglichſt gleichlangen Faſern beſteht. Zu dieſem Zwecke hechelt oder kämmt man die gewonnenen Bärte auf einer Kämmmaſchine (peigneuse, dressing machine), vgl. Kammgarnſpinnerei und [9]. Der gewonnene erſte Zug iſt der längſte (im Mittel 150 mm Faſerlänge). Der ausgeſchiedene Kämmling wird wieder auf Kämmaſchinen gekämmt, wodurch man einen zweiten Zug erhält (Faſern etwa 100 mm lang). Durch Wiederholung desſelben Vorganges entſteht ein dritter und vierter Zug mit Faſern von etwa 70 und 50 mm Länge, und endlich als Stumpen- oder Seidenwerg (Bourrette, Stumba, noils) der letzte Abfall. Für ſolche Geſpinſte, welche den höchſten Grad von Gleichförmigkeit erhalten ſollen, wird mit den Zügen eine weitere Sichtung auf beſonderen Maſchinen vorgenommen (Seidenſortiermaſchinen), welche zwei bis vier Bänder von nahezu gleicher Faſerlänge liefern.

In der Vorbereitung (Präparation), welche alle weiteren Arbeiten bis einſchließlich Vorſpinnen umfaßt, iſt die Reihenfolge der Maſchinen im weſentlichen dieſelbe wie bei der Flachsſpinnerei (ſ. d.). Auf der erſten Maſchine der Vorbereitung, der Anlege (spreader), findet ein Miſchen der gleichen Züge der verſchiedenen Sorten ſtatt, während jede Sorte für ſich gefäult, gewaſchen und gekämmt wurde. Gewöhnlich ſind drei Maſchinenſätze zur Verarbeitung der langen, mittellangen und kurzen Faſern (long, intermediate, short) in Anwendung. Es werden verarbeitet auf

			Mittlere Faſerlänge	verſponnen zu Garn Nr.
Satz I	Züge 1	(Güteklaſſe A)	150 mm	140—400
Satz II	„ 2	(„ B)	100 „	80—160
	„ 3	(„ C)	70 „	80—140
Satz III	„ 4	(„ D)	50 „	80—140
	„ 5	nur ſelten genommen.		
	„ 6			

Die in der Kämmerei hergeſtellten, 30—40 cm langen Vliefe (Bleche) werden der Anlege vorgelegt und daraus Watten von 6—7,5 m Länge und 20 cm Breite gebildet. — Auf die Anlege folgt die Wattenmaſchine (étireuse, set-frame), welche die Watten weiter verzieht und in ſchmale Bänder verwandelt. Die Wattenmaſchine iſt eine Nadelſtabſtrecke (Gillſtrecke) mit einem Trichter hinter den Streckwalzen zur Bandverdichtung und einem Abzugswalzenpaare. Die auf den Wattenmaſchinen erzeugten Bänder werden dann durch wiederholtes (drei- bis viermaliges) Doppeln und Strecken auf Nadelſtab- oder Igelſtrecken (Hériſſonſtrecke) mit immer feiner werdenden Nadeln auf die nötige Gleichmäßigkeit gebracht, um endlich auf den Spindelbänken in Vorgarn verwandelt zu werden. Die Strecken für langfaſerige Sorten beſitzen ein einfaches Hechelfeld, die für kurzfaſerige erhalten Doppelhechelfeld oder Nadelwalze. Der Verzug wird auf den Strecken je nach Dopplung und Güte des Spinngutes zu 7—15 genommen, die Doppelung ungefähr ebenſo ſtark.

Das Vorſpinnen erfolgt auf Spindelbänken (Flyern), welche in der Anordnung den in der Flachsſpinnerei üblichen gleichen. Die Bänder werden auf ihnen weiter (7—14fach) verzogen und erhalten ſchwache Drehung. Der Draht wird nach einer Gleichung von der Form $\alpha \sqrt{N}$ beſtimmt. Iſt N die metriſche Nummer (ſ. oben), ſo wird die Wertziffer α, wenn ſich die Drehungen auf 1 m Länge beziehen, genommen für die Güteklaſſen A, B, C, D zu 16, 20, 26, 32.

Feinſpinnen. Das Feinſpinnen geſchieht meiſt auf Waterſpinnmaſchinen, ſowohl auf Flügel- als auf Ringſpinnmaſchinen (anneaux); nur ſehr locker gedrehte Florettgarne ſpinnt man auch auf Mulemaſchinen. Der Verzug wird zu 30—15 genommen; die Drahtwertziffer für die oben angeführten Güteklaſſen zu 55, 60, 75, 85. Spinnpläne finden ſich in den Quellen unter [1].

Zwirnen der Florettgarne. Weitaus der größte Teil der Florettgarne wird gezwirnt, wobei beſſere Garne vor dem Zwirnen meiſt gedoppelt, dupliert werden. Das Zwirnen geſchieht ſowohl auf Flügel- als auch auf Ringſpindeln.

Putzen der Zwirne. Die Knötchen und Noppen werden entweder in gehaſpelten Strähnen mit der Hand (Noppen) oder auf Putzmaſchinen durch Reiben des Fadens entfernt Racleuſe) [10]. Die feinen, aus dem Fadenkörper hervorragenden Faſerenden werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchließlich von Gasflammen abgeſengt (Gafiermaſchinen [9]). — Manche Seidengarne erhalten wohl gewünſchtenfalls noch eine beſondere Zurichtung durch Tränken mit Gummiwaſſer, Stärke u. ſ. w., wodurch ſie an Glanz und Glätte dem Faden aus gehaſpelter Seide ähnlicher werden.

Haſpeln und Numerieren. Der Haſpel hat einen Umfang von 1,25 m. 400 Faden liefern einen Schneller (Strähn, écheveau) von 500 m Länge; 1 Schneller = 4 Gebind (échevette). Die Nummer gibt an, wieviel Schneller auf 0,5 kg oder wieviel Kilometer Faden auf 1 kg gehen. England haſpelt die Florettſeide wie die Baumwolle.

Die Florettſeidengeſpinſte (Seidengarn, geſponnene Seide, soie filée, spun silk, silk yarn) kommen unter mancherlei Benennungen in den Handel, als: Crescentin, Schappe, Chappe (chape), Galettam, Gallet, Fiorettino, Sambatella, Fantaiſie u. ſ. w., und zwar je nach dem Zuge, aus dem ſie erzeugt worden ſind, in verſchiedenen Güteſorten. Die beſſeren Sorten der Geſpinſte werden als Einſchlag bei verſchiedenen Seidenſtoffen, als Kette bei mancherlei Halbſeidenzeugen, zu Hutvelpel, groben Bändern und Schnüren und als Stickſeide, die geringeren zum Stricken und zur Strumpfwirkerei gebraucht. Selbſt die ſchönſten erreichen an Feinheit, Glätte, Glanz und Feſtigkeit nicht die gute, gehaſpelte und filierte Seide. Für die Erzeugung gewiſſer Waren wird Florettſeide in Vermengung mit Baumwolle oder Wolle verſponnen.

2. **Stumba oder Bourrette.** Der Rohſtoff für die Bourretteſpinnerei iſt der bei dem Kämmen der Florettſeide entſtehende Abgang (25—30%) an Kämmling (bourre de soie, stumba, noils); bei der Verarbeitung wird in der Hauptſache derſelbe Gang eingeſchlagen wie in der Kammgarnſpinnerei (ſ. d.). Auf das Miſchen, Auflockern und Entſtauben der Stumba in einem Oeffner folgt die Bildung eines Vlieſes auf einer Vliesmaſchine (nappeuse), welche dem Kokonöffner der Florettſpinnerei gleicht. Die Vlieſe wandern nach einer mit Vorreißwalzen ausgerüſteten Walzenkrempel, welche Bänder liefert, die zwei- bis dreimal geſtreckt und gedoppelt werden, um vor dem Kämmen jede noch etwa vorhandene Ungleichmäßigkeit zu beſeitigen und die Faſern möglichſt gleichlaufend zu legen. Dieſe Strecken ſind Igelſtrecken. Die als Vorlage für die Kämmaſchinen nötige Watte wird aus acht bis zehn Streckbändern auf einer beſonderen Wickelmaſchine gebildet. Als Kämmaſchinen finden hauptſächlich Heilmannſche und Liſterſche Verwendung (vgl. Kammgarnſpinnerei). Zehn bis zwölf Zugbänder gelangen auf eine Anlege und werden zu einem Vlieſe von beſtimmtem Gewichte vereinigt, welches auf einer Wattenmaſchine in ein Band verwandelt wird. Das nun folgende Strecken erfordert einen Satz von fünf bis ſechs Maſchinen. Die erſten Strecken beſitzen zwei bis drei, die dritte und vierte bezw. fünfte nur eine Nadelwalze zur Unterſtützung der Bänder im Streckwerke. Die letzte Strecke iſt eine Würgel- oder Frottierſtrecke (bobinoir) und verwandelt das Band in eine Lunte ohne Draht, welche auf Spulen gewunden wird. Je zwei dieſer Spulen legt man zur weiteren Verfeinerung jeder Spindel einer Spindelbank vor.

Das Feinſpinnen erfolgt auf Waterſpinnmaſchinen; auch die Zwirnmaſchinen zeigen die gewöhnliche Bauart. Die Abgänge der Bourretteſpinnerei werden wieder weiter verwendet. Die Kämmlinge verarbeitet man zu Watte; der Krempelabfall und der Abfall beim Putzen dienen als Packungsgut oder als ſchlechte Wärmeleiter zur Umhüllung von Dampfleitungen. Die beſſeren Abfälle werden wohl auch wieder zum Spinnen anderweitiger Seidenabfallgarne (ebenfalls Bourrette genannt) benutzt, welche ſich durch kniſpeliges und knotiges Ausſehen kennzeichnen. Das Krempeln und Spinnen geſchieht wie bei Streichgarnen (ſ. Streichgarnſpinnerei). Man verwendet die Garne gefärbt zu Schuß in Damenkleiderſtoffen und zu Phantaſiewaren, desgleichen roh zum Weben der Kartuſchwaren und der Putztücher.

3. **Seidenſhoddy** [11]. Verwandt mit der Abfallſeide iſt dasjenige kurzfaſerige Spinngut, welches unter dem Namen Shoddy (Seidenſhoddy) durch Zerfaſern der Ueberreſte und Abſchnitzel von Seidengeweben bereitet wird wie wollenes Shoddy. Größere Ausdehnung hat die Herſtellung von Seidenſhoddy bislang nicht erfahren, weil die Menge der Seidenlumpen verhältnismäßig gering iſt und die Auflöſung der Gewebeſtücke ſich wegen der großen Feſtigkeit der Faſern nur ſchwer in nutzbringender Weiſe durchführen läßt.

Ueber die künſtlichen Seiden vgl. Kunſtſeide und [12].

Literatur: [1] Ausführlichſtes deutſches Werk über Seidenſpinnerei iſt: Silbermann, H., Die Seide, ihre Geſchichte, Gewinnung und Verarbeitung, Dresden 1897, 2 Bde., Provaſi, Filatura e Torcitura della Seta, Milano 1905; kürzere Artikel vgl. Spennrath, Materiallehre, Aachen 1899; Pfyffer, Kalender für die Textilinduſtrie 1895, S. 102; Müller, E., Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892. — [2] Silbermann, a. a. O., I., S. 370 ff. — [3] Ebend., I, S. 364, 374. — [4] Leipziger Monatsſchrift für Textilinduſtrie 1896, S. 169. — [5] Müller, E., a. a. O., S. 444 ff. — [6] Dingl. Polyt. Journ. 1873, Bd. 209, S. 247; 1897, Bd. 305, S. 13; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1897, S. 715. — [7] Dumont, Die Seide und ihre Veredelung, Wittenberg 1905. — [8] Pfyffer, E., Ueber die Fabrikation der Florettſeide, Prakt. Maſchinenkonſtr. 1880, S. 68; 1881, S. 117; Silbermann, a. a. O., II, S. 1—112. — [9] Lohren, Die Hechel- und Dreſſingmaſchinen, Stuttgart 1896. — [10] Silbermann, a. a. O., II, S. 78 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1897, Bd. 306, S. 206. — [11] Ebend. 1885, Bd. 257, S. 185. — [12] Silbermann, a. a. O., II, S. 115—160; Süvern, Die künſtliche Seide, 2. Aufl., Berlin 1907.

E. Müller-Dresden.

Seidenſtramin, Seidenwebſtuhl, ſ. Weberei.

Seife wird hergeſtellt durch Behandeln von Fett oder fettem Oel mit Lauge, meiſt durch Sieden, in einzelnen Fällen durch Zuſammenrühren des geſchmolzenen Fettes mit der Lauge, bisweilen auch auf halbwarmem Wege. Die Laugen ſind entweder Kali-(Pottaſche-) oder Natron(Soda-)laugen und man unterſcheidet danach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kalifeifen und Natronfeifen; erftere find weich, letztere hart. Eine Seife ift ferner um fo fefter, je mehr Stearin- und Palmitinfäure, und um fo weicher, je mehr Oelfäure fie enthält.

Die Laugen werden hergeftellt, indem man entweder Löfungen von Pottafche bezw. Soda mit gebranntem Kalk behandelt oder Aetzkali (kauftifche Pottafche) bezw. Aetznatron (kauftifche Soda, Seifenftein) in Waffer löft.

Von **Kali-** oder **Schmierfeifen** hat man im wefentlichen drei Arten: 1. eine glatte transparente (Oelfeife, Kronfeife, fchwarze Seife, grüne Seife und ganz helle Glyzerinfchmierfeife), 2. eine glatte undurchfichtige (Elain-, Schäl-, Silberfeife) und 3. eine Seife, die in transparentem Grunde kriftallinifche Ausfcheidungen von ftearin- und palmitinfauerm Kali zeigt (Naturkornfeife, Talgkornfeife). Die Schmierfeifen bedürfen zu ihrer Konfiftenz eines Gehaltes an kauftifchem und kohlenfauerm Alkali. Das Verhältnis der letzteren wechfelt nach der Jahreszeit: durch Anwendung von mehr kauftifcher Lauge wird die Seife härter, durch Anwendung von mehr kohlenfaurer weicher. Die glatte transparente Schmierfeife wird hauptfächlich aus Leinöl, Hanföl, Tran und Olein (die fogenannte Glyzerinfchmierfeife faft nur aus gebleichtem Leinöl) mit Pottafchelauge unter Mitverwendung einer geringen Menge Sodalauge, die im Sommer größer fein kann als im Winter, gefotten; die glatte undurchfichtige unter Mitverwendung einer größeren Menge feften Fettes, namentlich Palmöl, und einer größeren Menge Sodalauge ($^2/_5$—$^1/_2$ auf $^3/_5$—$^1/_2$ Pottafchelauge), die Naturkornfeife ebenfalls unter Mitverwendung von feftem Fett, namentlich Talg und Palmöl, aber mit reiner Pottafchelauge. Das natürliche Korn der Naturkornfeife wird häufig nachgemacht, indem man einer glatten transparenten Schmierfeife körnige Maffen, gewöhnlich aus kohlenfauerm Kalk, einrührt (Kunftkornfeife). Diefes Korn hat felbftverftändlich keinen Wert. Die Ausbeute bei Schmierfeifen beträgt 240—250 %, doch wird fie häufig durch verfchiedene Füllungsmittel auf 400 % und darüber gebracht.

Die Herftellungsweife der verfchiedenen Schmierfeifen ([1], S. 502 ff.) ift die gleiche. Zum Verfeifen von 100 kg Oel braucht man 155—160 kg Lauge von 23—24° Bé. Man bringt das zu verfeifende Oel mit etwa einem Drittel der zur Verfeifung erforderlichen Lauge in den Keffel und feuert an. Ift Verbindung zwifchen Fett und Alkali eingetreten, was man daran erkennt, daß eine herausgenommene Probe keine Lauge mehr abfcheidet, fondern in einer dicken, gleichmäßigen Schmiere am Probefpatel läuft, fo gibt man ein weiteres Drittel Lauge zu. Ift auch diefe aufgenommen, fo wird der Reft der Lauge nach und nach in kleinen Portionen zugefetzt. Im Keffel liegt jetzt unter einer dünnen Schaumdecke eine dunkle, ziemlich klare Maffe, der Seifenleim. Eine auf eine Glasfcheibe genommene Probe zeigt fich zu Anfang klar, aber noch fehr dünn und fadenziehend (die Seife fpinnt); beim Erkalten wird fie trübe und gallertartig. Der Schaum und das Fadenziehen find dem Sieder ein Zeichen, daß noch viel überflüffiges Waffer (Phlegma) in der Seife enthalten ift, das verdampft werden muß. Das Feuer wird deshalb verftärkt. Nach längerem lebhaften Sieden wird der Schaum allmählich verfchwinden, die Seife fich dicker, klarer und kürzer zeigen und zu „fprechen" anfangen (Bezeichnung des Geräufches, das der am Keffelboden fich bildende und durch die dicke Seife fich Bahn brechende Dampf hervorruft), in großen Platten übereinander fieden und „Rofen brechen" (an den Stellen, wo der Dampf durchbricht, ähnelt die Seife einer aufbrechenden Rofe). Wenn die Seife keine Fäden mehr zieht, auch der Schaum verfchwunden ift, fchreitet man zur „Abrichtung", d. h. man fügt die zur richtigen Befchaffenheit der Seife noch erforderliche kauftifche oder kohlenfaure Lauge zu. Der Seifenfieder erkennt an kleinen Proben, die er auf eine Glasfcheibe nimmt, ob die Seife richtig getroffen ift oder noch eines Zufatzes von Lauge bedarf.

Setzt man zu einer Löfung von Kalifeife ein Natronfalz (Koch-, Glauberfalz u. f. w.), fo wird die Seife zerfetzt; es entftehen **Natronfeife** und das entfprechende Kalifalz (Chlorkalium, fchwefelfaures Kali). Lange Zeit hat man in Deutfchland nur auf diefe Weife harte Seife hergeftellt. Man verfeifte mit Pottafchelauge (aus Holzafche) und führte durch Zugabe von Kochfalz die Kalifeife in Natronfeife über. Heute verfährt man bei Herftellung von harten Seifen allgemein in der Weife, daß man direkt mit Natronlauge verfeift. Von harten Seifen hat man Kern-, Halbkern- und Leimfeifen. Beim Sieden diefer Seifen ([1], S. 374 ff.) ift zu beachten, daß einzelne Fette, z. B. Talg, fich nur mit fchwachen Laugen, andre, namentlich Kokos- und Palmkernöl, nur mit ftarken Laugen verfeifen. Das Sieden felbft erfolgt zunächft wie bei den Schmierfeifen angegeben. Man kocht das Fett mit der Lauge, bis fich ein klarer Seifenleim gebildet hat. Um daraus eine Kernfeife zu machen, fetzt man Kochfalz zu, wodurch fich die Seife von dem überfchüffigen Waffer und dem Glyzerin trennt; letztere fetzen fich im Keffel unten ab (Unterlauge). Die fo erhaltene Kernfeife wird gewöhnlich noch einige Zeit auf der Unterlauge oder auch noch auf frifcher Lauge gefotten, um Schaumteile, die von unvollkommener Verfeifung herrühren, zu befeitigen (Klarfieden). Läßt man die Kernfeifen erkalten, fo zeigen fie fich nach dem Erftarren, außer wenn fie fehr dick, zu „ftrotzig" find, nicht als homogene Maffe; es erfcheinen vielmehr in einem undurchfichtigen, amorphen Grunde kriftallinifche Adern (Kern und Fluß). Oefters werden die Kernfeifen nach dem Klarfieden noch gefchliffen, d. h. fie werden nochmals auf fchwacher, falzhaltiger Lauge gefotten, um eine zu ftrotzige Kernfeife etwas zu verdünnen, damit die Flußbildung gehörig vor fich gehen kann und eine gute Marmorierung erzielt wird, dann aber auch, um reine weiße Seife zu erzielen. In letzterem Falle wird viel ftärker gefchliffen, um die Seife fo dünn zu erhalten, daß die in ihr enthaltenen Unreinigkeiten zu Boden gehen können. Außer den foeben erwähnten fogenannten Kernfeifen auf Unterlauge gibt es noch Kernfeifen auf Leimniederfchlag. Man ftellt diefe her, indem man zu dem Seifenleim entweder Salz zufetzt oder Lauge im Ueberfchuß anwendet, jedoch in beiden Fällen nicht fo viel, daß eine vollftändige Abfcheidung der Seife erfolgt, fondern ein Leimniederfchlag fich bildet. Möglich ift dies Verfahren nur bei Mitverwendung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Kokos- oder Palmkernöl. Die Leimseifen werden gewonnen durch bloßes Eindampfen des Seifenleims. Sie enthalten alles Glyzerin des verwandten Fettes sowie alle Verunreinigungen des Fettes und der Lauge. Sie lassen sich nur mit Hilfe von Kokos- oder Palmkernöl herstellen; nur diese Fette bilden Seifen, die noch bei sehr beträchtlichem Wassergehalt fest sind. Diesen Leimseifen lassen sich die verschiedenartigsten Stoffe beimischen, und dies geschieht häufig, um die Ausbeute der Seife zu erhöhen. Die Halbkern- oder Eschweger Seifen lassen sich auch nur mit Hilfe von Palmkern- oder Kokosöl herstellen. Sie werden teils auf direktem, teils auf indirektem Wege gesotten. Bei dem ersten Verfahren wird Kokos- oder Palmkernöl mit Talg, Palmöl, Knochenfett, Walkfett gemeinschaftlich versotten, bei dem zweiten dagegen erst aus einem oder mehreren der zuletzt genannten Fette eine Kernseife hergestellt und diese dann einer aus Kokos- oder Palmkernöl gesottenen Leimseife beigegeben. Die Eschweger Seife hat zu ihrer Ausbildung einen bestimmten Gehalt an Salzen nötig. Als solche dienen gewöhnlich die kohlensauern Alkalien; doch lassen sich diese auch bis zu einem gewissen Grade durch andre Salze, z. B. Wasserglas, Chlornatrium, Chlorkalium, ersetzen. Die Eschweger Seifen zeigen etwas Kern- und Flußbildung, die man durch Zugabe färbender Substanzen (Frankfurterschwarz, Ultramarin, Englischrot) stärker hervortreten läßt. Aus 100 kg Fett erhält man ca. 150 kg Kernseife, während die Ausbeute bei Eschweger ca. 200 % beträgt. Wo die Grenze der Ausbeute bei den Leimseifen liegt, ist schwer zu sagen. Sie beträgt bei den gewöhnlichen Leimseifen 300 bis 400 %; doch kommen auch gefüllte Leimseifen mit 1400 % Ausbeute und darüber im Handel vor.

Zur Darstellung sowohl von festen wie von Schmierseifen wird vielfach Harz mit verwendet. Da es nur aus Säuren besteht, verbindet es sich leicht mit kaustischen und kohlensauern Alkalien; es wird aber niemals allein zu Seife verarbeitet, sondern immer in Gemeinschaft mit Fetten. Seifen mit Harzzusatz sind vielfach sehr beliebt, da sie sehr gut schäumen; bei Seifen für Zwecke der Textilindustrie (s. S. 47) wird ein Gehalt an Harz aber beanstandet.

Zur Darstellung der Toiletteseifen [2] hat man im allgemeinen drei Verfahren: 1. Verseifung auf kaltem Wege, d. h. Zusammenrühren von geschmolzenem Kokosöl mit Lauge von 36—40 Bé, 2. Umschmelzen fertiger Seifen im Wasser- oder Dampfbade mit etwas Wasser und 3. Verwandlung fertiger Seife in feine Späne, die man durch Kneten innig mit dem Parfüm und etwaigen Farbstoffen mischt und nachher durch geeignete Maschinen in eine feste Masse verwandelt. Nur auf dem letzteren Wege lassen sich hoch- und feinparfümierte Seifen herstellen.

Die Transparentseifen, auch Kristallseifen genannt, wurden früher stets mit Hilfe von Spiritus hergestellt; neuerdings hat man gelernt, transparente Seifen auch ohne Sprit mit Hilfe von Zucker- und Sodalösung anzufertigen. Bei diesen Seifen kristallisiert nach längerem Liegen die Soda aus.

Bei der **Untersuchung der Seifen** ([1], S. 598 ff., [3], S. 245 ff., [4], Bd. 2, S. 681 ff.) kommen in Betracht: 1. der Wassergehalt, 2. das Verhältnis von Fettsäure zum Alkali, 3. die Natur des Alkali und der Fettsäure bezw. des Harzes und 4. die absichtliche Beimengung organischer oder unorganischer Substanzen. — Bei der Bestimmung des Wassergehalts ist vor allem darauf zu achten, daß man eine richtige Durchschnittsprobe erhält. Der Wassergehalt der äußeren Teile ist niedriger als der der inneren; man muß deshalb von den harten Seifenstücken dünne Querschnitte und bei den Schmierseifen Proben aus der Mitte des Fasses nehmen. Da die genaue Wasserbestimmung in einer Seife mit Schwierigkeiten verknüpft ist und die ausgetrockneten Seifen obendrein sehr leicht wieder Wasser anziehen, ist es richtiger, den Wassergehalt indirekt zu bestimmen, d. h. man ermittelt alle übrigen Bestandteile der Seife und berechnet das Wasser aus der Differenz. Um den Fettsäuregehalt zu bestimmen, übergießt man 6—10 g Seife in einer Porzellanschale mit ihrem 20—30fachen Gewicht verdünnter Schwefelsäure und erwärmt so lange, bis die klare Fettsäure obenauf schwimmt. Nach dem Erkalten hebt man sie ab, wäscht mit destilliertem Wasser die anhaftende Schwefelsäure ab und trocknet unter einer Glocke neben einem Gefäß mit Schwefelsäure, bis kein Gewichtsverlust mehr eintritt. Man erhält so die Menge der Fettsäure als Hydrat. Um sie als wasserfreie Fettsäure zu erhalten, muß man von dem gefundenen Gewicht 3,25 % in Abzug bringen oder, was auf dasselbe hinausläuft, es mit 0,9675 multiplizieren. Um zu bestimmen, ob eine Seife unverseiftes Fett enthält, mischt man sie feingepulvert mit Sand, trocknet bei 100° C. und zieht dann mit Petroläther aus. Der nach dem Verdunsten des letzteren verbleibende Rückstand kann aus Neutralfett oder Kohlenwasserstoffen bestehen. Die Frage, aus welchen Fetten eine Seife dargestellt ist, ist für den Chemiker sehr schwer, häufig gar nicht zu beantworten. Anhaltspunkte lassen sich durch Bestimmung des Schmelzpunktes, der Verseifungszahl und der Jodzahl der abgeschiedenen Fettsäure gewinnen. Ob eine Seife Harz enthält, ist meist an ihrem Geruch und ihrer Farbe leicht zu erkennen; schwerer dagegen ist es, die Menge des Harzes zu bestimmen. Um die Menge des Alkali in einer Seife zu bestimmen, zerlegt man sie durch überschüssige Normalsäure und bestimmt durch Zurücktitrieren mit kaustischem Alkali die Menge der überschüssig zugesetzten Säure. Ob eine Seife freies Alkali, d. h. Aetzalkali oder Karbonat enthält, erkennt man durch Zusatz von etwas Phenolphthalein zur alkoholischen Lösung derselben, wobei Rotfärbung eintritt, ferner, indem man eine frische Schnittfläche mit Quecksilberchloridlösung, wonach Gelbfärbung, oder mit salpetersauerm Quecksilberoxydul, wonach Schwarzfärbung eintritt, betupft. Zur Ermittlung von Beimengungen löst man die feingeschnittene Seife in der 8—10fachen Menge 90prozentigen Alkohols durch mäßiges Erwärmen auf dem Wasserbade, filtriert, wäscht den Rückstand mit Alkohol, trocknet bei 100° C. und wägt ihn.

Literatur: [1] Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, Bd. 1, 3. Aufl., Berlin 1906. — [2] Derf., ebend. Bd. 2, 2. Aufl., Berlin 1903. — [3] Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten, 4. Aufl., Berlin 1903. — [4] Lewkowitsch, Chemische Technologie und Analyse der Oele, Fette und Wachsarten, Braunschweig 1905. *Deite.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seife, in der Druckerei und Färberei. Unter Seife verſteht man bekanntlich ein Gemiſch von Alkaliſalzen einiger höherer Homologe der Fettſäurereihe, namentlich der Stearin-, Palmitin-, Oelſäure und andrer nahe verwandter Säuren. Die Natriumſalze dieſer Säuren ſind feſt und hart, die Kaliumſalze weich und ſchmierig.

Als für textilinduſtrielle Zwecke beſonders geeignet ſind, von den guten zu geringeren fortſchreitend, folgende zu nennen:

1. Die Marſeillerſeife, weiß oder ſchwach gelblich bezw. grünlich gefärbt, von halbharter Konſiſtenz und angenehmem Geruch, wird unter Anwendung kochſalzhaltiger Natronlauge von ſteigender Konzentration aus der dritten Qualität Oliven- oder Baumöl des in Südeuropa heimiſchen Oelbaums gewonnen und beſteht neben geringen Mengen von palmitinſauerm Natron weſentlich aus oleinſauerm Natron. Sie beſitzt neutrale Reaktion und dient hauptſächlich zum Entſchälen der Seide und in der Seidenfärberei.

2. Die Olein- oder Elainſeife wird aus dem faſt reine Oelſäure darſtellenden techniſchen Olein durch genaues Neutraliſieren mit Soda bereitet und läßt ſich ihres billigen Preiſes wegen mit vielem Vorteil verwenden.

3. Die Seſam- und Erdnußölſeifen werden aus entſprechenden Pflanzenfetten gewonnen. Letztere enthalten neben Arachinſäure hauptſächlich Hypogäſäure.

4. Die Kokosnußölſeife ſetzt ſich neben wenig myriſtinſauerm und normal kaprinſauerm Natron aus laurinſauerm Natron zuſammen.

5. Die Rizinusölſeife, durch Verſeifen des Rizinusöls erhaltbar, dient wohl ausſchließlich in der Türkiſchrotfärberei zum Schönen des Rot.

6. Die Seifen aus Talg und Schweinefett.

Die reinigende Wirkung der Seife iſt teils chemiſcher, teils mechaniſcher Natur. Erſtere Wirkung findet beim Entſchälen der Seide ſtatt, indem die Seife wie ein ſchwaches Alkali das ſaure Sericin auflöſt; ihre Fettſäure verhindert aber, daß ein Angreifen der Faſer eintritt. In andern Textilgewerben, namentlich in der Walkerei und Wäſcherei der Wolle, wo bei der Behandlung mit Seife auch mechaniſche Faktoren, Walk- und Waſchzylinder, Quetſchwalzen u. ſ. w., zur Anwendung gelangen, iſt die Wirkung teils eine chemiſche, teils eine mechaniſche. In Berührung mit Waſſer zerfallen die Seifen in Fettſäuren und Alkalien. Letztere ſind im Gegenſatz zu erſteren waſſerlöslich und vermögen ſich ähnlich den ätzenden und kohlenſauern Alkalien mit Schmutz und beſonders mit fettigen Stoffen zu verbinden und dieſe zu löſen. Die durch die Alkalien gelöſten Körper werden von den ausgeſchiedenen Fettſäuren umhüllt und ſo verhindert, ſich von neuem auf die zu reinigenden Stoffe niederzuſchlagen. Ferner beſitzt die Seifenemulſion die Fähigkeit, unlösliche Körper aufzunehmen und feſtzuhalten. Auf dieſer Eigenſchaft beruht die Wollwäſche, die Befreiung der Wolle von Choleſterin und ähnlichen, in Waſſer und Lauge unlöslichen Verbindungen. Endlich beruht das Reinigungsvermögen der Seife auf der beſonderen Fähigkeit ihrer wäſſerigen Löſung, fettige Stoffe zu benetzen. Das Seifenwaſſer dringt daher leichter und vollſtändiger als reines Waſſer in die Geſpinſte und Gewebe und verdrängt ſowohl die in ihrem Innern und auf der Oberfläche befindlichen Fettſtoffe wie auch die verdichtete Luftſchicht.

Literatur: Knecht, Rawſon und Löwenthal, Handb. der Färberei, Berlin 1900/01. *R. Möhlau.*

Seifen, pluviatiſche Ablagerungen, lockere Anhäufungen von Quarzgeröllen, Sand und Grus, die Körner von Edelſteinen oder edeln Metallen enthalten.

Sie ſind durch Auswaſchung und Fortführung der leichteren und weicheren Mineralteilchen aus zertrümmerten Geſteinen, welche die Edelſteine und Edelmetalle urſprünglich enthielten, entſtanden, indem letztere mit dem ſchwer zerſtörbaren Quarzgeröll und Sand zurückblieben und angehäuft wurden. Seifen in Braſilien, Oſtindien und Ceylon enthalten Edelſteine, Diamanten die Auffchüttungen des Vaal-River und Orange-River in Südafrika, Gold (Goldſeifen), Platin die Seifen in Braſilien, Oſtindien, Borneo, Kalifornien, Ural, Zinnerz diejenigen in Cornwall, Malakka, Sumatra und Banka u. ſ. w. Bei reicherem Gehalt an nutzbaren Mineralien unterliegen Seifen dem Abbau und der Mineralgewinnung. *Leppla.*

Seifenſtein, ſ. Saponit.

Seiger, Seigern, ſ. Saiger, Saigern, Saigerung, Bd. 7, S. 555.

Seignetteſalz, ſ. Weinſäuren.

Seil, ſ. Aufzüge, Bd. 1, S. 376, Baumwoll-, Draht-, Förder- und Hanffeile.

Seilbahnen, Drahtſeilbahnen (ſ. Drahtſeil, Seil) können getrennt werden in Standbahnen, d. h. bodenſtändige Gleisſeileiſenbahnen, die einesteils (wie die Zahnſtangenbahnen) (ſ. d.), zu den Berg- oder Steilbahnen gehören, andernteils (bei vorwiegend Vollſpur) zu den Verſchub- oder Rangierſeilbahnen (ſ. unten), (bei vornehmlich Schmalſpur) zu den Grubenbahnen (ſ. d., insbeſondere Bremsberge), Kabelbahnen (ſ. d.; vgl. a. Kettenbahnen, Schrägaufzüge, Schwerkraftbahnen, Gefällebahnen) u. ſ. w. gerechnet werden, und in Schwebebahnen, d. h. ſchwebende oder Luft- bezw. Hochſeilbahnen (vgl. a. Hängebahnen, Greifer, Haufenlager, Kübel und Maſſentransport bezw. Krane für Maſſentransport [insbeſondere dafelbſt auch Kabelhochbahnkrane]).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Bergfeilbahnen (Bergbahnen mit Seilbetrieb, bodenständige Steilbahnen oder Drahtfeilbahnen mit Gleislaufbahn)

dienen zum Transport auf ſtark geneigter Bahn. Die Bewegung wird auf das Fahrzeug bezw. zwiſchen zwei Fahrzeugen mittels eines Seiles übertragen; vgl. [1].

Als Mittel zur Ueberwindung ſtarker Steigungen (etwa 150 ‰ bis 650 ‰ für 30—1450 m Höhenunterſchied) auf Nebenbahnen dient vielfach das Drahtſeil, das, in einfachſter Weiſe am vorderen Ende eines Wagens oder Zuges angebracht, durch eine am oberen oder unteren Ende der Steigung aufgeſtellte feſtſtehende Kraftmaſchine betätigt wird; oder aber es werden zwei durch ein Seil miteinander verbundene Betriebsmittel derart bewegt, daß, während das eine aufwärts fährt, ſich das andre gleichzeitig talwärts bewegt. Man hat allerdings auch (ähnlich wie bei der Kettenſchiffahrt) ein feſtliegendes Seil benutzt, an dem ein zu Berg fahrender Wagen ſich hinaufziehen (hinaufklimmen) mußte (Syſtem Agudio) [2].

Die Ueberwindung der **Bewegungswiderſtände** iſt bewirkt a) durch abwärtsfahrende Lokomotiven (ſ. unten Hauptbahnen, Fig. 18), b) durch künſtliche Beſchwerung des zu Tal fahrenden Wagens, c) durch beſondere Antriebsmaſchinen (ſ. unten Antriebe). 1. Der Widerſtand für die Tonne Zuggewicht ergibt ſich aus dem Widerſtande des Fahrzeuges auf der geneigten Ebene zu $w\,\mathrm{kg} = (a + b\,V^2)\cos\alpha \pm 1000\sin\alpha$ (+ für die Berg-, — für die Talfahrt), wenn bedeutet $a + b\,V^2$ den Widerſtand für die gerade wagerechte Strecke (a und b Erfahrungszahlen, V Stundengeſchwindigkeit in Kilometern), α den Neigungswinkel der Steigung (Fig. 1). Meiſt anzunehmen erlaubt $\cos\alpha = 1$, im Mittel $a + b\,V^2 = 3$—5 kg (klein, weil auch V klein); $1000\sin\alpha$ wird oft 200 kg. Alſo iſt angenähert der Zugwiderſtand $W\,\mathrm{kg} = Q\,1000\sin\alpha$, wenn Q das Zuggewicht in Tonnen; hinzukommen: 2. der Widerſtand des in der Richtung der ſchiefen Ebene wirkenden Teiles des Seilgewichtes W_s; 3. der Widerſtand der Seilleitung ſelbſt (Reibung) W_r, 4. der Widerſtand der Seilbiegung auf den Umkehrrollen W_b. Zu 2. ſei zunächſt bemerkt, daß die Gewichtsunterſchiede des Seiles bei den verſchiedenen Stellungen der Wagen vermieden werden können: a) durch Anwendung eines Ausgleichfeils, das die unteren Enden der Wagen verbindet (endloſes Seil, Fig. 2); hierbei wird $W_s = 0$; b) durch die allerdings nur ſelten (vgl. unten, Bergſchwebebahn) mögliche Wahl einer Kurve als Längenprofil (Fig. 3) ſtatt ∼ gleichmäßiger Steigung; das obere Ende der Bahn erhält außerdem zur Einleitung der Bewegung ein ſtärkeres Gefälle. Annäherung: Seilbahn am Gießbach, oben 12 m $^{320}/_{1000}$; Mitte 302 m $^{280}/_{1000}$; unten 12 m $^{240}/_{1000}$. — Bedeutet F den Querſchnitt des Seiles in Quadratdezimetern, l ſeine Länge in Dezimetern, γ ſein Gewicht für die Raumeinheit, α den Steigungswinkel, ſo iſt $W_s\,\mathrm{kg} = F\,l\,\gamma\sin\alpha$. 3. Iſt ferner ϱ ein Koeffizient $\left(\sim\frac{1}{20}\right)$, welcher der Zapfen- und Seilreibung Rechnung trägt, ſo iſt $W_r = \varrho\,l\,\gamma\,F\cos\alpha$ für den gewöhnlichen Pendelbetrieb ohne Ausgleichfeil, bezw. $W_r = 2\,\varrho\,l\,\gamma\,F\cos\alpha$ für den Betrieb mit Seil ohne Ende (Fig. 2). 4. Bedeutet d in Metern den Durchmeſſer des Seiles, D desgleichen der Seiltrommel oder der Seilſcheibe, S die größte Seilſpannung, ſo iſt $W_b = 40\,\frac{d^2}{D}\,S$ [3].

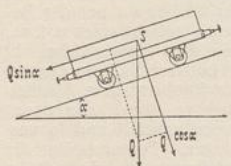


Fig. 1. Kraftwirkung auf der Steigung.

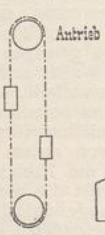
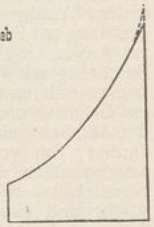
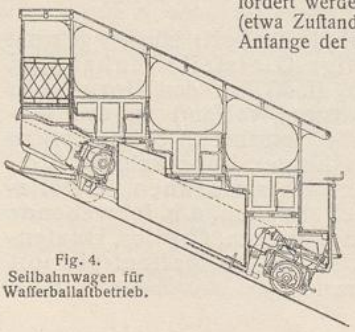


Fig. 2. Seilbahn mit Ausgleichfeil.


Fig. 3. Theoretiſches Längenprofil.

Antriebe. 1. Bewegende Kraft durch Uebergewicht des talfahrenden Wagens. Das Seil läuft auf der oberen Station um eine Rolle und trägt an jedem Ende einen Wagen.

a) Uebergewicht beſteht aus Waſſerballaſt (Fig. 4) und dient zur Einleitung der Bewegung ſowie zur Ueberwindung der Widerſtände (ſ. oben). Ueberſchuß am Wagen totgebremſt. Faſt ausſchließlich für Perſonenbeförderung. Zweckmäßig, wo große Betriebspauſen. Beiſpiel: Seilbahn am Gießbach (Fig. 4). Sollen z. B. zwei Perſonen vom Berg ins Tal (zum See) befördert werden, während am See keine Reiſenden aufzunehmen ſind (etwa Zuſtand am Morgen), dann ſind die Gewichte beider Züge am Anfange der Bewegung folgende:


Fig. 4. Seilbahnwagen für Waſſerballaſtbetrieb.

1. Gewicht des aufwärtsfahrenden Zuges:

a) Gewicht des Wagens . . .	5300 kg,
b) Gewicht von 350 m Drahtſeil .	700 kg,
zuſammen	6000 kg.

2. Gewicht des abwärtsgehenden Zuges:

a) Gewicht des Wagens	5300 kg,
b) Gewicht der Reiſenden mit Gepäck	200 kg,
c) Gewicht des zu faſſenden Waſſers	1800 kg,
zuſammen	7300 kg.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu 2c ist zu bemerken, daß das für die Fahrt nötige Uebergewicht zu 1300 kg ermittelt wurde.

Diese 7300 kg sind das geringste Gewicht der abwärtsfahrenden Züge. Wird aber der unten befindliche Wagen mit 40 Personen besetzt und geht der obere Wagen ohne Reisende nach unten (etwa Zustand am Nachmittag bezw. Abend), so gestaltet sich die Sache in folgender Weise:

1. Gewicht des aufwärtsfahrenden Zuges:

a) Gewicht des Wagens	5300 kg,
b) 40 Personen mit Gepäck . . .	3000 kg,
c) größere Gepäckstücke	500 kg,
d) Gewicht des Seiles 350 m . .	700 kg,
zusammen	9500 kg.

2. Gewicht des nach unten gehenden Zuges:

a) Gewicht des Wagens	5300 kg,
b) erforderliches Wassergewicht . .	5500 kg,
zusammen	10800 kg.

Dies ist das überhaupt vorkommende größte Zuggewicht. Die größte Fahrgeschwindigkeit ist auf 1 m festgesetzt, so daß also bei der Länge der Bahn von 346 m eine Fahrzeit von 6 Minuten erforderlich wird. b) Uebergewicht der Ladung des talfahrenden Wagens ist erheblich (der bergfahrende ist leer) und wird totgebremst (Bremsbergsystem, s. Grubenbahnen); fast ausschließlich für Güterbeförderung (Stämme u. s. w.); vgl. a. [19].

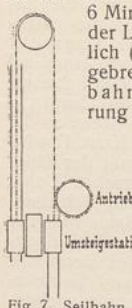


Fig. 7. Seilbahn auf den Monte St. Salvatore.

2. Bewegende Kraft ein Motor; System empfehlenswert, wo großer andauernder Verkehr. Das Seil trägt an jedem Ende einen Wagen. Auf der meist oben angelegten Station läuft es um eine Seilscheibe (Fig. 5 und 6) [4], die von der feststehenden Kraftmaschine angetrieben wird. Antrieb durch Dampfmaschine, Turbine, Gas- und Elektromotor [5]. Bremsung teils am Motor, teils am Wagen. Verwendung für Personen- wie für Gütertransport; z. B. auch dann, wenn Wasserballast (s. oben) schwer zu beschaffen. Bei der Drahtseilbahn auf den Monte St. Salvatore (Lugano) liegt die als Umsteigestation ausgebildete Antriebstation (abweichend von der üblichen Anordnung) in der Mitte (Fig. 7). Vgl. a. die neue Bergbahn in Heidelberg (spätere Verlängerung), bezw. hinsichtlich Betrieb u. s. w. die Virglbahn (Bozen) [6].

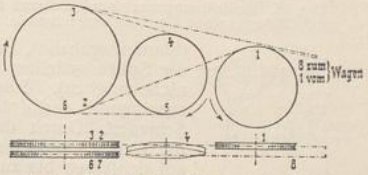
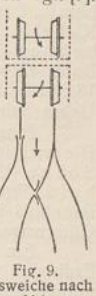


Fig. 5 und 6. Seilumleitung an der oberen Station (Vevey-Pélerin).

Für den **Unterbau** gilt das für Zahnstangenbahnen (s. d.) Erforderliche, namentlich bezüglich des Wanderns (Verankern der Gleise wie der zum Bremsen [s. unten] vielfach notwendigen Zahnstange) in erhöhtem Maße. Betonklötze als Stützen für die Schwellen oder völlig gemauerter Unterbau. Treppen zum Begehen der Bahn. Bezüglich der Längenprofile und Tracen vgl. [7].

Oberbau. Treffpunkt der beiden Wagen in der Bahnmitte, wo, falls nicht zwei getrennte Gleise angeordnet sind (teuer), eine Ausweiche vorzusehen ist. Der übrige Teil der Bahn erhält: a) zwei Schienen (Fig. 8); die Betriebsmittel erhalten auf der Außenseite Doppelspurkranzräder, auf der Innenseite kranzlose Räder. Bewegliche Zungen nicht erforderlich. Oder Betrieb mit Abtscher Ausweiche nach Fig. 9, wenn der eine Wagen Räder mit Innen-, der andre solche mit Außenspurkränzen besitzt. b) drei Schienen (Fig. 10). Räder mit Innenspurkränzen. c) drei Schienen auf der einen Seite der Ausweiche, auf der andern nur zwei (Fig. 11); Zungen erforderlich. d) vier Schienen (Fig. 12); Spurkränze nach a) oder b) e) Vereinigung von b) und d) (unterhalb der Ausweiche vier, oberhalb drei Schienen), Fig. 13. Vorteil: das Kreuzen des Seiles vom unteren Wagen mit den Innenrädern des oberen Wagens fällt fort. Sämtliche Schienen ruhen auf durchgehenden eisernen Querschwellen, die häufig ⊥-form besitzen; auch verwendet man hierzu die Füße gewöhnlicher Tragschienen.


Fig. 8.

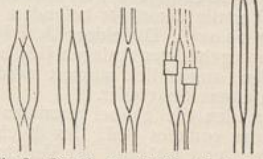

Fig. 10. Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 11.

Fig. 8—13. Gleisarten für Bergseilbahnen.

Fig. 9. Ausweiche nach Abt.

Die **Drahtseile** von 15—50 mm Durchmesser (Stahlguß) werden zur Verminderung der Abnutzung meist mit Teer oder Fett überzogen. Dauer eines Seiles 1—9 Jahre. Insbesondere sei hingewiesen auf die in der Schweiz bestehenden Verordnungen betreffend die Seilbahnkabel [8].

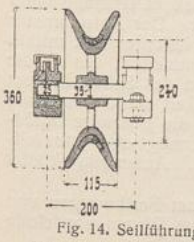


Fig. 14. Seilführungsrollen.

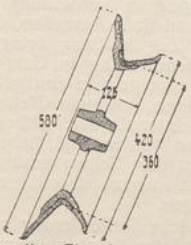


Fig. 15.

Seilführung durch Rollen von etwa 20 (15) bis 30 (40) cm Durchmesser. Abstände der auf den Schwellen befestigten Rollen (Fig. 14) in der Geraden 8 (6) bis 15 m, in Kurven geringer. Rollen daselbst geneigt (Fig. 15). Bei zwei oder vier Schienen ist für die Kreuzung des Seiles mit den Schienen oberhalb der Ausweiche eine Rille in die Schiene eingeschnitten oder (bei vier) das Seil in der Spurrille geführt. Die Kreuzung der Zahnstange mit der Innenschiene ist am besten zu lösen bei der Abtschen Zahnstange (s. Zahnstangenbahnen).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fahrzeuge: Perſonenwagen meiſt im Oberkaſten aus Holz auf eiſernem Untergeſtell; meiſt nur eine Klaſſe mit 3—4 Abteilen (Fig. 4), die treppenförmig übereinander angeordnet ſind. An den Enden Plattformen für den Wagenbegleiter, Gepäck u. ſ. w.

Als **Bremſen** dienen 1. Bremſen an der Seilſcheibe oder der Seiltrommel der Antriebſtation [9], 2. Bremſen am Fahrzeug und zwar a) Spindelbremſen (ſ. Bremſen, Eiſenbahnwagen u. ſ. w.), b) Zahnradbremſen (Fig. 16). Zu dieſem Zweck Zahnſtange zwiſchen

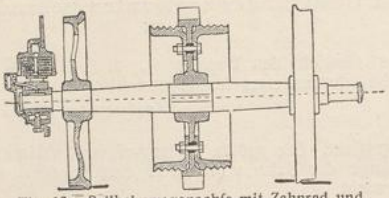


Fig. 16. Seilbahnwagenachſe mit Zahnrad und Rillenſcheiben für Zahnſtangenbremſe.

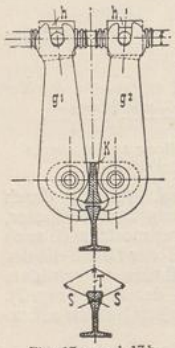


Fig. 17 a und 17 b. Zangenbremſe nebſt Wirkungsweiſe.

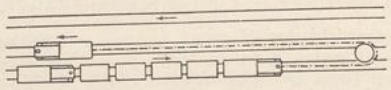


Fig. 18. Beförderung von Güterzügen auf der Strecke Erkrath—Hochdahl.

den Schienen (ſ. oben). Auf die Zahnradachſe wirkt eine Klotz- oder Bandbremſe, die für Handbetrieb oder als Zentrifugalbremſe eingerichtet iſt. c) Zangenbremſen von Ruprecht (Stanſerhornbahn), Fig. 17 a [10]. Der Schienenkopf hat die Form eines auf die Spitze geſtellten gleichſchenkligen Dreiecks (Abheben von den Schienen nicht möglich). Eine Spindel f treibt mittels der Mutter h die Zangen g auseinander und drückt die unteren Enden dadurch zuſammen bezw. an die Schienen. Durch die infolge von S (Fig. 17 b) entſtehende Kraft T wird der Wagen kräftig gegen die Schienen gezogen und die Reibung der Räder auf denſelben bis zu einem gewiſſen (gewünſchten) Grade vermehrt. Dabei kann K ſo ausgeführt werden, daß ſie als dritte Bremsbacke dient (Schienenbremſe). Viele Seilbahnen dieſer Art ſind insbeſondere gebaut von der Schweizeriſchen Lokomotivfabrik in Winterthur, von der Maſchinenfabrik Bell & Co. in Kriens, und von der Filiale Gießerei Bern der Ludwig v. Rollſchen Eiſenwerke. — Ueber Anlage- und Betriebskoſten ſ. [11]; vgl. a. [6]. — Für den Unternehmer iſt es ungemein wichtig, ſich vor dem Bau insbeſondere über die Transporteinrichtungen für den geſamten Bauvorgang ein klares Bild zu verſchaffen.

Als Beiſpiel für die ſogenannten „Seilebenen“ (für Hauptbahnen) ſei hingewieſen auf die Strecke Erkrath—Hochdahl (Düſſeldorf—Elberfeld), Fig. 18; Steigung 1 : 30. Die talfahrende, am Seil ziehende Lokomotive unterſtützt die zwei Zugmaſchinen; die Schiebmaſchine übernimmt ſtets die Seilfahrt. Ueber ähnliche „ſchiefe Ebenen“ in Pittsburg, Cincinnati, Jerſey City, Nancy u. ſ. w. (auch Duluth beſitzt ſolche Bahnen), Aachen, Lüttich, Glasgow, Uganda, Uſambara u. ſ. w. ſ. [12]. Ueber Hilfsſeilbahnen (elektriſche Bahn Palermo—Monreale) ſ. [13]. Ueber Kabelbahnen (ſ. d.) oder „Taubahnen“ für Straßenbahnen ſ. [14], über Bergſchwebebahnen (Loſchwitz bei Dresden) ſ. Schwebebahnen und [15]; — Gleichung der für das Profil theoretiſch richtigen Parabelfahrbahn $y^2 = 3191{,}6884\,x$, 32 Pendelſtützen von 4,07 bis 13,6 m Höhe, ſchief gemeſſene Bahnlänge 280 m (wagerecht 267 m), mittlere Steigung 315 ‰. Ueber Schiffsſeileiſenbahnen ſ. Schiffshebewerke und [16].

Eine beſondere Gruppe der Gleisſeilbahnen bilden die Rangierſeilbahnen [17]. Die wichtigſten Vorteile derartiger beſonders von J. Heckel, St. Johann, C. W. Hafenclever Söhne (O. Lankhorſt), Düſſeldorf, A. Bleichert & Co., Leipzig, und Bömches & Reinhold, Wien, durchgebildeten Anlagen [18] beſtehen darin, daß an jeder beliebigen Stelle eines Bahnhofs in jedem Augenblick rangiert werden kann, und zwar in Zügen bis zu 15 beladenen Güterwagen mit einem Seilgreifer.

Ein neben den Gleiſen bei normalen Verhältniſſen in etwa 30—40 cm Höhe über dem Erdboden geführtes endloſes Seil, das durch irgendeinen Motor oder von vorhandener Transmiſſion angetrieben und während der Verſchubzeit ſtändig in Bewegung gehalten wird, ermöglicht es, daß man an jeder Stelle der Anlage eine Kraftquelle zur Verfügung hat und infolgedeſſen die Wagen durch Ankuppeln an dieſes Seil nach jeder beliebigen Stelle der Anlage bringen kann. Der Umſtand, daß zum Anfahren der Wagen die größte Kraft erforderlich iſt, nachher jedoch, wenn die Wagen in Gang gebracht ſind, eine verhältnismäßig geringe Kraft benötigt wird, um die laufenden Wagen in Gang zu halten, hat die Veranlaſſung gegeben, die Rangierſeilbahnantriebe mit einem Schwungrad in Verbindung mit einer Reibungskupplung (Fig. 19 und 20) auszurüſten. Das Schwungrad iſt ſo bemeſſen, daß es vermöge ſeiner lebendigen Kraft den fortzuſchaffenden Wagen bezw. Zug in Gang bringt. Der Antriebmotor braucht daher nur ſo ſtark zu ſein, daß er den laufenden Zug in Gang hält; er fällt mithin erſtaunlich klein aus. Da die ſtillſtehenden Wagen eine gewiſſe Zeit gebrauchen, bis ſie die normale Umlaufgeſchwindigkeit des Seiles erreicht haben, und ein Gleiten des Seiles in dem Seilgreifer oder in den Rillen der Antriebſcheiben im Intereſſe der Haltbarkeit des Seiles ſowie der Ausfütterung der Antriebrillen unbedingt vermieden werden muß, ſieht die genannte Düſſeldorfer Firma die obenerwähnte Kupplung vor, die es dem Schwungrad ermöglicht, ganz allmählich ſeine lebendige Kraft auf den anzufahrenden Zug zu übertragen. Außerdem ſchützt dieſe Kupplung die ganze Anlage gegen Ueberlaſtungen.

Fig. 21 und 22 veranſchaulichen eine Heckelſche Seilförderung zum Fortbewegen von Eiſenbahnwagen unter gleichzeitiger ſelbſttätiger Beladung durch quer zum Wagen pendelnde

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

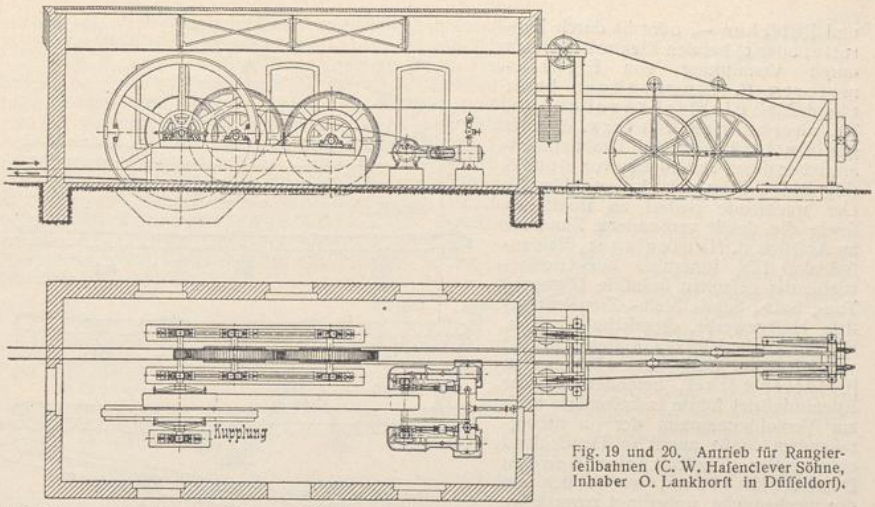


Fig. 19 und 20. Antrieb für Rangierseilbahnen (C. W. Hafenclever Söhne, Inhaber O. Lankhorst in Düsseldorf).

Beschickungsrümpfe. Auf jedem Gleise wird eine besondere Kohlensorte verladen, und zwar Stückkohle, Grieß, Nußkohle und Kohlenklein. Die insgesamt zur Verladung kommende Produktion beträgt 1000 t in der Schicht oder zehn Wagen zu 10 t/st. Gewöhnlich werden immer vier Wagen zusammen an das Seil angeschlagen, so daß der letzte die andern zur Separation und unter den Verladetrichtern hindurch bis zu einem höchsten Punkt drückt, von wo sie ablaufen können. Die etwa 70 cm über Schienenoberkante laufenden Seile bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 0,02 m/sek. Vgl. a. [19].

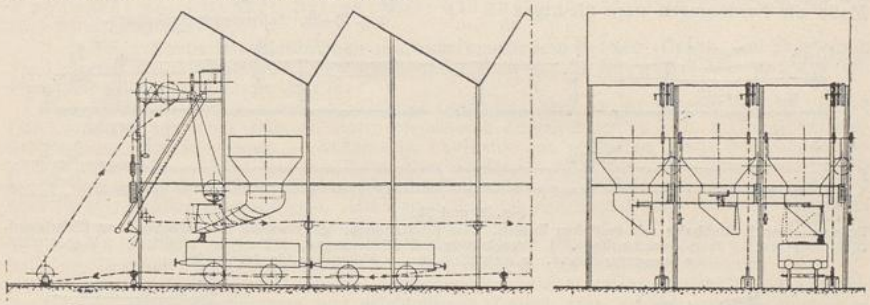


Fig. 21 und 22. Seilrangieren unter gleichzeitiger selbsttätiger Beladung (G. Heckel in St. Johann).

II. Luftseilbahnen (Drahtseilbahnen mit Seilbahnlauf).

Während die Hängebahnen (s. d.) (für Hand- und mechanischen Betrieb) mehr für das Innere von Fabriken bezw. zur Verbindung einzelner Fabrikgebäude, d. h. für den Nahtransport, dienen, werden die Luftseilbahnen zur Güterbeförderung schon bis auf recht beträchtliche Entfernungen (über 40 km) verwendet und bilden daher den Uebergang zu den Ferntransportmitteln, d. h. den bodenständigen Eisenbahnen; zugleich aber auch in gewissem Sinne zu den stetig fördernden Transportmitteln (vgl. [20] und Massentransport). — Bei den schwebenden Seilbahnen (Luftbahnen, Luftseilbahnen, Hochseilbahnen, Schwebebahnen, schwebenden, hängenden oder fliegenden Draht- und Seilbahnen oder Fabrikbahnen [s. d.] u. s. w.), Fig. 23—29 [21], sind die festen (bodenständigen) Gleise ersetzt durch Laufbahnen, die aus einem oder mehreren in der Luft gespannten Drähten oder Drahtseilen (Trag- oder Laufseilen) bestehen (Fig. 30 und 31) [22].

Das eine Ende dieser Tragmittel ist fest verankert, während das andre durch Winden, Spannschrauben, selbsttätig wirkende Vorrichtungen u. dergl. angespannt wird; im übrigen schweben sie frei und werden an geeigneten Stellen durch Unterstützungen getragen. Die meist als Förderkübel (s. Kübel) ausgebildeten Wagen erhalten ihre Bewegungen a) durch die Schwerkraft (Fig. 32 und 33) [23] — vgl. a. Gefällebahnen, Schwerkraftbahnen

und Rutſchen —, oder b) durch Zugſeile, oder c) bei den Elektroſeilbahnen durch Vermittlung von Elektromotoren (ſ. Hängebahnen bezw. ebendaſelbſt Elektrohängebahnen, Telpherbahnen [24]) bezw. d) unter gewiſſen Umſtänden bei Drahtſeilhilfsantrieben durch Vereinigung von b) und c) (Fig. 34; ſ. Hängebahnen [Fig. 1]). Der wachſende Bedarf an Rohſtoffen ſowie die damit verbundene Zunahme an Abfällen (ſ. Haufenlager, Haldenſeilbahn) [25] innerhalb der Großbetriebe der geſamten Induſtrie (Zement-, Ton-, Salz-, Sand-, Stein-, Ziegeleiinduſtrie, Holzgewerbe, chemiſche Fabriken, Brikett-, Zuckerfabriken [Rüben] u. dergl.; vor allem im Berg- und Hüttenweſen [ſ. Hüttenwerke], beſonders in der Eiſeninduſtrie) führte insbeſondere auch zur Vervollkommnung der (in hervorragendem Maße zuerſt in Deutſchland entwickelten [ſ. unten]) ſchwebenden Drahtſeilbahnen, wo es ſich um die mechaniſche, unbedingt zuverläſſige und in Anlage wie Betrieb billige Beförderung großer Mengen von Maſſengütern (ſelten von Menſchen [26]) auf weitere Entfernungen [27] handelte. Zu den Bedürfniſſen der Bodenentlaſtung und einer kurzen Baufriſt kommen bei den ſchwebenden Seilbahnen in erhöhtem Maße die Forderungen nach niedrigen

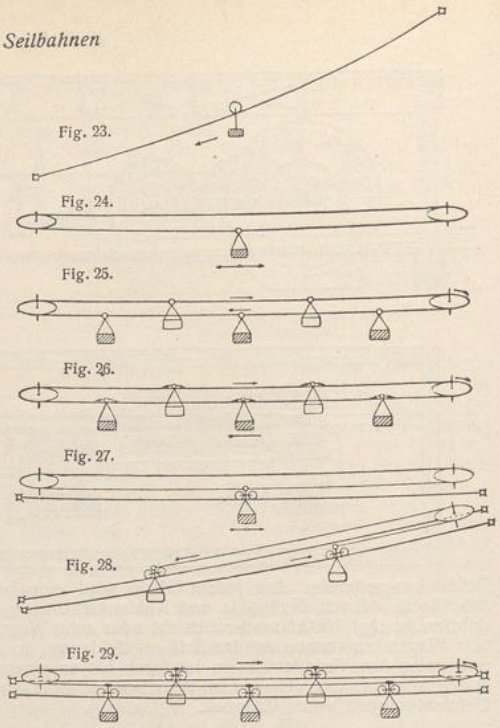


Fig. 23—29. Schwebende Seilbahnen.

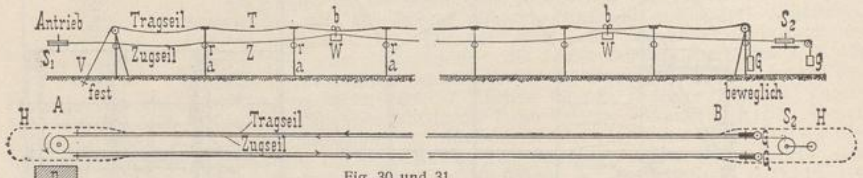


Fig. 30 und 31.
Schema einer Luftſeilbahn mit endloſem Zugſeil. *AB* Endſtationen. *G* Gewichte. *H* Hängebahnen (Zubringer). $S_1 S_2$ Scheiben. *T* Trag- oder Lauffeile. *V* Verankerung. *W* Förderwagen. *Z* Zugſeil. *a* Stützen. *b* Wagenrollen. *g* Spannvorrichtung. *n* Antriebsmotor. *r* Stützrollen für das Zugſeil.

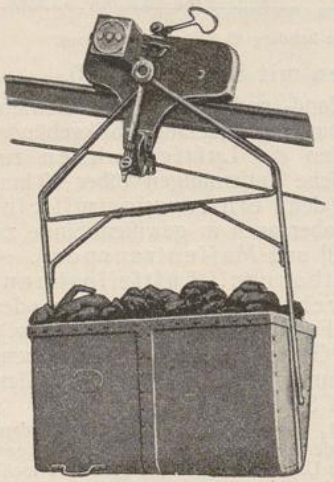


Fig. 34. Elektrohängebahnwagen mit Fahrmotor und Unterſeilkupplung für Seilrampenbetrieb von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

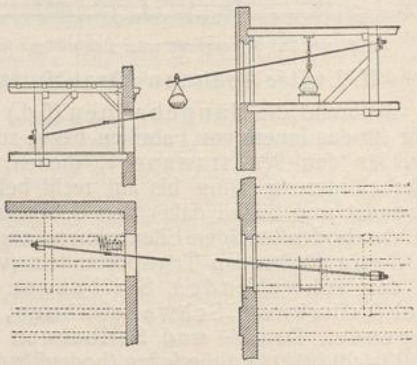


Fig. 32 und 33. Sacktransporteur von Kapler in Berlin.

Grunderwerbs- bezw. Mietkoſten (ſehr oft ausſchlaggebend für die Wahl von Luftſeilbahnen) und nach Unabhängigkeit von der Form und Lage des Geländes (Ueberſchwemmung, Schnee u. ſ. w.); man unterſcheidet hiernach wohl a) Drahtſeilbahnen im ebenen (bezw. etwas hügeligen) Gelände [28] und b) Gebirgsdrahtſeilbahnen (Fig. 35) [29]. Beſonders vorteilhaft

erſcheint die Vereinigung der (zuerſt vornehmlich in Amerika ausgebildeten) Verladevorrichtungen (Elevator von Hunt [ſ. d.] [30], Krane für Maſſentransport [ſ. d.], Hochbahnkrane, Kabelhochbahnkrane [31] u. ſ. w.) mit Seilbahnen beim Löſchen und Ueberführen von in Schiffen ankommenden Maſſengütern nach entfernt gelegenen Lagerplätzen oder Verbrauchsſtellen; das ſind c) Drahtſeilbahnen zum Be- und Entladen von Schiffen (ſ. Krane für Maſſentransport [Drehkrane], Haufenlager u. [32]) und d) maſchinelle Hängebahnen (Verladekrane [33], Gichtſeilbahnen [34], Schrägaufzüge [ſ. d.] u. ſ. w.). Nach der Art des Betriebes laſſen ſich nach Abt folgende Hauptarten von ſchwebenden Seilbahnen unterſcheiden (Fig. 23—29) [1]:



Fig. 35.
Drahtſeilbahnſtraße in Argentinien von A. Bleichert & Co. in Leipzig.
Mit Spannweiten bis zu 850 m über Einſchnitten bis zu 200 m Tiefe.

a) Rieſen nach Fig. 23, die aus einer Laufbahn beſtehen, auf der die an einem Laufwerk hängende Laſt durch ihre eigne Schwere abwärts fährt (vgl. a. Schwerkraftbahnen);

b) Seilbahn nach Fig. 24, die aus einem endloſen (geſchloſſenen) Zugſeil beſteht, an dem ein Kübel (ſ. d.) befeſtigt iſt (Pendelbetrieb);

c) endloſes Zugſeil mit mehreren in beſtimmten Abſtänden befeſtigten Fördergefäßen; ſtetiger Betrieb — amerikaniſche Bauart (Fig. 25);

d) geſchloſſenes Seil nach Fig. 26, auf dem mit Klemmfätteln verſehene Wagen ſitzen — engliſche Bauart;

e) ein Trag- oder Laufſeil und ein an einem endloſen Zugſeil befeſtigter, zwiſchen den Endpunkten pendelnder Wagen (Fig. 27);

f) zwei Tragſeile und zwei durch ein offenes Zugſeil verbundene Wagen (kurze Strecken von etwa 120 bis 250 m — oft Waſſerballaſt) (Fig. 28);

g) zwei Tragſeile, endloſes Zugſeil, Wagen mit Kupplungsvorrichtungen, Wagenzahl nach Bedarf, ſtetiger oder Ringbetrieb. Deutſche Bauart (Fig. 29). Hier ſeien unterſchieden:

1. Schwebende Drahtſeilbahnen mit unterbrochenem Betrieb (Draht- und Seilrieſen). Sie vertreten die einfachſten Seilbahnformen und dienen nur zur Bergabförderung (Fig. 23). Man kann ſie einteilen (nach [35]) in:

a) Eingleiſige Rieſen. Eine feſte Laufbahn, auf der die Wagen frei (d. h. ohne Geſchwindigkeitsregelung) oder an einem bremsbaren Zugſeil befeſtigt (d. h. mit Geſchwindigkeitsregelung) abwärts laufen. — Beſteht die Laufbahn aus verlöteten Eiſen- oder Stahldrahtſtücken von ∼ 30 m Länge und 6—12 mm Durchmeſſer, ſo dient ſie zur Förderung von Einzellaſten, wie Reiſig, Scheitholz, Säcken (Fig. 32) [23] u. ſ. w.; Stoß am Ende vielfach durch Erd- oder Faſchinenpuffer aufgenommen. Die Wagen ſind mit einfachen Haken verſehene Gleitſättel oder Rollen (je nach der Bahnneigung); die leeren Wagen werden in beſtimmten Zeiträumen in größerer Zahl mit einem ſchwachen Seil hochgezogen. Für größere Laſten bildet die Laufbahn ein Drahtſeil von 15—40 mm Durchmeſſer; Wagengeſchwindigkeit 4—6 m/sec.

b) Doppelgleiſige Rieſen. Abwechſelnder Betrieb mit zwei gleichſtarken Parallellaufbahnen, zwei Seilbahnwagen und geſchloſſenem Zugſeil, das in der oberen Station ſeine Bremsvorrichtung, in der unteren ſeine Spannvorrichtung erhält. Wagengeſchwindigkeit $v = 4 - 6$ m/sec, Wageninhalt F in der Regel bis 600 kg, bei Holzförderung bis 2000 kg in Doppelgehängen (∼ Fig. 73, 74 und 92); ſ. a. unten: Wagenkaſten. — Bezeichnet ferner L die Bahnlänge in Metern, ſo iſt die Leiſtungsfähigkeit: $\frac{0{,}9\,(3600 \cdot F \cdot v)}{L}$ kg/St. Iſt bei größerer Bahnlänge dieſe Leiſtung nicht genügend, ſo kann ſie durch Einſchalten von Zwiſchenſtationen vergrößert werden. Dieſe Bauart iſt ſchon bei 8 % Gefälle anwendbar; bei genügend großem Gefälle können Spannweiten von 500 m und mehr überwunden werden. Häufige Verwendung in der Schweiz, Tirol und Oberitalien.

2. Schwebende Drahtſeilbahnen mit ſtetigem Betriebe. Sie ſind in beliebigem Gelände zu verwenden.

a) Ausländiſche Seilbahnbauarten (England, Amerika, Frankreich). Keine feſtliegende Laufbahn, ſondern ein in Bewegung befindliches Tragſeil, auf dem die Wagen mittels Sätteln hängen, und durch das ſie von einem Bahnende bis zum andern fortgeführt werden (Fig. 25 und 26). — Seil in Litzenform [36], an den Endſtationen um wagerechte Seilſcheiben geführt, mit Antrieb und Spannvorrichtung verſehen. Da das Seil gleichzeitig als Tragſeil und Zugſeil dient, ſo wird es ungünſtig beanſprucht, daher verhältnismäßig großer Seilverſchleiß. Außerdem iſt die Verbindung der Wagen mit dem Seile vielfach nicht ſicher; bei größeren Seilneigungen, bei Regen, Schnee und Glatteis rutſchen die Wagen leicht. Deshalb nur für kleine Einzellaſten (bis ∼ 200 kg) und geringe Geſamtleiſtung in wenig gebirgigem Gelände anwendbar [37].

α) Die Bauart von Hodgſon. In England ∼ 1867 entſtanden, ausgeführt von der Bullivant Co., Ltd., in London (Fig. 36). Auf den Stützen p läuft das Seil auf Rollen r; die Kübel W pendeln an dem Gehänge g. Schlitten s (mit Holz oder Kautſchuk gefüttert)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liegen auf dem Seil *k* und werden durch Reibung mitgenommen. Bei *p* gehen die Schlitten *S* über die Rollen *r*. Die Rollen *n* haben den Zweck, an den Endſtationen oder bei Weichen, wo die Wagen das Seil verlaſſen, ihren Uebergang auf Hängeſchienen zu vermitteln. Größte Neigung der Bahnlinie 1 : 7, Stützenabſtand meiſt kleiner als 60 m, nur ſelten 100 (150) m. Wagengewicht ~ 50 kg, Nutzlaſt bis etwa 150 kg. Fördergeſchwindigkeit rund 4 m/sec; Leiſtung etwa 15 t/St. Ueber Antriebsleiſtung, Zahl und Form der Kübel ſ. [36].

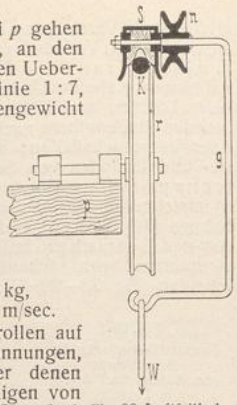


Fig. 36. Luftſeilbahn von Hodgſon.

β) Die Bauart von Roe. Ausgeführt von dem Ropeway Syndicate in London: Größte Neigung 1:2,5 (1:2), üblicher Stützenabſtand ~ 100 m, größte Spannweite bei Einſchnitten u. dergl. 200 (bis 600) m. Unterſtützung durch pendelnde Tragrollen [38]. Einzellaſten bis zu 600 kg;

bei Einzelnutzlaſten von . . .	100—150	200	350	500 kg,
Fördergeſchwindigkeiten rund .	4	3	1,5	1 m/sec.

Leiſtung bis 50 t/St. In den Endpunkten laufen die Wagen mit Laufrollen auf Hängebahnſchienen (Fig. 37 und 38). Ueber die Antriebe, Seilſpannungen, Unterſtützungen u. ſ. w. [38]; über amerikaniſche Seilbahnen, unter denen außer den Bauarten der bereits erwähnten Telpherage Co. diejenigen von Hallidie, Trenton, Brown und Lidgerwood die bekannteſten ſind, vgl. [39].

γ) Die Bauart von Gourjon. Beſonders verbreitet in Frankreich, woſelbſt eine der bedeutendſten Seilbahnfirmen das Haus A. Teſte, Moret & Co. in Lyon iſt. — Wagen mit dem Seil durch Muffen oder Stahlband (Fig. 39 und 40) feſt verbunden (in ſehr hügeligem Gelände; vgl. a. die Univerſalklemmvorrichtung von O. Neitſch in Halle [40]). Be- und Entladung von Hand während der Bewegung, daher Fördergeſchwindigkeit nur 0,8—1,1 m/sec und Einzelladung klein (~ 50 kg). Leiſtung bis zu 6 t/St. Abheben des Seiles durch Druckrollen verhindert.

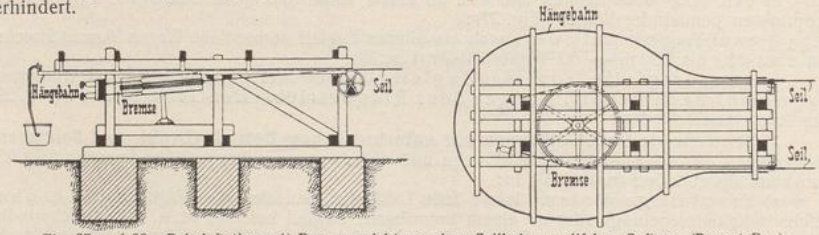
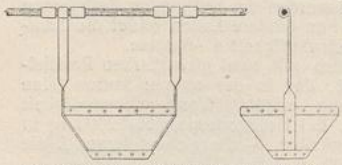


Fig. 37 und 38. Beladeſtation mit Bremsvorrichtung einer Seilbahn engliſchen Syſtems (Bauart Roe).

Ceretti & Tanfani in Mailand geben (nach Abt [1]) für Bahnen engliſcher Bauart bei Längen bis zu 4 km — (*L* bedeutet Kilometer in Zahlentafel 1) — bei einer größten Tagesfördermenge von 20 t bei geringen Steigungen folgende


Fig. 39 und 40. Luftſeilbahn nach Gourjon.

Zahlentafel 1:

Fördermenge in Tonnenſtunden	Erforderliche Pferdeſtärken für wagerechte Bahn	Koſten in ℳ
5	2,5 *L*	$L \times 5200 + 2000$
10	4,0 *L*	$L \times 6000 + 2800$
15	6,0 *L*	$L \times 6800 + 3600$
20	8,5 *L*	$L \times 7600 + 4400$

b) Deutſche Seilbahnbauarten. Allgemeines: Meiſt zwei feſte, gleichlaufende, in 1,5—3 m Entfernung voneinander gelagerte Laufbahnen (Fig. 29—31); die eine für den Hingang der beladenen, die andre für den Rückgang der leeren Wagen; ein bewegtes Zugſeil und die in regelmäßigen Abſtänden auf der freien Strecke folgenden Wagen, die in den Endſtationen während der Bewegung des Zugſeiles ein- und ausgekuppelt werden.

Laufbahnen: *α*) aus Rundeiſen, *β*) (beſſer) aus Drahtſeilen.

α) Rundeiſenlaufbahnen, nur bei geringen Leiſtungen und kleinen Wagenbelaſtungen zu empfehlen. Aus Rundeiſenſtangen von 25—35 mm Durchmeſſer bis zu Längen von 100 m zuſammengeſchweißt, die Teile durch Zwiſchenkupplungen verbunden. An dem einen Ende feſt verankert, an dem andern mit etwa einem Sechſtel der Zugfeſtigkeit geſpannt. Stützenentfernung 25—30 m.

β) Trag- oder Laufſeile, je nach der Größe der Stützenentfernung und der Förderlaſt, für die beladenen Wagen mit rund 20—40 mm Durchmeſſer, für die leeren mit etwa 15—30 mm Durchmeſſer. — Nach Felten & Guilleaume in Mülheim a. Rh. werden verwendet: 1. Spiralſeile (Fig. 41), 19- oder 37-drähtig aus Stahldraht beſter weicher Art mit 5500—6000 kg/qcm Bruchfeſtigkeit bezw. aus beſtem Patentgußſtahldraht bis zu 14 500 kg/qcm Bruchfeſtigkeit. 2. Patentverſchloſſene und halbverſchloſſene Drahtſeile (Fig. 42 und 43) [41] aus Stahldraht von 5500—6000 kg/qcm Bruchfeſtigkeit bezw. Gußſtahldraht von 9000—10 000 kg/qcm Bruchfeſtigkeit. 3. Hohle Simplexſeile (nicht gut) und ſolche mit Kern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Fig 44 und 45); f. a. Drahtfeile, Bd. 3, S. 37 ff. und [42]. — Lötſtellen dürfen in den Drähten nicht vorkommen; man ſtellt die Tragſeile in möglichſt großen Einzellängen (150—500 m) her und verbindet die einzelnen Stücke durch Zwiſchenkupplungen. Dieſe werden zweckmäßig ohne Verlöten aufgeſetzt, damit ſich in den Kupplungshülſen an den Seilen nicht Roſt bildet, der den Betrieb gefährdet. Bei der Bleichertſchen Ringkeilverbindung (Fig. 46—50) (D.R.P.



Fig. 41. Spiraltragſeil mit runden Drähten.



Fig. 42. Spiraltragſeil mit verſchloſſenen Drähten.

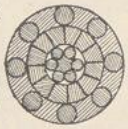


Fig. 43. Halbverſchloſſenes Seil.



Fig. 44. Simplexſeil, Bauart Ellingen (Pohlig).



Fig. 45. Simplexſeil mit Kern.

Nr. 41 588) wird bei Zwiſchenkupplungen jedes Seilende zunächſt mit einer koniſchen Stahlhülſe *H* und mit ringförmigen in das Seil eingetriebenen Eiſenkeilen verſehen; die Hülſen werden durch ein mittleres Schraubenſchloß (Muffe) *M* verbunden. Als Roſtſchutz der Seile wird Teer bezw. zugleich zur Verminderung der Widerſtände Seilſchmiere verwendet (Schmiervorrichtungen,

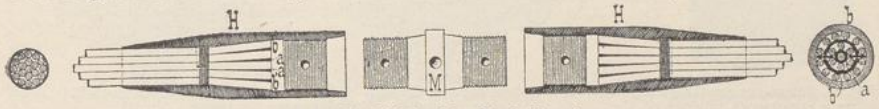


Fig. 46—50. Bleichertſche Ringkeilkupplung.

vielfach ſelbſttätig [ſ. unten]). — Die Laufſeile werden an dem einen Ende feſt verankert (Fig. 51) und am andern durch frei ſchwebende, an Ketten hängende und über Rollen auf die Seile einwirkende Gewichte ſtets gleichmäßig geſpannt (Fig. 52 und 53). End- und Spannkupplungen grundſätzlich ähnlich den Zwiſchenkupplungen. Außerdem bei größerer Bahnlänge (etwa von 1500—2000 m an) zum raſchen und ſicheren Ausgleichen der Spannungsunterſchiede auf der freien Bahnſtrecke ſelbſttätig wirkende Spannvorrichtungen. Statt der früher an den Knickſtellen gebrochener Bahnlinien erforderlichen Winkelſtationen [43] werden heute bei nicht ſehr langen Bahnen (unter 5 km) vielfach Kurvenſtationen angeordnet, die ohne Teilung des Zugſeilbetriebes ſelbſttätig von den Seilbahnwagen durchfahren werden (Halbmeſſer der Kurven etwa 25—40 m; fünf bis neun Ablenkungsſcheiben von etwa 1,5—2 m Durchmeſſer). — In ∼ ebenem Gelände werden ununterbrochene Drahtſeilbahnlängen bis zu 10 km ausgeführt. Zur Schmierung der Tragſeile wie auch der Zugſeile wird ein vollkommen ſäurefreies Mineralöl benutzt, das durch ſelbſttätig wirkende Schmiervorrichtungen den Seilen zu-

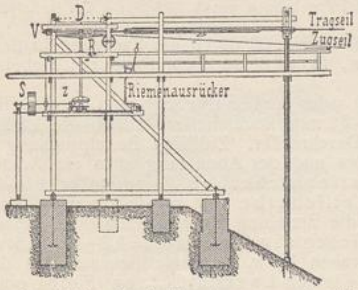
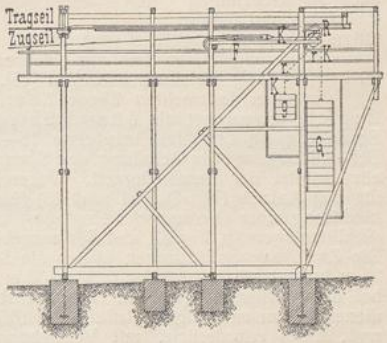


Fig. 51. Beiſpiel für die Verankerung von Tragſeilen. *V* Verankerung des Tragſeiles. *R* Antriebſcheibe mit *D* = ∼ 1,5—3,5 m Durchmeſſer. *S* Riemenſcheibe. *z* Zahnrädervorgelege.

geführt wird. Für die Tragſeilſchmierung wird für kürzere Strecken ein Apparat verwendet (Fig. 54) mit einem hochliegenden Oelbehälter mit Regulierhahn, aus dem das Oel tropfenweiſe auf das Seil gelangt, während ſich für größere Bahnlängen eine Vorrichtung (Fig. 55 und 56) empfiehlt mit einer vom Wagenlaufwerk betriebenen Oelpumpe und großem Oelgefäß, das genügend Oel für einmalige Schmierung des Tragſeiles auch der größten Bahnſtrecke enthält (während des Stillſtandes des Wagens keine Oelverſchwendung). Als Weichen, die den Uebergang der Wagen von einem auf das andre Laufſeil bezw nach den Belade- und Entladeſtellen meiſt auf Hängebahnen vermitteln, verwendet das Haus Bleichert in der ſenkrechten Ebene ſchwingende Klappweichen



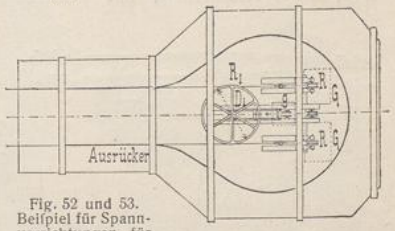


Fig. 52 und 53. Beiſpiel für Spannvorrichtungen für Trag- und Zugſeile. *G* Spanngewichte, *R* Rollen für die Tragſeile. *K* Ketten für *G* und *g*. *g* Spanngewicht, R_1 Scheibe für das Zugſeil (D_1 = 1,5—3 m Durchmeſſer). *F* Schlittenartige Führung für R_1. *r* Rollen für die Kette *K* von *g*.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und in der wagerechten Ebene ſchwingende Drehweichen. Die Klappzungen der erſteren ſind

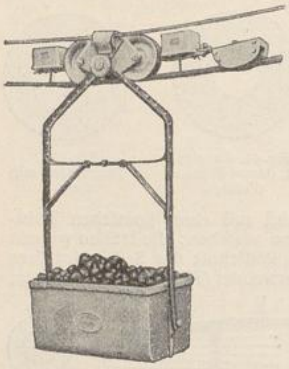
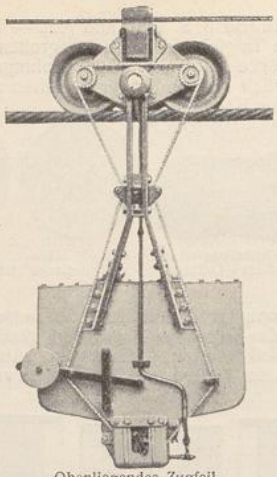
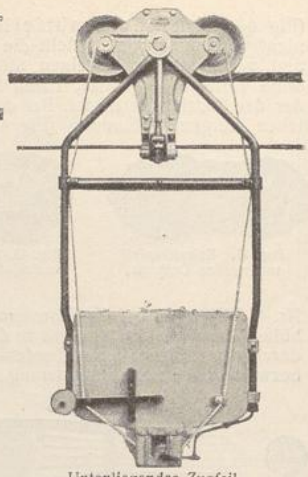


Fig. 54. Schmierwagen (Tragſeile) für kürzere Strecken (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Obenliegendes Zugſeil.



Untenliegendes Zugſeil.

Fig. 55 und 56. Schmierwagen für längere Strecken (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

ſtets geöffnet. Fährt der Wagen von dem Nebengleis auf das Hauptgleis, ſo ſchließt er die Zunge ſelbſttätig (Fig. 57); bei entgegengeſetztem Lauf wird ſie mittels eines Schnurzuges vom Arbeiter geſchloſſen (vgl. Fig. 58) und öffnet ſich wieder von ſelbſt. Die Klappweichen werden auch als Kreuzungen für Hand- und ſelbſttätige Bedienung ausgeführt (Fig. 59 und 60). Soll in Fig. 60 durch die Kreuzung in der dem Pfeile entgegengeſetzten Richtung gefahren werden, ſo wird der Schnurzug mit Hebel *LZH* fortgelaſſen [44]; Weichenſicherungen [45].

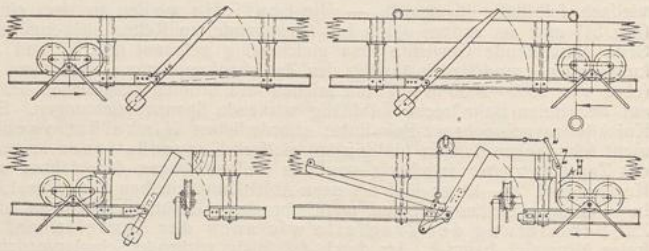


Fig. 57—60. Klappweichen für Hängebahnen von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

In einer ſenkrechten Ebene über (Fig. 55) oder unter (Fig. 56) dem Lauffeil iſt das Zugſeil angeordnet als dünndrähtiges (1—2,5 mm Durchmeſſer, 12000—18000 kg/qcm Bruchfeſtigkeit) Litzenſeil von etwa 15—23 mm Durchmeſſer. Zuläſſige Beanſpruchung unter Berückſichtigung der Belaſtung des Spanngewichtes und der Abnutzung etwa ein Achtel bis ein Zwölftel der Bruchfeſtigkeit. Wagerechte Stationsſcheiben (Durchmeſſer 1,5—3,5 m) für den Antrieb (Fig. 30, 51 und 83) (Antriebſeilſcheibe mit Hirnledereinlage zur Verhinderung einer Gleitung des Zugſeiles) und für die Erzielung einer gleichmäßigen Spannung (Schlittenlagerung, Fig. 52 und 53) ausgebildet. Geſchwindigkeit $v = 1{,}0—3{,}0$ (3,5) m/sec. Die Zwiſchenunterſtützungen bilden die Seilbahnwagen bezw. die Tragrollen auf den (bis zu 25 m hohen) hölzernen oder (bis zu 50 m hohen) eiſernen Lauffeilſtützen (Fig. 61 und 62); bei den erwähnten größeren Höhen Ausbildung von Türmen. — Bei leichtgebauten Bahnen dienen hierzu einfäulige Holzſtützen mit Kopfſtück, durch eiſerne Konſolen gehalten, mit Erdfuß und, wenn erforderlich, mit Verſtrebungen; bei größeren Leiſtungen doppelſäulige Holzunterſtützungen oder eiſerne Unterſtützungen in Pyramidenform auf gemauerten Fundamentſockeln. Unterſtützungen je nach dem Geländeprofil (Steigungen, Gegenſteigungen, Fluß- und Straßenübergänge u. ſ. w.) an paſſenden Orten aufgeſtellt (Beiſpiel: Fig. 63, vgl. a. Fig. 35), wenn möglich in ſolcher Höhe, daß der Verkehr unterhalb der Bahn freibleibt (Stützhöhe abhängig vom Seildurchhang [ſ. weiter unten]). Während zum Ueberſchreiten von Flüſſen und Tälern Spannweiten bis zu 1250 m vielfach unter Benutzung ſehr großer Stützhöhen ausgeführt ſind, betragen

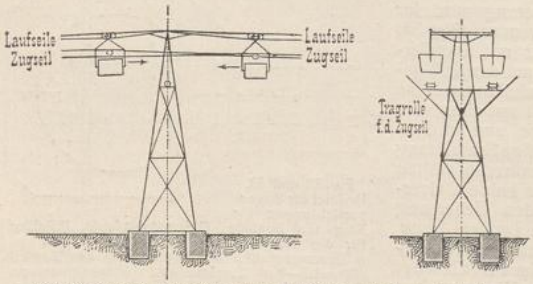


Fig. 61 und 62. Leitſtütze nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.

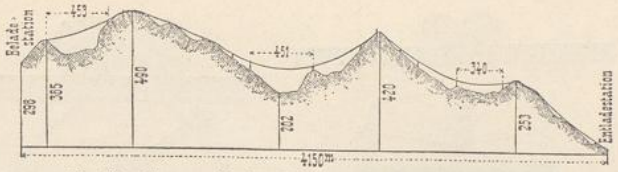


Fig. 63. Längenprofil einer Pohligschen Luftseilbahn in Südafrika.

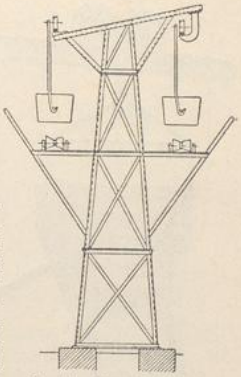


Fig. 64. Neue Seilbahnstütze von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

die gebräuchlichen Stützentfernungen 50—60 (30—90) m und die Stützenhöhen 7—8 (6—10) m. Schroffe Uebergänge sind zu vermeiden. Berechnung der Stützen für die senkrechte Belastung, für die wagerechten Spannungen der Seile (Reißen wohl zu berücksichtigen!), für Winddruck auf die festen wie auf die bewegten Teile der Bahn u. s. w. — Zur Auflagerung der Seile dienen gußeiserne, halbrund ausgekehlte Auflagerschuhe, in denen die Tragseile frei liegen. Durch die Ausbildung der Stützen nach Fig. 64 (D.R.P. Nr. 148010) wird es möglich, bei Anwendung eines unterhalb der Laufbahn liegenden Zugseiles Krümmungen ohne Lösung der Wagen vom Zugseil zu durchfahren [46]. — Straßen- und Eisenbahnübergänge sind durch Schutzdächer (Fig. 65) bezw. Netze zu sichern [47].

Den Seildurchhang (Fig. 66) an einem beliebigen Punkte C der Laufbahn zwischen zwei beliebigen Stützpunkten A und B bestimmt man annähernd wie folgt: Bezeichnen a die wagerechte Entfernung der Stützpunkte A und B in Metern, m und n die wagerechten Abstände des Punktes C von den beiden Stützpunkten A bezw. B in Metern,

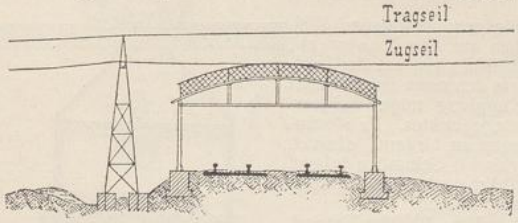


Fig. 65. Eiserne Schutzbrücke.

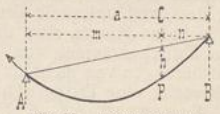


Fig. 66. Seildurchhang.

P das im Punkte C wirkende Gewicht, S die Seilspannung in Kilogramm, q das Eigengewicht des Seiles in Kilogramm/Meter, so ist der Seildurchhang h in Metern: $h = \frac{m \cdot n}{a} \cdot \frac{P}{S}$; in der Mitte ist $h = \frac{a}{4} \cdot \frac{P}{S}$. Bei unbelastetem Seile ist $P = 0{,}5 \cdot a \cdot q$ und $h = \frac{m \cdot n \cdot q}{2S}$; also in der Mitte



Fig. 67. Seilbahnwagen mit halbgeöffnetem Deckel, das Kippen darstellend (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

$h = \frac{a^2 \cdot q}{8S}$. Befinden sich ein oder mehrere Wagen zwischen den Stützen, so sei die hierdurch entstehende Belastung des Punktes C gleich P_1 in Kilogramm. Dann ist $P = 0{,}5 \cdot a \cdot q + P_1$ und $h = \frac{m \cdot n}{a} \cdot \frac{0{,}5\, a \cdot q + P_1}{S}$; also in der Mitte

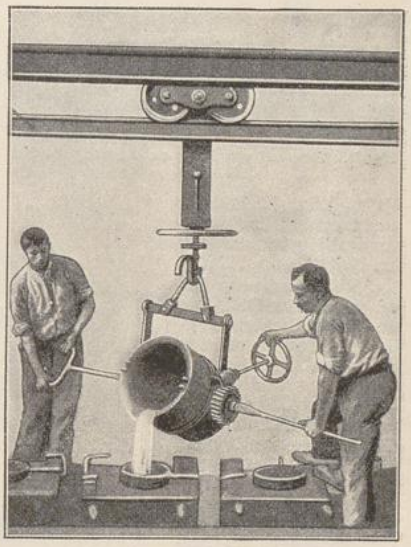


Fig. 68. Hängebahnwagen zum Gießpfannentransport (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

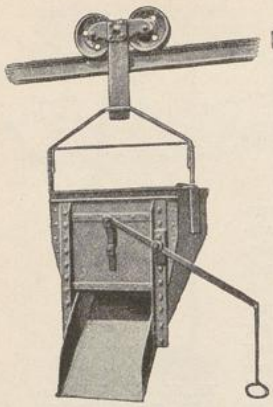


Fig. 69. Selbſtentlader (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).



Fig. 70. Seilbahnwagen zum Transport von Mehl in Säcken mit Feſtſtellvorrichtung auf dem Fußboden und mit Sicherung gegen Herausfallen der Säcke (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

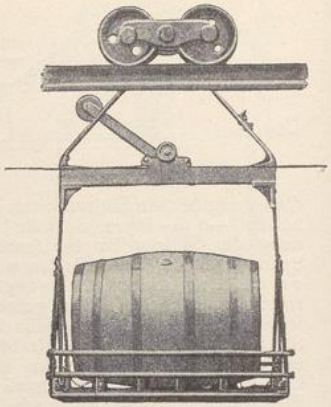


Fig. 71. Tonnenwagen (J. Pohlig, A.-G., in Cöln.)

$h = \frac{a}{4} \cdot \frac{0{,}5\,a\,q + P_1}{S}$. Hierbei iſt die Seilkurve als Parabel angenommen (für alle praktiſchen Fälle genügend genau) [48].

Die Seilbahnwagen beſtehen aus dem Laufwerk, das ſich mit zwei tiefgerillten (Gußſtahl-)Rädern auf der Laufbahn bewegt und mittels des Gehänges den unter der letzteren hängenden Wagenkaſten und die Kupplung trägt. Schwerpunkt ſtets weit unterhalb des Aufhängepunktes. Es iſt tunlich, in jeder Minute etwa drei Wagen zu fördern, die ſich alſo in Zwiſchenräumen von ~ 20 (bis 14) Sekunden folgen. Bei Förderungen von mehr als 800 t/10 Arbeitsſtunden empfiehlt es ſich meiſt, eine Doppelbahn auszuführen.

Wagenkaſten 1—8 hl Inhalt für 125—1000 kg Nutzlaſt, je nach der Leiſtung (ſ. Hängebahnen). Gewöhnlich rechnet man ſtündlich 40—100 Wagen; man kann jedoch bis 250 beladene Wagen ſtündlich fördern [49].

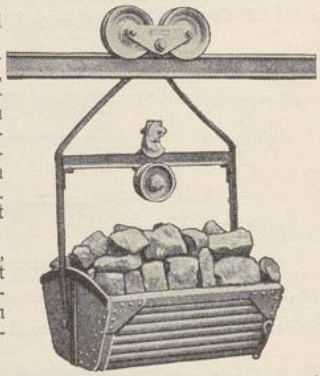


Fig. 72. Seilbahnwagen zum Transport von Bruchſteinen. Der Kaſten iſt wegen der ſtarken Abnutzung mit leicht auswechſelbaren Holzknüppeleinlagen verſehen (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

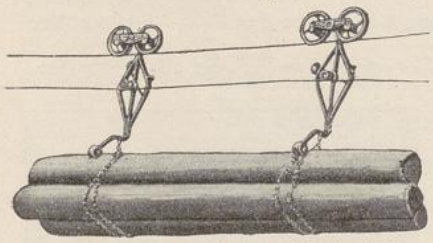


Fig. 73. Transport von Stämmen (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

Kaſten meiſt zum bequemen Kippen in der Schwerachſe aufgehängt (vgl. Fig. 34, 37, 54; ferner Fig. 77, 81, 87, 90—92 ſowie 67 und 68) oder als Selbſtentlader (ſ. d.) ausgebildet (Fig. 69); für Säcke, Ballen, Kiſten, Fäſſer, Scheit- und Langholz, Bretter, Schienen, Rüben, Formſteine (Fig. 89) u. ſ. w. beſonders geformte Wagen, z. B. nach Fig. 70—74. Einzelkaſten bis zu 1,5 t; hinſichtlich vierräderiger Laufwerke von Pohlig vgl. a. D.R.P. Nr. 196884 und 202703.

Kupplungen: Bei der neueſten für Ober- wie für Unterſeilbetrieb möglichen Bleichertſchen Bauart iſt die Kuppelvorrichtung „Automat“ (D.R.P. Nr. 95537, Fig. 75 und 76) unmittelbar mit dem Laufwerk verbunden (ſ. [50]). Das Gehänge G iſt mit dem Mittelbolzen M in dem Gleitkörper K gelagert, der ſich in den Gehäuſewangen des Laufwerkes ſenkrecht bewegen kann. In einen

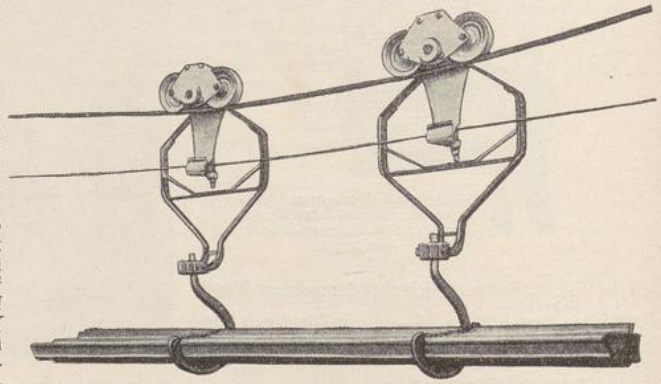


Fig. 74. Doppelſeilbahnwagen zur Beförderung von Eiſen in Stäben oder Schienen und ſonſtigen langen Gegenſtänden (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlitz der Druckſchraube *D* greift der im Gehäuſe bei *A* feſtgeſtützte Hebel *H*, der bei Abwärtsbewegung des Gleitkörpers *K* infolge des Eigengewichtes des frei hängenden Wagens mittels der Klemmbacke *B* das (in der Figur in hochgehobenem Zuſtande gezeichnete) Zugſeil gegen die feſte Backe B_1 einklemmt. Die Druckſchraube *D* dient gegebenenfalls auch zur Regelung der Klemmbackenweite, entſprechend dem Seildurchmeſſer. Indeſſen iſt eine beſondere Regelung bei einem um einige Millimeter wechſelnden Seildurchmeſſer nicht erforderlich, da ein ſolcher Unterſchied das ſichere Wirken der Kupplung ohne beſondere Nachhilfe nicht beeinträchtigen ſoll. Die auf der Achſe *M* ſitzenden Kuppelrollen *R* dienen mit den Leitſchienen *S* zum Aus- und Einkuppeln der Wagen. Zwecks Auskuppelns in einer Station läuft der Wagen mit ſeinen Laufrollen über eine Anſchlußzunge auf eine Hängebahnſchiene S_1 (Fig. 77) und mit den Kuppelrollen *R* auf zwei Leit- oder Kuppelſchienen *S*, die zu beiden Seiten von S_1 angebracht ſind und von *X* bis *Y* geringe Anſteigung haben, während S_1 wagerecht verläuft. Hierdurch wird, während das Laufwerk ſelbſt auf S_1 verbleibt, das Wagengehänge mit dem Gleitkörper *K* gehoben und die Klemme BB_1 geöffnet. In dieſer Stellung hebt ſich auf der Strecke *YZ* das etwas anſteigend geleitete Zugſeil aus den Klemmbacken heraus (Zuſtand Fig. 76) und gibt den Wagen frei. Von *Z* ab neigen ſich die Leitſchienen *S* wieder abwärts und das Gehänge mit Gleitkörper ſenkt ſich wieder, ſo daß der Wagen mit geſchloſſener Kupplung auf der Hängebahn zur Beladung oder Entladung weitergefahren werden kann, um ſpäter dem andern Tragſeile wieder zugeführt zu werden. Das Einkuppeln der Wagen erfolgt nach Fig. 78 in der Weiſe, daß der auf der Hängebahnſchiene in der Pfeilrichtung ankommende Wagen mit den Kuppelrollen *R* auf die zunächſt wagerecht verlaufenden Kuppelſchienen *S* aufläuft. Da ſich die Hängebahnſchiene von *U* bis *V* ſenkt, ſo ſenkt ſich auch das Laufwerk und öffnet hierdurch die Klemmbacken, während gleichzeitig das hier etwas abwärts geleitete Zugſeil ſich zwiſchen dieſe legt. Von *W* aus ſenken ſich die Kuppelſchienen *S* wieder, wodurch anderſeits das Gehänge *G* mit Gleitkörper *K* geſenkt und damit die Klemmbacken geſchloſſen werden, ſo daß der nunmehr eingekuppelte Wagen auf das Tragſeil gezogen wird. Beide Vorgänge ſpielen ſich ſelbſttätig und ohne Stoß ab, da auch hier infolge des Gefälles in *S* der Wagen vor dem Feſtklemmen eine mit dem Seillauf annähernd übereinſtimmende Geſchwindigkeit erhält.

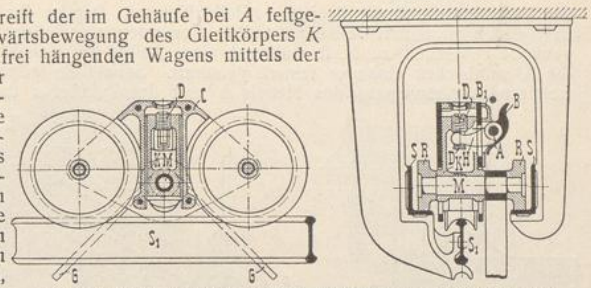


Fig. 75 und 76. Kuppelvorrichtung „Automat“ von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Das Laufwerk ſelbſt beſteht aus zwei durch das Zwiſchenſtück *C* (Fig. 75) miteinander verbundenen Wangen aus ſtarkem Gußſtahlblech, welche die beiden Laufzapfen mit den aus Tiegelgußſtahl beſtehenden Laufrollen tragen. Die Laufzapfen ſowie der den Gleitkörper *K* und das Gehänge *G* tragende Mittelzapfen *M* beſtehen aus Phosphorbronze und ſind hohl, im Umfang der Lauffläche mit Oeffnungen verſehen und als Behälter für Schmierung mit ſtarrem Fett ausgebildet. Auch können die beiden Laufzapfen, nachdem ſie ſich einſeitig abgenutzt haben, um 180° gedreht werden, um auf dieſer Seite die gleiche Zeit zu dienen. Die Kupplung „Automat“ geſtattet eine Fahrgeſchwindigkeit von 2,5 bis 3 m/sec mit vollſtändiger Sicherheit.

Den Hauptteil der Pohligſchen (Ottoſchen) Kupplung (Fig. 79 und 80) [51] bildet die Spindel *a* (Fig. 79), mit ſtark ſteigendem Rechtsgewinde *b* in der Klemmbacke *k* und feinem Linksgewinde *c* in der Gegenbacke *l*. Die Spindel iſt in dem Augenlager *n* des Wagengehänges drehbar und trägt am freien Ende den Anſchlaghebel *h* mit Gewichtrolle *t*. Wird dieſer Hebel durch Anſchlag der Rolle *i* von links nach rechts gedreht (in die Lage von Fig. 80), ſo wird

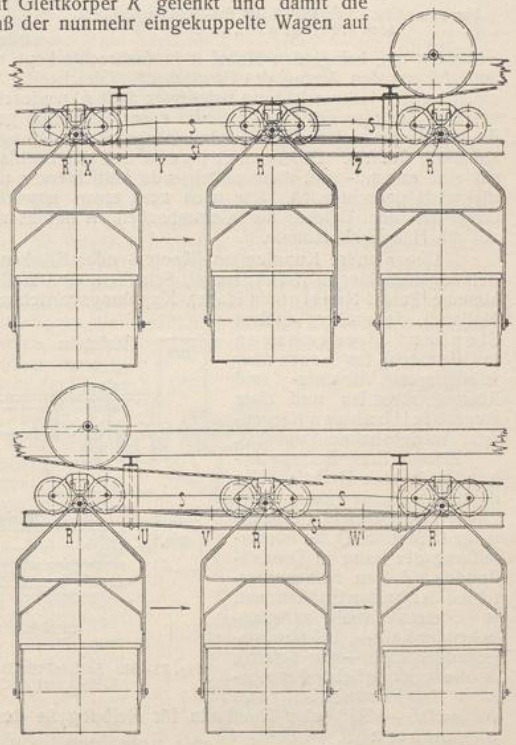


Fig. 77 und 78. Vorgänge beim Auskuppeln (f. oben) und Einkuppeln (f. unten) nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Zugfeil *z* durch die Backen *k l* feſtgeklemmt. Infolge der Steilheit des Rechtsgewindes *b*, das jedoch nur einen Teil eines vollen Gewindeganges bildet, gegenüber dem feinen Linksgewinde *c* werden zunächſt während eines Teiles der Hebeldrehung (bis zum Ablauf von *b*) die Klemmbacken einander ſchnell genähert. Sobald ſie jedoch das Seil berühren, wirkt bei weiterer Drehbewegung des Hebels *h* und der Spindel *a* das feinere Gewinde *c* allein auf Anzug, ſo daß die Klemmbacken nunmehr das Zugfeil langſam, aber um ſo feſter zwiſchen ſich preſſen. Das ſteile Gewinde *b* iſt ſo bemeſſen, daß eine Drehung des Hebels *h* um 120° (je 60° links und rechts von der Senkrechten) genügt, um die Backen für die Auskupplung ausreichend weit zu öffnen. Die Klemmbacken *l* und *k* ſind mit Bronzefuttern *p* verſehen und leicht auswechſelbar; ebenſo beſteht die Mutter *d* des Gewindes *c* aus Bronze. Die Gewinde erhalten Oel- oder Fettſchmierung durch die oben in den Klemmbackenkörpern angebrachten Schmierlöcher mit Buchſen. Der Hohlraum für das Gewinde *b* iſt gegen Staub rechts und links durch vorgeſchraubte Blechſcheiben und der ganze Klemmechanismus insbeſondere gegen Schnee und Regen durch eine gußeiſerne Klapphülle geſchützt.

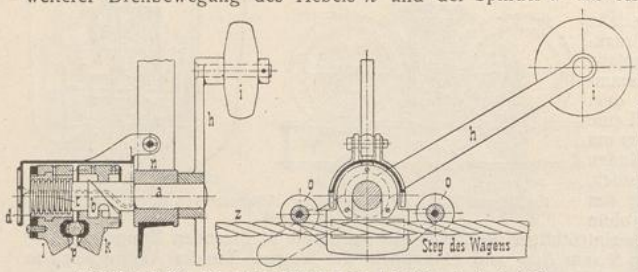


Fig. 79 und 80. Kuppelvorrichtung von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

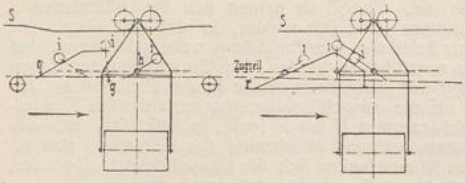


Fig. 81 und 82. Vorgänge beim Ein- und Auskuppeln nach J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

Eingekuppelt werden die Wagen in der Weiſe, daß der Arbeiter ſie in der Pfeilrichtung (Fig. 81) heranſchiebt. Indem der Wagen das Gefälle der Hängeſchiene *S* (rund 90 mm) hinunterläuft, ſetzt ſich die geöffnete Kupplung mit den Rollen *o* (Fig. 80) auf das Zugfeil, das ſich damit genau zwiſchen die Klemmfutter *p* legt. Beim Weiterſchieben des Wagens läuft die Gewichtsrolle *i* des nach rückwärts liegenden Hebels *h* auf die zuerſt anſteigende, dann wagerecht verlaufende Leitſchiene *q* auf, bringt den Hebel *h* in ſenkrechte Lage und ſchließt hierdurch die Klemmbacken zunächſt um den Anzug des Gewindes *b*. Gleichzeitig ſtößt der untere Teil des Hebels *h* gegen einen an der Leitvorrichtung befeſtigten Stift *g*, wodurch *h* in die Vorwärtslage fällt und infolge weiteren Anzuges des Feingewindes *c* der Seilſchluß geſichert wird. Das Einkuppeln geſchieht, da der Wagen auf der abfallenden Hängeſchiene *S* ungefähr die Geſchwindigkeit des Zugfeiles annimmt, ſtoßfrei. Das Auskuppeln auf der Endſtation erfolgt, indem die Gewichtsrolle *i* auf eine erſt auf- und dann abſteigende Leitſchiene *r* (Fig. 82) aufläuft und hierdurch der Hebel rückwärts gedreht wird. Das nach vorn etwas abwärts geleitete Zugfeil tritt hierdurch nach unten aus dem Bereich der Klemmbacken *l k* heraus und geſtattet die Abführung des Wagens auf die Hängebahnſchiene.

Ueber andre Kupplungen (Knoten- oder Klinkenkupplungen [Patent Otto], Muffen- und Reibungskupplungen [Bleichert], Scheiben- und Wellenbackenkupplungen [Pohlig], Zugfeilklemme [Patent Neitſch in Halle], Kupplungsvorrichtung „Ideal“ [von Ceretti & Tanfani in Mailand], Seilgreifer „Syſtem Stephan“ [Fredenhagen in Offenbach]) ſowie auch über ſelbſttätiges Vorwärts- und Rückwärtsbremſen und über Bremsſeilbahnen (Gegenſatz: Antriebsbahnen) vgl. [52].

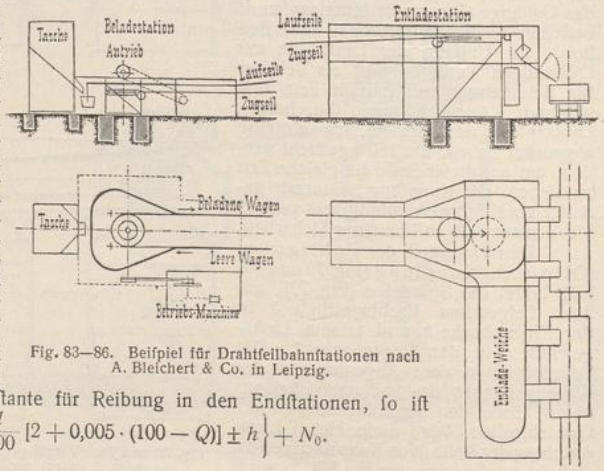


Fig. 83—86. Beiſpiel für Drahtſeilbahnſtationen nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Erforderliche Betriebskraft für eine Drahtſeilbahn deutſcher Bauart (nach Bleichert): Bezeichnet *l* die Bahnlänge in Metern, *Q* die Förderleiſtung der Bahn in Tonnenſtunden, *h* den Höhenunterſchied der beiden Endſtationen in Metern (bei aufwärtsgehender Laſt +, bei abwärtsgehender Laſt — zu ſetzen), *N* die erforderliche Betriebskraft in Pferdeſtärken und N_0 (= 0,5–5 PS.) eine Konſtante für Reibung in den Endſtationen, ſo iſt angenähert:

$$N = \frac{Q}{270}\left\{\frac{l}{100}\,[2 + 0{,}005 \cdot (100 - Q)] \pm h\right\} + N_0.$$

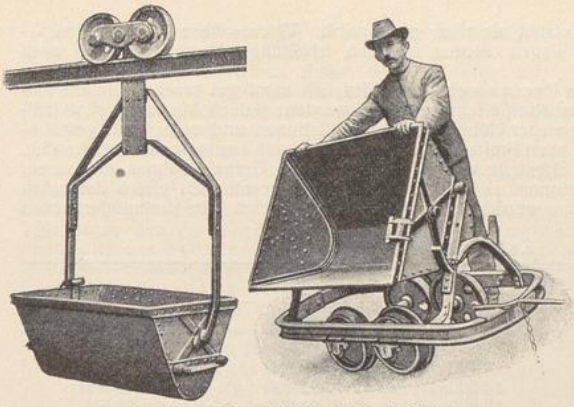


Fig. 87 und 88. (J. Pohlig, A.-G., in Cöln.)

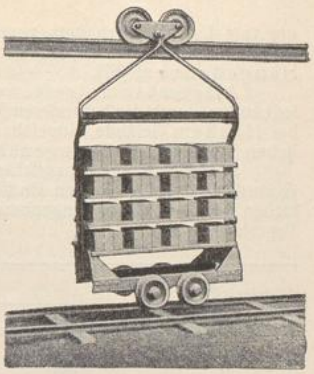


Fig. 89. Hängebahnwagen zum Ziegeltransport mit vier Etagen für 48 Steine. Das Untergeſtell iſt mit Rädern verſehen zum Fahren auf Schienengleiſen und vom Wagengehänge abnehmbar (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

Der Antrieb erfolgt von einer beliebigen Triebwerkwelle aus; Motoren: Menſchen, Pferde u. ſ. w., Waſſer-, Dampf-, Elektromotoren. Wird N negativ, ſo erhält man eine Bremsdrahtſeilbahn (ſ. oben) mit Bremsvorrichtung in der oberen Station zur Regelung der Zugſeilgeſchwindigkeit. Bei nur geringem Kraftüberſchuß iſt der Anſchluß an einen Motor vorzuziehen bezw. ratſam. Bei überſchläglicher Rechnung kann man ferner annehmen, daß bei gerader Strecke auf ebenem Boden und bei gleicher Höhenlage der beiden Endſtationen die erforderliche Betriebskraft rund 0,1 PS. für das Kilometer Bahnlänge für je 1 t ſtündlicher Leiſtung beträgt. Tafel 2 gibt nach Abt [1] die notwendige Betriebskraft für 1 km derartiger Bahnen; dabei bedeutet L die Länge der Bahn in Kilometern [53].

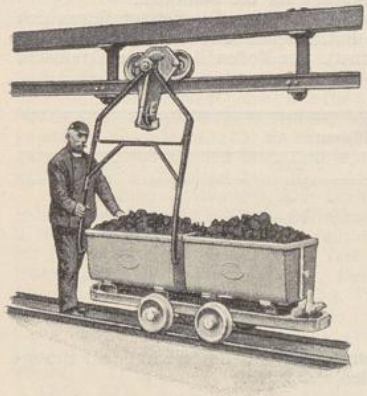


Fig. 90. (A. Bleichert & Co. in Leipzig.)

Zahlentafel 2.

Fördermenge in Tonnenſtunden	Erforderliche Pferdeſtärken für wagerechte Bahn	Erforderliche Pferdeſtärken für Steigung 1 : 3	Nötiges Gefälle, damit die Bahn ſelbſttätig ſei
10	$3L$	$15L$	1 : 9
20	$4L$	$30L$	1 : 15
40	$6L$	$60L$	1 : 22
60	$9L$	$90L$	1 : 23

Ueber genauere Berechnungen ſ. a. [54].

Ein Beiſpiel für Stationseinrichtungen geben die Fig. 83—86 je im Längsſchnitt und Grundriß. An die Tragſeile ſchließen ſich mittels Weichen (ſ. oben) in etwa 2 m Höhe über dem Boden Hängebahnſchienen an, die beliebig geführt (auch ſchwenkbar [Gruben] eingerichtet) werden können und ſehr kleine Bogen zulaſſen. Beſondere Weichenſtränge können beliebig mit ausrückbaren Zungen, Drehſchienen und Schiebebühnen [55] angeſchloſſen werden. Beladung der Wagen entweder aus beſonderen Füllrümpfen oder beliebig auf feſten oder tragbaren Beladeweichen. Bei Verbindung mit Schmalſpurgleiſen werden die Kaſten der Seilbahnwagen einzeln (Fig. 87—89) oder zu zweien (Fig. 90) auf Unterwagen geſetzt, oder die Wagen ſelbſt dienen als Seilbahngefäße (Fig. 91 und 92); Betrieb im letzteren Falle ſehr einfach [56], wenn auch

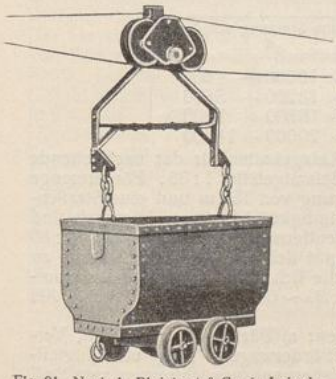


Fig. 91. Nach A. Bleichert & Co. in Leipzig. Fig. 91 und 92: Seilbahnwagen zum unmittelbaren Transport von Grubenhunden.

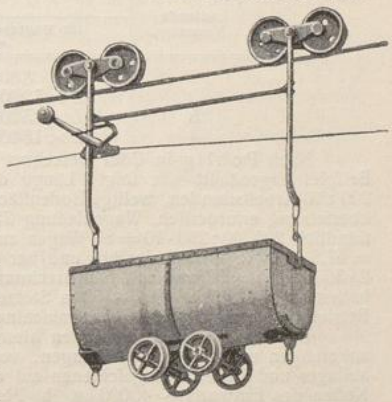


Fig. 92. Nach J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

die tote Laft im Verhältnis zur Nutzlaft ziemlich groß wird. Vgl. a. oben: Wagenkaften. — Zum Zählen bezw. Wiegen der Wagen dienen vielfach felbfttätige Vorrichtungen (f. auch Hängebahnen) [57].

Allgemein zutreffende Preisangaben laffen fich nicht gut machen, da die Anlagekoften durch die befonderen Verhältniffe fehr beeinflußt werden; jedoch können (vgl. a. [58]) bei flachem Gelände, ungefähr gleicher Höhenlage der Endftationen und unter fonft gewöhnlichen Verhältniffen die angenäherten Preife den Zahlentafeln 3 und 4 entnommen werden [59].

a) Koften der mechanifchen Eifenteile von Bleichertfchen Drahtfeilbahnen in flachem Gelände und bei einfachen Endftationen. Die Tagesleiftung kann gewöhnlich gleich der zehnfachen Stundenleiftung angenommen werden, die Jahresleiftung gleich der dreihundertfachen Tagesleiftung.

Zahlentafel 3.

Stundenleiftung in Tonnen	Bahnlänge in Metern			
	500	1000	2000	5000
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
5	8 800	12 300	19 100	39 600
10	9 500	13 500	21 400	44 500
20	10 800	15 600	24 900	52 500
40	12 100	18 300	30 500	65 000
60	13 900	21 000	36 000	76 500
80	15 200	23 500	40 500	88 500
100	17 000	26 000	45 000	101 000

Diefe Preife verftehen fich für Ausführungen innerhalb Deutfchlands in Mark für die vollftändigen Eifenteile, Drahtfeile, Wagen u. f. w. ab Leipzig-Gohlis, ohne Koften für Verpackung. Bei größeren Bahnlängen als 5 km kann der gleiche Kilometerpreis angenommen werden wie für 5 km. Ausgefchloffen find etwa erforderliche Betriebsmafchinen fowie die Gerüfte für die Stationen, Spannvorrichtungen und Zwifchenftützen nebft den zugehörigen Schrauben. Einbegriffen dagegen find Telephon- und Spezialbetriebswerkzeuge für die Stationen.

b) Tägliche Förderkoften von Bleichertfchen Drahtfeilbahnen. Die Beträge fetzen fich zufammen aus den Unterhaltungskoften, Schmieröl und Putzmaterial und den Koften für die Bedienungsmannfchaften (für deutfche Verhältniffe berechnet). Die Koften der Betriebskraft find nicht mit eingerechnet.

Zahlentafel 4.

Tagesleiftung in Tonnen	Bahnlänge in Metern			
	500	1000	2000	5000
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
50	8,50	10,—	13,—	22,—
100	9,—	11,—	14,—	28,—
200	12,50	15,—	18,50	34,—
400	16,—	19,—	24,—	43,—
600	19,50	23,50	30,—	53,—
800	23,50	28,—	36,—	63,—
1000	27,—	32,—	42,—	73,—

Nach Abt [1] gelten für die Koften ohne Betriebsmafchine und Beförderung mit Bezugnahme auf die gleichlautenden Nummern u. f. w. in Zahlentafel 2 [60]:

Zahlentafel 5.

Laufende Nummer	Koften	
	für wagerechte Bahn ℳ	für eine Steigung von 1:3 ℳ
1	$L \times 8800 + 2400$	$L \times 10000 + 4000$
2	$L \times 12000 + 3200$	$L \times 13200 + 5600$
3	$L \times 15200 + 4000$	$L \times 16800 + 7200$
4	$L \times 18400 + 4800$	$L \times 20000 + 11200$

Nach Pohlig in Cöln berechnet fich die Höhe der Anlagekoften für das nachftehende Beifpiel angenähert wie folgt: Länge der Bahn 3000 m, Gefamtgefälle 1:30, Fördermenge 200 t/10 Arbeitsftunden, wellige Bodenfläche, eine Flußüberfetzung von 150 m und eine Straßenüberfetzung erforderlich, Wagenladung 250 kg; Zugfeilgefchwindigkeit 1,5 m/sec. Hiernach find ftündlich $200000 : 250 \cdot 10 = 80$ Wagen zu fördern; die Wagenentfernung beträgt $1,5 \cdot 60 \cdot 60 : 80 = 67,5$ m. Die Anzahl der hin und her gehenden Wagen ergibt fich für die ganze Strecke zu $2 \cdot 3000 : 67,5 = 88$ und mit Hinzurechnung von ~ 6 Stück, die fich auf den Endftationen aufhalten, zu 94 Stück. Bei ~ 50 m Stützentfernung find $3000 : 50 \sim 60$ Pfeiler erforderlich. Als Betriebsmotor werde eine Dampfmafchine gewählt (~ 5 PS.).

Die Anlagekoften werden hiernach ungefähr betragen: a) Für Tragfeile, Zugfeil, Verankerungen und Spannvorrichtungen, vollftändigen Antrieb, Förderwagen, Trag- und Zugfeilauflager und Rollen, Hängefchienen auf den Stationen nebft Uebergangsvorrichtungen zum Seil, Koften des Entwurfs ~ 40000 ℳ. b) Für zwei Stationen in Holz, 60 Holzpfeiler, eine Schutzbrücke für die Straße, Mauerwerk, Anker und Schrauben, Dampfmafchine und Montage rund

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

20000 ℳ; d. h. Gesamtkosten für die betriebsfertige Anlage ~ 60000 ℳ. 1 km Mehr- oder Minderlänge würden diese Summe um ~ 14000 ℳ ändern.

Die Betriebskosten stellen sich wie folgt: für 4 Stationsarbeiter, 2 Wagenschieber, 1 Maschinisten und 1 Aufseher mit zusammen täglich 25 ℳ; für Kohlen, Schmiermaterial, Reparaturen, Geländepacht zusammen täglich 9 ℳ; d. h. in Summa 34 ℳ. Also kostet eine Tonne 34 : 200 = 0,17 ℳ oder 1 t/km 0,17 : 3 = 0,056 ℳ [61].

Nach neueren zuverlässigen Angaben über eine von A. Bleichert & Co. in Leipzig gelieferte Anlage belaufen sich die gesamten Transportkosten auf 0,5 ₰ für 1 hl oder bei 2 km Bahnlänge und 7 Stunden für die Tonne gerechnet auf 1,75 ₰ für 1 t/km; dabei beträgt die Förderung in 10 Stunden 1100—1200 Wagen mit 7,5 hl = 3/4 cbm = 550 kg Braunkohle. Vgl. a. [62]. Vgl. hierzu den Pohligschen Aufsatz „Seilbahn und Eisenbahn" [63] sowie über die Rentabilität der Großseilbahnen (von Direktor Ellingen) [64] (Aumetz—Kneuttingen bezw. Oettingen—Differdingen). Ueber Meer- bezw. Uferseilbahnen [65] und schwebende Seilbahnen für Personenbeförderung [26] vgl. a. Krane für Massentransport und [66], über Gichtseilbahnen s. Schrägaufzüge und [34].

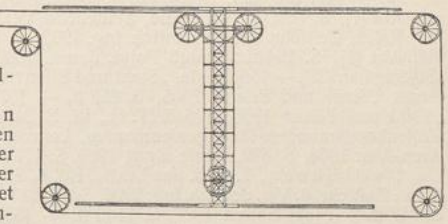


Fig. 93. Drahtseilbahnanlage für einen Stapelplatz mit Entladebrücke.

Zur Betätigung von Lagerplätzen (vgl. a. Haufenlager) sind mehrfach Anlagen nach Fig. 93 ausgeführt. Der Uebergang über eine Ablenkungsscheibe von 4 m Durchmesser mit $v \sim 0{,}8$ m/sec (Stephan und [67]) gestattet die Verwendung der Seilbahnen für Kohlen- und Erzstapelplätze u. s. w. mit Hilfe einer verschiebbaren Absturzbrücke (zuweilen zwei, wegen Reserve), wobei die Laufbahn aus Hängebahnschienen besteht (s. a. Hängebahnen und Krane für Massentransport). Vgl. ferner [68].

Geschichtliches: Der Bau der Seilbahnen ist älter, als meist angenommen wird; vgl. [69]. Die Chronik der Stadt Danzig erzählt unter Beifügung von Handzeichnungen, daß im Jahr 1644 der holländische Ingenieur Adam Wybe ein Seil vom Bischoffsberge über den Stadtgraben gespannt habe [70], um an demselben in kleinen Kübeln Erde zu befördern. Dieses System ist in Deutschland und Oesterreich besonders durch Bleichert, Otto, Obach und Pohlig sowie durch Koppel, Mackensen, die Benrather Maschinenfabrik (Album vom Jahr 1907, S. 542 ff.), Beck & Henkel in Cassel, Neitsch in Halle, Heckel in St. Johann, Menck & Hambrock in Altona, Carstens & Fabian in Magdeburg u. a. ausgebildet und so entwickelt, daß es wohl als eines der vornehmsten und zuverlässigsten Fördermittel für Massengüter angesehen werden muß und darum auch eine ganz außerordentliche Verbreitung im In- und Auslande gefunden hat.

Literatur: [1] Walloth, Die Drahtseilbahnen der Schweiz, Wiesbaden 1893; Strub, Bergbahnen der Schweiz bis 1900, Wiesbaden 1900; Abt, Handbuch der Ing.-Wiss., 5. Teil, Bd. 8, 2. Aufl., Leipzig 1907, S. 135 ff. (mit vielen besonderen Literaturangaben); Heusinger-Kalender für Eisenbahntechniker, geheefteter Teil, Wiesbaden 1900, S. 267 ff. — [2] Meyer, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 4. Teil, Berlin 1892, S. 74 und 113 ff. — [3] Fliegner, Bergbahnsysteme, S. 72. — [4] Walloth (s. [1]), Taf. 8. — [5] Strub (s. [1]), S. 15 und 62 ff., und Schmidt, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 1506 ff. (Heidelberg). — [6] Ebend., S. 1501 ff. (Heidelberg), bezw. Schwarz, Organ 1908, S. 407 ff. (Virglbahn). — [7] Strub (s. [1]), S. 5 und 9 bezw. 7 und 19. — [8] Derf., ebend., S. 36 ff. — [9] Derf., ebend., S. 4 und 67. — [10] Derf., ebend., S. 55. — [11] Derf., ebend., S. 12 ff. und 71 ff. — [12] Abt (s. [1]), S. 138 ff., sowie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 1833; 1905, S. 1135; ferner Glasers Annalen 1901, S. 198; 1902, S. 198; 1905, S. 160. — [13] Ebend. 1908, II, S. 30 ff. — [14] Meyer (s. [2]), S. 221 ff., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 676 ff. und 884 ff. — [15] Glasers Annalen 1902, I, S. 71; 1906, II, S. 21 ff., und Taf. 1; sowie Reclams Universum 1908, S. 326 (Kohlererbahn bei Bozen, erste Schwebebahn der Alpen). — [16] Meyer (s. [2]), S. 274 ff. — [17] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, III, S. 199 ff. [im folgenden abgekürzt: T. H.] (Uhland 1906, S. 2 ff.); Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 448 und 1419 ff. — [18] Buhle, T. H., III, S. 244 („Stahl und Eisen" 1906, S. 645). — [19] Abt (s. [1]), S. 207 ff.; ferner Banfen, Streckenförderung, Berlin 1908. — [20] Buhle, Massentransport, Stuttgart 1908, S. 70 ff. — [21] Abt (s. [1]), S. 147. — [22] Dolezalek, Art. Luftseilbahnen, 1. Aufl. des Lexik., Bd. 6, S. 234. — [23] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 90 (T. H., I, S. 19); Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1808 ff. — [24] Derf., Deutsche Bauztg. 1904, S. 527 (T. H., III, S. 5); ferner Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1719 ff., und „Stahl und Eisen" 1906, S. 469 ff., sowie Abt (s. [1]), S. 193 ff. — [25] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 310 (T. H., III, S. 238 und 278). — [26] Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1828; ebend. 1907, S. 1862; vgl. ferner Leipziger Illustr. Ztg. 1908, S. 524 (Wetterhorn). — [27] Buhle, Zeitschr. für Arch.- und Ingenieurwesen 1905, S. 406 ff. (T. H., III, S. 135 ff.). — [28] Kotzschmar, Gewerbefleiß 1903, II, S. 197 ff. — [29] Buhle, T. H., III, S. 4; Deutsche Bauztg. 1904, S. 523; ferner Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1769 ff. — [30] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 67; Derf., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 256 (T. H., I, S. 28). — [31] Derf., Zeitschr. für Arch.- und Ingenieurwesen 1905, S. 442 (T. H., III, S. 147). — [32] Derf., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1093 (T. H., I, S. 90 ff.), Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 258 ff. (T. H., II, S. 40 ff.). — [33] Derf., Deutsche Bauztg. 1904, S. 523 ff. (T. H., III, S. 4 ff.). — [34] Derf., Zeitschr. d. Bauverw. 1902, S. 270 (T. H., II, S. 44); Zeitschr. für Arch. und Ingenieurwesen 1905, S. 443 (T. H., III, S. 148); „Stahl und Eisen" 1906, S. 649

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(T. H., III, S. 247); „Glückauf" 1904, S. 883 ff.; „Stahl und Eisen" 1905, Tafel VII u. f. w. — [35] Abt [1] und Stephan, „Hütte", 19. Aufl., 2. Teil, S. 147 ff. bezw. Derf., Luftseilbahnen, Berlin 1907. — [36] Derf., Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 468 ff. — [37] Derf., „Hütte", 19. Aufl., 2. Teil, S. 684 ff.; Abt [1], S. 149 ff.; Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 158 ff. — [38] Derf., S. 165 ff.; Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 470 ff. und 502 ff. — [39] Engineering 1894, II, S. 341. — [40] Abt [1], S. 153. — [41] Pietrkowski, Die Fördertechnik 1907, S. 123 ff.; 1909, S. 5 ff.; Derf., „Glückauf" 1907, S. 1671 ff., sowie „Stahl und Eisen" 1908, S. 1695. — [42] Isaaksen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 652 ff., und Hrabak, „Die Drahtseile"; ferner Berg- und Hüttenmänn. Rundschau, Kattowitz 1907, S. 347 ff.: Seilberechnung für Luftseilbahnen. — [43] Stephan, Luftseilbahnen [35], S. 118 ff.; Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1094 (T. H., I, S. 90). — [44] Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1775 ff. — [45] Dieterich, ebend. 1904, S. 1771 ff. — [46] Buhle, „Stahl und Eisen" 1906, S. 649 (T. H., III, S. 245). — [47] Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 725 ff. — [48] Derf., ebend. 1904, S. 420 ff. und Abt [1], S. 160. — [49] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1094 (T. H., I, S. 90). — [50] Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1770 ff. — [51] Derf., ebend. 1902, S. 1527 ff. — [52] Abt [1], S. 164 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1908, S. 501 ff. — [53] Derf., ebend., S. 197. — [54] Stephan [35]. — [55] Buhle, „Stahl und Eisen" 1908. — [56] Schulte, „Glückauf" 1907, S. 875 ff.; ferner „Stahl und Eisen" 1905, S. 257 ff. — [57] Buhle, Massentransport, S. 85. — [58] Derf., „Stahl und Eisen" 1906, S. 648 (T. H., III, S. 247). — [59] Derf., Abschnitt VI in Osthoff-Scheck, Kostenberechnungen für Ingenieurbauten, Leipzig 1909; vgl. a. Derf., Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1908, S. 692, sowie Kraft 1909, S. 179 ff. — [60] Abt [1], S. 197. — [61] Dolezalek, Art. Luftseilbahnen, 1. Aufl. des Lexik., Bd. 6, S. 240. — [62] Schroedter, „Stahl und Eisen" 1905 bezw. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 34 ff. (T. H., III, S. 304 ff.). — [63] „Stahl und Eisen" 1905, S. 257 ff. — [64] Ebend. 1907, S. 1140 ff. — [65] Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1812 ff., besonders S. 1861 ff. — [66] Abt [1], S. 192. — [67] Buhle, T. H., III, S. 277. — [68] Derf., T. H., III, S. 277 ff., sowie Kesselhausseilbahn in Rummelsburg (von Bleichert), Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 1158 ff., sowie Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1909, S. 126 ff. — [69] Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, S. 246, 291 u. f. w.; Abt [1], S. 92 ff. und 154; Die Fördertechnik 1907, S. 123 ff.; Die Welt der Technik 1907, S. 223 ff.; Meyer, G., Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 4. Teil, Berlin 1892, S. 298 ff.; Zimmer [37], S. 158 ff.; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 184 ff.; Stephan, ebend., S. 420 ff.; Dieterich, „Glückauf" 1904, Nr. 30 und 31; Volk, Geräte und Maschinen zur bergmännischen Förderung, Leipzig 1901, S. 89 ff.; Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 4, Braunschweig 1874; v. Ducker, Seiltransportbahn, Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Ver. 1872; Frankenhauser, Drahtseilriese, Bern 1873; Mölle, Drahtseilriese, Leipzig 1877; Vojacek, Schwebende Draht- und Seilbahnen, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Bd. 5, Leipzig 1878, S. 544 ff.; ebend., S. 580 (ältere Literatur); v. Hauer, Die Fördermaschinen der Bergwerke, Leipzig 1885; Gros, Note sur les cables transporteurs aériens, Annales des ponts et chaussées 1887; Bonhomme, Etude sur les cables porteurs aériens, ebend. 1888; Anselmies, Schwebende Drahtseilbahn für Personenverkehr von L. Torres, Festschrift der Versammlung schweiz. Arch.- und Ing.-Ver. in Luzern 1893; Babu, Les plans inclinés aériens, Annales des mines, Paris 1894; Derf., Calcul des cables porteurs des plans inclinés, ebend. 1895; Bleichert, „Hütte", 18. Aufl., 2. Teil, S. 634 ff. — [70] Pohlig, Ueber Drahtseilbahnen, Glasers Annalen 1894, S. 179 ff.; Dieterich (Bleichert), Die Erfindung der Drahtseilbahnen, Leipzig 1908; Rupprecht, Rundschau für Technik und Wirtschaft 1908, S. 406 ff., und Buhle, „Stahl und Eisen" 1908, S. 1905. *M. Buhle.*

Seilberechnung, s. Aufzüge, Drahtseile, Drahtseiltriebe, Förderseile, Hanfseile, Hanfseiltriebe, Seilbahnen, Seilverspleißung.

Seilbohren, s. Tiefbohren.

Seilbremse (Rettungsbremse), s. Feuerschutz, Bd. 3, S. 786.

Seildurchhängung, s. Drahtseiltriebe, Kettenlinie, Seilbahnen.

Seilebenen (geneigte Ebenen, schiefe Ebenen) dienen bei Schiffahrtskanälen zur Ueberwindung von Höhenunterschieden der einzelnen Kanalhaltungen (s. Schiffshebewerke). *v. Schneller.*

Seileck, s. Seilpolygon.

Seilfabrikation [1]. Die zur Herstellung von Seilen und Kabeln verwendeten Rohstoffe sind entweder Drähte oder Faserstoffe (Hanf, Manilahanf, Jute, Aloefaser, Esparto, Baumwolle, Neuseeland-Flachs u. s. w.). Ueber die Herstellung der Drahtseile vgl. Drahtseile, Bd. 3, S. 40; über das Spinnen der Garne s. Spinnerei, Baumwoll-, Flachs-, Hanf-, Jutespinnerei u. s. w. [2].

Um Seile und Kabel herzustellen, wird das Garn erst zu Litzen oder Schäften oder Schenkeln zusammengedreht („Schlagen" der Litzen oder „Abschnüren"); aus diesen werden (durch das „Seilen") die Seile und aus den Seilen die Kabel oder Taue angefertigt. Die Drehung der Litzen oder Schäfte erfolgt fast ausnahmslos in der Richtung entgegengesetzt der des Garnes, damit Litzen und Garn sich gegenseitig am Aufdrehen verhindern; das Seil wird dann in der Richtung entgegengesetzt der der Litzen gedreht (geschlagen) u. s. w.

Kabel und Seile werden gewöhnlich in vier Klassen eingeteilt, welche im Handel unter den Namen trosweise geschlagene, kugelweise geschlagene, kabelweise geschlagene und flache Seile bekannt sind. Seile der ersten Klasse bestehen aus drei zusammengedrehten Schäften; die der zweiten Klasse aus vier zusammengedrehten Schäften; kabelweise geschlagene Seile sind

aus drei troßweiſe geſchlagenen Seilen zuſammengeſetzt, und flache Seile (im Bergbau verwendet) werden hergeſtellt, indem man mehrere Seile nebeneinander legt und ſie durch ſchräge Stiche (mittels Schnüren, Meſſingdraht) oder durch Niete verbindet; hierzu dienende Maſchinen vgl. [3]. — Die ein flaches Band bildenden Seile werden abwechſelnd nach rechts und links gedreht, da andernfalls das Seil ſtets ſich ſelbſt drehen würde. Kugelweiſe geſchlagene Seile haben ſtets ein Kernſtück (Herz, Seele) in der Mitte der Litzen. Die Stärke der Seile pflegt man durch Meſſung ihres Umfanges anzugeben.

Die Seilfäden werden heute noch vielfach auf der Seiler- oder Reepbahn, die bis zu 1 km lang iſt, mittels eines Austreibewagens (Ausziehwagens, Läufers, Hinterrades) zu Litzen oder Schenkeln vereinigt, wobei der Wagen durch ein Pferd oder durch ein die ganze Seilbahn entlang laufendes Antriebsſeil, wohl auch durch einen auf dem Wagen ſelbſt befeſtigten Elektromotor in Bewegung geſetzt wird. Der Wagen hat ſo viel Dreheiſen (Drehſpindeln mit Haken), als gegebenenfalls gleichzeitig Litzen nebeneinander (1, 3, 6, 12) hergeſtellt werden ſollen. An dieſen Haken wird je das eine Ende der Litze befeſtigt; ſie erhalten unter Zuhilfenahme von Wechſelrädern die beſtimmte Anzahl Drehungen, während der Wagen ſelbſt auf Schienen die Bahn entlang fährt und dadurch die zu vereinigenden Fäden von den auf feſtſtehenden Rahmen gelagerten Fadenſpulen abzieht. Die Spulengeſtelle enthalten mitunter bis über 300 Spulen. Der Drehſinn der Haken kann erforderlichenfalls durch Kehrgetriebe geändert werden. Zur gleichmäßigen Anordnung gehen die Fäden zunächſt durch eine aus rechtwinklig ſich kreuzenden Stäben gebildete Regiſterplatte, hierauf läuft jede zu einer Litze zu vereinigende Gruppe von Fäden durch eine Kranzplatte, welche die Fäden in konzentriſche Ringſchichten ſo ordnet, daß ſie in runder Form durch eine nach Art eines Ziehloches geſtaltete Röhre wandert. Bei geteerten Fäden werden dieſe Röhren behufs Erweichens des Teeres durch Dampf von außen geheizt.

Zur Vereinigung der Litzen zu Seilen iſt außer dem vorbeſchriebenen Läufer oder Hinterrad noch ein ſogenanntes Vorderrad, feſtſtehendes Seilgeſchirr, oder eine Vorſpinnmaſchine vorhanden, welche gleichfalls mit Wechſelrädern und Kehrgetrieben ausgerüſtet iſt. Um nun z. B. aus drei Litzen ein Seil zu bilden, werden ihre Enden nahe an der „Vorſpinnmaſchine“ abgeſchnitten und an drei Haken dieſer Maſchine befeſtigt, welche den Haken des „Läufers“ entſprechen; zunächſt werden letztere in Drehung verſetzt, um den Litzen die genau notwendige Drehung zu geben. Hierauf werden die andern Enden der drei Litzen von den drei Haken des Läufers losgemacht und an einen Haken desſelben, gewöhnlich den mittleren, befeſtigt; dieſer Haken wird alsdann in der Richtung, entgegengeſetzt derjenigen, in der die Litzen gedreht ſind, bewegt. Bevor jedoch dieſes Rückdrehen ausgeführt wird, ſetzt man die „Kappe“ (Lehre) zwiſchen die drei Litzen ein. Dieſe beſteht aus einem kegelförmigen Stück Holz mit drei der Länge nach laufenden Rillen. Der Zweck der Kappe iſt, die drei Litzen unter gleichen Winkeln und in gleichen Entfernungen zum Seil zuſammenlaufen zu laſſen. Die Umdrehung des mittleren oder Schlaghakens dreht das ſich bildende Seil um ſich ſelbſt, während die drei Vorſpinnhaken, an welchen die andern Enden der Litzen befeſtigt ſind, ihre Drehung fortſetzen, um die Litzen um gerade ſo viel wieder zu drehen, als ſie durch ihre Drehung um ſich ſelbſt in der entgegengeſetzten Richtung durch den Umlauf des Schlaghakens des Läufers aufgedreht werden. In dem Maße, wie ſich das Seil durch das Verſeilen bildet, wird die Kappe, die gewöhnlich auf einem Wagen vor dem Läufer befeſtigt iſt, ſich auf das feſtſtehende Seilgeſchirr zu der Seilerſtätte entlang bewegen. Während dieſes Verſeilens wird der ſtark gebremſte Läufer der Seilverkürzung entſprechend auf die Vorſpinnmaſchine zugezogen. Bis zu zwölf Litzen können gleichzeitig der Seilerſtätte entlang gezogen und dann zu Seilen geſchlagen werden. Dieſe Maſchinen können zur Herſtellung von Seilen bis zu 630 mm Umfang verwendet werden. Die Vorſpinnmaſchinen werden zweckmäßigerweiſe mit zwei Läufern, einem ſchweren und einem leichten, verſehen, die gegeneinander auswechſelbar ſind. An Stelle dieſer vorſtehend beſchriebenen Einrichtung ſind zurzeit dort, wo man große Maſſen von Seilen weniger wechſelnder Stärken herzuſtellen hat, Maſchinen getreten, die auf kleinem Raum kontinuierlich zuſammendrehen und aufwickeln. Dieſe Maſchinen ſind entweder kombinierte Maſchinen, welche gleichzeitig und in einem Arbeitsgange die Garne zu Litzen und die Litzen zu Seilen ſchlagen, oder es ſind getrennte Litz- (Schnür-, Austreibmaſchinen, formers) und Zuricht (Seilſchlag-) maſchinen, layers.

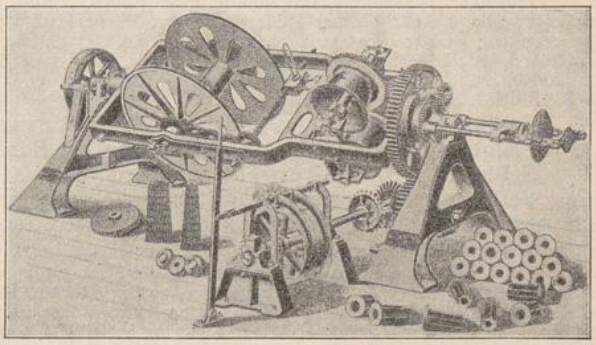


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Austreibmaſchine für ſtarke Seillitzen; bei ihr werden die zu verſchnürenden Fäden von rechts befindlichen gebremſten Spulen durch vorgeſchaltete Regiſterplatten gezogen, während die fertige Litze auf die links erſichtliche große Spule aufgewunden wird. Fig. 2 gibt eine ſenkrechte Seilſchlagmaſchine (Karuſſellmaſchine) wieder, deren Wirkungsweiſe zur Genüge aus der Figur erkannt werden kann. Zur Herſtellung von größeren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

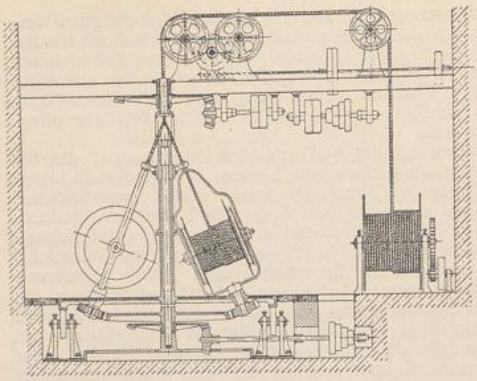


Fig. 2.

Seilen ſind getrennte Litz- und Seilſchlagmaſchinen wohl immer den kombinierten Litz- und Schlagmaſchinen vorzuziehen. Die kombinierte Maſchine, welche z. B. aus drei Litz- und einem Zurichtteile beſteht, iſt immer zuſammengeſetzter und deshalb weniger überſichtlich und in der Regelung, Wartung und Bedienung ſchwieriger; zudem muß die kombinierte Maſchine mit einer geringeren Geſchwindigkeit arbeiten als die gewöhnliche Zurichtmaſchine, ſo daß die Leiſtungsfähigkeit eine geringere iſt, was auch ſchon dadurch bedingt wird, daß beim Auswechſeln einer jeden leeren Spule die ganze Maſchine angehalten werden muß und ſomit große Zeitverluſte entſtehen. — Austreib- (Litz-) und Seilſchlag(Zuricht-)maſchinen erfordern wenig Aufſtellungsraum und geringe Betriebskraft und haben den Vorteil der großen Leiſtungsfähigkeit, da ſie nahezu unausgeſetzt arbeiten können. Die Nachteile beſtehen nur in den höheren Koſten für ihre Beſchaffung, da zur Herſtellung aller Seilgrößen viele vollſtändige Maſchinenſätze nötig ſind.

Die Herſtellung der Seile mit Vorder- und Hinterrad (Vorſpinnmaſchine und Läufer) auf der Seilerbahn erfordert geringere Maſchinenanſchaffungskoſten, nur die einfacheren Maſchinen ſind für die verſchiedenſten Seilgrößen und Arten geeignet; ihre Nachteile ſind größere Betriebskraft, teurere Arbeitslöhne und eventuell koſtſpieligere Gebäude.

Außer durch Zuſammendrehen (Zuſammenſchlagen) vereinigt man die Litzen auch noch durch Flechten zum fertigen Seil (Quadrat- und ſogenannte Dreikantſeile, vgl. Hanfſeile, Bd. 4, S. 773). Die Quadratſeile werden dabei auf zweiläufigen, mit acht Klöppeln arbeitenden zweiflechtigen Maſchinen hergeſtellt. Die in zwei Gruppen zu je vier geteilten acht Litzen kreuzen ſich unter einem gemeinſamen Flechtpunkt derart, daß jede Litze mit ihrem Klöppel eine geſchloſſene Bahn durchläuft. — Der trapezförmige Querſchnitt der ſogenannten Dreikantſeile wird durch die Wahl ungleichgroßer Flügelräder erreicht, dergeſtalt, daß bei zehn Klöppeln zwei Flügelräder je ſechs und die beiden andern je vier Flügel erhalten.

Die geflochtenen ſowohl wie auch die geſchlagenen Transmiſſionsſeile müſſen noch gereckt werden, damit ſie ſich während des Betriebes möglichſt wenig dehnen. Das Recken geſchieht auf der Seilbahn, indem man das fertige Seil durch Zurücklaufenlaſſen der Seilſchlagmaſchine anſpannt und unter Spannung erhält. — In neuerer Zeit erwärmt man auch das zuſammengeſchlagene Seil in einer mit Dampf geheizten Kammer und läßt es dann über zwei Trommeln laufen, von denen die zweite eine etwas größere Umfangsgeſchwindigkeit beſitzt wie die erſte. Von der zweiten Trommel aus wird das Seil unter Spannung auf den zum Verſand dienenden Holzhaſpel aufgewickelt.

Die Schiffstaue ſind mit wenigen Ausnahmen geteert, und zwar wird entweder das Teeren mit der fertigen Ware vorgenommen oder es wird ſchon geteertes Garn verarbeitet.

Literatur: [1] Denhöfer, Das illuſtrierte Seilerbuch, 2. Aufl., Leipzig 1869; Rohrbach, Das Seilergewerbe, 4. Aufl., Weimar 1886; Reutlinger, Taſchenbuch für Seiler, Offenbach; Deutſche Seilerzeitung, Berlin; Dinglers Polyt. Journ. 1861, Bd. 160, S. 160; 1862, Bd. 166, S. 321; 1866, Bd. 181, S. 192; 1869, Bd. 193, S. 274; 1878, Bd. 229, S. 11; 1888, Bd. 267, S. 302; 1894, Bd. 291, S. 58, Bd. 292, S. 174; 1907, Bd. 322, S. 565. — [2] Ebend. 1907, Bd. 322, S. 565. — [3] Ebend. 1888, Bd. 267, S. 493.

E. Müller, Dresden.

Seilfahrung, ſ. Fahren und Schachtförderung.

Seilgerüſt (Hängegerüſt), ſ. Baugerüſt, Bd. 1, S. 576.

Seilkorb, ſ. Bremsbergförderung, Schachtförderung.

Seilkurve, in der graphiſchen Statik die Kurve, in welche ein Seilpolygon für parallele Kräfte (ſ. Parallelkräfte) übergeht, wenn die Belaſtung nicht aus Einzelkräften beſteht, ſondern ſtetig verteilt iſt.

Um für eine gegebene verteilte Belaſtung die Seilkurve zu erhalten, teilt man (Fig. 1) die Belaſtungsfläche $ABB'A'$ in eine beliebige Anzahl lotrechter Streifen, betrachtet die Inhalte dieſer Flächenteile als Kräfte, die in den entſprechenden Schwerpunkten angreifen, und trägt ſie in einem beſtimmten Maßſtab als lotrechte Kräfte auf (Fig. 1, links). Bei der Beſtimmung der Schwerpunkte darf man die Flächenteile gewöhnlich als Trapeze anſehen (vgl. Schwerpunktsbeſtimmung). Nun zeichnet man das Seileck $A_1 B_1$ genau ſo, als ob es ſich um Einzelkräfte handelte; dann ſind die Seilſeiten die Tangenten an die geſuchte Seilkurve, und zwar liegen die Berührungspunkte dieſer Tangenten lotrecht unter den Trennungslinien der Flächenteile. — Die Richtigkeit dieſes Verfahrens ergibt ſich aus dem Satze, daß bei einem Seilecke die Mittelkraft einer Anzahl aufeinander folgender Kräfte durch den Schnittpunkt der einſchließenden Seilſeiten geht (vgl. a. Seilpolygon). Denn hier ſpielen die Tangenten der Seilkurve die Rolle der einſchließenden Seilſeiten; je zwei aufeinander folgende Tangenten müſſen ſich daher lotrecht unter dem Schwerpunkte des eingeſchloſſenen Belaſtungsteils ſchneiden. — Der Zuſammenhang der Seilkurve $A_1 B_1$ mit der Belaſtungsfläche AB läßt ſich in der Sprache der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

höheren Mathematik wie folgt ausdrücken: Es seien (Fig. 2) U_1 der tiefste und C_1 ein beliebiger Punkt der Seilkurve, x und y seien deren Koordinaten. Dann wird nach der Theorie des Seilpolygons für parallele Kräfte (vgl. Parallelkräfte, Bd. 7, S. 31) die Größe P der zwischen U und C wirkenden Belastung gefunden, wenn man durch den Pol O des Kraftecks zwei Strahlen

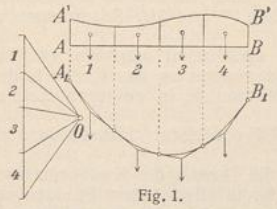


Fig. 1.

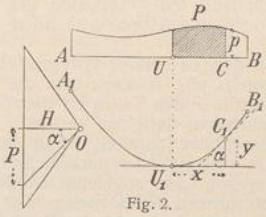


Fig. 2.

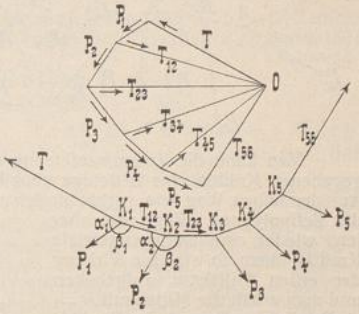


Fig. 3.

zieht, die zu den Tangenten in U_1 und C_1 parallel laufen. Daraus folgt tang $\alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{P}{H}$. Durch Differenzieren ergibt sich $\frac{d^2y}{dx} = \frac{dP}{H}$ oder, wenn man dP durch $p \cdot dx$ ersetzt, $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{p}{H}$. — Nimmt man beispielsweise p konstant an, so findet man durch zweimalige Integration $y = c + c_1 x + \frac{p x^2}{2H}$, d. h. die Seilkurve für gleichförmig verteilte Belastung ist eine Parabel mit lotrechter Achse. — Verlangt man, daß die Drucklinie (s. d.) eines oben wagrecht abgeglichenen Gewölbes mit der Gewölblinie zusammenfalle (Fig. 3), so setzt man $p = \gamma y$ und findet hieraus $y = \frac{c}{2}(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})$, worin $\alpha = \sqrt{\gamma : H}$ (Kettenlinie).

Literatur s. Graphische Statik. *Mörsch.*

Seilpolygon oder Kettenpolygon ist die Gleichgewichtsfigur eines vollkommen biegsamen, undehnbaren Fadens oder Seiles, das an bestimmten Punkten, $K_1, K_2, K_3, \ldots K_n$ (s. Fig. 1), von Kräften $P_1, P_2, P_3, \ldots P_n$ ergriffen ist. Die Punkte K heißen die Knoten. Das Polygon $K_1 K_2 K_3 \ldots$ kann eben oder windschief sein. Die Seiten desselben sind gespannt, und wenn eine solche durchschnitten wird, so sind zwei entgegengesetzt gleiche Kräfte erforderlich, um das gestörte Gleichgewicht herzustellen. Diese Kräfte heißen die Spannungen, und durch Einführung derselben kann das Gleichgewicht an jedem einzelnen Knoten untersucht werden, wie an einem freien Punkte, an dem die Kraft P und die Spannungen nach den beiden benachbarten Knoten hin angreifen. Die Endpunkte des Polygons sind entweder fest, oder ihre Festigkeit wird durch zwei Kräfte, die Endspannungen, vertreten. Ist das Seilpolygon geschlossen, so sind die Endkräfte die entgegengesetzt gleichen Spannungen der Schlußseite desselben.



Die gleichen Spannungen längs der Seite $K_1 K_2$ seien T_{12} und T_{21}, die der Seite $K_2 K_3$ gleich T_{23} und T_{32} u. s. w., die Endspannungen T und T_n, die Winkel, welche die Kräfte P mit den vorhergehenden und folgenden Seitenrichtungen bilden, seien α und β und γ die Polygonwinkel selbst. Dann gelten für das Gleichgewicht an den einzelnen Knoten die Doppelproportionen:

$$T : \sin\beta_1 = T_{12} : \sin\alpha_1 = P_1 : \sin\gamma_1$$
$$T_{21} : \sin\beta_2 = T_{22} : \sin\alpha_2 = P_2 : \sin\gamma_2$$
$$T_{32} : \sin\beta_3 = T_{34} : \sin\alpha_3 = P_3 : \sin\gamma_3$$
$$\vdots$$
$$T_{n,n-1} : \sin\beta_n = T_n : \sin\alpha_n = P_n : \sin\gamma_n.$$

Aus ihnen erhält man, indem man sie gruppenweise miteinander multipliziert, die Verhältnisse der Spannungen unter sich und zu den Kräften P. Ist das Polygon geschlossen, so tritt hinzu noch die Gleichung für die Winkelsumme des Polygons. Hieraus zieht man leicht folgende Schlüsse:

1. Sind die Kräfte P und die Endspannung T nach Größe und Richtung sowie die Seitenlängen des Polygons gegeben, so kann die Gleichgewichtsfigur desselben durch Konstruktion gefunden werden. Denn trägt man T und P_1 am Knoten K_1 an, so wird T_{12} der Diagonalen des Parallelogramms aus diesen beiden Kräften entgegengesetzt gleich. Dadurch ist die Richtung der Seite $K_1 K_2$ und damit die Lage des Knotens K_2 bestimmt und zugleich ergibt sich $T_{12} = T_{21}$ als die geometrische Summe $[T] + [P_1]$. Trägt man hierauf T_{21} und P_2 an K_2 nach Größe und Richtung auf, so folgt ebenso $T_{23} = T_{32} = [T_{21}] + [P_2]$ u. s. f., so daß ein Polygon aus $T, P_1, P_2, P_3, \ldots$ von irgend einem Punkte O aus konstruiert, die Seitenrichtungen und die Spannungen durch seine Diagonalen liefert und die Schlußlinie die Endspannung T_n gibt.

2. Halbieren die Richtungen der Kräfte P die Polygonwinkel γ, so werden die Kräfteparallelogramme an den Knoten Rhomben, die Spannungen alle gleich und gleich den Endspannungen. Man erhält dann $P_1 : \cos\frac{1}{2}\gamma_1 = P_2 : \cos\frac{1}{2}\gamma_1 = \ldots = P_n : \cos\frac{1}{2}\gamma_n$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Da das Gleichgewicht fortbeſtehen muß, wenn das ganze Syſtem unveränderlich wird, ſo müſſen die Kräfte P und die Endſpannungen T, T_n den Gleichgewichtsbedingungen des unveränderlichen Syſtems genügen. Daher muß für jeden Punkt des Raumes die Reſultante und das Moment der Kräftereduktion Null ſein. Dasſelbe gilt für jeden beliebigen abgetrennten Teil der Figur bezüglich der längs desſelben wirkenden Kräfte P und der Spannungen an den Enden.

4. Schneiden ſich die Richtungen zweier Polygonſeiten und trennt man den zwiſchen ihnen enthaltenen Teil des Polygons ab, ſo kann man die Spannungen an den Enden finden, indem man die Reſultante der Kräfte P des Teiles an dem Schnittpunkte, in entgegengeſetztem Sinne genommen, nach den Richtungen derſelben zerlegt.

5. Sind die Kräfte P einer Ebene parallel, ſo iſt das Polygon eben. Insbeſondere tritt dies ein, wenn die Kräfte P alle untereinander parallel ſind.

An die Lehre vom Seilpolygon kann angelehnt werden die Theorie der Kettenlinien (ſ. d.), welche die Gleichgewichtsformen eines Fadens ſind, der in allen ſeinen Punkten von Kräften ergriffen wird. An die Grundgedanken dieſer Lehre lehnen ſich an die Behandlung der Stabverbindungen, welche die Theorie des Fachwerks rechnend und konſtruktiv ausführlich behandelt. Vgl. a. Graphiſche Statik, Bd. 4, S. 613.

Literatur: Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1893, Bd. 1, S. 165—180; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 2, S. 78—87. Ferner die in den techniſchen Artikeln über Fachwerke angeführte Literatur. *(† Schell) Finſterwalder.*

Seilpolygon oder Seileck, dient dazu, Kräfte, die in einer Ebene liegen, auf zeichneriſchem Wege zu einer Mittelkraft zuſammenzuſetzen.

Sollen (Fig. 1 links) die Kräfte P_1 bis P_5 zuſammengeſetzt werden, ſo bildet man zunächſt (Fig. 1 rechts) aus dieſen Kräften ein Kräftepolygon (ſ. d.). Man fügt, in einem beliebigen Punkte oder „Pole“ O beginnend, die Kräfte der Reihe nach aneinander und verbindet die Ecken des Polygons mit O. Dieſe Verbindungslinien oder „Strahlen“ ſtellen die aufeinander folgenden Mittelkräfte P_{1-2}, P_{1-3}, P_{1-4} dar; die Schlußlinie R des Kraftecks iſt die Mittelkraft ſämtlicher Kräfte. Um die Lage dieſer Mittelkraft zu erhalten, zeichnet man links das Seileck $A\,B\,C\,D$. Die Seite $A\,B$ geht durch den Schnittpunkt von P_1 und P_2 und läuft parallel zum zweiten Strahl des Kraftecks. Durch den Schnittpunkt B dieſer Seite mit P_3 zieht man eine Parallele zum dritten Strahl, durch C eine Parallele zum vierten u. ſ. f. Der Punkt D endlich beſtimmt die Lage von R.

Erſetzt man zwei der Kräfte, beiſpielsweiſe P_3 und P_4 durch ihre Mittelkraft P_{3-4}, ſo bleibt die Mittelkraft R unverändert; daraus folgt, daß P_{3-4} durch den Schnittpunkt von $A\,B$ und $C\,D$ gehen muß. Aehnlich verhält es ſich, wenn man an Stelle von drei oder mehr Kräften deren Mittelkraft ſetzt. Hieraus ergibt ſich der Satz: Die Mittelkraft einer Anzahl aufeinander folgender Kräfte geht durch den Schnittpunkt der einſchließenden Seilpolygonſeiten.

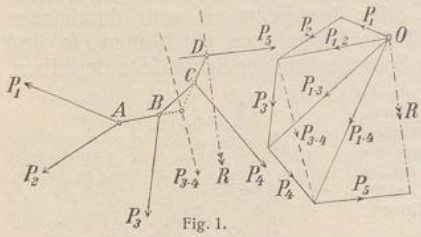


Fig. 1.

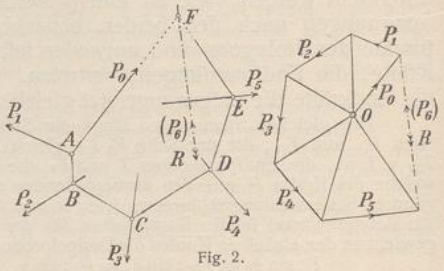


Fig. 2.

Man kann die Zuſammenſetzung von Kräften auch derart vornehmen, daß man zu den gegebenen Kräften eine beliebige neue Kraft P_0, die wir „Hilfskraft“ nennen, hinzufügt (Fig. 2). Auf demſelben Weg wie vorhin findet man die Reſultante der Kräfte P_0 bis P_5 als die Seite $E\,F$ des Seilpolygons. Fügt man aber jetzt wieder eine entgegengeſetzte Kraft P_0 hinzu, ſo wird die Wirkung der erſten Hilfskraft aufgehoben und man erhält die Mittelkraft P_{1-5} als Parallele zu R durch den Punkt F. Dieſes Verfahren wird gewählt, wenn die gegebenen Kräfte ganz oder nahezu parallel zueinander laufen (vgl. Parallelkräfte).

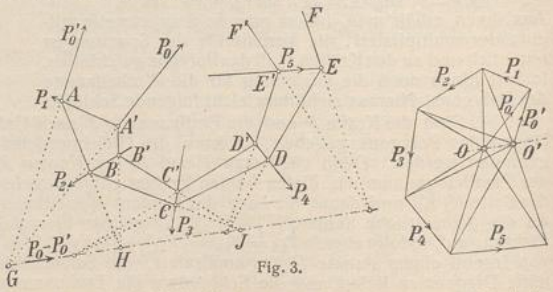


Fig. 3.

Kehrt man (Fig. 2) den Richtungsſinn der Kraft R um und fügt ſie den fünf Kräften P_1 bis P_5 als ſechſte Kraft an, ſo entſteht Gleichgewicht. In dieſem Falle bilden die ſechs Kräfte ein geſchloſſenes Krafteck; ebenſo ſchließt ſich das Seileck; d. h. es kehrt in ſich ſelbſt zurück. Daraus folgt der Satz: Kräfte in der Ebene ſtehen im Gleichgewicht, wenn ſowohl ihr Krafteck als auch ihr Seileck geſchloſſen iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In der Fig. 3 ſind die Kräfte P_1 bis P_5 zweimal zuſammengeſetzt worden, einmal mit der Hilfskraft P_0, ſodann mit der Hilfskraft P_0'; das eine Seileck iſt $ABC\ldots$, das andre $A'B'C'\ldots$ Das Krafteck braucht hierbei nicht zweimal gezeichnet zu werden; es genügt, den Pol O nach O' zu verſetzen. Kehrt man den Pfeil der Kraft P_0' um und ſetzt ſie mit P_0 zuſammen, ſo erhält man eine Kraft, die durch den Punkt G geht und zur Verbindungslinie von O und O' parallel läuft. Auf dieſer Kraft ſchneiden ſich je zwei entſprechende Seiten der beiden Seilecke. Denn in der Linie BC z. B. wirkt die Kraft $P_0' + P_1 + P_2$, in der Linie $B'C'$ die Kraft $P_0 + P_1 + P_2$ und in der Linie $GHI\ldots$ die Kraft $P_0 - P_0'$. Da die zweite dieſer drei Kräfte die Mittelkraft der beiden andern iſt, ſo müſſen ſich die drei Linien in einem Punkte ſchneiden. Daraus folgt der Satz: Bei zwei Seilpolygonen, die mit verſchiedenen Polen gezeichnet werden, ſchneiden ſich entſprechende Seiten auf einer geraden Linie, welche die Differenz der beiden Hilfskräfte enthält und zur Verbindungslinie beider Pole parallel läuft. — Der letzte Satz leiſtet beim Zeichnen von Drucklinien in Gewölben gute Dienſte (ſ. Gewölbeberechnung).

Literatur: ſ. Graphiſche Statik. *Mörſch.*

Seilprüfungen erſtrecken ſich in der Regel auf die Ermittlung der Zugfeſtigkeit und Dehnung der Seile bei ſtufenweiſer Laſtſteigerung ſowie der bleibenden Dehnung bei einzelnen Laſtſtufen [1]. Bei Treibſeilen zur Arbeitsübertragung ſind außerdem Elaſtizitätsbeſtimmungen vorzunehmen.

Hierzu wird nach dem Verfahren von Bach [2] die Belaſtung zwiſchen einer oberen und unteren Belaſtungsgrenze wiederholt und zwar ſo lange gewechſelt, bis für jede der beiden Belaſtungsgrenzen immer wieder dieſelben Dehnungen ſich ergeben, zwiſchen den beiden Belaſtungen alſo nur noch elaſtiſche Dehnung ſtattfindet. Bezeichnen dann σ_1 und σ_2 die Seilſpannungen für die beiden Belaſtungsgrenzen und ε_1 und ε_2 die zugehörigen Dehnungen für die Längeneinheit, ſo berechnet ſich der Elaſtizitätsmodul E aus der Gleichung $E = (\sigma_2 - \sigma_1) : (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$. Da nun bei Seilen keine Proportionalität zwiſchen Spannung und Dehnung beſteht, die Dehnung vielmehr langſamer wächſt als die Spannung, ſo iſt auch der Elaſtizitätsmodul mit wachſender Spannung veränderlich. Man hat daher bei ſeiner Beſtimmung die beiden Belaſtungsgrenzen hinreichend nahe aneinander zu legen. Führt man dann die Unterſuchung mit verſchiedenen Belaſtungsſtufen derart durch, daß die obere Belaſtungsgrenze der einen Stufe immer die untere der nächſten Stufe iſt, ſo erhält man für jede Stufe einen andern Modul und zwar nehmen die Moduli mit wachſender Spannung zu. Zur Einſpannung der Seilenden in die Feſtigkeitsprobiermaſchine dienen ſogenannte „Seilſchlöſſer“ (ſ. Einſpannvorrichtungen). Die Dehnung wird am einfachſten mittels Schleppzeiger gemeſſen (ſ. Dehnungsmeſſer). Der Querſchnitt der Seile läßt ſich zuverläſſig nicht beſtimmen, daher iſt es Gebrauch, neben der Bruchlaſt die Reißlänge = Bruchlaſt × Länge : Gewicht anzugeben. Bei Drahtſeilen wird häufig als Gütezahl für das Material auch noch die Bruchſpannung, berechnet als Quotient aus Bruchlaſt und Geſamtquerſchnitt aller Drähte angegeben. Bei Hanfſeilen iſt die Bruchlaſt von der Probenlänge abhängig [3]; es empfiehlt ſich daher, die Länge zwiſchen den Einſpannvorrichtungen nicht unter 1,5 m zu wählen. Außer den Zerreißverſuchen mit ganzen Seilen ſchreiben die Bergämter für die periodiſchen Unterſuchungen der im Betriebe befindlichen Förderſeile die Prüfung der einzelnen Drähte der Seile auf Zugfeſtigkeit und Biegungsfähigkeit vor (ſ. Drahtprüfungen und Förderſeile). Sonderunterſuchungen über den Einfluß wiederholter Biegungen auf die Dauerhaftigkeit von Drahtlitzen und einzelnen Drähten ſ. [4].

Literatur: [1] Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1893, S. 95. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1887, S. 221. — [3] Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1894, S. 1. — [4] Ebend. 1897, S. 137/38. *Rudeloff.*

Seilſcheiben, ſ. Drahtſeilſcheiben, Rollen.

Seilſcheibenſtuhl, ſ. Schachtförderung, Bd. 7, S. 582.

Seilſchleppſchiffahrt (Seilſchiffahrt, Tauerei, Touage, Warpſchiffahrt), das gleiche wie Kettenſchleppſchiffahrt (ſ. d.), nur daß ſtatt der Kette ein Drahtſeil auf die Flußſohle verlegt wird. Die Anlagekoſten ſind geringer, aber die Unterhaltungskoſten größer.

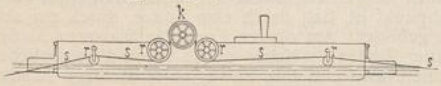


Fig. 1.



Fig. 2.

Das Seil s wird an der Seitenwand des Seilſchleppers vermittelſt Führungsrollen r, r (Fig. 1) über die Fowlerſche Klappenſcheibe k geführt; dieſe (vgl. Fig. 2, Durchſchnitt) preßt vermittelſt der um o drehbaren Klappen m, welche auf dem Umfange von k dicht nebeneinander angebracht ſind, das Seil s derart, daß ſich der Schlepper an demſelben fortwinden kann. Dieſes Feſthalten findet ſtatt, ſolange das Seil s auf den Scheibenumfang drückt; läuft es von der Scheibe k ab, ſo laſſen die Klappen m das Seil s frei. — Das Seil läßt ſich nicht ſo gut der Fahrrinne anpaſſen als die Kette, weil es ſich ohne ſchwierige Spliſſung nicht leicht verlängern oder verkürzen läßt.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1881, S. 52. *Schütte.*

Seilſchloß, ſ. Einſpannvorrichtungen, Bd. 3, S. 255, und Drahtſeile, Bd. 3, S. 40, Fig. 22.

Seilſchneidmaſchine, ſ. Steinbearbeitungsmaſchinen; Tauen- oder Seilſchneider, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 804.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seiltrieb, f. Drahtfeiltrieb und Hanffeiltrieb.

Seiltrommel, f. Hanffeiltrommel.

Seilverfpleißung, die Verbindung zweier Seilenden zu einem gleichmäßig fortlaufenden Seilftück.

Hat man zwei Seilenden von je fechs Litzen und einer Seele zu fpleißen, fo bezeichnet man zunächft durch Bindfadenumwicklung die Länge bis zur Stoßftelle, umbindet weiter die einzelnen Litzen an jedem Seil mit fpringender Reihenfolge: 1—3—5—2—4—6 in gleichmäßigen Abftänden zwifchen etwa 2 m vor und 2 m hinter der Seilmarke (f. die Figur) und fchneidet fie je $^1/_4$ m außerhalb ihrer Marken ab und die Seele an der Seilmarke, die dabei abzulöfen ift; nachdem man die Seelen ftumpf zufammengeftoßen hat, wickelt man die Litzen gegenfeitig in die freien Ausfchnitte und ficht die überftehenden Enden durch das Seil durch. Bei Hanf- und Baumwollfeilen werden die Enden verknotet, bei Drahtfeilen die einzelnen Drähte nach innen abgebogen und eingefteckt. Der Spliß erftreckt fich hierbei auf reichlich 4 m Länge, die man an Seillänge von vornherein zuzugeben hat. Entfprechend verfährt man bei andern, z. B. dreilitzigen Seilen ohne Seele, auch bei vier-, fünf- oder fechskantig geflochtenen Quadratfeilen. Die Arbeiten werden durch geübte Monteure ausgeführt. S. a. Drahtfeile, Bd. 3, S. 40. — Beim Verbinden der beiden Enden eines Treibfeils verkürzt man feine natürliche Länge um 5 %, beim Nachfpannen um 1—2 %. Dabei entfteht nach Angabe des Eifenwerkes Wülfel in einem 50 mm ftarken Seil eine Zugkraft von 1000 kg, alfo 1000/20 = 50 kg/qcm Spannung, und 2000 kg Seilzug für die Welle. Nach dem Hookefchen Gefetz $\sigma : E = \lambda : L$ wäre hiernach $E = 50/0{,}05 = 1000$ für ein neues Seil. Nach v. Bachs Verfuchen [1] erreicht beim Strecken eines neuen, lofe gefchlagenen Seils die Dehnung $\vartheta = \lambda : L$ fchon bei 20 kg/qcm Spannung das Maß von 5 %; annähernd gilt danach $\vartheta = \sigma/12{,}25\,(12{,}25 + \sigma)$, entfprechend $E = 150 + 12{,}25\,\sigma$ und $E_0 = (12{,}25 + \sigma)^2$, vgl. Elaftizität des Riemens (Bd. 7, S. 430). An demfelben Verfuchsftück ergab fich beiläufig, nachdem es längere Zeit auf 21 kg/qcm gefpannt worden war, und dann wiederholt zwifchen rund 4 und 10 kg/qcm be- und entlaftet wurde, zuletzt nur eine Längenänderung um 0,1 % zwifchen den beiden Belaftungen, woraus v. Bach $E_0 = (10-4)/0{,}001 = 6000$ beftimmt (Bd. 4, S. 773). — Schätzt man in Ermangelung von genaueren Angaben für ein feft gefchlagenes Seil E größer als für das lofe gefchlagene, etwa auf $E = 225 + 15\,\sigma$, fo kommt man bei 50 kg/qcm auf 5 % Dehnung mit $E = 975$ in Uebereinftimmung mit der Angabe des Eifenwerkes Wülfel.

Literatur: [1] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1887, S. 225. *Lindner.*

Seilzerreißmafchine, f. Förderfeile, Draht- und Seilprüfungen.

Seismometer, Erdbebenmeffer, Vorrichtungen, welche das Auftreten, die Stärke und die Richtung der bei Erdbeben vorkommenden Bodenbewegungen anzeigen. Befitzen fie noch die Einrichtung, auch die Zeit der Erdftöße anzuzeigen, womöglich den ganzen Verlauf der Erdbeben felbfttätig zu regiftrieren, fo nennt man fie wohl auch Seismographen.

Die verbreitetfte Art diefer Vorrichtungen wurde bereits im Artikel Horizontalpendel befchrieben (vgl. a. die dort angegebene Literatur). Hier follen noch einige nicht auf dem Prinzip des Horizontalpendels beruhende Seismometer neuerer Konftruktion erwähnt werden. Das aftatifche Pendel hoher Empfindlichkeit von E. Wiechert macht mit Erfolg dem Horizontalpendel, auch dem photographifch regiftrierenden, Konkurrenz. Mit dem Vorzug fehr geringen Reibungswiderftandes verbindet das letztere den Nachteil hoher Koften des Betriebs, falls eine rafche Bewegung der Regiftrierwalze zum Zweck genauer Zeitbeftimmung und guter Aufzeichnung des Vorgangs gewünfcht wird. Der Apparat von Wiechert macht den Reibungswiderftand der billigen und durch Schärfe ausgezeichneten mechanifchen Regiftrierung mittels Rußfchrift möglichft unfchädlich durch Verwendung fehr großer Maffen, 1000 kg und mehr. Die träge Maffe ift ganz über dem fenkrecht unter dem Schwerpunkt liegenden Drehpunkt aufgeftellt, alfo im labilen Gleichgewicht, der Drehpunkt ift, ftatt durch eine Spitze, durch ein als Cardanfches Gelenk dienendes Federgehänge gebildet. Am oberen Ende der fchweren Maffe befindet fich ein durch eine Tifchplatte geführter Zapfen, welcher gegen federnd bewegliche Hebel drückt, fo daß die Maffe dadurch ftabilifiert wird und ihre Bewegungsausfchläge relativ zum Tifch fich unter ftarker Vergrößerung auf zwei fenkrecht gegeneinander horizontal bewegliche Schreibhebel übertragen. Mittels Luftdämpfung werden die Eigenbewegungen des Apparates befchränkt. Derfelbe Apparat regiftriert beide Komponenten der horizontalen Bodenbewegung. Die Regiftrierwalzen haben eine Umfangsgefchwindigkeit von 1,5 cm in der Minute und verfchieben fich parallel ihren Achfen um 4 mm bei jeder Umdrehung. Weiteres f. [1] und [2]. — Das Beftreben, eine möglichft lange Periode der Eigenfchwingungen des Apparates herzuftellen, begegnet beim Vertikalfeismometer größeren Schwierigkeiten als bei den für Regiftrierung der Horizontalkomponenten dienenden Apparaten, wegen der Verwendung von mittels Federn aufgehängten Maffen. Unter Verwendung möglichft kräftiger Tragfedern gelingt es Wiechert [3], die Eigenfchwingungszeit der möglichft großen Maffen (1300 kg) bis auf 7 Sekunden zu erhöhen, während fein eingeftellte Horizontalpendel leicht 30 und mehr Sekunden erreichen. Je kürzer die Eigenperiode eines feismifchen Apparates, um fo mehr ift die Proportionalität zwifchen Bodenbewegung und Regiftrierausfchlag geftört. Zur Berechnung der erfteren aus dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

letzteren unter Berückſichtigung von Eigenperiode und Dämpfungsverhältnis gibt Wiechert Anleitung in [2] und [4]. — Indeſſen, die mechaniſchen und zerſtörenden Wirkungen der Erdbeben hängen nur zum Teil von derjenigen Größe der Bodenbewegungen ab, die man durch die Größe der Seismometerausſchläge zu erkennen beſtrebt iſt, viel mehr noch von der Größe der Beſchleunigung dieſer Bewegungen, welche man aus den Ausſchlägen unter Berückſichtigung des zeitlichen Verlaufs berechnen kann. Man gelangt zu einem zweiten Prinzip der Seismometrie, wenn man ſich die Aufgabe ſtellt, Apparate herzuſtellen, welche ein direktes Maß der Beſchleunigungen regiſtrieren. Sobald die Eigenperiode eines empfindlichen Apparates weſentlich kleiner iſt als die Periode der Bodenſchwingungen, ſo ſind die Apparatausſchläge den Beſchleunigungen der Bodenbewegung proportional. Hierauf beruht das Trifilargravimeter von A. Schmidt zur Beobachtung der vertikalen Bodenbeſchleunigungen [5], der Zu- und Abnahme der Schwerebeſchleunigung, welche die Vertikalbewegungen des Bodens veranlaſſen. Der photographiſch regiſtrierende Apparat iſt nach dem Prinzip des Bifilarmagnetometers von Gauß gebaut. Eine an zwei, beſſer an drei Fäden aufgehängte Maſſe iſt durch die Wirkung einer Feder bis zu genügender Schiefſtellung der Aufhängefäden verdreht, wobei bei Zu- oder Abnahme der Kraft der Schwere der Torſionswinkel ab- oder zunimmt. Ueber die Leiſtungen des ein ſehr empfindliches Seismometer darſtellenden Apparates vgl. [6].

Literatur: [1] Wiechert, E., Ein aſtat. Pendel hoher Empfindlichkeit, Beitr. z. Geophyſik, VI, 3, S. 435 ff., 1903. — [2] Derſ., Theorie der automatiſchen Seismographen, Abh. d. Geſ. d. Wiſſenſch. zu Göttingen, Neue Folge, Bd. 2, 1903. — [3] Preisliſte über E. Wiecherts Seismographen von Spindler u. Hoyer, Göttingen. — [4] Wiechert, E., Prinzipien für die Beurteilung von Seismographen, Beitr. z. Geophyſik, Ergänz.-Bd. 1, S. 264 ff., 1902. — [5] Schmidt, A., Das Trifilargravimeter, ebend. IV, 3, S. 109 ff., 1899, und V, 2, S. 239 ff. und S. 313, 1901. — [6] Erdbebenberichte aus der Erdbebenwarte Hohenheim, Anhang des Kgl. württ. metereol. Jahrbuchs ſeit 1906.

A. Schmidt.

Seitenablagerung bei Erdarbeiten erfolgt, um längeren Transport von Einſchnittsmaterial zu vermeiden oder um überſchüſſiges oder zur Anſchüttung von Dämmen nicht brauchbares Material (Ton) zu beſeitigen.

Im erſten Fall geſchieht die Ablagerung ſeitlich vom Einſchnitt, ſie muß aber ſo weit vom Einſchnittsrand entfernt ſein, daß durch die Belaſtung keine Böſchungsrutſchungen entſtehen. In den andern Fällen wählt man für die Ablagerung billige Grundſtücke oder ſolche mit kurzem Transport. Manchmal können auch mit dem abzulagernden Material geringwertige Grundſtücke verbeſſert werden; ſ. a. Maſſenverteilung. *H. Kübler.*

Seitendurchlaß, ſ. v. w. Rampenkanal (ſ. d.).

Seitenentnahme bei Erdarbeiten, Gewinnung von Füllmaterial aus ſeitwärts des Bahnkörpers angelegten Ausſchachtungen durch Anlegung von Längsgräben (Materialgräben) oder ſeitliche Verbreiterung der Einſchnitte oder aus beſonderen Materialgruben (Füllgruben) auf geeigneten billigen Grundſtücken, womöglich mit leichter Gewinnung und kurzem Transport des Bodens (ſ. a. Maſſenverteilung). *H. Kübler.*

Seitenkanäle, ſ. v. w. Lateralkanäle, ſ. Kanaliſierung.

Seitenkipper, ſ. Erdförderwagen, Feldeiſenbahnen, Grubenbahnen und Kipper.

Seitenlicht, das in die Innenräume eines Gebäudes einfallende Tageslicht, das durch die in den Umfaſſungsmauern angebrachten Fenſteröffnungen eingeleitet wird, im Gegenſatz zum Oberlicht (ſ. Bd. 6, S. 727). Ueber deſſen Wirkung ſ. Beleuchtungsgrundſätze (Bd. 1, S. 675 ff.).

Seitenſchüttung bietet beim Dammbau den Vorteil, daß man ſehr lange Wagenzüge gleichzeitig ſeitlich entladen kann, iſt jedoch nur bei dem beſten Schüttmaterial anwendbar, da andernfalls die ſeitlich angeſchütteten Schichten leicht abrutſchen. Ferner wird man die Seitenſchüttung gern zur Verbreiterung ſchmaler Dämme oder zur Anſchüttung eines halb im Einſchnitt liegenden Profils verwenden, wo von der Uebergangslinie aus unmittelbar ſeitlich geſchüttet werden kann. Die beſte Beförderungsweiſe bleibt bei der Seitenſchüttung die Anwendung von Seitenkippern auf Schienengleiſen. S. a. Bodenbeförderung, Damm, Erdförderwagen und Kipper. *L. v. Willmann.*

Seitwärtsabſchneiden, ſ. Meßtiſchaufnahme und Triangulierung.

Sekans eines Winkels φ iſt in einem rechtwinkligen Dreieck, das den Winkel φ enthält, das Verhältnis der Hypotenuſe zu der dem Winkel φ anliegenden Kathete; ſ. Goniometrie. *Wölffing.*

Sekretion und Geoden, durch Infiltration von außen nach innen ausgefüllte Hohlräume in durchläſſigen Geſteinen.

Sektor, ſ. Ausſchnitt, Bd. 1, S. 410.

Sektorator, ſ. Zerkeinerungsmaſchinen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

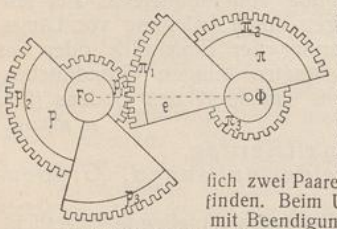
Sektorenausbreitwalze, ſ. Ausbreitmaſchinen, Bd. 1, S. 390.

Sektorengeſchwindigkeit. Beſchreibt ein Punkt M eine ebene Kurve, ſo iſt der in der Zeit t zurückgelegte Bogen s derſelben eine Funktion von t, und es hat die Geſchwindigkeit v zur Zeit t den Wert $v = ds : dt$. Legt man durch einen Punkt O der Ebene den Strahl OM, ſo beſchreibt derſelbe in der Zeit t einen Sektor S, und es wird die Größe $\eta = dS : dt$ die Sektoren- oder Flächengeſchwindigkeit des Punktes M in bezug auf den Pol O genannt.

Iſt der Radiusvektor $OM = r$ und p das von O auf die Richtung der Geſchwindigkeit $v = ds : dt$ gefällte Perpendikel, ſo wird $dS = {}^1/_2\, p\, ds$ und $\eta = {}^1/_2\, p\, v$, d. h. die Sektorengeſchwindigkeit iſt gleich dem halben Momente der Geſchwindigkeit v. Daher iſt die Sektorengeſchwindigkeit gleich der Fläche des Dreiecks, welches die auf der Tangente aufgetragene Geſchwindigkeit v zur Baſis und den Pol zu der dieſer gegenüberliegenden Ecke hat. Iſt O der Urſprung eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems der x, y, ſo wird $dS = {}^1/_2\,(x\,dy - y\,dx)$ und folglich $\eta = {}^1/_2\,(x\,v_y - y\,v_x)$, wenn die Komponenten der Geſchwindigkeit v ſind: $v_x = dx : dt$, $v_y = dy : dt$. Beſchreibt M eine Kurve doppelter Krümmung, ſo durchſtreicht der Radiusvektor den Sektor S einer Kegelfläche, und es hat die Sektorengeſchwindigkeit $\eta = dS : dt$ in bezug auf den Pol O als Urſprung eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems der x, y, z die Komponenten $\eta_x = {}^1/_2\,(y\,v_z - z\,v_y)$, $\eta_y = {}^1/_2\,(z\,v_x - x\,v_z)$, $\eta_z = {}^1/_2\,(x\,v_y - y\,v_x)$, auch wird $\eta^2 = \eta_x{}^2 + \eta_y{}^2 + \eta_z{}^2$. Bei der ebenen Zentralbewegung eines Maſſenpunktes iſt die Sektorengeſchwindigkeit konſtant; bei einer andern ebenen Bewegung iſt ihr Produkt mit der Maſſe gleich dem Moment der wirkenden Kraft in bezug auf den Pol O. Bei der räumlichen Bewegung ſind die Produkte ihrer Komponenten mit der Maſſe gleich den Komponenten des Momentes der wirkenden Kraft. *(† Schell) Finſterwalder.*

Sektorenräder. Sollen in Fig. 1 bei den beiden dargeſtellten Zahnrädern Fp, $\Phi\pi$, die ſich um die parallelen Achſen $F\Phi$ drehen, durch je eine gleichförmige Umdrehung des Rades Fp verſchiedene aufeinander folgende gleichförmige Drehungen des andern Rades $\Phi\pi$ bewirkt werden, ſo läßt ſich dies durch entſprechende verzahnte Sektoren $p_1, p_2, p_3 \ldots$ und $\pi_1, \pi_2, \pi_3 \ldots$, die bezw. je einen Radteil bilden, ermöglichen. Zwei ſo geſtaltete Zahnräder werden Sektoren- oder Stufenräder genannt.

Iſt der Achſenabſtand $F\Phi = e$ und wird angenommen, daß z. B. die drei Radien der Sektoren p_1, p_2, p_3 des Rades Fp bezw. gleich $e : n_1$, $e : n_2$, $e : n_3$ ſind, ſo erhält man die Radien der entſprechenden Sektoren π_1, π_2, π_3 des Rades $\Phi\pi$ bezw. gleich $(n_1 - 1)\,e : n_1$, $(n_2 - 1)\,e : n_2$, $(n_3 - 1)\,e : n_3$. Bezeichnen p_1, p_2, p_3 und π_1, π_2, π_3 zugleich die Winkel der Sektoren, dann erhält man die Proportionen $\pi_1 : p_1 = 1 : (n_1 - 1)$, $\pi_2 : p_3 = 1 : (n_2 - 1)$, $\pi_3 : p_3 = 1 : (n_3 - 1)$. Mit der Wahl der Zahlen n_1, n_2, n_3 und der Sektorenwinkel p_1, p_2, p_3 des erſten Rades ſind die entſprechenden Sektorenwinkel π_1, π_2, π_3 des andern Rades $\Phi\pi$ beſtimmt. Dieſe Wahl iſt aber durch die Bedingung beſchränkt, daß ſich zwei Paare entſprechende Sektoren nicht gleichzeitig im Eingriff befinden. Beim Uebergang von einem Sektorenpaar zu einem andern muß mit Beendigung des einen Eingriffs der andre Eingriff beginnen.



Literatur: Lanz et Bétancourt, Essai sur la composition de machines, Pl. 6, Fig. K. 8, Paris 1819; Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 380. *Burmeſter.*

Sekundärbahn (Nebenbahn), ſ. Eiſenbahn, Eiſenbahnbetrieb.

Sekundärelement, ſ. Akkumulatoren und Polariſation.

Sekundärformation, ſ. Kreideformation.

Sekundärſpannungen, ſ. Nebenſpannungen, Bd. 6, S. 594.

Sekunde bedeutet entweder als Zeitmaß (1^s) den $60 \cdot 60$ſten Teil einer Stunde oder als Winkelmaß ($1''$) den $60 \cdot 60$ſten Teil eines Grades, in deren 90 man den Quadranten oder rechten Winkel einzuteilen pflegt.

In neuerer Zeit geht man immer mehr dazu über, den Quadranten in 100 Teile zu teilen und ſo auch auf die Winkelteilung das Dezimalſyſtem in Anwendung zu bringen. Dementſprechend würde dann auch von Dezimalminuten $= {}^1/_{100}$ Dezimalgrad und von Dezimalſekunden $= {}^1/_{100}$ Dezimalminute die Rede ſein müſſen. Das gleiche Teilungsprinzip auf die Zeit (den Tag als Einheit) anzuwenden, ſtößt auf viel größere Schwierigkeiten. — Sekunde in der Akuſtik, ſ. Schall. *Ambronn.*

Sekundenzähler (Tertienzähler u. ſ. w.) ſ. Uhren.

Sekurit, ſ. Sprengſtoffe.

Selaslicht, ſ. Gasglühlicht.

Selbſtbinder, ſ. Mähmaſchinen.

Selbſtentlader (Schnellentlader) ſind gleisloſe oder Spurbahnenfahrzeuge, die infolge ihrer eigenartigen Bauart durch Ausnutzung des Fließvermögens hochgelagerten Sammelgutes ein ſchnelles Entladen durch einfaches Oeffnen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Klappen oder dergl. ermöglichen [1]; f. a. Schwerkraftbahnen, Kabelbahnen, Kipper, Seilbahnen, Haufenlager und Maſſentransport; insbeſondere vgl. a. [13].

In Nordamerika herrſcht ſeit langem das Beſtreben, den Güterverkehr durch ſchwere Züge mit großen Wagen von etwa 30—50 t Tragkraft zu bewältigen [2]. Die Einführung ſolcher Wagen ſtieß und ſtößt noch heute auf beſondere Schwierigkeiten in den Ländern, wo bisher faſt ausſchließlich zweiachſige Wagen in Verwendung waren, da die Gleis-, Belade- und Entladeanlagen der Verfrachter und Empfänger zur Aufnahme vierachſiger Wagen meiſt ungeeignet waren und ſich nur durch Aufwendung mehr oder minder erheblicher Koſten den veränderten Verhältniſſen hätten anpaſſen laſſen. Am leichteſten vollzog ſich der Uebergang in den Vereinigten Staaten, da die dortigen Bahnen ſeit 1860 ausſchließlich vierachſige Wagen befaßen und die Entfernungen und Mengen ſehr groß ſind [3]. Durch den Bau ſolcher großer Güterwagen haben ſich in Nordamerika beſonders ausgezeichnet die Pressed Steel Car Co. in Pittsburg, die Wellman-Seaver-Morgan Co. in Cleveland und die Goodwin Car Co. in New York (ſ. unten). Wohl wenige Neuerungen in der Technik haben eine ſo ſchnelle und erfolgreiche Entwicklung aufzuweiſen wie die Anwendung gepreßten Eiſens bei den amerikaniſchen Eiſenbahnbetriebsmitteln [4]. Das gilt beſonders für die Selbſtentlader (Fig. 1 und 2), die mit einem Raumgehalt von 30—95 cbm gebaut und zum Zwecke leichteren und ſchnelleren Entladens mit geneigten Stirnwänden und mit Bodenklappen ausgeſtattet werden. Die Hauptabmeſſungen eines ſolchen 95-cbm-Kokswagens ſind:

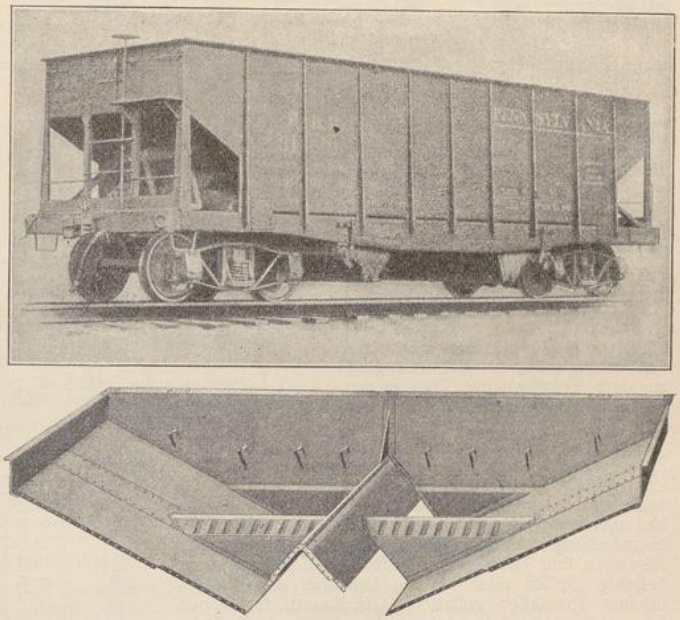


Fig. 1 und 2. 45-t-Trichterwagen der Schoen Pressed Steel Co. in Pittsburg.

Größte Höhe	12′ 9½″	=	3899 mm
„ Länge	42′	=	12801 „
„ Breite	10′	=	3048 „
Maximaler Inhalt	3384 cb′	=	95,8 cbm
Wagengewicht . . .	rund		16600 kg
Drehgeſtellgewicht .	„		7400 „
Geſamtgewicht . . .	rund		24000 kg
Tragfähigkeit . . .	„		49900 „ ~ 50 t.

Die Möglichkeit der Selbſtentladung bildet einen außerordentlich großen Vorteil dieſer Wagengattung. Daß durch die Bodenform meiſt auch die Stärke und Haltbarkeit des Wagens recht beträchtlich erhöht wird, iſt naturgemäß. Namentlich iſt dieſe Tatſache von Bedeutung im Hinblick auf den Rangierbetrieb, bei dem die ſelbſttätigen Kupplungen und das Beſtreben, Zeit zu erſparen, heftige Stöße verurſachen. Seit Einführung der Eiſenwagen iſt die früher alljährlich recht große Zahl an „Wracks“ erheblich zurückgegangen (vgl. hierzu [5]). Dabei iſt bemerkenswert, daß ein ſolcher Wagen von z. B. 50 t Ladegewicht ungefähr für dieſelben Koſten für 1 t Nettolaſt [810 : 50 = 16,2 ℊ] (1 ℊ = 4,25 ℳ) hergeſtellt werden kann wie ein guter Holzwagen von 30 t Aufnahmefähigkeit (525 : 30 = 17,5 ℊ) [6]. Vor allem eignen ſich die eiſernen Wagen zur Beförderung von Kohlen, Koks, Erzen, Steinen und ähnlichen ſtückigen Stoffen.

Muß z. B. Kohle durch Menſchenkraft aus Güterwagen entladen werden, ſo kann man (nach [2]) rechnen, daß ein Mann 3—4 t/St. bewältigt. Mit der zunehmenden Tragkraft der Kohlenwagen geht daher das Beſtreben Hand in Hand, die Entladung durch die Schwerkraft der Ladung beſorgen zu laſſen, d. h. an Stelle der flachbodigen Güterwagen ſolche mit trichterförmigem Boden zu verwenden. Soll ſich ein ſolcher Wagen ſelbſttätig entleeren, ſo müſſen alle Wände geneigt liegen. In Amerika begnügt man ſich für Kohlenwagen meiſt mit einer Neigung von 30°; beſſer iſt es jedoch, wie es in England meiſt geſchieht, wenigſtens 33—36° zu nehmen. Den Linien, wo mehrere geneigte Wände zuſammenſtoßen, gibt man möglichſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

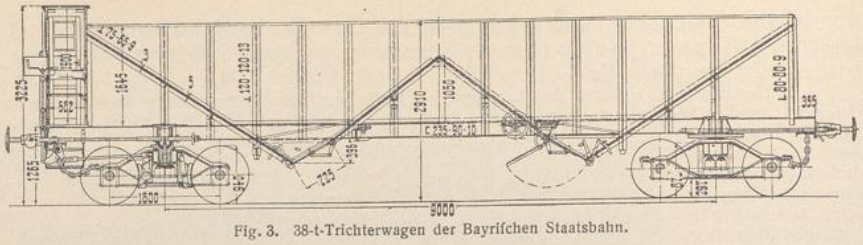


Fig. 3. 38-t-Trichterwagen der Bayriſchen Staatsbahn.

45° Neigung. Bei Erzen ſollte keine Wand weniger als 45° geneigt ſein. Für Spülverſatzmaterial (ſ. Druckwafferförderer) — Sand u. ſ. w., der zudem meiſt feucht iſt — ſollte man ſich nicht ſcheuen, bis auf 60° zu gehen. Die Neigung der Wände bedeutet im allgemeinen gegenüber den flachbodigen Güterwagen von gleichen Außenmaßen einen Verluſt an Raum, und zwar je nach der Bauart etwa 5—20%. Das Verhältnis des Rauminhaltes des Trichterwagens zu dem gewöhnlicher Güterwagen von gleichen Außenmaßen iſt wohl mit „Völligkeitsgrad“ bezeichnet worden. Bei den Trichterwagen für Erztransport iſt dieſer Völligkeitsgrad nicht von Wichtigkeit, da Erze bei ihrem hohen ſpezifiſchen Gewicht auch bei ſchlechter Raumausnutzung viel kürzere Wagen bedingen als Kohle. Die Trichter ſollen möglichſt tief herunterhängen, damit das Gut ſanft entladen wird. Bisweilen ſind Trichterverſchlüſſe erwünſcht, die einen beliebig großen oder kleinen Bruchteil des Wageninhaltes abzulaſſen geſtatten. Die Bauart der Wagen ſchwankt, je nachdem ob lange oder kurze Entladerümpfe vorhanden ſind, oder ob ſie zwiſchen den Schienen oder außerhalb liegen. Man unterſcheidet wohl*): Trichterwagen (einſchließlich Doppeltrichterwagen), Fig. 3 [2] (ſ. a. [7]), Sattelwagen, Fig. 2, und Flachbodenentlader (ſ. unten); oder man trennt in:

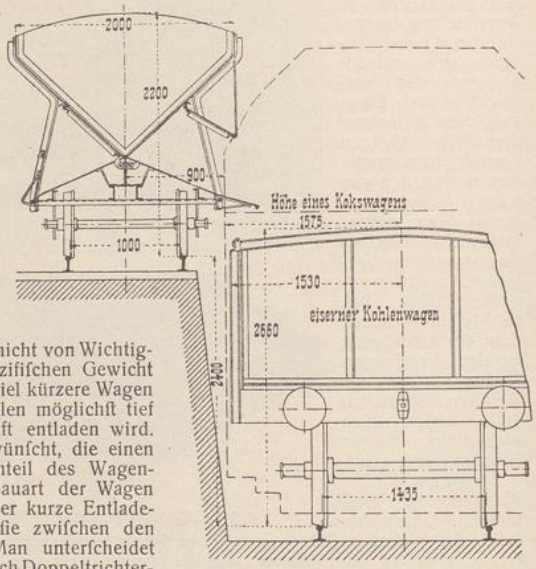


Fig. 4. Ueberladen von Schüttgut aus einem Talbot-Schmalſpurwagen in vollſpurige Kohlen- bezw. Kokswagen.

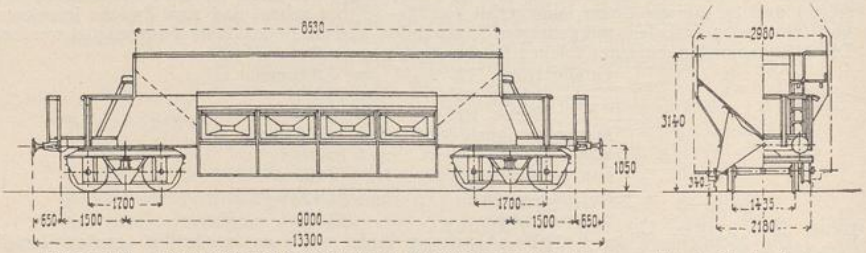


Fig. 5 und 6. Vierachſiger Talbot-Selbſtentlader von 50 t Tragkraft (Gutehoffnungshütte in Oberhauſen).

*) Rühl teilt in ſeinem Aufſatz „Umwandelbarer Selbſtentlader“ [8] wie folgt ein:

Selbſtentlader.

A. Entladung durch Bedienung von am Wagen befindlichen Löſungsmitteln.

a) Feſter Wagenkaſten.

α) Entladeklappen.

1. Seitenklappen.
a) Drehklappen.
b) Schiebeklappen.

2. Bodenklappen.
a) Drehklappen.
b) Schieber.

β) Bewegliche Wagenkaſtenteile.

1. Verſchiebbare Seitenwände.

2. Verſchiebbare Böden.

b) Beweglicher Wagenkaſten.
α) Kippwagen.
β) Wagenkaſten drehbar.
γ) Wagenkaſten dreh- und kippbar.
δ) Wagenkaſten ſenkrecht abhebbar.

B. Entladung von der Strecke aus.

a) Anſchläge auf der Strecke.

α) Anſchläge ſeitwärts (Seitenentladung).

β) Anſchläge oder dergl. im Gleiſe (Bodenentladung).

b) Verdoppelung auf der Fahrbahn an der Entladeſtelle in ſenkrechter Ebene.

α) Abheben des Kaſtens vom Untergeſtell.

β) Loslöſung des Untergeſtells.

Seitenentleerer, meiſt gebraucht zu Erdarbeiten, Ueberladen von Schmalſpur- in Vollſpurwagen (Fig. 4), Anſchütten von Halden und Dämmen, Stapeln von Kohle, Steinſchlag, Kies, Gemüſe, Feldfrüchten u. dergl. neben dem Gleis (ſ. Haufenlager). Bis zu welchen Abmeſſungen die Firma G. Talbot & Co. in Aachen im Bau ihrer Selbſtentlader gelangt iſt, erhellt aus den Fig. 5 und 6 [9]. Auf die Erzeugniſſe der Goodwin Car Co. in New York [10] war bereits hingewieſen; jedoch ſei hier an der für ſich ſelbſt ſprechenden Fig. 7 darauf hingewieſen, daß der den Selbſtentladern vielfach gemachte Vorwurf der zu hohen Schwerpunktslage ebenſo unberechtigt iſt wie bei vielen der amerikaniſchen Lokomotiven, weil eben die Tatſache ebenſo unbedenklich iſt wie bei letzteren. Die Ruhe des Ganges wird durch die hohe Schwerpunktslage kaum beeinflußt, und es beſteht jedenfalls für die Laufſicherheit keine Gefahr. An zwei Beiſpielen möge gezeigt werden, welche Erſparniſſe ſich gegenüber den meiſt noch in Europa gebräuchlichen Maſſentransportmitteln auf Eiſenbahnen bei Anwendung von Selbſtentladern erzielen laſſen. Die eingeſetzten Preiſe entſprechen den deutſchen Verhältniſſen bezw. den Koſten für Schnellentlader von A. Koppel, A.-G. in Berlin-Bochum, von 1906.

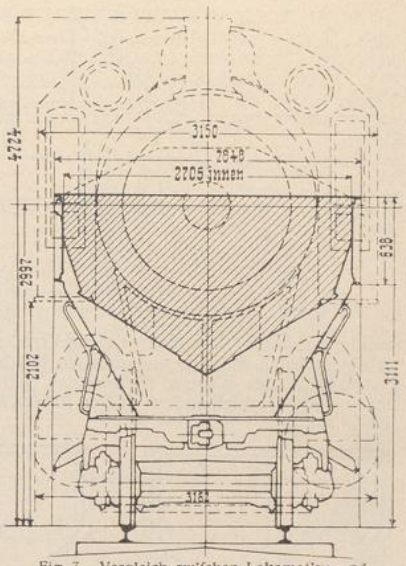


Fig. 7. Vergleich zwiſchen Lokomotive und Goodwin-Selbſtentlader (Schwerpunktslage).

Beiſpiel. Auf einer 10 km langen Schleppbahn befördere ein Hüttenwerk in gewöhnlichen Kohlenwagen Kohlen von der Zeche zum Werk. Die Wagen mögen auf zwei Fahrten in jeder Richtung täglich 40 km rollen; die Entladung eines 15-t-Wagens erfordert erfahrungsgemäß 4 Stunden Zeit bei billigſt 3 ℳ Lohn. Ein Seitenentleerer gleicher Faſſung erfordert kaum 2 Minuten Entladezeit. Es ſeien aber trotzdem die Entladekoſten eines Seitenentleerers zu 10 ₰ angenommen. Die vergleichende Rentabilitätsrechnung der beiden Wagengattungen für 1 Jahr ſtellt ſich dann, wie folgt:

Gewöhnlicher Kohlenwagen.

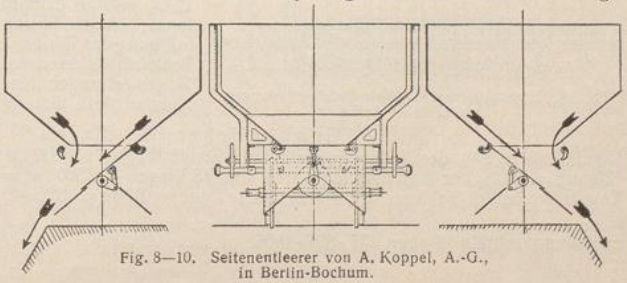
	ℳ
Verzinſung = 5 % der Anſchaffungsſumme in Höhe von 2500 ℳ für einen Wagen . . .	125
Tilgung = 10 % der Anſchaffungsſumme in Höhe von 2500 ℳ für einen Wagen . . .	250
Entladekoſten in Höhe von 3 ℳ für je zwei Entladungen an 300 Tagen = 2 · 3 · 300 . .	1800
Summe	2175

Seitenentleerer (Fig. 8—10).

Verzinſung = 5 % der Anſchaffungsſumme in Höhe von 3200 ℳ für einen Wagen . .	160
Tilgung = 10 % der Anſchaffungsſumme in Höhe von 3200 ℳ für einen Wagen . . .	320
Entladekoſten in Höhe von 0,10 ℳ für je drei Entladungen an 300 Tagen = 0,10 · 3 · 300	90
Summe	570
Betragen die Zugkraftkoſten für 1 t/km = 1 ₰, ſo erhöhen ſich die Geſamtbetriebskoſten bei gewöhnlichen Kohlenwagen von	2175
um (8 + 15 + 8) t · 40 : 2 km · 300 Tage · 0,01 ℳ	1860
auf	4035

Da der Seitenentleerer wegen Erſparnis der Entladezeit täglich 60 km rollen und dreimal entladen kann, ſo ſind nur 67 % an Seitenentleerern gegenüber den gewöhnlichen Kohlenwagen erforderlich. 570 ℳ jährliche Betriebskoſten für Seitenentleerer vermindern ſich demnach bei einer Leiſtung entſprechend den gewöhnlichen Kohlenwagen auf 410 ℳ. Die Geſamtbetriebskoſten (einſchließlich Zugkraftkoſten) ſtellen ſich folglich auf 410 + 1860 = 2270 ℳ für Seitenentleerer, mithin vermindern ſich die Betriebskoſten gegenüber den gewöhnlichen Kohlenwagen um 44 %; vgl. a. [4] und [10]. Ein weiteres Beiſpiel ſ. S. 76, Bodenentleerer.

Ein von den bisherigen völlig abweichendes, in allen Staaten geſchütztes Verfahren iſt von der Allgemeinen Oeſterreichiſchen Transportgeſellſchaft in Wien angenommen. Dasſelbe iſt erdacht von W. Noſſian und ein Ergebnis der Ueberlegung, daß die meiſten Verſuche, um mittels Kipp- oder Trichterwagen die immer dringender werdende Tagelohn- und Wagenmangelfrage zu löſen, zur Einrichtung von Sonderwagen geführt haben, die nur eine begrenzte allgemeine Ver-


Fig. 8—10. Seitenentleerer von A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum.

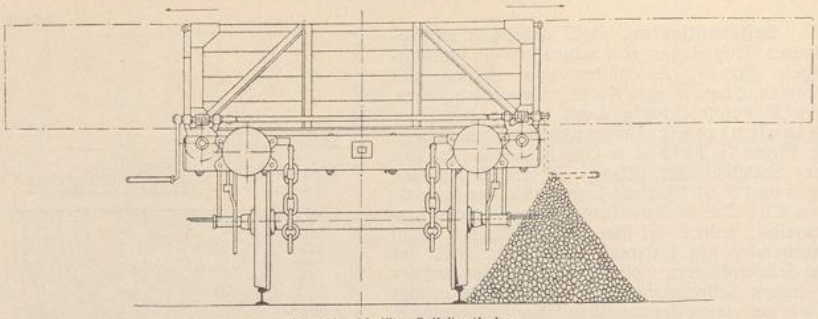


Fig. 11. Noſſian-Selbſtentlader.

wendung zulaſſen. Das Noſſianſche Verfahren beſteht darin, daß die Ladung (Fig. 11) durch die zu einem feſten Rahmen verbundenen Bordwände, die vom Boden getrennt und ſenkrecht zur Längenachſe des Wagens nach beiden Seiten verſchiebbar angeordnet ſind, auf dem in ſeiner Anfangslage verbleibenden Boden mitgeſchoben und je nach Bedarf rechts- oder linksſeitig außerhalb des Gleiſes abgeworfen wird; hierdurch wird das angeſtrebte Ziel erreicht, ohne daß die Wagen zu Spezialwagen mit dem dieſen anhaftenden Nachteil beſchränkter Benutzbarkeit werden. Das Ausladen dauert bei dieſen Wagen 5—7 Minuten, einſchließlich Zurückſchieben des Rahmens 10—12 Minuten, und wird durch zwei Mann bewältigt, während z. B. bei gewöhnlichen Kohlenwagen vier bis ſechs Mann 1—2 Stunden lang je nach der Beſchaffenheit des Materials für dieſe erforderlich ſein dürften. Die äußerſt einfach gebaute und deshalb ſehr dauerhafte Einrichtung beſteht entweder aus zwei bis drei Zahnſtangengetrieben, auf welchen der Bordwandrahmen feſt aufgeſetzt, durch einen neben den Puffern angeordneten Schneckenantrieb verbunden und mittels einer Handkurbel in Bewegung zu ſetzen iſt, oder bei größerer Ladung aus ſenkrecht zur Längenachſe des Wagens angeordneten ſtarken, gekuppelten Schraubenſpindeln mit unmittelbarer Schubwirkung. Sämtliche Teile ſind gegen Verunreinigung geſchützt und die Schnecken oder Spindeln mit verläßlicher Schmierung verſehen [11].

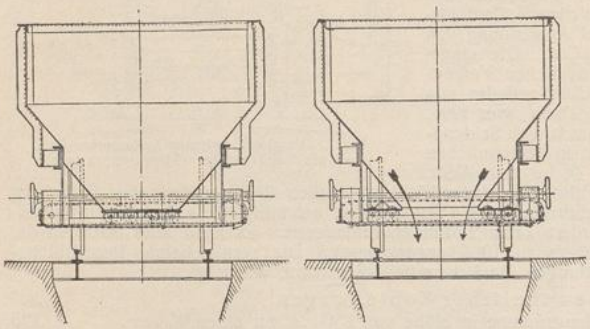


Fig. 12 und 13. Bodenſelbſtentleerer von A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum.

Bodenentleerer für vorhandene Sturzgerüſte, Ueberladen von Bahnwagen in Schiffe, Entladen von Erzen in Bunker, von Chemikalien z. B. in Miſchbehälter u. ſ. w. (ſ. oben); vgl. a. [12]. Die Rentabilität ſolcher Wagen ſei wieder an einem Koppelſchen Beiſpiel gezeigt.

Beiſpiel. Aus einem Kohlenbezirk befördere eine Eiſenbahnverwaltung die Kohlen in gewöhnlichen 15-t-Wagen nach einem großen Flußhafen. Die mittlere Entfernung vom Zechenzentrum zum Fluſſe betrage 30 km, ſo daß bei einmaliger Entladung jeder Wagen entſprechend dem Durchſchnitt auf der preußiſchen Staatsbahn etwa 60 km täglich rollt. Die Zugkraftkoſten für 1 t/km ſeien $^1/_2$ ₰. Die Entladung im Flußhafen erfolge mit Wippern und koſte für 1 t Wagengut 6 ₰. Zurzeit beſtehe ein Zug aus 45 Wagen von 15 t Ladefähigkeit. Dieſer Zug wiegt etwa 1000 t und hat eine Länge von 300 m. Beim Uebergang zu Bodenentleerern von 40 t Tragfähigkeit und 16 t Eigenlaſt beſteht ein Zug aus nur 17 Wagen, wiegt 950 t und iſt etwa 170 m lang. Die aufzuwendenden Zugkraftkoſten reduzieren ſich demnach zunächſt um 5 %, ſodann um 15 % infolge Erſparung an Zugbegleitungsperſonal, Verminderung der Zugwiderſtände, Verbilligung des Rangierens u. ſ. w. Die vergleichende Rentabilitätsberechnung der Betriebskoſten beider Wagengattungen für 1 Jahr und für 675—680 t Nutzlaſt ſtellt ſich demnach wie folgt:



Fig. 14. Ergebniſſe von Goodwin-Selbſtentladungen auf Gleisſtrecken.

Gewöhnlicher 15-t-Wagen.	ℳ
Verzinſung = 5 % der Anſchaffungskoſten von 45 Wagen à 2500 ℳ = 45 · 2500 . . .	5 625
Tilgung = 10 % der Anſchaffungskoſten von 45 Wagen à 2500 ℳ = 45 · 2500 . . .	11 250
Zugkraftkoſten für 300 leere und 300 beladene Züge im Jahre = (325 + 1000) · 30 · 300 · 0,005	59 625
	76 500
Entladung mittels Wipper 675 · 300 · 0,06	12 150
Summe	88 650

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

40-t-Bodenentleerer (Fig. 12 und 13).

Verzinſung = 5% der Anſchaffungskoſten von 17 Wagen à 7000 ℳ = 17 · 7000 . . .	5950
Tilgung = 10% der Anſchaffungskoſten von 17 Wagen à 7000 ℳ = 17 · 7000	11900
Um 15% verminderte Zugkraftkoſten für 300 leere und 300 beladene Züge im Jahre 0,85 · (272 + 952) · 30 · 300 · 0,005	46818
	64668
Selbſtentladung 17 · 0,10 · 300	510
Summe	65178

Die Betriebskoſten vermindern ſich demnach im vorliegenden Fall für die Bahnverwaltung ausſchließlich Entladekoſten um mehr als 15% und bei Lieferung frei Schiff, alſo einſchließlich Entladekoſten, um mehr als 26%. Bei einem Park von 100000 Stück 15-t-Wagen von durchſchnittlich 7,25 t Eigengewicht würden die jährlichen Betriebskoſten hiernach betragen:

100000 · 7,25 + 15 + 7,25 t : 2 · 60 km · 300 Tage · 0,005 ℳ = 132750000 ℳ;

26% hiervon ergeben rund 34500000 ℳ jährliche Erſparnis (!).

Vereinigte Boden- und Seitenentleerer. Dieſe Wagen (Goodwin, Koppel u. ſ. w.) dienen vorzugsweiſe zur Beſchotterung oder Bekiefung von Eiſenbahngleiſen (Verteilung während der Fahrt); über derartige Ergebniſſe vgl. Fig. 14.

Verwandlungswagen. Mehr und mehr ſtellte ſich auf verſchiedenen Eiſenbahnſtrecken, auf denen ſolche Selbſtentlader liefen, ſo insbeſondere z. B. auf der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn, das Bedürfnis heraus nach der Möglichkeit einer beſſeren Ausnutzung ſolcher Sonderwagen, und daraus haben ſich vor allem die Wagen der Rodger Ballast Car Co., Chicago, entwickelt. Das in Fig. 15 dargeſtellte Betriebsmittel dieſer Art (multi-service-freight-car) läßt unſchwer erkennen, in welch einfacher Weiſe offene Güterwagen bezw. Flachbodenwagen gewöhnlicher Art in ſchnellentladende Trichterwagen (und umgekehrt) verwandelt werden können. Dieſe Wagen dienen dazu, die früher häufig unumgänglichen Leerfahrten derſelben zu vermindern. Als Trichterwagen können ſie zur Beförderung von Kohlen und Erzen, als Flachbodenwagen für Stückgüter benutzt werden. Will man den Trichterboden gebrauchen, ſo werden die im Boden befindlichen Klappen geöffnet; ſchließt man dagegen die Bodenklappen, ſo hat man einen Flachbodenwagen. — Ueber die Ergebniſſe des von der preußiſchen Staatseiſenbahnverwaltung im Jahre 1906 erlaſſenen Preisausſchreibens für Selbſtentlader vgl. [13].

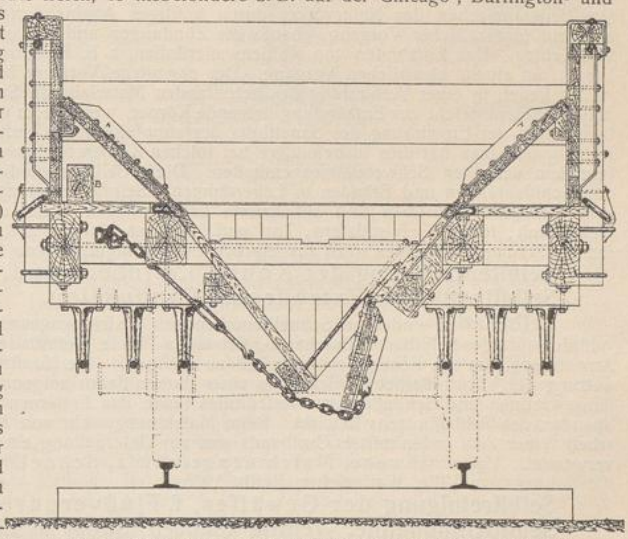


Fig. 15. Verwandlungswagen der Rodger Ballast Car Co. in Chicago.

Literatur: [1] Buhle, Maſſentransport, Stuttgart 1908, S. 51 ff., ſowie S. 19, 26, 79, 124 ff., 369, 372; ferner Derſ., Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (im folgenden bezeichnet mit T. H.), III, S. 321; „Glückauf“ 1907, S. 47 ff. (Koppel), ſ. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 236; ferner v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 199 ff.; 1906, S. 386 ff.; Schwabe ſ. [9], ferner „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 112 ff., und Glaſers Annalen 1907, I, S. 90 ff. u. ſ. w.; Lentz, „Stahl und Eiſen“ 1901, S. 740 ff.; Eſch, Archiv f. Eiſenb. 1907, S. 399 und 410; ferner Organ 1901, S. 26; 1905, S. 295, Ergänzungsheft 1904, S. 285 ff.; „Glückauf“ 1903, S. 409 ff.; Revue générale 1904, I, S. 85, 267, 337; II, S. 94; Min. Proc. Civ. Eng., Bd. 158; Railroad Gazette 1905, S. 16 und 60 u. ſ. w. — [2] Metzeltin, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 1780 ff. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 94; 1905, S. 94; „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 6; Glaſers Annalen 1904, II, S. 132; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Eiſenbahnverw. 1902, Nr. 76, und 1903, Nr. 23. — [4] Buhle, T. H., I, S. 37 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1249) ſowie T. H., III, S. 191 (Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 772 ff.). — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 801 und 1961 (Fig. 11). — [6] Derſ., T. H., I, S. 146 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 735, bezw. 1899, S. 1249). — [7] Glaſers Annalen 1907, I, S. 157 (Ausſtellungswagen der Maſchinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Nürnberg 1906). — [8] Fördertechnik 1907, Heft 11, S. 177 ff. — [9] Schwabe, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 613 ff. (vgl. a. Buhle, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 777 ff., T. H., II, S. 53 ff.). — [10] Derſ., T. H., I, S. 146 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 734), T. H., III, S. 194 ff. (Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 772 ff.); vgl. ebend. 1904, S. 321 ff., auch Bauart Jakobs in Raſtatt, Pohlig in Cöln u. ſ. w. — [11] Buhle, T. H. I, S. 151 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 737). — [12] Derſ., T. H., III, S. 59 (Zeitſchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

— [13] Müller, Verkehrstechniſche Woche 1907, Nr. 10, S. 261 ff.; vgl. hierzu ferner Buhle, T. H., I, S. 46 bezw. 151 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1358, bezw. 1900, S. 509 ff.); II, S. 33 und 55 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1730, und 1903, S. 862); Martens, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 92 ff.; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 501, bezw. 1906, S. 1164, ſowie Buhle, T. H., III, S. 244 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 646), T. H., I, S. 151 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 738 ff.) ſowie ebend. 1908, S. 1739 (Vorrichtung von Dahm); Stockert, Handbuch des Eiſenbahnmaſchinenweſens, Berlin 1908, Teil I, S. 105 ff., und Rimrott, Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1909, Bd. 4, S. 576 ff. *M. Buhle.*

Selbſtentzündung. Sind mit der lebhaften Oxydation brennbarer Körper ſtets Glüh- oder Feuererſcheinungen verbunden, ſo kann dies auch bei der langſam erfolgenden Oxydation der Fall ſein. Vollzieht ſich die langſame Oxydation unter ſehr günſtigen Bedingungen, als welche unter anderm geringe Feuchtigkeit und poröſes, viele Fläche darbietendes Material und Schutz vor Ableitung und Ausſtrahlung der entwickelten geringen Wärme anzuſehen ſind, ſo kann ſich die dabei erzeugte Wärme allmählich derart ſteigern, daß eine Entzündung eintritt. Dieſen Vorgang nennt man Selbſtentzündung.

Selbſtentzündung kommt ſomit ohne Wärmezufuhr von außen zuſtande. Wohl zu unterſcheiden iſt, daß chemiſche und phyſikaliſche Vorgänge die Selbſtentzündung einleiten können. Das Feueranmachen der Naturvölker durch kräftiges Aneinanderreiben zweier Holzſtücke iſt z. B. ein phyſikaliſcher Vorgang, ebenſo die Zündungen und Exploſionen durch Reibung, Stoß und Schlag. Das Entzünden von Kohlenwaſſerſtoffen, z. B. Benzin in chemiſchen Wäſchereien, beruht auf einem elektriſchen Vorgang. Der chemiſche Vorgang beſteht dagegen, wenigſtens in der Regel, in einer Verbindung des betreffenden Materials mit Sauerſtoff, alſo in einer Oxydation. Solche leicht zur Entzündung neigende Körper, wenn ſie in großen Maſſen aufgeſchichtet lagern und der Einwirkung des Sauerſtoffs der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt ſind, ſind z. B. Kohlen, und man hat dies insbeſondere bei ſolchen Kohlen beobachtet, welche größere Mengen ſehr fein verteilten Schwefelkieſes enthalten. Dieſe Selbſtentzündung iſt häufig die Urſache von Schiffsbränden und Bränden in Lagerräumen. Selbſtentzündungen von öligen Tuchlappen und Maſchinenputzlappen ſind allbekannte Erſcheinungen, auch unvollkommen getrocknetes Heu, Stroh, fettige Geſpinſtfaſern, Torf und ähnliches Material können ſich infolge einer langſamen Oxydation unter den oben ausgeſprochenen Bedingungen von ſelbſt entzünden. *Bujard.*

Selbſtentzündung der Kohle, ſ. Grubenbrand, Staubexploſion.

Selbſtinduktion (Extraſtrom), ſ. Induktion.

Selbſtlader finden bei Schnellfeuerkanonen, Maſchinengewehren, Repetiergewehren und -piſtolen (Mauſer-Selbſtlader, Borchardt-, Browning-Piſtole, Selbſtladepiſtole „Parabellum" u. ſ. w.) Anwendung, um die Feuergeſchwindigkeit zu erhöhen. Ihre Konſtruktion beruht auf der Ausnutzung der Rückſtoßarbeit, welche von einer ſtarken Feder aufgenommen wird und das ſelbſttätige Oeffnen und Schließen des Verſchluſſes ſowie das Entfernen der Patronenhülſe und das Spannen des Schlagbolzens bewirkt. Beim Maſchinengewehr von Maxim wird die Rückſtoßarbeit ferner zum Laden mittels Gurtbands und zur Unterhaltung eines kontinuierlichen Feuerns verwendet. Vgl. a. Gewehr, Maſchinengeſchütz, Schnellfeuerkanonen.

Literatur: Wille, Waffenlehre, Berlin 1905. *T. Schwarz.*

Selbſtreinigung der Gewäſſer, ſ. Flußverunreinigung.

Selbſtſchlußhähne, -ventile kommen ſowohl als Zapfhähne wie auch als Durchgangshähne (Durchgangsventile) bei Waſſerleitungen vor. Beiſpiele von letzteren ſind die Kugelfallhähne (ſ. d.).

Bei niederem Druck laſſen ſich einfache Ventilkonſtruktionen mit Federſchluß anwenden, bei denen der Waſſerdruck über dem Ventil ſitzt; das Oeffnen geſchieht durch Drücken auf einen Knopf oder Hebel. Andre Konſtruktionen mit Entlaſtung des Ventils durch Gegenkolben ſind für höheren Druck vielfach ([1], [2]) konſtruiert worden, doch blieb deren Anwendung eine beſchränkte, da ihre Empfindlichkeit gegen zufällige Verſtopfungen durch Sandkörner u. dergl. zu groß iſt.

Literatur: [1] Berkowitſch, A., Ueber Selbſtſchlußventile, Journ. für Gasbel. und Waſſerverſ. 1879, Bd. 22, S. 571 ff. — [2] Vgl. a. die D.R.P. Nr. 1755, 2710, 3681, 3809, 4003, 4294, 4329, 4370, 4440, 4526, 4538, 4762, 4857, 5135, 5403, 5530, 6152, 6859, 8030, 9386, 9784, 12074, 13290, 13847, 15349, 17552, 19694, 21673, 26051, 26244, 26808, 29682, 30098, 31954, 33806, 36238, 41260, 43253, 45114, 46182, 48064, 51083, 52621, 54294, 54295, 66245, 67413, 68162, 71111, 73253, 76466. *C. Blecken.*

Selbſtſchlußventile heißen im engeren Sinne Rohrbruchventile.

Sie ſollen eine unter Druck ſtehende Dampf- oder Waſſerleitung ſelbſttätig abſchließen, wenn die Rohre oder die angeſchloſſenen Gefäße, wie Keſſel, Schieberkaſten, Kocher, aufreißen. Zur Betätigung dient meiſt die infolge der Ausſtrömung übermäßig geſteigerte Geſchwindigkeit durch ihren dynamiſchen Druck auf einen vor der Durchgangsöffnung ſtehenden Abſchlußkörper oder die plötzliche Abnahme der Spannung gegenüber dem normalen Druck hinter einem leichtgehenden Kolben. Nach dem Grenzwert der höchſten Betriebsgeſchwindigkeit iſt die Empfindlichkeit in jedem Falle einzuſtellen.

Das Ventil (Fig. 1) von Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg ſichert nach beiden Richtungen, ſo daß es ſowohl die Dampfleitung vom Keſſel wie den Keſſel von der Hauptleitung abſperren kann. Zur Regelung der Empfindlichkeit ſtellt man die Scheibe mit dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daran hängenden Durchlaßbogen in den Seitenführungen ſo tief, daß die Kugel bei der größten zuläſſigen Strömung mitgenommen und an die Ausgangsmündung gedrückt wird, und dann etwas höher. Preis 0,8—1,2 *M.* auf 1 mm Rohrweite. In dem Ventil (Fig. 2) von Hübner & Mayer in Wien ſteigt der untere ſchwere Abſchlußkegel bei übermäßiger Strömung ſenkrecht auf, um ſo leichter, je höher er durch einen Anſchlag an dem außen ſitzenden Handrad eingeſtellt iſt, und fällt, nachdem das darüberſitzende Handventil geſchloſſen iſt, wieder ab. In der Abbildung ſteckt der obere Ventilteller loſe an der Spindel, ſo daß er bei Rückſtrömung ſelbſttätig abſperrt. Preis 2—4 *M.* auf 1 mm Weite. Auch wenn ſtatt des gezeichneten Eckventils ein Durchgangsventil gleicher Bauart ausgeführt wird, hebt die Strömung den unteren Abſchlußkegel wie in Fig. 3 den Teller. Dieſes Ventil, von Franz Seiffert & Co. in Berlin, iſt in ſeiner Empfind-

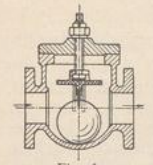


Fig. 1.

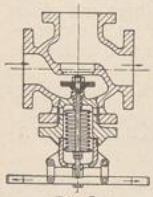


Fig. 3.

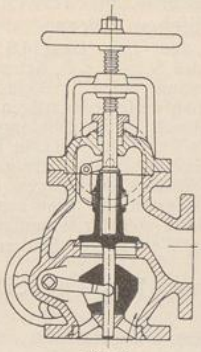


Fig. 2.

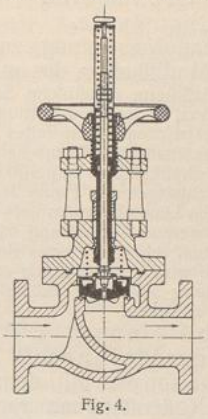


Fig. 4.

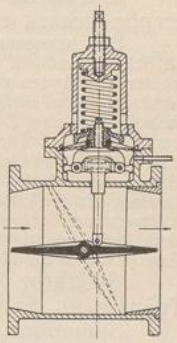


Fig. 5.

lichkeit abhängig von der Form der Wände, der Höhenlage des Tellers und der beliebig einſtellbaren Anſpannung der Feder. Dieſe liegt außerhalb des Dampfraumes, ohne daß eine Stopfbüchſe die Beweglichkeit beeinträchtigt, indem ein aufgeſchliffener Bund der Spindel die Durchgangsöffnung abdichtet. Das im Oberteil einzubauende Abſperrventil darf, auch wenn es nur wenig geöffnet iſt, den Abſchluß von unten nicht hindern. Durch Verſchiebung der unterhalb der Spindel hängenden Schwinge nach rechts oder links kann man — auch durch einen Drahtzug aus beliebiger Entfernung — das Ventil ſchnell abſchließen. Die Bauart (Fig. 4) vom Alexanderwerk in Remſcheid-Vieringhauſen vereinigt das Selbſtſchluß- und Abſperrventil in einem Gehäuſe ohne Seitendruck auf den Teller (vgl. Durchgangsventile, Fig. 10 und 11). Hat man, wie gezeichnet, das Handrad mit der Federhülſe bis zum Anſchlag an der Grundbüchſe hinaufgeſchraubt, ſo wird die Spindel an der Doppelmutter von den Federn zunächſt gelüftet, ſo daß ein gewiſſer Druckausgleich in der Leitung ſtattfindet, worauf die Spindel mit dem Teller weiter aufſteigt. Bei einem Rohrbruch ſetzt ſich aber der Teller wieder auf, teils durch die Abſtrömung angeſaugt, teils durch den Ueberdruck des Dampfpolſters und der Feder über dem loſen Blechring als Kolben niedergedrückt; das Hilfsventil bleibt offen, bis die Spindel am Handrad niedergeſchraubt wird. Das Ventil (Fig. 5) von Hübner & Mayer eignet ſich für Waſſerleitungen [2]. Hier wirkt eine federbelaſtete Membran auf Abſchluß der Droſſelklappe, wenn die Kammer unter der Membran unmittelbar oder durch eine in weiterer Entfernung an das Rohr angeſchloſſene Hilfsleitung vom normalen Druck entlaſtet wird.

Literatur: [1] Köhler, G. W., Rohrbruchventile, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 414 ff.; Derſ., Forſchungsarbeiten, Heft 34 (Diſſertation mit Darſtellung, Kritik und Verſuchsangaben über vielerlei Bauarten). — [2] Lueger, Die Waſſerverſorgung der Städte, Leipzig 1908. *Lindner.*

Selbſtſpinner (Selfaktor), ſ. Baumwollſpinnerei, Kammgarnſpinnerei, Streichgarnſpinnerei.

Selbſtverkäufer, ſ. Automaten, Gasmeſſer (Gasautomaten).

Selbſtzünder, ſ. Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 275.

Selen *Se*, Atomgew. 79,2, iſt in mehreren allotropen Modifikationen bekannt, die ſich in vielen Beziehungen dem Schwefel ähnlich verhalten, z. B. wie dieſer zum Teil löslich, zum Teil unlöslich in Schwefelkohlenſtoff ſind. Spez. Gew. der einzelnen Modifikationen verſchieden, von 4,28—4,80, ebenſo der Schmelzpunkt von 125—200°. Bei 700° ein tiefgelbes Gas.

Ausgezeichnet iſt das Selen durch ſein Verhalten der Elektrizität gegenüber; einige Modifikationen ſind Nichtleiter, andre Leiter; das kriſtalliſierte Selen wird durch Belichtung, und nur für die Dauer derſelben, viel beſſer leitend, worauf einige Verwendungsarten des Selens beruhen. Selen verbrennt mit blauer Flamme zu Selenoxyd, einem farbloſen Gaſe, welches durchdringend wie fauler Rettich riecht, und zu Selendioxyd, weiße Dämpfe, in reinem Zuſtande als lange weiße Nadeln durch Zurtrocknedampfen und darauffolgende Sublimation der ſelenigen Säure H_2SeO_3 zu erhalten. Die giftige ſelenige Säure bildet ebenfalls weiße Kriſtalle; ebenſo die Selenſäure H_2SeO_4. Selenwaſſerſtoff H_2Se iſt ein farbloſes, giftiges, dem Schwefelwaſſerſtoff

ähnliches Gas. Außer vielen Salzen der selenigen und der Selensäure sind noch eine große Reihe von Verbindungen des Selens mit andern Elementen bekannt. Selen kommt in der Natur in einigen seltenen Mineralien und in sehr geringen Mengen in einigen Kiesen vor; gewonnen wird es aus dem Flugstaub der Kiesröstöfen und vor allem aus Bleikammerschlamm, in welchem es neben Schwefel, Arsenik, Bleisulfat u. s. w. enthalten ist. *(Rathgen) Moye.*

Selenblei (Clausthalit), Mineral, *PbSe* (72,38% *Pb*, 27,62% *Se*).

Kristallisiert regulär; meist derb; bleigrau, metallglänzend, mild. Härte $2\frac{1}{2}$—3; spez. Gew. 8,2—8,8. Beim Erhitzen verflüchtigt es sich unter Selengeruch (Rettichgeruch), ohne zu schmelzen. Löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von Selen. *Leppla.*

Selenitmörtel, s. Gipsmörtel.

Selenotypie, s. Chaostypie.

Selenzelle ist eine Vorrichtung zur technischen Verwendung der Lichtempfindlichkeit einer Modifikation des metallischen Selens.

Das hexagonal kristallisierte metallische Selen vom spez. Gew. 4,8, Selen III genannt, ist lichtempfindlich. Während andre Modifikationen des Selens, z. B. Selen I und II, unter gar keinen Umständen den elektrischen Strom leiten, gewinnt Selen III diese Eigenschaft bei Belichtung. Von dieser Eigenschaft des Selens kann man verschiedenartigen Gebrauch machen, insbesondere zum Zwecke physikalischer Experimente, auch zu Fernzündungen von Minen, Seezeichen u. s. w. Die Einrichtungen der Firma Julius Pintsch, A.-G. in Berlin, zum Zünden und Löschen des Lichtes von Leuchtbaken mittels Selenzellen sind seit einigen Jahren mit gutem Erfolge im Betrieb. Eine weitere Verbreitung haben diese Einrichtungen aber noch nicht gefunden, da die Instandhaltung ein geschicktes Personal erfordert. Eine ausgedehnte technische Verwendung der Selenzelle wird auch dadurch erschwert, weil ihr Widerstand nicht sofort nach dem Aufhören der Belichtung auf ihren anfänglichen Wert steigt, sondern erst nach längerer Zeit (etwa 24 Stunden); s. a. Selen. *Bujard.*

Selfaktor (Selbstspinner), s. Baumwollspinnerei, Kammgarnspinnerei, Streichgarnspinnerei.

Semaphor, Signalapparat mit drehbaren Flügelarmen, welcher an Bord der Schiffe sowie auf Küstenstationen zum Signalisieren Verwendung findet. — Vgl. a. Bahnzustandssignale und Signalapparate.

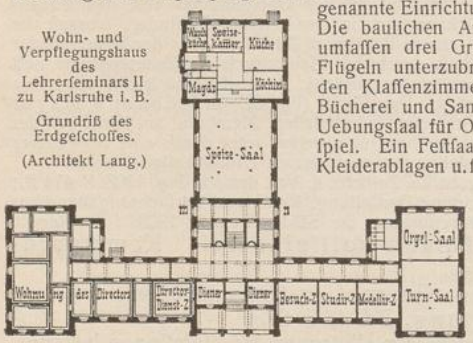
Semikonvergenz, s. Reihen.

Semikubische Parabel, s. Neilsche Parabel.

Semilargent, s. Neusilber.

Seminar (Pflanzschule), Anstalt zur Heranbildung von Schullehrern und -lehrerinnen in Erwerbung der schulwissenschaftlichen Kenntnisse und Erteilung des Unterrichts.

Je nach dem System der Ausbildung sind die Zöglinge im Internat (d. h. sie erhalten Wohnung und Verpflegung) oder sie sind Externe, als welche sie nur Unterricht erhalten. Erstgenannte Einrichtung besteht bei den meisten Lehrerseminaren. Die baulichen Anforderungen sind hiernach vielfache und umfassen drei Gruppen, die in getrennten Gebäuden oder Flügeln unterzubringen sind. 1. Eine Seminarschule mit den Klassenzimmern, Zeichensaal, Physik- und Chemiesaal, Bücherei und Sammlungsräume, Musikzimmer, bestehend in Uebungssaal für Orgelspiel und Zellen für Klavier- und Geigenspiel. Ein Festsaal und Turnsaal. Außerdem Lehrerzimmer, Kleiderablagen u. s. w. Direktorwohnung und solche für Lehrer und Hausdiener, Erholungszimmer und Sitzungssaal. — 2. Uebungsschule mit vier Volksschulklassen. — 3. Wohnungsabteilung, bestehend in Wohn- und Arbeitsräumen, Schlafsälen mit Waschräumen und Schrankzimmern, Bädern, Kranken-, Besuch- und Sprechzimmer, Wirtschaftsräumen mit Kochküche und Vorratsräumen, Waschküche mit Zubehör (vgl. die Figur).



Wohn- und Verpflegungshaus des Lehrerseminars II zu Karlsruhe i. B.

Grundriß des Erdgeschosses.

(Architekt Lang.)

Den Hochschulen waren schon in frühester Zeit Seminare für Theologen angegliedert, denen nun in neuerer Zeit solche für Philosophie, Mathematik, Rechtskunde u. a. nachgebildet sind, in welchen Studierende zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten durch Uebungen unter Anleitung von Professoren herangezogen werden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbband, 14. Kap., S. 299—330, 2. Aufl., Stuttgart 1903. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, 2. Aufl., Berlin 1900; 4. Teil, IV, 2, Schullehrerseminare von Haeseke, S. 371. *Weinbrenner.*

Sen, s. Yen.

Sender, s. Telegraphie, Telephonie.

Sengen (Gasieren), eine Operation, welche mit bestimmten Sorten von Baumwollzwirn vorgenommen wird, um ihnen die über die Oberfläche vorstehenden Fäserchen abzubrennen, so daß der Zwirnfaden ein glattes, sauberes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ausſehen bekommt. Die Verbrennungstemperatur darf dabei nur ſo groß ſein, daß der Zwirn ſelbſt nicht notleidet, daher man den Prozeß auch Sengen nennt. Der Zwirn wird dabei mit großer Geſchwindigkeit horizontal über eine Gasflamme hinweggeführt; vgl. Boßhard, Baumwollſpinnerei, Weimar 1891, S. 103 ff.

Senkbrunnen werden an die Stelle der Fundamentpfeiler (ſ. Pfeilergründung) geſetzt, wenn die tragfähige Bodenſchicht ſich erſt in größerer Tiefe vorfindet oder wenn bedeutender Waſſerandrang vorhanden iſt. Die Fundamentpfeiler werden in einem ſolchen Falle zunächſt hohl, alſo brunnenartig, ausgeführt und nach geſchehener Senkung ausgefüllt (ſ. Brunnengründung). — Die andre Bedeutung des Stichwortes gilt für Brunnen, in welchen das zugeleitete Waſſer ſich verſetzen (verſenken) ſoll. *Schmitt-Darmſtadt.*

Senkel, Bleilot (ſ. d.), Lot (ſ. d.), das bekannte einfache Ablote-inſtrument (ſ. d.), ein an einem Faden aufgehängtes Gewicht.

Die Gewichte oder Birnen der Senkel, welche gewöhnlich bei geodätiſchen Arbeiten verwendet werden, ſind Zylinder mit koniſcher Spitze oder Kegel aus Metall. Erforderlich iſt, daß die Spitze in der Ruhelage des Senkels in die Lotlinie des Aufhängepunktes fällt. Durch mehrfaches Abloten in verſchiedenen Lagen wird geprüft, ob dies der Fall iſt. Genügende Schwere, mäßige Schnurſtärke und geringe Angriffsfläche für bewegte Luft ſind Bedingung. — Ein bequemes Aufundniederſchieben ermöglicht das Doppellot, bei dem ein Gewicht zentriſch über der Birne an der doppelt geſchlagenen Schnur aufgehängt iſt. Ein guter Erſatz für das Doppellot iſt das einfache Lot mit Bremsplättchen ([1], 1904, S. 59). — Zum Abloten auf verſenkte Punktmarken eignet ſich beſonders das Ringlot von Häuſermann. Es beſteht aus einem Ringe mit Speichen, durch deren Nabe eine verſtellbare Nadel geſchraubt iſt. — Ein Lot, das ſich innerhalb der Fadenlänge von etwa 3 m in jeder Höhenlage raſch feſtſtellen läßt und das Aufwickeln der Schnur ſelbſttätig bewirkt, iſt das Blitzlot, D.R.M. Nr. 193259 ([1], 1903, S. 555). — Erwähnt möge noch werden der akuſtiſche Brunnenſenkel zur Ermittlung der Höhenlage des Waſſerſpiegels in ſchwer zugänglichen Räumen. Im Deckel eines hohlen, unten offenen Zylinders iſt eine Pfeifenöffnung. Sobald der Zylinder in das Waſſer eintaucht, entweicht die zuſammengepreßte Luft durch die Pfeife und erzeugt einen lauten Pfiff ([1], 1906, S. 648).

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen, Stuttgart. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Senken der Gebäude. Jede Boden- oder Erdſchichte wird durch die daraufgeſetzte Gebäudelaſt je nach ihrer Dichtigkeit mehr oder weniger zuſammengepreßt. Es wird ſich deshalb das Gebäude ſenken.

Ein ganz gleichmäßiges Senken kann dem Gebäude nicht ſchaden; es iſt daher anzuſtreben, 1. durch ſorgfältige Berückſichtigung der einzelnen Gebäudelaſten und der Tragfähigkeit des Bodens die gepreßten Grundflächen mit den aufzuſetzenden Laſten in ein beſtimmtes Verhältnis zu bringen, welches durch Berechnung feſtzuſtellen iſt. Geſchieht dies nicht, ſo können ungleiche Senkungen eintreten, welche ſich durch Riſſe im Mauerwerk und Wandputz, Abſprengen von Hauſteinen u. ſ. w. kundgeben. 2. Die Senkung im Mauerwerk durch Schwinden der Mörtellagen beim Austrocknen iſt je nach der Mörtelart, Auftragen derſelben u. ſ. w. verſchieden und beträgt bei einer Stockwerkhöhe etwa $1^1/_2$—2 cm. Das Senkmaß iſt durch Beobachtung leicht zu ermitteln. *Weinbrenner.*

Senker, bohrerähnliche Werkzeuge, zum Erweitern von vorgearbeiteten oder vorgegoſſenen Löchern auf beſtimmte Maße dienend; zum Gebrauch auf Dreh- und Revolverbänken, Bohr- und Chuckingmaſchinen. Man unterſcheidet:

1. Spiralſenker, Fig. 1. Sie ſind eigentlich Spiralbohrer ohne Spitze und haben wegen ihrer mehrfachen Führung weniger Neigung zum Verlaufen als dieſe oder als Ausbohrſtähle,

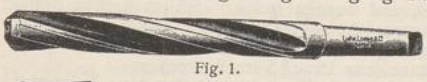


Fig. 1.

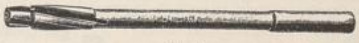


Fig. 3.

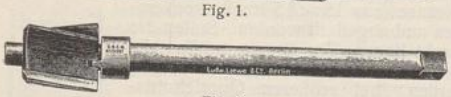


Fig. 2.



Fig. 4.



Fig. 7.



Fig. 8.

denen gegenüber ſie ſich außerdem durch eine dreifache Leiſtung auszeichnen. Während des Anſchnitts iſt es namentlich bei vorgegoſſenen Löchern notwendig, ſie in Führungsbüchſen zu führen. Wegen des in der Regel nachfolgenden Aufreibens der Löcher mit Reibahlen beſitzen die Senker gewöhnlich einen um 0,2—0,5 mm kleineren Durchmeſſer als das Loch.

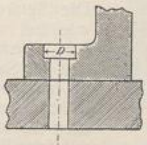


Fig. 5.

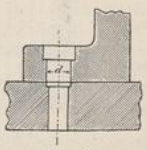


Fig. 6.

2. Aufſteckſenker, Fig. 2, beſitzen koniſche Bohrung und werden auf Dorne aufgeſteckt.

3. Kopf- und Halsſenker, Fig. 3 und 4, dienen zum Herſtellen der Erweiterung für den Kopf (*D* in Fig. 5) bezw. für den Hals (*d* in Fig. 6); ſie beſitzen in der Regel einen Führungszapfen gleich dem Kerndurchmeſſer des betreffenden Gewindes.

4. Zapfenſenker, Fig. 7, dienen vorzugsweiſe zum Anſchneiden und Abfräſen von Auflageflächen für Muttern und Bolzenköpfe und zur Bearbeitung von Nabenſtirnflächen. Bei den Zapfenſenkern von Löwe & Co., Berlin, beſitzt jede Größe drei verſchiedene Meſſer und vier Büchſen von verſchiedenem Durchmeſſer und iſt dadurch für zwölf verſchiedene Senkungen geeignet.

5. Spitzſenker, Fig. 8, dienen zur Herſtellung koniſcher Verſenkungen. *A. Widmaier.*

Senkfaſchine (Saltitze), ein zylindriſcher oder walzenförmiger, im Innern mit Kies und Steinen gefüllter Körper von 0,6—1,2 m Dicke und 3—6 m Länge.

Dieſes ſchwere Kleinmaterial, ſeinem Zwecke nach auch Beſchwerungsmaterial genannt, wird durch eine dichte Umhüllung mit Faſchinen, d. h. längeren Zweigen verſchiedener Sträucher und Bäume, zuſammengehalten, nachdem das Ganze durch außen rundherum gelegte Bänder, meiſt aus ſtarkem, ausgeglühtem Eiſendraht, in Entfernungen von etwa 0,5 m feſtgebunden wurde. Zur Herſtellung ſolcher Senkfaſchinen bedient man ſich der ſogenannten Faſchinenbank (ſ. d.). Werden derartige Senkfaſchinen in unbegrenzter Länge (bis 200 m und darüber lang) und dann gewöhnlich 1,0 m dick angefertigt, um, von dem Gerüſte abgewälzt, ſogleich eine Uferverſicherung oder nach Art eines Parallelwerkes (ſ. d.) eine neue Uferlinie zu bilden, ſo heißt dies eine Sinkwalze (Senkwalze) oder Senkwurſt (kontinuierliche Senkfaſchine). Analog den Senkfaſchinen ſind die Senkkörbe; dieſe haben nur ſtatt der Strauchumhüllung ein feſtes Weidengeflecht von prismatiſcher oder andrer Form.

Senk- oder **Verſitzgruben,** Gruben in durchläſſigem Untergrund (Kiesboden, zerklüfteter Fels mit tiefliegendem Grundwaſſer), zur Aufnahme von Abwaſſer.

Man findet in alten Städten Abtrittgruben, in welchen die flüſſigen Abgänge ſo leicht verſickern, daß eine Entleerung nur höchſt ſelten notwendig wird, und ebenſo im freien Feld natürliche (ſ. Erdfälle) oder künſtliche Gruben, in welchen kleinere Waſſerläufe ſtändig verſchwinden. Bei der Neuanlage von ſolchen Gruben muß man zuvor den Boden tief hinunter genau unterſuchen, da ein einigermaßen dichterer Untergrund durch die ſich beim Verſinken der Schmutzwaſſer bildenden Schlammablagerungen bald undurchläſſig wird. *Lubberger.*

Senkkaſten. Mit dieſem Namen werden im Grundbau verſchiedene Gegenſtände bezeichnet: 1. die Schwimmkaſten (ſ. d.) ohne und mit Boden, welche Umſchließungen von Baugruben im Waſſer bilden; 2. die Verſenkkaſten, in denen bei größerer Waſſertiefe der Beton verſenkt wird (ſ. Betongründung); 3. die hölzernen Senkröhren (ſ. d.), welche bei bedeutenderer Mächtigkeit der lockeren Bodenſchicht als Fundamentkonſtruktion Anwendung finden; 4. die Caiſſons oder waſſerfreien Arbeitskammern, welche bei mittels Preßluft zu ſenkendem Mauerwerk unter letzterem hergeſtellt werden (ſ. Preßluftgründung). *Schmitt-Darmſtadt.*

Senkröhren werden in ähnlichen Fällen und in gleicher Weiſe zur Gründung von Bauwerken verwendet, wie die gemauerten Senkbrunnen (ſ. Brunnengründung); nur werden an Stelle der Brunnenpfeiler Röhrenpfeiler geſetzt. Meiſt beſtehen die Senkröhren aus Eiſen; doch werden in einzelnen Teilen Deutſchlands zur Gründung von Hochbauten auch hölzerne Senkröhren, die dann meiſt Senkkaſten genannt werden, benutzt.

1. Hölzerne Senkröhren erhalten eine recht- oder vieleckige Grundrißform, je nach der Grundrißgeſtalt des zu fundierenden Objektes, und werden aus 4,5—5,5 cm ſtarken Bohlen zuſammengezimmert, die entweder lotrecht oder wagerecht angeordnet ſind. Röhren mit lotrecht geſtellten Bohlen (Fig. 1) müſſen durch wagerecht angeordnete Kränze (aus 15 × 15 cm ſtarken) zuſammengehalten und abgeſteift werden. Sollen die Bohlen wagerecht liegen (Fig. 2), ſo müſſen die Ecken durch lotrecht geſtellte Kreuzhölzer *a, a, g, g* ausgeſteift werden; bei größeren Querſchnittsabmeſſungen werden noch Leiſten *b* angeordnet. Die Senkung ſolcher Röhren kann in gleicher Weiſe wie bei den Senkbrunnen vorgenommen werden (vgl. Brunnengründung); doch wird hier faſt ausſchließlich der Sackbohrer (ſ. d.) angewendet. Iſt die Senkung bis auf die erforderliche Tiefe vollführt, ſo werden die Röhren ausgemauert oder ausbetoniert; bisweilen hat man ſie wohl auch nur mit Steinen ausgeſtampft oder mit ſcharfkörnigem, grobem Sand ausgefüllt. Hölzerne Senkröhren können bloß für geringe Gründungstiefen (4, höchſtens 5 m) benutzt werden, da man ſie ſonſt nicht ſteif genug konſtruieren kann.

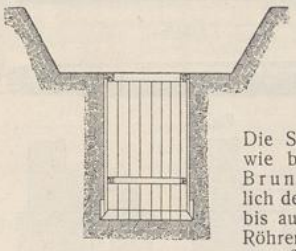


Fig. 1.



Fig. 2.

2. Eiſerne Senkröhren werden im Grundbau als Erſatz für gemauerte Senkbrunnen (ſ. Brunnengründung) und im Brückenbau zur Zuſammenſetzung und Ausführung der

fogenannten Röhrenpfeiler, welche bei mehreren eifernen Brücken als Zwifchenftützen dienen, angewendet. Sie werden aus Gußeifen oder aus Schmiedeeifen hergeftellt und haben bei den ausgeführten Gründungen einen Durchmeffer von 1,4—3,6 m erhalten. Gußeiferne Senkröhren beftehen aus einzelnen Trommeln, an welche wagerechte Flanfche angegoffen find; mit Hilfe diefer werden fie zufammengefchraubt; wo Dichtung erforderlich ift, dienen hierzu zwifchengelegte Gummifchnüre, geteerter Filz u. f. w. Bei größerem Durchmeffer wird die einzelne Trommel nicht aus einem Stück gegoffen, fondern aus einzelnen Segmentftücken zufammengefetzt. Schmiedeeiferne Senkröhren kommen feltener zur Anwendung, meift nur bei fehr großem Durchmeffer; fie werden aus entfprechend gekrümmten Blechen zufammengenietet und durch geeignete Faffoneifen ausgefteift. Um durch größeres Gewicht die Senkung zu befördern, hat man folche Röhren wohl auch ringförmig ausgemauert.

Die Senkung beider Arten von Röhren gefchieht entweder in gleicher Weife wie bei den Senkbrunnen (f. Brunnengründung) oder mittels Preßluft (f. Preßluftgründung); letzteres Verfahren wird namentlich für die aus Röhren beftehenden Brückenpfeiler verwendet. Die verfenkten Röhren werden mit Beton ausgefüllt. Reichen fie über die Flußfohle hinaus, fo find fie den direkten Einwirkungen der Sonnenftrahlen ausgefetzt; bei eifernen Röhren hat fich als Folge gezeigt, daß die nach innen gekehrten Flanfchen der Trommeln abgeriffen find; deshalb hat man die Röhren in folchen Fällen innen mit Brettern verkleidet. *Schmitt-Darmftadt.*

Senkfatz, -fchraube, -zeug, f. Abteufpumpen.

Senkfchacht, -fchuh, f. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 581.

Senkfchiff, mit Boden verfehener Schwimmkaften (f. d.).

Senkftück, f. Sinkftück.

Senkungen, f. Hebungen.

Senkwage, f. Aräometer.

Senkwerk, f. Münze, Münzenherftellung, Bd. 6, S. 534, Fig. 16.

Senkwurft, f. Senkfafchine.

Senfe, ein Handgerät zum Mähen, befteht aus dem Senfenblatt und dem Stiel. Der Winkel (die Oeffnung), den der mit Handgriffen verfehene Stiel gegenüber dem Blatt bildet, kann verftellt werden, um den Schnitt der Senfe der Größe und Leiftungsfähigkeit des Arbeiters anzupaffen. Zum Mähen von Getreide bringt man vielfach auf der Senfe einen aus Ruten beftehenden Korb an, durch den die abgefchnittenen Halme gleichmäßig nach der Seite abgelegt werden. Die tägliche Leiftung der Senfe beträgt 0,5—0,6 ha ftehendes, 0,3—0,45 ha lagerndes Wintergetreide, 0,5—0,75 ha Sommergetreide, 0,25—0,4 ha Hülfenfrüchte, 0,3—0,45 ha Gras und 0,4—0,6 ha Klee. *Wrobel.*

Senfenherftellung. Senfen werden breit und fchmal verwendet und zerfallen in Schleifenfen (nur durch Schleifen mittels Schleifffteins und Wetzfteins zu fchärfen) und in Klopfenfen (durch Hämmern [Klopfen, Dängeln, Tängeln] auf einem kleinen Amboß und durch Schleifen mit Handwetzftein oder mit grobem Schmirgel überzogenem Streichholz zu fchärfen). Das Material für die Senfen war früher Holzkohlenfrifchftahl; es wurden etwa 15 flache Rohftahlftäbe zu einer Garbe zufammenpaketiert, auf Schweißhitze gebracht, unter einem Hammer verfchweißt und zu quadratifchen Schienen von 30—40 mm Seitenlänge ausgefchmiedet. Zur Herftellung von Klopffenfen, die aus befonders gutem, zähem Material beftehen müffen, wurden oft zwei Stahlftäbe (Flammen) zufammengefchweißt, wovon der eine für die Schneide aus feinem Stahl (Schneidflamme), der andre für den Senfenrücken aus mehr eifenartigem Stahl (Rückenflamme) beftand. Neuerdings wird zumeift Beffemer- oder Martinftahl verarbeitet; Tiegelgußftahl, Puddel- und Zementftahl vermochten fich weniger einzuführen.

Die Stahlftangen werden mittels Schere auf paffende Länge gefchnitten oder abgefchlagen und nach Erhitzung unter einem fchnellgehenden Hammer (meift ein mittels Waffer kraft betriebener Schwanzhammer) zu einer Schiene (Zain) von etwa 600 mm Länge, 26—40 mm Breite und 6—8 mm Dicke ausgefchmiedet (gezaint), wobei gleich der zur Befeftigung der Senfe an dem Stiel dienende Anfatz, die „Hamme", ausgebildet wird. Die Zaine wird dann auf richtige Länge abgefchnitten, am einen Ende ausgefpitzt, mittels Handhammers die Hamme fertig gefchmiedet, dann die Senfe gebreitet. Dieles Breiten erfolgt in vier Hitzen unter einem langfam gehenden Hammer, dem fogenannten Breithammer, mit breitem Amboß und fchmaler Bahn. Bei dem nun folgenden Abrichten wird das Werkftück mittels Handhammers in die gebogene Geftalt gebracht. Hierauf kommt das Stück in erwärmtem Zuftand unter einen fchnellgehenden Polierhammer, wo es geglättet, und unter eine Schere, wo es im Bogen befchnitten wird. Schließlich wird es nach dem Einfchlagen der Fabrikmarke gehärtet, indem man es im Holzkohlenfeuer hellrot erhitzt und mit der Schneide nach aufwärts in Talg oder Waffer ablöfcht. Nach Abreiben des anhaftenden Talges mittels Baumrinde entfernt man den fich beim Härten bildenden Zunder dadurch, daß die Senfe kurze Zeit in das Feuer gebracht, fodann in Kohlenlöfche geftreckt und in Waffer abgeklatfcht wird. Das Anlaffen der gehärteten Klinge erfolgt in einem Kohlenfeuer oder heißen Sandbad. Etwaige Krümmungen werden nun noch unter dem Polier- oder Klöpperhammer entfernt, womit man auch eine Vermehrung der Zähigkeit des Materials erreicht; fchließlich wird die Senfe mit einem Handhammer auf einem Holzklotz nochmals ausgerichtet und endlich auf einem großen Schleifftein gefchliffen.

Neuerdings fucht man die umftändliche Handherftellung der Senfen durch mafchinelle zu erfetzen. So wird verfucht, die Senfenblätter zu ftanzen und den verftärkten Rücken durch Umbiegen des Randes herzuftellen. Eine Vorrichtung zum Aufftellen der Senfenrücken bedient fich eines Gefenkes mit aufklappbaren Backen, zwifchen die der umgebogene Rand geftaucht wird. Die D.R.P. Nr. 105447 und 106632 verfuchen, Senfenblätter in zufammenhängender Reihen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

folge durch Walzen herzuſtellen. Dieſes Verfahren beſteht darin, einem geraden, profilierten Stahlſtreifen durch Auswalzen zwiſchen koniſchen oder zylindriſchen Walzen die Senſenform zu geben in der Art, daß durch beſondere Einſtellung der Walzen der Metallſtreifen auf der einen Seite ſtärker geſtreckt wird als auf der andern. Ferner iſt die Walzvorrichtung ſo eingerichtet, daß nach einer oder mehreren Umdrehungen die Walzen bald ſtärker aneinander gepreßt, bald in die Anfangsſtellung zurückgebracht werden. Dadurch wird der Metallſtreifen abwechſelnd bald ſtärker, bald ſchwächer gekrümmt, und man erhält eine fortlaufende elliptiſche Spirale mit dem Profil der Senſe, von der die einzelnen Blätter abgeſchnitten, zugeſchärft, mit Beſchlägen zur Befeſtigung am Stiel verſehen und weiter behandelt werden. *E. Treiber.*

Senſibiliſatoren, chemiſche, diejenigen chemiſchen Verbindungen, die auf die Zerſetzung von Silberhalogenverbindungen durch das Licht inſofern fördernd einwirken, als ſie das freiwerdende Halogen fortſchaffen, wie z. B. Kaliumnitrit KNO_2 = ſalpetrigſaures Kalium. Vielfach werden zu dieſem Zwecke auch Alkaloide verwendet. *Meyger.*

Senſibiliſatoren, photographiſche. Gewiſſe Farbſtoffe beſitzen die Eigenſchaft, die Lichtempfindlichkeit des Bromſilbers für gewiſſe farbige Lichtſtrahlen zu erhöhen, für welche das Bromſilber an und für ſich keine oder eine ſehr geringe Empfindlichkeit beſitzt; man nennt ſie Farbenſenſibiliſatoren.

Belichtet man Bromſilbergelatineplatten im Farbenbande des Sonnenſpektrums, ſo zeigt es ein Maximum der Empfindlichkeit im Hellblau und hohe Empfindlichkeit gegen Violett und Ultraviolett, dagegen eine gegen Grün raſch abfallende Lichtempfindlichkeit, die gegen Gelb und Rot zu noch mehr ſinkt. Färbt man dagegen die Bromſilberſchicht z. B. mit rotem Eoſin, ſo wird die Empfindlichkeit für Grün ſtark geſteigert, d. i. annähernd für jene Farbe, welche das Eoſin abſorbiert. Jedoch liegen das Abſorptionsmaximum und das Maximum der Senſibiliſierung in der Regel nicht an derſelben Stelle des Spektrums, ſondern letzteres iſt meiſt etwas gegen die rote Seite des Spektrums verſchoben. Erythroſin (Tetrajodfluoresceinnatrium) ſteigert die Empfindlichkeit für Gelb und Grün mit einer Lücke im Blaugrün (ähnlich verhält ſich Erythroſinſilber); ſolche Erythroſinplatten kommen als „orthochromatiſche Platten“ („Color-“, „Viridinplatten“) in den Handel.

Für manche Verwendungszwecke dämpft man die Blauempfindlichkeit orthochromatiſcher Platten durch Vorſchalten von gelben Gläſern vor das Objektiv oder Beimengung von gelben Farbſtoffen zur Senſibiliſierung. — Das blaue Cyanin iſt ein Senſibiliſator für Gelb, Orange und Rot; beſonders geeignet iſt das Aethylcyanin. Andre Senſibiliſatoren erhöhen die Farbenempfindlichkeit von Orange bis ins Blau ohne ſtörende Lücken im Blaugrün, z. B. Orthochrom, Pinachrom, Pinaverdol u. ſ. w.; man benutzt ſie zur Herſtellung panchromatiſcher Platten. — Bromſilberkollodium iſt der Farbenſenſibiliſierung noch leichter zugänglich als Bromſilbergelatine. Deshalb verwendet man in Reproduktionsanſtalten dieſes Mittel gerne für Zwecke der Reproduktion farbiger Objekte, z. B. wirkt im Kollodium gut das Aethylviolett (für Rot bis Gelb), Monobromfluorescein (für Grün), die Eoſinfarbſtoffe für Gelbgrün, Pinaverdol für Grün. — Auch bei Chlorſilber ſind die Farbenſenſibiliſatoren ſehr wirkſam, dagegen nicht bei Jodſilber. — Die Konzentration der Farbſtoffe kann ſehr gering ſein (z. B. 1 : 20000 bis 1 : 50000) und dennoch tritt Senſibiliſierung des Bromſilbers ein; die ſenſibiliſierenden Farbſtoffe werden vom Bromſilber ſo feſt gebunden, daß ſie ſich kaum durch Waſchen mit Waſſer eliminieren laſſen.

Die Farbenſenſibiliſatoren werden auch optiſche Senſibiliſatoren genannt. Dagegen bezeichnet man Subſtanzen, welche die Empfindlichkeit von Brom-, Chlor- und Jodſilber dadurch im allgemeinen erhöhen, daß ſie das vom Lichte abgeſpaltete Brom, Chlor oder Jod chemiſch binden und dadurch die photochemiſche Reaktion fördern, als chemiſche Senſibiliſatoren. Manche Senſibiliſatoren wirken katalytiſch.

Literatur: Vgl. Orthochromaſie. *J. M. Eder.*

Senſitometrie, Meſſung der Empfindlichkeit photographiſcher Platten.

Die Kenntnis der Lichtempfindlichkeit photographiſcher Platten iſt wichtig für die Momentphotographie, Berechnung der richtigen Belichtungszeit u. ſ. w. und deshalb auch wichtig für den Handel mit Trockenplatten. Als Lichteinheit dient die Hefnerkerze. Man verwendet derzeit in Deutſchland und Oeſterreich hauptſächlich das Scheinerſche Senſitometer mit einer auf die Hefnerkerze bezogenen Benzinlampe in 1 m Abſtand (Helligkeit = 1,16 Hefnerkerze). Eine rotierende Scheibe mit Sektorenausſchnitt ſtuft die Lichtwirkung von der Mitte gegen den Rand zu in beſtimmtem Verhältnis ab. Das Scheinerſche Senſitometer beſitzt 23 Felder, deren jedes um 1,27 weniger Belichtung als das vorhergehende erhält. Man belichtet eine Minute lang, entwickelt dann die Platte und lieſt den letzten eben noch ſichtbaren Lichteindruck ab. Extrarapidplatten ſollen 15—16° Scheiner haben, Rapidplatten ca. 11—14° Scheiner, gewöhnliche Trockenplatten durchſchnittlich 10° Scheiner. Tabelle I gibt die Beziehung der Scheiner-Grade zu Lichtwirkung und Empfindlichkeit.

In England ſind noch andre Syſteme in Gebrauch (Watkins, Wynne, Hurter & Driffield, Chapman Jones u. ſ. w.), deren annähernde Reduktion Tabelle II wiedergibt.

Watkins Standard der Empfindlichkeit iſt eine Platte, welche mit 2 Sekunden und einem Objektiv $0{,}125 \cdot F$ im Mai oder Juni mittags, bei Sonnenſchein und bei einem Bildabſtande von ungefähr 7 m ein gutes Negativ gibt, im übrigen ſind Watkins-Senſitometergrade doppelt ſo groß als die von Hurter & Driffield. — Wynne drückt die Empfindlichkeit einer Platte durch die Größe einer Blende aus, durch welche die Platte das Aktinometerzeitmaß erreicht, für eine korrekte Expoſition auf einen normalen Bildgegenſtand. Hierbei erfordert die als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle I.

Nummer von Scheiners Senſitometer	Relative Lichtmenge	Logarithmus der Lichtmenge	Lichtintenſität in Sekundenmeterkerzen	Relative Lichtempfindlichkeit der Platten	Nummer von Scheiners Senſitometer	Relative Lichtmenge	Logarithmus der Lichtmenge	Lichtintenſität in Sekundenmeterkerzen	Relative Lichtempfindlichkeit der Platten
20	1,00	Log. J. 0,00	0,013	100,0	8	18,3	Log. J. 1,26	0,232	5,5
19	1,27	„ 0,10	0,016	78,5	7	23,4	„ 1,37	0,295	4,3
18	1,62	„ 0,21	0,021	61,6	6	29,8	„ 1,47	0,376	3,4
17	2,07	„ 0,32	0,026	48,3	5	37,9	„ 1,58	0,478	2,6
16	2,64	„ 0,42	0,033	37,9	4	48,3	„ 1,68	0,610	2,1
15	3,36	„ 0,53	0,042	29,8	3	61,6	„ 1,79	0,779	1,6
14	4,28	„ 0,63	0,054	23,4	2	78,5	„ 1,89	0,994	1,3
13	5,45	„ 0,74	0,069	18,3	1	100,0	„ 2,00	1,263	1,0
12	6,95	„ 0,84	0,088	14,4	a	127	„ 2,10	1,604	0,79
11	8,86	„ 0,95	0,112	11,3	b	162	„ 2,21	2,046	0,62
10	11,3	„ 1,05	0,143	8,9	c	207	„ 2,32	2,614	0,48
9	14,4	„ 1,16	0,182	7,0					

Tabelle II.

Hurter & Driffield	Watkins	Wynne	Klaſſifikation der Platten	Hurter & Driffield	Watkins	Wynne	Klaſſifikation der Platten
256	512	128	} extra rapid	16	32	32	} langſam
192	384	111		8	16	22	
128	256	90		4	8	16	
96	192	78	} rapid	2	4	11	} Laternplatten
64	128	64		1	2	8	
48	96	56	} gewöhnlich	1/2	1	5 1/2	
32	64	45					

$0{,}125 \cdot F$ bezeichnete Empfindlichkeit beim beſten Sommerlichte nur 1 Sekunde Aktinometerzeitmaß, die Belichtungszeit von 1 Sekunde, oder: die Blende $0{,}125 \cdot F$ braucht die Belichtungszeit 1 Sekunde für die Wynneſche Empfindlichkeitsanzeige 1. — Um Wynne-Grade in Hurter-Driffield-Grade umzurechnen, erhebt man erſtere zum Quadrat und dividiert durch 64; Hurter-Driffield-Grade wandelt man in Wynne-Grade um durch Dividieren durch 64 und Ausziehen der Quadratwurzel.

Literatur: Eder, Syſtem der Senſitometrie photographiſcher Trockenplatten, Wien 1899 bis 1902. *J. M. Eder.*

Senſophon, phyſiologiſcher Telegraph.

Derſelbe gibt die telegraphiſchen Zeichen durch eine Reihe leichter Stiche gegen den auf einen leitenden Knopf aufgelegten Finger, hat aber ebenſowenig eine praktiſche Bedeutung erlangt wie die übrigen Telegraphen, welche die phyſiologiſchen Wirkungen des elektriſchen Stroms benutzen. Vgl. Zetzſche, Geſchichte der elektr. Telegraphie, Berlin 1877. *Otto Jentſch.*

Separation, ſ. Feldbereinigung, Bd. 3, S. 676.

Separationstrommel, ſ. Siebvorrichtungen.

Separationswerk (Trennungsbuhne), ſ. Buhnen.

Separator, ſ. v. w. Waſſerſammler, ſ. Dampfleitungen, Bd. 2, S. 594.

Separator (Milchzentrifuge), ſ. Molkerei, Bd. 6, S. 470.

Sepia, braune Farbe, der eingetrocknete Saft aus der Blaſe des Tintenfiſches.

Die Sepia wird in Italien fabriziert, indem man den Inhalt der Tintenblaſe nach dem Fange des Fiſches raſch austrocknet und die trockene Maſſe mit ſtarker Aetzlauge zu einem dicken Brei zuſammenkocht, denſelben mit Lauge verdünnt und längere Zeit bis nahe zum Kochen erhitzt. Aus der filtrierten Löſung ſcheidet ſich auf Zuſatz von Schwefelſäure die Sepia aus und wird auf einem Filter geſammelt, ausgewaſchen und getrocknet. Die Sepia iſt von ſchöner brauner Farbe, zeigt im Bruche ein ſehr feines Korn, iſt in Waſſer und Alkohol unlöslich, löslich dagegen in Alkalien; organiſche und verdünnte Mineralſäuren greifen ſie nicht an, wohl aber verändern ſtarke Mineralſäuren ihre Farbe. Sie dient ausſchließlich als Waſſerfarbe.

Sepſin (Leichenalkaloid), ſ. Ptomaine.

Septarienton (Rupelton), ein blaugrauer, an Kalkſeptarien reicher, zuweilen gipsführender, etwa 50 m mächtiger Ton oder Mergel der Tertiärformation des mittleren und weſtlichen Deutſchlands; wird zur Herſtellung von Zement in der Gegend von Mainz und Frankfurt a. M. benutzt. *Leppla.*

Serge, ſ. Weberei.

Sericitſchiefer, feinkörnige bis dichte grüne Geſteine, die aus Quarz und Sericit (Muskovit, Chlorit) in lagenweiſer Anordnung beſtehen und den älteſten Formationen, beſonders dem Kambrium, angehören. *Leppla.*

Serienmaſchine, ſ. Dynamomaſchine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Serienſchaltung, ſ. Beleuchtung, elektriſche.

Seronen, ſ. Leder, Bd. 6, S. 85.

Serpentin (Ophit, Ophiolit, Schlangenſtein), Mineral und Geſtein, wenn rein waſſerhaltiges Magneſiaſilikat = $H_4Mg_3S_2O_9$ (43,48 % SiO_2, 43,48 % MgO, 13,04 % H_2O), oft Eiſenoxydul führend.

Nicht kriſtalliſiert; meiſt dicht, blättrig, ſtenglig oder faſerig; meiſt hell- bis dunkelgrün, gefleckt oder geſtreift, ſeltener gelb, rot oder braun; etwas durchſcheinend bis undurchſichtig. Bruch muſchelig oder ſplittrig; mild bis ſpröde. Härte 3—4; ſpez. Gew. 2,7—2,8. Schwer ſchmelzbar; verliert beim Erhitzen Waſſer und wird ſchwarz. Löslich in Salzſäure oder beſſer in Schwefelſäure. Druckfeſtigkeit des Serpentins von Zöblitz i. S. 750 kg/qcm, von Wurlitz i. S. 1810—2600 kg/qcm. Serpentin iſt durchweg ein Umwandlungsprodukt (Pſeudomorphoſe) magneſiareicher Mineralien und Geſteine, beſonders von Olivin und Olivingeſteinen, aber auch von Augit, Granat, Hornblende, welche Mineralien er häufig neben andern (Magneteiſen, Chromit u. ſ. w.) enthält. Pikrolit, etwas härter als gewöhnlicher Serpentin ($3^1/_2$—$4^1/_2$). Garnierit und Noumeit (Numeit) ſind nickelreiche Serpentine (bis 45 % *Ni*) und werden auf dieſes Metall verhüttet (Neukaledonien). Chryſotil, ein feinfaſeriger Serpentin (ſ. Aſbeſt). Serpentin läßt ſich im feuchten Zuſtand ſchneiden, ſägen, drehen und polieren und wird als Geſtein wegen der ſchönen Färbung viel zu feinen Ornamenten, Säulen, Wandverkleidungen, Kamineinfaſſungen, außerdem zu Zier- und Kunſtgegenſtänden (Vaſen, Teller, Leuchter, Schreibzeug, Becher, Taſſen), zu Gebrauchsgegenſtänden (Reibſchalen, Hand- und Bettwärmer, weil ſchlechter Wärmeleiter, Ofengeſtellen, Herd- und Brandmauern, weil ſehr feuerbeſtändig) verwendet (Zöblitz i. S., Epinal in den Vogeſen). In der Architektur iſt beſonders geſchätzt der lichtgrüne, ſchwarz- oder rotgefleckte Verde di Prato, der dunkelgrüne, weiß und rot geaderte Nero di Prato, der hellgrüne und weiß geaderte Verde di Susa. Durch Behandlung mit Schwefelſäure wird aus Serpentin Bitterſalz im großen hergeſtellt.

Literatur: Schmidt, Geſchichte der Serpentininduſtrie zu Zöblitz, Dresden 1868. *Leppla.*

Serpentine (Schlangenwindung), eine ſcharfe, mehr oder weniger eine halbe Umdrehung ausmachende Krümmung eines Waſſerlaufes.

Serpentinen, Steigen mit Wendeplatten (ſ. d.) oder Kehren, ſind ſtark anſteigende Straßenzüge mit ſcharfen Krümmungen.

Seſamöl, deutſches, ſ. Leindotteröl.

Seſſelleiſte, 1. halbrunde, 15—20 mm ſtarke Leiſte, welche auf dem Fußboden etwa 6—8 cm entfernt von der Wand angebracht wird, um zu verhindern, daß die Rücklehnen der Seſſel an den Wandputz anſtoßen; 2. 8—10 cm breite Leiſte, wird als einfachſter Wandſchutz in der Höhe der Rücklehnen der Stühle angebracht. *Weinbrenner.*

Setzarbeit, derjenige Teil der naſſen Aufbereitung (ſ. Bd. 1, S. 346), der Stufen, Graupen und Sande verarbeitet. Dem Setzen des gröberen Kornes, in der Steinkohlenaufbereitung von 60 bis etwa 8 mm, in der Erzaufbereitung von etwa 20 bis 2 mm, geht die Trennung nach Korngrößen auf Sieben (ſ. Siebvorrichtungen) voraus. Das feinere Korn wird durch Trennen nach der Gleichfälligkeit im tiefen Waſſerſtrome (ſ. Sortieren der Trübe) vorbereitet, bei der Steinkohlenaufbereitung zum Teil auch durch Schleuderapparate, in denen zugleich der Staub entfernt wird (ſ. Klärung der Waſchwaſſer, Bd. 5, S. 501). Demnach werden Grobkornſetzmaſchinen und Feinkorn- oder Sandſetzmaſchinen unterſchieden.

Beim Handſtauchſieb hat das Setzſieb etwas kleinere Maſchen, als die Korngröße beträgt; das Setzgut wird in gleichmäßiger Schicht unmittelbar über das Sieb ausgebreitet, dann dieſes wiederholt kräftig in das Waſſer niedergeſtoßen (geſtaucht) und langſam wieder angehoben. Beim Niederſtauchen kommen die Körner einen Augenblick zum Schweben; dann fallen ſie nieder, und zwar, da angenähert gleich große Körner vorhanden ſind, die ſpezifiſch ſchwereren ſchneller als die ſpezifiſch leichten. Die Körner ordnen ſich ſo auf dem Siebe an, daß ſich Lagen bilden, in denen das ſpezifiſche Gewicht allmählich von oben nach unten zunimmt. Nehmen wir zunächſt an, daß nur ein Erz und Berge vorhanden ſind, ſo kommen die letzteren obenauf zu liegen; dann folgt eine Lage Körner, die aus Bergen und Erz verwachſen ſind, und endlich unmittelbar auf dem Siebe reines Erz: es hat das höchſte ſpezifiſche Gewicht und die größte Fallgeſchwindigkeit. Sind mehrere Erze vorhanden, ſo müſſen ſich notwendigerweiſe diejenigen von mittlerem ſpezifiſchem Gewicht mit den aus ſchwerem Erz und Bergen verwachſenen Körnern in derſelben Lage finden. Das Abheben der einzelnen Schichten erfolgt mittels eines kleinen Streichbrettchens, Kiſte genannt. — Die Arbeit wird weſentlich erleichtert, wenn das Sieb *S*, wie in Fig. 1, an einem zweiarmigen Hebel *H* aufgehängt und das Gewicht des mit Vorrat gefüllten Siebes durch ein Gegengewicht *G* ausgeglichen wird; auch greift der Mann bequemer an einem Handgriffe der Zugſtange *Z* an, um die Stauchbewegung auszuführen, als wenn er, um das Setzſieb unmittelbar zu faſſen, ſich über das Setzfaß *F* beugen muß. Letzteres iſt mit einigen Spunden verſehen, um das Waſſer ablaſſen und etwa durch das Sieb gegangenes Erz (Faßerz) herausnehmen zu können. Der Setzvorrat wird auf die Bühne *B* geſtürzt und von dort mittels Kratze auf das Sieb gezogen. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Stauchſieb hat in der beſchriebenen Ausführung den Nachteil, daß es mit der Hand beſchickt und entleert wird und daß es mit Unterbrechung arbeitet; maſchineller Antrieb läßt ſich durch Anordnung eines Daumenrades am Hebel leicht anwenden; trotzdem eignet es ſich nicht für große Leiſtung. Es haben ſich immer mehr ſolche Setzmaſchinen eingeführt, bei denen das Sieb *S* feſt in der einen Abteilung eines U-förmigen Waſſerkaſtens *U* (Fig. 2 und 3) eingebaut iſt und das Waſſer durch einen in der andern Abteilung auf und nieder gehenden Kolben *K* ſtoßweiſe durch das Sieb gedrückt wird (Kolbenſetzmaſchinen, hydrauliſche Setzmaſchinen). Dieſe Anordnung wird nur ſelten verlaſſen; zuweilen wird rings um einen Kolben eine größere Anzahl Siebe angeordnet (Rundſetzmaſchinen, Ringſetzmaſchinen).

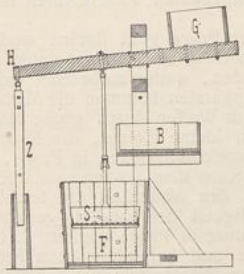


Fig. 1.

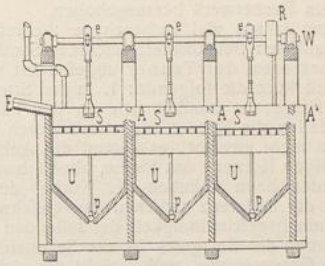


Fig. 2.

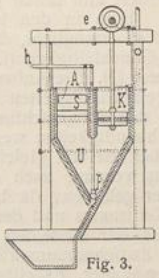


Fig. 3.

Bei der hydrauliſchen Setzmaſchine in der einfachſten Form (Querſchnitt Fig. 3) iſt nur ein Kolben und ein Sieb vorhanden. Beim Kolbenniedergang drückt das Waſſer durch das Sieb und hebt die Körnchen an — gegenüber dem Stauchſieb eine neue Wirkungsweiſe —; hierbei werden die ſpezifiſch leichten höher gehoben als die ſpezifiſch ſchweren. Die Körner gelangen bei der Umkehr der Kolbenbewegung zum Schweben und fallen dann wie beim Stauchſieb auf das Sieb nieder, wobei nunmehr die ſchweren den leichten um ſo mehr voreilen, als ſie nicht ſo hoch gehoben wurden wie die letzteren. Die hydrauliſche Setzmaſchine arbeitet daher ſchneller als das Stauchſieb. Früher legte man beſonderen Wert darauf, durch eigenartigen Antrieb den Kolben ſchnell abwärts und langſam aufwärts zu bewegen, um dadurch nach dem Waſſerſtoß eine langſame Abwärtsbewegung des Waſſers auf dem Siebe zu erreichen; heute wird der Kolben gewöhnlich durch Exzenter *e* angetrieben, hat alſo beim Auf- und Niedergange gleiche Geſchwindigkeit. Das Zurückſtrömen des Waſſers durch das Sieb kann einigermaßen dadurch eingeſchränkt werden, daß die Zuführung des Klarwaſſers aus einer Druckleitung unter dem Kolben erfolgt, es wird dann die größte Waſſermenge beim Kolbenaufgang einſtrömen.

Das ſelbſttätige Austragen wird bei der hydrauliſchen Setzmaſchine gewöhnlich auf folgende Weiſe erreicht: Ueber das Setzgut fließt ein wagerechter Waſſerſtrom; dieſer führt das leichteſte Korn (bei der Erzaufbereitung die Berge, bei der Steinkohlenaufbereitung die Steinkohle) über eine niedriger gehaltene Wand des Siebkaſtens mit fort; dieſes Verfahren iſt bei allen Setzmaſchinen das gleiche. Dagegen iſt das Austragen des ſchweren Kornes, welches ſich auf dem Siebe anſammelt, bei Grobkorn und Feinkorn verſchieden. Das ſchwere Grobkorn, z. B. in der Kohlenaufbereitung die Berge, verläßt gewöhnlich die Setzmaſchine durch einen einſtellbaren Schlitz, der unmittelbar über dem Siebe in der Wand des Siebkaſtens angebracht iſt und mit einem angebauten Waſſerkaſten in Verbindung ſteht. In dieſen fallen die Berge und werden durch ein Schöpfrad herausgehoben. Dieſe Austragweiſe iſt bei der Kohlenaufbereitung allgemein in Anwendung. In der Erzaufbereitung, wo es ſich für Grobkornſetzarbeit gewöhnlich um Graupen und Sand handelt, wird jetzt meiſtens ebenſo wie für die Feinkornſetzmaſchinen der Austrag durch das Graupenbett (Bettſetzmaſchinen) angewendet. Letzteres beſteht aus einer unmittelbar auf dem grobmaſchigen Siebe ausgebreiteten Lage von Körnern von weſentlich größerem Durchmeſſer, aber etwa von dem ſpezifiſchen Gewichte des auszutragenden Minerals. Die ſchweren Körner des Setzgutes gelangen allmählich in die Zwiſchenräume des Graupenbettes und durch dieſe und die Siebmaſchen in den unteren trichterförmigen Raum des Waſſerkaſtens *U*; hier ſammeln ſie ſich an und werden von Zeit zu Zeit durch Oeffnung eines Spundes *p* (Fig. 3) abgelaſſen. Das Graupenbett bietet außerdem den Vorteil, daß gröbere und daher haltbarere Siebe angewendet werden können, als der Korngröße des Setzgutes entſprechen würden, zugleich wirken die Waſſerſtöße beſſer auf das Gut. Für den Austrag von Bleiglanz wendet man gewöhnlich Eiſen als Bett an, für Schwefelkies gröbere Stücke dieſes Minerals; in der Steinkohlenaufbereitung wird für das Austragen der Berge auf den Feinkornſetzmaſchinen überall Feldſpat als Bett angewendet.

Will man das Setzgut in mehr als zwei Poſten zerlegen, ſo werden mehrteilige Setzmaſchinen (Fig. 2 zeigt eine dreiteilige) angewendet. Man regelt den Gang durch richtige Bemeſſung der Menge des eingetragenen Gutes und der Stärke des horizontalen Waſſerſtromes ſo, daß in der erſten Abteilung das ſchwerſte Mineral tunlichſt rein ausgetragen wird; alle übrigen Körner führt der horizontale Waſſerſtrom durch den Spalt *A* auf die zweite Abteilung; hier gehen diejenigen Körner, welche im ſpezifiſchen Gewicht folgen, im allgemeinen reiches Zwiſchenprodukt, durch das Bett; die dritte Abteilung gibt armes Zwiſchenprodukt, und reine Berge ſollen dieſe durch den Spalt A^1 verlaſſen.

Bei der Baumſchen Setzmaſchine (D.R.P. Nr. 142930) wird, abweichend von den bisher beſchriebenen Setzmaſchinen, die Stoßbewegung des Waſſers dadurch hervorgebracht,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß durch einen Verteilungsſchieber abwechſelnd Preßluft von 0,1 Atmoſphäre Ueberdruck, die durch ein an die Transmiſſion angeſchloſſenes Kapſelgebläſe erzeugt wird, auf die Waſſerfläche in dem einen Schenkel des u-förmigen Gefäßes wirkt und dann wieder entweicht. Außerdem hat Baum mit gutem Erfolge auf einer Anzahl Steinkohlenwäſchen den Grundſatz durchgeführt, die Kohle von 0—80 mm Korngröße nacheinander auf zwei großen Setzmaſchinen ohne Bett zu ſetzen und dann erſt auf einem Siebapparate nach Korngrößen zu trennen. Die erſte Setzmaſchine ſcheidet reine Berge, die zweite durchwachſene Kohle aus; dieſe wird nach entſprechender Zerkleinerung der erſten Setzmaſchine wieder zugeführt. Beide Produkte werden durch Schlitz und Schieber in den unten zuſammengezogenen Waſſerkaſten der Setzmaſchinen ausgetragen, durch Schnecke ohne Ende in je einen ſeitlich angebauten waſſerdichten Kaſten befördert und durch je ein Becherwerk herausgehoben.

Eine in den letzten Jahren viel beſprochene theoretiſche Frage geht dahin: wodurch wird es ermöglicht, daß auf den Feinkornſetzmaſchinen Sande, welche in Stromapparaten nach der Gleichfälligkeit (ſ. Sortieren der Trübe) abgeſondert wurden, weiter aufbereitet werden können [1]. Die Antwort iſt kurz die folgende: 1. In den Stromapparaten kommen die Maximalfallgeſchwindigkeiten in Frage; es handelt ſich um den Fall im Waſſer durch große Höhen. Auf den Setzmaſchinen fallen die Körner wiederholt durch ſehr kleine Höhen, die Maximalgeſchwindigkeiten werden nicht erreicht, es kommt die Anfangsgeſchwindigkeit in Frage, und hierbei eilt von gleichfälligen Körnern das kleine, aber ſchwere Korn dem großen und leichten etwas voraus; auch werden beim Anheben der Körner durch den Waſſerſtoß die leichteren höher gehoben, da hier die Differenz zwiſchen der Geſchwindigkeit des aufwärts gerichteten Waſſerſtromes und der Anfangsgeſchwindigkeit der fallenden Körner in Frage kommt. 2. Beim Fallen der einzelnen Körner des Setzgutes in der Setzmaſchine und beſonders beim Fall in den Zwiſchenräumen des Graupenbettes gelten nicht die gleichen Geſetze wie für den Fall im freien Waſſer. Es eilt nämlich beim Fall im engen (röhrenförmigen) Raume von gleichförmigen Körnern das kleine und ſchwere dem großen und leichten erheblich voraus, weil die Reibungshinderniſſe bei dem letzteren weſentlich größere ſind. 3. Der wagerechte Waſſerſtrom wirkt ähnlich wie bei der Herdarbeit (Bd. 5, S. 41) auch bei der Setzarbeit ſtärker auf die größeren, ſpezifiſch leichteren Körner, namentlich da dieſe, wie ſchon unter 1. erwähnt, durch die aufwärtsgerichteten Waſſerſtöße höher angehoben werden als die kleinen, ſpezifiſch ſchweren Körner.

Literatur: Vgl. die Bd. 1, S. 350, unter [1]—[5] aufgeführten Werke. — [1] Hoppe, O., Das natürliche und das künſtliche Aufbereitungsweſen, Zeitſchr. für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im preußiſchen Staate, Berlin 1893, S. 1. *Treptow.*

Setzbrett, -ſtufe, ſ. Treppen.

Setzeiſen, ein etwa 50—70 cm langes, 4—5 cm ſtarkes verſtähltes Eiſen mit zugeſchärftem Ende, das zum Verſetzen (ſ. d.) von Werkſteinen benutzt wird.

Setzen der Mauern, ſ. Senken der Gebäude.

Setzen, in der Aufbereitung, ſ. Setzarbeit.

Setzhammer, beim Schmieden verwendetes, formgebendes Hilfswerkzeug. In ſeiner einfachſten Form iſt es ein an einem Holzſtiel befeſtigter Stempel aus Eiſen oder Stahl (wegen der Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Hammer ſo benannt), der beim Strecken und Glätten der Schmiedeſtücke Verwendung findet, indem er, auf die zu bearbeitende Stelle aufgeſetzt, hier vom Hammer getroffen wird und deſſen Wirkung ſo auf dieſe Stelle überträgt. Je nachdem die Auffetzfläche dieſes Stempels viereckig, eben und rechtwinklig zu ſeiner Längsachſe oder ſchräg zu dieſer ſteht, unterſcheidet man gerade oder ſchräge Setzhämmer (Ballhämmer). Sogenannte runde Setzhämmer beſitzen eine hammerfinnenähnliche, ſtumpfe Schneide als Auffetzfläche und dienen zur Ausbildung rund ausgeſchweifter Anſätze. Gerade Setzhämmer finden insbeſondere auch Verwendung beim Ausſchmieden von Anſätzen, und zwar wird bei Bildung eines nur einſeitigen An- oder Abſatzes der Setzhammer über die Amboßkante hinausragend aufgeſetzt, für einen beidſeitigen Abſatz ſchneidet die äußere Kante des Setzhammers mit der Amboßkante ab. Durch beſondere Formgebung der Setzhammerfläche ſowie der Unterlage können auch anderweitige Formänderungen erzielt werden. Um das ſogenannte Prellen am Ende des Hammerſtiels bei exzentriſch auftreffendem Hammer zu vermeiden, wird der Setzhammer entweder nur loſe auf feinen Stiel geſteckt oder letzterer aus einem nachgiebigen Material (Stahlrohr, Weidenruten) gefertigt. *E. Treiber.*

Setzkopf bei Nieten, ſ. Niete, Bd. 6, S. 612, Nietenherſtellung, S. 613.

Setzlatte, Richtſcheit, eine Latte von rechteckigem Querſchnitt, die mit der Setzwage (ſ. d.) oder der Setzlibelle (ſ. d., und Libelle) wagerecht geſtellt wird. Sie darf nicht durchbiegen, wenn ſie, hochkantig gelegt, an den Enden unterſtützt wird. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Setzlibelle, ſ. Libelle.

Als Setzlibellen werden Doſen und Röhrenlibellen verwendet. Zwei rechtwinklig zueinander ſtehende Röhrenlibellen mit einer gemeinſamen Setzfläche bilden eine Kreuzſetzlibelle.

Setzmaſchine, in der Aufbereitung, ſ. Setzarbeit.

Setzmaſchinen, Maſchinen, mittels derer die Herſtellung von Letternformen für den Buchdruck auf mechaniſchem Wege erfolgt. Ihre Verwendung bietet die Vorteile, daß eine größere Arbeitsleiſtung (infolge des raſcheren Setzens mit der Maſchine und des Umſtandes, daß die mit Setzmaſchinen hergeſtellten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Formen nicht abgelegt zu werden brauchen [ſ. Buchdruckerkunſt], ſondern zum Einſchmelzen gelangen) zu erzielen iſt, daß keine großen Mengen Schrift vorrätig ſein müſſen, daß jedesmal eine neue, nicht aus abgenutztem Material beſtehende Form zum Drucke gelangt, und daß endlich bei einzelnen Setzmaſchinen die Neuherſtellung ein und desſelben Satzes mit Hilfe der aufbewahrten „Manuſkriptrollen“ ſehr billig auf rein automatiſchem Wege erfolgen kann.

Angeblich ſoll ſchon 1815 Benjamin Forſter in London die Konſtruktion einer Setzmaſchine verſucht haben. Ihm folgten im Laufe der Zeit ſehr viele Erfinder, die jedoch faſt alle nur Werke von vorübergehender Bedeutung ſchufen. Größere Beachtung fanden die Apparate von Peter von Kliegl in Preßburg (1839; dieſer erhielt von Kaiſer Ferdinand I. eine Unterſtützung von 6400 Gulden C.-M.), das Pianotyp von James Hadden Young und Adrien Delcambre in Lille (1840; ein Kaſten vom Ausſehen eines ſtehenden Pianos mit Taſten, deren Anſchlag einen komplizierten Mechanismus zum Vorſtoßen und Aneinanderreihen der Buchſtaben in Bewegung ſetzte; das Ausſchließen u. ſ. w. mußte durch Handarbeit geſchehen), die dieſem im Prinzipe mehr oder weniger ähnlichen Vorrichtungen von John Clay aus Cottingham und Frederik Rofenborg aus Sculcoates in England (1840), Emanuel Louis Tſchulik in Wien (1846), Chriſtian Särenſen in Kopenhagen (1851), A. Mackie in Warrington (1867), Charles Kaſtenbein aus Caſſel (1871, in einigen Offizinen mit dem dazugehörigen Ablegeapparate bis heute noch im Gebrauche), John Hooker in London (1874), Robert Hattersley in Mancheſter (1874), Joſeph Thorne in New York (1880) u. a. Alle dieſe Maſchinen konnten aber den praktiſchen Anforderungen nur ſehr bedingungsweiſe genügen. Dagegen gibt es derzeit bereits eine Reihe von Setzmaſchinen, die vortrefflich arbeiten und in Hunderten, mitunter Tauſenden von Exemplaren allerorts, und zwar namentlich in den großen Zeitungsdruckereien, ſtändig im Betriebe ſtehen.

Man unterſcheidet zwei Hauptgruppen: Zeilenſetz- und -gießmaſchinen als die eine, Einzelbuchſtaben-Schreib-, Gieß- und Setzmaſchinen als die andre. Bei jenen werden durch das Anſchlagen von Taſten keine Buchſtaben, ſondern deren Matrizen, nämlich Metallſtäbe verſchiedener Form, die an einer Schmalſeite das Auge (vgl. Schriftgießerei) oder deren mehrere tragen, aneinandergereiht. Zwiſchen die je ein Wort bildenden Matrizengruppen gelangen Keilvorrichtungen verſchiedener Art, welche, ſobald die Zeile annähernd gefüllt iſt und der Operator (Maſchinenſetzer) einen Hebel betätigt hat, automatiſch angetrieben werden, ſo daß die Zeile „auf Format ausgeſchloſſen“ iſt (vgl. Buchdruckerkunſt). Sodann wird von der Matrizenreihe durch die Maſchine ſelbſttätig eine kompakte Zeile abgegoſſen und dieſe, ſcharf behobelt, ausgeſtoßen, worauf die Matrizen in ihre Behälter zurückkehren. Dieſe Maſchinen bieten die Vorteile, daß ſie verhältnismäßig billig ſind, daß mit dem aus ganzen Zeilen beſtehenden Satze leicht manipuliert werden kann und namentlich, daß der Abguß jeder Zeile unmittelbar nach dem Setzen dieſer erfolgt. Sie ſind daher für glatten (oder auch bei einzelnen Maſchinen für gemiſchten) fortlaufenden Satz gut zu verwenden, wenn keine umfangreicheren Aenderungen des fertigen Satzes zu befürchten ſind. In dieſem Falle nämlich, z. B. bei Korrekturen, die Wortverſchiebungen über viele Zeilen notwendig machen, muß mitunter die ganze Form eingeſchmelzt und eine neue geſetzt werden. Die von den Einzelbuchſtaben-Schreib-, Gieß- und Setzmaſchinen gelieferten Formen beſtehen dagegen ganz wie die durch Handſatz verfertigten aus einzelnen Lettern und können daher beliebig korrigiert werden.

Von den Zeilenſetz- und -gießmaſchinen ſind folgende die verbreitetſten: 1. Die Linotype von Ottomar Mergenthaler. Der vor der in aufrechter Anordnung gebauten Maſchine ſitzende Operator lieſt das auf einem Tiſchchen befeſtigte Manuſkript ab und drückt für jeden Buchſtaben eine beſondere der etwa 90, auf kleinem Raum zuſammengedrängten Taſten. Dadurch wird in dem betreffenden Buchſtabenbehälter eines Magazines eine Matrize freigegeben, die durch einen Gleitkanal auf einen endloſen, ſchräg bewegten Riemen fällt, der ſie dem Sammler (Winkelhaken) zuführt. Zwiſchen die Worte gelangen Keilſpatien. Iſt die Zeile nahezu gefüllt, ertönt ein Glockenſignal, ſo daß der Setzer die richtige Teilung vornehmen kann, worauf er einen Hebel rückt und nun ſofort mit dem Satze der nächſten Zeile beginnt. Mittlerweile wird die Matrizenreihe automatiſch ausgeſchloſſen, vor die Oeffnung des Guß- oder Formrades geführt, die Zeile abgegoſſen, behobelt und ausgeſtoßen, ſodann die Matrizenreihe durch einen Hebelarm gehoben und nach Ausſtoßen der Keilſpatien auf den Verteiler (Diſtributor) geſchoben. Dieſer iſt ein unten prismatiſch geformter, mit eigenartiger Zahnung verſehener Stab, entlang dem die (mit gleichfalls, und zwar für jede Buchſtabengattung anders gezahntem Einſchnitt verſehenen) Matrizenſtäbe durch Schneckenſpindeln fortgetrieben werden. Genau über dem beſtimmten Behälter läßt die Zahnung des Verteilers die Matrize frei hinabfallen. Bei der ſogenannten Zweibuchſtaben-Linotype können zwei Schriftcharaktere, z. B. eine „magere“ und eine „fette“ Schrift gegoſſen werden. Die Matrizen beſitzen dann zwei Augen übereinander, eine beſondere Vorrichtung bringt das richtige in die Reihe. Alle Matrizen tragen auf der dem Setzer zugewendeten Schmalſeite den Buchſtaben, deſſen Matrize ſie beſitzen, eingeſtanzt. Dadurch kann der Setzer das Geſetzte leſen. — Bei den neuen Doppelmagazin-Linotypes ſtehen vier Schriftgarnituren mit zuſammen 360 Schriftzeichen in Benutzung. Sie beſitzen übereinander gelagert zwei Magazine, die mit je einem kompletten Satz Zweibuchſtabenmatrizen gefüllt ſind. Ferner ſind zwei Ablegeſchienen (Verteiler) vorgeſehen; für eine beſitzen die auf ihr zum Transport kommen müſſenden Matrizen einen Schlitz, der ſie von den andern leicht trennen läßt. — Die bei dem oft vorzunehmenden Reinigen der Matrizen ſehr läſtige Handarbeit kann durch Benutzung des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von G. Wollenberg in Eiſenach konſtruierten Apparates, mit dem ein etwa 1400 Stück umfaſſender Matrizenſatz in einer Stunde gereinigt werden kann, erſpart werden. 2. Die Monoline von William Scudder. Sie iſt auf einer Art Tiſch montiert; die Einzelteile ſind horizontal nebeneinander angeordnet. Sie beſitzt nur acht Sorten Matrizenſtäbe, die ſich durch verſchiedene Dicke und einen ungleich langen Haken unterſcheiden laſſen. Jeder Matrizenſtab trägt auf einer Schmalſeite die Augen für zwölf Buchſtabenbilder, auf der andern Schmalſeite ſind korreſpondierend zwölf Einſchnitte (Raſten) angebracht. Wird eine Taſte gedrückt, ſo wird der betreffende Matrizenſtab im Magazinsgleitkanal ausgelöſt und fällt auf eine gleichzeitig vorgeſchobene Haltſchiene (Stoppbarre, es ſind deren zwölf vorhanden), ſo daß das richtige Auge in die Reihe kommt (und durch den korreſpondierenden Einſchnitt, in den eine Leiſte greift, feſtgehalten wird). Nach Abguß der Zeile wird die Matrizenreihe gelockert, an der unteren Seite gleichgeſtoßen und vor den mittlerweile geſenkten Ableger geführt. Dieſer beſteht aus jetzt wagerechten, knapp übereinander befindlichen Stäben, auf die, gezwungen durch die verſchieden langen Haken, nur die jedem Stabe beſtimmten Matrizen ſich ſchieben. Hierauf geht der Ableger hoch, jeder Stab gelangt vor ein beſtimmtes Magazinsfach, in das die Matrizen von einer Leiſte hineingeſtreift werden. 3. Der Typograph von J. Roger und F. E. Bright. Bei dieſem iſt, gleichwie bei der Linotype, für jeden Buchſtaben ein eigner Matrizenſtab vorgeſehen, der auch, und zwar beim Zweibuchſtaben-Typograph, zwei Augen (für magere und fette Schrift, für „gewöhnliche“ und Kurſiv, vgl. Schriftarten) beſitzt. Die Matrizenſtäbe ſind lang, und es hängen mit ringförmig ausgebildeten Haken alle Stäbe desſelben Buchſtabens an einem Draht, den ſie nie ganz verlaſſen. Nach dem Taſtendruck gleitet der freigegebene Matrizenſtab durch die eigne Schwere nach abwärts in den Winkelhaken. Bevor der Setzer mit der nächſten Zeile beginnen kann, muß er die Matrizenreihe der vorhergehenden durch Zurückneigen des „Korbes“ ablegen; die Stäbe fallen dabei in die urſprüngliche Lage zurück.

Die vorläufig bedeutendſte Einzelbuchſtaben-Schreib-, Gieß-, und Setzmaſchine iſt die Monotype von Tolbert Lanſton. Sie beſteht gleich andern auf dieſem Prinzip beruhenden Setzmaſchinen aus zwei voneinander völlig getrennten und ganz unabhängig voneinander betätigten Maſchinen, nämlich dem zur Herſtellung eines „Manuſkriptes“ dienenden Schreibapparat und der eigentlichen Gieß- und Setzmaſchine. Zum Betriebe des Schreibapparats dient ausſchließlich Preßluft (die in der Regel von einer elektromotoriſch betriebenen Pumpe erzeugt und in einem Generator aufgeſpeichert wird, wobei in ſehr ökonomiſcher Weiſe durch beſondere Vorrichtungen Motor und Pumpe nach Bedarf automatiſch aus- und eingeſchaltet werden können), zu dem des Gieß- und Setzapparats Preßluft und motoriſche Kraft (gewöhnlich elektriſcher Einzelantrieb). Der Schreibapparat beſitzt eine mit 257 Knöpfen verſehene Taſtatur. Die Taſten ſind zur beſſeren Unterſcheidung ſchwärz, weiß, rot und grün gefärbt. Dieſe Gruppen entſprechen drei Schriftgarnituren und den Ausſchlußtaſten. Wenn die für den betreffenden Buchſtaben beſtimmte Taſte niedergedrückt wird, ſtrömt durch ein Ventil Preßluft ein, die eine für jeden Buchſtaben anders kombinierte Gruppe von einigen der 31 Stahlſtäben betätigt, die in ein Papierband (das zu oberſt am Apparate angebracht iſt und, nach jedem Taſterſchlag um wenige Millimeter ruckweiſe bewegt, von einer Rolle ablauft und von einer Spule wieder abgewickelt wird) Löcher perforieren. Für jeden Buchſtaben gibt dies ein andres Lochſyſtem, ebenſo für den Wortzwiſchenraum. Iſt die Zeile faſt fertig, zeigt dies ein Glockenſignal an und ein an einer Skala fortbewegter Zeiger gibt den noch verfügbaren Raum an, ob noch eine Silbe in die Zeile geht oder ob „ausgeſchloſſen“ werden muß. In dieſem Falle wird ein Knopf gedrückt, wodurch die Ausſchließtrommel ſich bewegt und ein Zeiger auf ein Ziffernpaar auf dieſer weiſt, worauf die beiden mit den gleichen Zahlen verſehenen Taſten niedergedrückt werden. Die fertige Manuſkriptrolle (alſo nach dem „Schreiben“ des ganzen Textes) gelangt nun in die Gieß- und Setzmaſchine. In dieſer läuft das perforierte Band ruckweiſe zwiſchen einem mit 31 Löchern (als Einſtrömungsöffnungen ebenſovieler Leitkanäle) verſehenen Zylinder und einer geſchlitzten Röhre, aus der Preßluft ſtrömt, hindurch. Der Preßluft iſt nun der Eintritt in jene Leitkanäle ermöglicht, die durch die Löcher des betreffenden Syſtems jeweils freigegeben ſind. Hierdurch werden immer anders kombinierte Stifte in Tätigkeit geſetzt, welche die Stellung von Hebelſyſtemen beſtimmen, die den Rahmen, in dem alle Matrizen in einem Block vereinigt ſind, führen. Die Matrizen ſind kleine Stäbchen von quadratiſchem Querſchnitte, die am Kopfe das Auge und am Fuße eine koniſche Ausbohrung beſitzen, in die ſich ein Fixierſtift ſenkt, ſobald das richtige Auge vor dem Gießmunde ſich befindet. Gleichzeitig wird der Dickteneſchieber des Gießinſtruments entſprechend verſchoben. Durch eine Pumpe wird Schriftmetall in den Hohlraum geſpritzt, der infolge Waſſerkühlung raſch erſtarrte Buchſtabe wie bei den Komplettmaſchinen (vgl. Schriftgießerei) fertiggemacht, von Greifern erfaßt, ausgeſtoßen und im Winkelhaken zur Zeile gereiht, die dann vorgeſchoben wird und ſeitlich auf ein Schiff wandert.

Der von Méray und Rozár in Budapeſt erfundene Elektrotypograph beruht auf der Anwendung der Elektrizität. Auch hier wird ein Manuſkriptſtreifen in der Form eines perforierten Bandes zunächſt hergeſtellt. Die Löcher ſind quadratiſch, die Syſteme einfach und bei jedem wird der betreffende Buchſtabe in Schreibmaſchinenſchrift mitgedruckt, um Korrekturen durch Ueberkleben und mittels Dekupierzange ſofort zu geſtatten. Das Ausſchließen erfolgt durch Betätigung ſtets derſelben einen Taſte. Das Manuſkriptband kann unmittelbar in die Gieß- und Setzmaſchine einlaufen. In dieſer trennt es einen elektriſch leitenden Zylinder von elektriſch leitenden Fühlern. Nur dort kann zwiſchen beiden ein Kontakt ſtattfinden, wo die durchlochten Stellen des Papierbandes es geſtatten. Dadurch wird ein Elektromagnet angeregt, der wieder die Funktion komplizierter Vorrichtungen auslöſt, die das Vorbringen eines Matrizenringes mittels beſonderer Arme vor den Gießmund und hierauf das Zurückbringen vollführen. Auch hier werden die vollſtändig bearbeiteten Buchſtaben zunächſt zu Zeilen, dieſe zu Kolumnen formiert. Da die Lochſyſteme mit denen des Baudotſchen Schnelltelegraphen übereinſtimmen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

iſt die telegraphiſche Betätigung derartiger Apparate zur Herſtellung von Manuſkriptſtreifen möglich. Verſuche mit derartigen Teletypographen wurden bereits durchgeführt. Die Schuckertwerke, A.-G., in Nürnberg, die den Elektrotypographen bisher gebaut hat, verkaufte die Patente angeblich nach Amerika.

Literatur: Höger, Karl, Die typographiſchen Phänomene, Wien 1897; Goebel, Theodor, Die graphiſchen Künſte der Gegenwart, 2. Folge, Stuttgart 1902; Herrmann, Karl, Geſchichte der Setzmaſchine, Wien 1900; Waldow, Alexander, Encyklopädie der graphiſchen Künſte, Leipzig 1884; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906; vgl. a. die Kataloge der Mergenthaler Setzmaſchinenfabrik in Berlin, Oeſterr. Waffenfabrik, A.-G., in Steyr, der Typograph G. m. b. H. in Berlin und von G. Fiſcher & Co. in Berlin. *A. W. Unger.*

Setzmeißel, ſ. Meißel und Schmieden.

Setzniveau, ſ. v. w. Setzlibelle, ſ. Libelle.

Setzpfoſten, ſ. Schleuſenwehr.

Setzpumpe, -rad, -ſieb, ſ. Setzarbeit.

Setzſtock, ſ. Lünette.

Setzwage, Inſtrument zur Wagerechtſtellung der Setzlatte (ſ. Bleilot, Libelle, Setzlibelle).

Setzweger, ſ. Schiffbau, Bd. 7, S. 641.

Sewenkalk, ein weißer oder rötlicher plattiger, dichter, muſchelig brechender, Hornſtein führender Kalk in der oberen Kreideformation der Alpen, wechſelnd mit grauem Mergel. *Leppla.*

Sextaktiſche Punkte einer Kurve, ſolche Punkte, in denen die Kurve mit einem Kegelſchnitt nicht wie gewöhnlich fünf, ſondern ſechs Punkte gemein hat. Die ſextaktiſchen Punkte einer Kurve $n$ter Ordnung werden durch eine Kurve von der Ordnung $12n—27$ ausgeſchnitten.

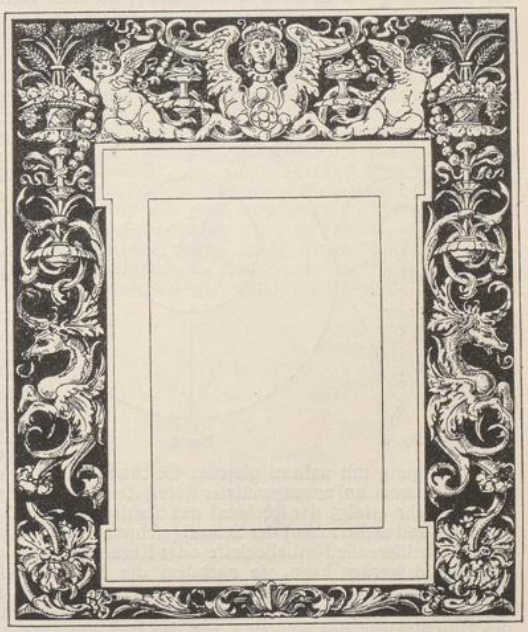
Literatur: Spottiswoode, W., On the sextactic points of a plane curve, London 1865. *Wölffing.*

Sextant, ſ. Spiegel- und Prismeninſtrumente.

Sezeſſionslacke, gefärbte Spirituslacke, mit Bronzepulver vermiſcht, namentlich in der Metallinduſtrie verwendet.

Sgraffito (vom italien. sgraffiare, kratzen), eine im 16. Jahrhundert in Italien aufgekommene Auszierung des Wandputzes von Gebäuden.

Die Wandfläche wird zuerſt mit einem ziemlich dicken, durch Holzkohle und Farbe geſchwärzten Kalkbewurf verſehen, der ganz glatt geſtrichen und hierauf dreimal mit Kalkmilch übertüncht wird. Beginnt der Anſtrich etwas trocken zu werden, ſo wird die gewünſchte Zeichnung raſch aufgepauſt und hierauf der Teil, der ſchwarz auf der Zeichnung bleiben ſoll, mit metallenen Inſtrumenten herausgekratzt. Auf dieſe Weiſe läßt ſich ebenſogut ein weißes Ornament auf ſchwarzem Grund, als eine ſchwarze Zeichnung auf weißem Grund herſtellen. Dieſe Verzierung weiſt eine bedeutende dekorative Wirkung (vgl. beiſtehende Abbildung einer Fenſterumrahmung in Florenz) bei verhältnismäßig geringen Koſten auf und iſt in Ländern, die keine Fröſte zu haben pflegen, wie z. B. in Italien, recht dauerhaft; dagegen haben die meiſten Sgraffitos, die in Deutſchland an ungeſchützten Stellen, z. B. der Wetterſeite eines Hauſes, hergeſtellt wurden, von der rauhen Witterung ſehr zu leiden. G. Semper hat eine auf eignen Verſuchen und Erfahrung beruhende Anleitung zur Herſtellung in einem Kunſtblatt [1] gegeben, bei deren genauer Befolgung guter Erfolg und lange Dauer erzielt wird. Schöne Muſter und Beiſpiele ſ. in [2].



Literatur: [1] K. v. Lützows Kunſtchronik (Beiblatt der Zeitſchrift für bildende Kunſt) 1868, Nr. 6, Die Sgraffitodekoration von G. Semper, Leipzig. — [2] Laufberger, Sgraffitodekoration, Wien 1882. *Weinbrenner.*

Shakde, Goldkupferlegierung mit 1—10 % Gold.

Shapingmaſchine oder Feilmaſchine arbeitet nach dem Prinzip der Metallhobelmaſchine (vgl. Bd. 5, S. 69) bei ruhendem Arbeitsſtück mit einem geradlinig hin und her bewegten, ſpanabnehmenden Werkzeug.

Sie verdankt ihr Entſtehen (durch Reichenbach, München 1804/18) dem Beſtreben, das Feilen von Hand maſchinell zu erſetzen; ſie beſitzt in Aufbau und Wirkungsweiſe große Aehnlichkeit mit der Stoßmaſchine (ſ. d.). Ein Unterſchied beſteht darin, daß bei der Shapingmaſchine die Schneide des Werkzeugs ſich auf derſelben Seite des Werkzeugſchlittens befindet wie die Führung des letzteren, bei der Stoßmaſchine jedoch auf der entgegengeſetzten Seite.

Die **allgemeine Anordnung** der Shapingmaſchinen iſt die, daß die Hauptbewegung vom Werkzeug, die Schaltbewegung ſenkrecht zu erſterer, namentlich bei größeren Maſchinen, vom Werkſtück ausgeführt wird. Der Vorteil dieſer Anordnung gegenüber der bei Hobelmaſchinen liegt darin, daß die Maſſenwirkung des hin und her gehenden Werkzeugſchlittens bedeutend geringer iſt als bei Bewegung des ſchweren Arbeitsſchlittens ſamt Arbeitsſtück. Die Maſchine geſtattet infolgedeſſen auch eine verhältnismäßig leichte Bauart, arbeitet ruhiger und verluſtfreier und läßt eine beſſere Beobachtung der ruhenden Arbeitsfläche zu. Neben der erwähnten Hauptſchaltbewegung, die bei Erzeugung horizontaler Flächen in Tätigkeit tritt (Horizontalſchaltung), iſt die Maſchine mit Schaltung zur Erzeugung ſenkrechter oder ſchräger Flächen verſehen (Vertikalſchaltung). Erteilt man ſchließlich dem Werkſtück anſtatt der geradlinigen Schaltbewegung eine ruckweiſe Drehung um eine zur Arbeitsrichtung parallele Achſe, ſo iſt es möglich, auch zylindriſche Flächen anzuarbeiten.

Die Hauptelemente einer Shaping- oder Feilmaſchine ſind: Werkzeugſchlitten (Support), Stößel, Werkſtückſchlitten oder -tiſch, Antrieb und Steuerungen (ſ. Fig. 1 und 2). Der am Kopf des Stößels befeſtigte Werkzeugſchlitten oder Support beſitzt ähnlichen Aufbau wie bei der Hobelmaſchine. Der eigentliche Stichel iſt in einem Stichelgehäuſe an einer Klappe befeſtigt, durch deren Ausſchwingen um einen Bolzen dem Stichel die Möglichkeit gegeben iſt, ſich beim leeren Rücklauf abzuheben, wodurch Stichel und Werkſtück geſchont werden. Um auch ſchräge Flächen zu bearbeiten, iſt der ganze Support um eine horizontale Achſe drehbar an einer Drehplatte des Stößels angeordnet und mittels Klemmſchraube feſtſtellbar. Die Vertikalbewegung des Supports erfolgt mit Hilfe von Spindel und Mutter. Sie wird vorzugsweiſe nur zur Einſtellung der Spanſtärke ausgeführt, da auch rechtwinklig zu einander ſtehende Flächen beidemal beſſer mit der Horizontalſchaltung gehobelt werden, ſofern das Umſpannen des Werkſtückes leicht erfolgen kann. Von beſonderer Wichtigkeit für einen ruhigen Gang der Maſchine und für die Genauigkeit der Arbeitsflächen iſt die volle Berückſichtigung der einſeitigen Wirkung des Sticheldruckes, der ein Moment ergibt, das um ſo ſtärker auf eine Biegung des Stößels und auf eine Schränkung in ſeinen Führungen wirkt, je weiter derſelbe aus den Führungen herausragt. Infolgedeſſen iſt auch die freie Arbeitslänge der Maſchine (der Hub) an eine Höchſtgrenze von 800—1000 mm gebunden. Der Stößel ſelbſt iſt als kräftiger Träger in U- oder Kaſtenquerſchnitt auszubilden; ſeine Führungen im Bett der Maſchine ſind meiſt rechteckig, mitunter auch ſchwalbenſchwanzförmig. Zur Erzeugung der hin und her gehenden geradlinigen Arbeitsbewegung des Stößels findet vorzugsweiſe das Kurbelgetriebe in ſeinen verſchiedenen Abarten Verwendung, da dieſe Getriebe eine exakte Hubbegrenzung geſtatten und ihre Mängel bei dem geringen Hub- und Arbeitswiderſtand weniger ſchwerwiegend ſind. Das einfache Kurbelgetriebe mit Kurbelſcheibe, -zapfen und Lenkſtange wird jedoch kaum angewendet, da hierbei die Vor- und Rückwärtsbewegung mit nahezu gleicher Geſchwindigkeit erfolgt, was aber mit Rückſicht auf möglichſte Erſparnis an unausgenützter (toter) Zeit bei modernen Werkzeugmaſchinen nicht angängig iſt. Vielmehr erfolgt der Rücklauf des Stahls mit einer Geſchwindigkeit gleich einem Vielfachen (bis vier- und mehrfachen) der Schnittgeſchwindigkeit. Ein Mittel hierzu bietet die Kurbelſchleife, die als oſzillierende Kurbelſchleife oder Kurbelſchwinge oder als rotierende oder Umlaufſchleife ausgebildet werden kann, je nachdem die Schleife ſich um einen feſten Punkt A außerhalb (Fig. 3) oder innerhalb (Fig. 4) des Kurbelkreiſes dreht. Hierbei rotiert die Kurbel gleichförmig um ihre Achſe B, die Kuliſſe mit dem angeſchloſſenen Stößel dagegen bewegt ſich während des Durchlaufens des Winkels α um den Hub vorwärts, während des Durchlaufens des kleineren

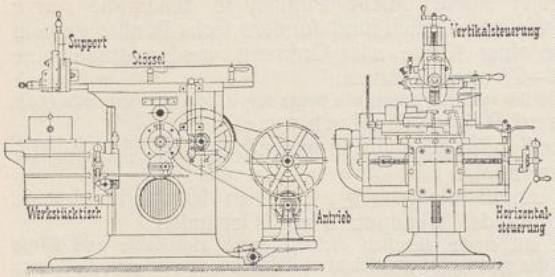


Fig. 1.

Fig. 2.

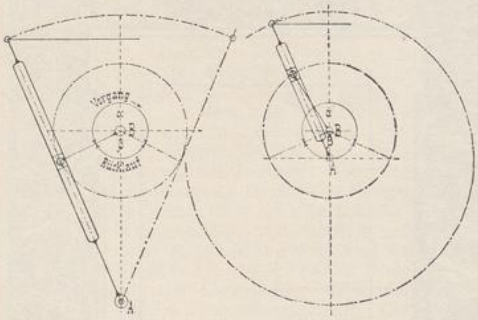


Fig. 3.

Fig. 4.

Winkels β um denſelben Weg, alſo mit größerer Geſchwindigkeit, rückwärts. Wird die Lage des Punktes A ſo gewählt, daß z. B. $\beta = 1/3\,\alpha$ wird, dann erfolgt der Rücklauf dreimal ſchneller als der Vorgang. Das übliche Verhältnis der Vor- und Rückgangsgeſchwindigkeit iſt für die Umlaufſchleife 4 : 7, bei der Kurbelſchwinge 2 : 5. Gleichzeitig mit dem Vorteil beſchleunigten Rücklaufes beſitzen dieſe Kurbelgetriebe noch den Vorteil ziemlich konſtanter Schnittgeſchwindigkeit während des Vorlaufes, wie die Geſchwindigkeitsdiagramme zeigen.

Eine praktiſche Ausführung eines Kurbelſchwingenantriebes für Shapingmaſchinen zeigt Fig. 5. Hierbei gleitet in einem geſchlitzten Hebel (die Schlitzlänge beſtimmt ſich aus den beiden ſenkrechten Kurbelſtellungen) ein auf den Zapfen einer Kurbelſcheibe geſteckter Gleitſtein. Der Antrieb der Kurbelſcheibe erfolgt durch eine Verzahnung an ihrem Umfang, in die ein auf der Stufenſcheibenwelle ſitzender Ritzel eingreift. Zur Aenderung des Hubes wird die Exzentrizität des Kurbelzapfens verändert, indem letzterer mit Muttergewinde verſehen und durch eine Spindel in einer Führung radial verſchoben werden kann, wobei der Antrieb der Spindel durch ein kleines Kegelräderpaar mit nach außen geführter Welle erfolgt. Die Bewegungsübertragung von der Schwinge auf den Stößel erfolgt durch den Eingriff des Schwingenkopfes in zwei Klauen am Stößel, ſonſt auch durch eine Schubſtange.

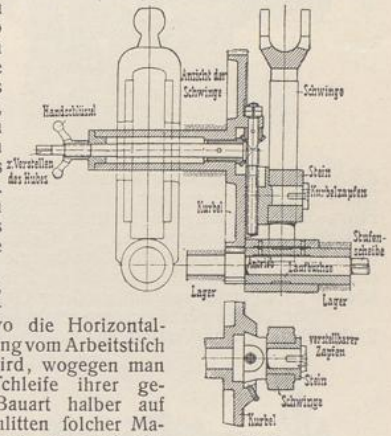


Fig. 5.

Die Kurbelſchleife, die ſich leicht einbauen läßt, findet vorzüglich bei ſolchen Shapingmaſchinen Anwendung, wo die Horizontalſchaltbewegung vom Arbeitstiſch ausgeführt wird, wogegen man die Umlaufſchleife ihrer gedrängteren Bauart halber auf dem Querſchlitten ſolcher Maſchinen einbaut, wo auch die Horizontalſchaltung vom Werkzeug bezw. Stößel ausgeführt wird. Eine praktiſche Ausführung einer Umlaufſchleife zeigt Fig. 6, wobei der Antrieb der Kurbelſcheibe wieder durch Stirnradverzahnung, die Veränderung des Hubes durch Verlegung des Schubſtangenangriffs auf einen größeren oder kleineren Radius erfolgt. Um größere Geſchwindigkeitsunterſchiede als 1 : 3 zu erreichen, werden auch zwei oder mehrere Kurbelſchleifen hintereinander angeordnet. Näheres vgl. [1].

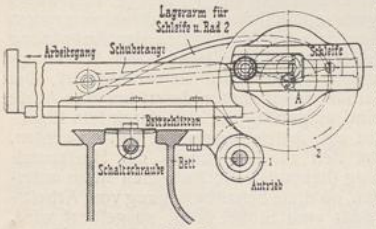


Fig. 6.

Für Shapingmaſchinen mit größeren Arbeitsleiſtungen und Hüben reichen jedoch dieſe Kurbelantriebe nicht mehr aus; an ihre Stelle tritt dann der Antrieb mittels Zahnſtange und Ritzel. Damit tritt jedoch zugleich die Forderung einer beſonderen Umſchaltung der Bewegungsrichtung nach jedem Hub auf. Es läßt ſich dieſe Forderung wohl durch die vom Stößel eingeleitete Verſchiebung eines offenen und eines gekreuzten Riemens von ihren loſen auf die feſte Scheibe erfüllen; jedoch verlangt dieſe Anordnung großen Platzbedarf, große Stößelüberwege und bewirkt raſchen Verſchleiß der Riemen. Weitaus vorteilhafter iſt es, die Riemenverſchiebung zu vermeiden und nur die von vornherein loſe laufenden Scheiben eines offenen und eines gekreuzten Riemens nach Bedarf mit der anzutreibenden Welle zu kuppeln. Dieſe Kupplung kann entweder durch eine Doppelkegelreibungskupplung bewirkt werden [2] oder nach einer Anordnung der Werkzeugmaſchinenfabrik Brune, Cöln-Ehrenfeld (Fig. 7). Hierbei laufen die für zwei Schnittgeſchwindigkeiten als Doppelſcheibe ausgebildete Scheibe für den Arbeitsgang und die einfache für den Rückgang wieder los auf einer Hohlwelle i und werden nach jedem Hub abwechſelnd mit i gekuppelt durch je einen Sprengring g und h, die mittels eines kräftigen Armes auf der Welle i ſitzen und abwechſelnd durch einen in ihre Sprengfuge vorgeſchobenen Keil e und f auseinander getrieben werden, ſo daß durch die Umfangsreibung die Mitnahme der Riemenſcheiben erfolgt. Der Vorſchub der Keile erfolgt durch die Kegel-

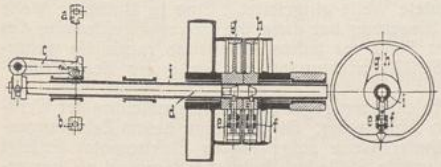


Fig. 7.

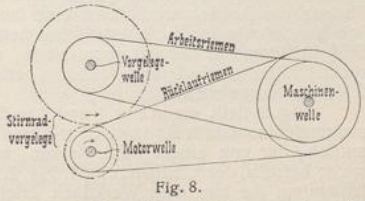


Fig. 8.

flächen einer Stange d, die durch einen Winkelhebel c vor- und zurückgeſchoben wird. Die Bewegung des Winkelhebels c wird durch Anſchläge a und b am Stößel eingeleitet. Damit bei dem beſchleunigten Rücklauf der Stößel nach erfolgter Umſteuerung noch ein Stück weit auslaufen kann, ohne durch den Anſchlag a behindert zu werden, iſt dieſer ſo eingerichtet, daß er nach erfolgter Drehung des Winkelhebels c von deſſen Naſe abgleiten kann. Zur feinen Einſtellung des Arbeitshubes trifft der Anſchlag b gegen ein am Winkelhebel c einſtellbares Exzenter.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

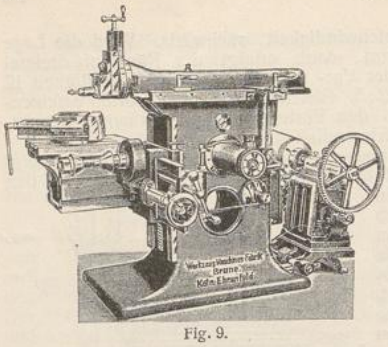


Fig. 9.

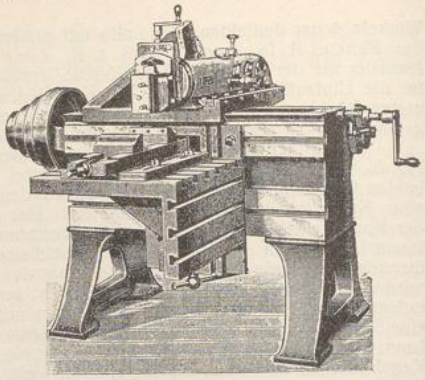


Fig. 10.

Um den gekreuzten Riemen für den Rücklauf überhaupt zu umgehen, iſt von der gleichen Firma die Anordnung bei Antrieb durch einen elektriſchen Einzelmotor nach Fig. 8 getroffen (vgl. a. Fig. 1). Hierbei wirkt der Arbeitsriemen unter Zwiſchenſchaltung eines die Drehrichtung der Motorwelle umkehrenden Stirnradvorgeleges auf die Maſchinenwelle, der offene Rücklaufriemen ohne dieſes, alſo in gleichem Drehſinn wie die Motorwelle und mit größerer Umdrehungszahl.

Der Antrieb der Maſchinen erfolgt entweder von einer Transmiſſion (Vorgelege) aus, wobei Stufenſcheiben eine Veränderung der Arbeitsgeſchwindigkeit ermöglichen, oder direkt von einem Einzelmotor aus. Hinſichtlich der Anordnung des letzteren iſt die Bauart der Werkzeugmaſchinenfabrik Brune bemerkenswert, bei welcher der Elektromotor derart um eine Achſe pendelnd aufgehängt iſt, daß durch ſein Eigengewicht die Antriebriemen geſpannt werden.

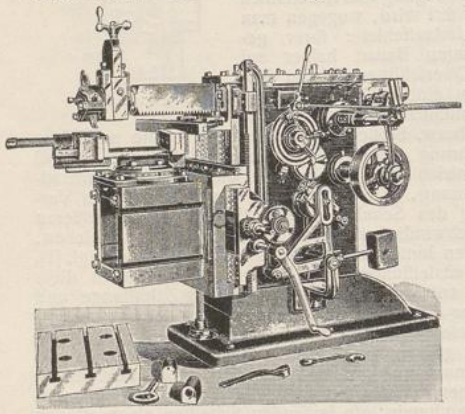


Fig. 11.

Bei den zur Ausführung der Horizontalſchaltung dienenden Mechanismen iſt zu unterſcheiden, ob dieſe Schaltbewegung vom Arbeitstiſch oder vom Stößel ſelbſt ausgeführt wird. Im erſteren Fall iſt der Arbeitstiſch als Kreuzſchlitten auszuführen, der neben der horizontalen Schaltung noch das Anſtellen des Werkſtückes auf die Höhe des Stichels geſtattet. Hierzu iſt der Bettſchlitten am Maſchinengeſtell geführt und mittels Spindel und Mutter oder Zahnſtange und Ritzel der Höhe nach von Hand verſtellbar. Der auf dieſem Bettſchlitten gelagerte Querſchlitten, der alſo den Vorſchub bewirkt, erhält ſeinen Antrieb meiſtens auch durch Spindel und Mutter, die von Hand und automatiſch betätigt werden. Die automatiſche Schaltung muß eine Momentanſchaltung ſein, die beendigt iſt, bevor der neue Arbeitshub beginnt. Als Steuerorgan dient ein auf der Querſpindel ſitzendes Sperrad, deſſen Klinke durch ein Exzenter, eine Kurbelſcheibe u. ſ. w. betätigt wird. Letzteres Element muß ſo aufgekeilt ſein, daß es die Steuerung während des Arbeitsganges aufzieht und während des Stahlrücklaufes weiterſchaltet.

Zur Regulierung der Größe des Vorſchubs wird die Exzentrizität des die Sperrklinke betätigenden Kurbelzapfens oder die Exzentrizität des Exzenters verändert. Wird andernfalls der Werkzeugſtößel geſteuert, was ſich beſonders bei Bearbeitung großer und ſperriger Stücke empfiehlt, ſo muß der Stößel mit ſeinem Antrieb in einem beſonderen Bettſchlitten Platz finden; der Antrieb wird durch eine längsgenutete Welle eingeleitet. Eine in ähnlicher Weiſe wie bei Schaltung des Arbeitstiſches betätigte Steuerung hat dann die Bewegungsſchraube des Stößelſchlittens in der Art anzutreiben, daß der Stahl vor jedem Arbeitshub ruckweiſe weiterrückt. Mitunter ſind auch ähnlich betätigte Schaltvorrichtungen zur Steuerung des Vertikalſchlittens vorgeſehen.

Fig. 9 ſtellt die in Fig. 1 und 2 in ihren Projektionen gegebene Shapingmaſchine der Werkzeugmaſchinenfabrik Brune, Cöln-Ehrenfeld, in Anſicht dar. Die Maſchine beſitzt Zahnſtangenantrieb, der von einem 1 PS. ſtarken, in erwähnter Weiſe aufgehängten Elektromotor betätigt wird; betreffs der Umſteuerung ſ. Fig. 7. Der größte Stößelhub beträgt 600 mm, die Querverſchiebung, die hier dem Werkſtück erteilt wird, 650 mm. Neben dem Arbeitstiſch, der mit einem Schraubſtock zum Einſpannen kleiner Stücke verſehen iſt, iſt die früher erwähnte Rundhobeleinrichtung ſamt Antrieb durch ein ruckweiſe zu ſchaltendes Schneckengetriebe ſichtbar. Fig. 10 zeigt eine durch Kurbelſchwinge angetriebene Shapingmaſchine von Gildemeiſter, Elberfeld, dar, bei welcher der Arbeitstiſch feſtſteht und der Werkzeugſchlitten quer geſteuert wird (traverſierende Shapingmaſchine). Solche Maſchinen werden auch mit zwei Aufſpanntiſchen gebaut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Während im allgemeinen das Werkzeug der Shapingmaſchinen beim Vorwärtsgang, alſo ſchiebend, arbeitet, arbeitet die in Fig. 11 dargeſtellte Maſchine der Morton Manufact. Co. Muskegon Heights umgekehrt in der Art, daß der Span bei Bewegung nach dem Geſtell hin abgenommen wird, alſo ziehend. Dieſe Anordnung geſtattet die Abnahme außerordentlich ſtarker Späne und leichte Beobachtung der Schnittſtelle beim Hobeln gekrümmter Profile, da hier kein Abbröckeln des Randes der Schnittſtelle eintritt. Der Stößel iſt ein einfacher, allſeitig geführter Barren, der durch ein Zahnſtangengetriebe bewegt wird. Der Antrieb erfolgt durch zwei auf verſchiedenen Seiten befindliche Riemenſcheiben für einen offenen und einen gekreuzten Riemen, die abwechſelnd durch Reibungskupplungen mit der Antriebswelle verbunden werden.

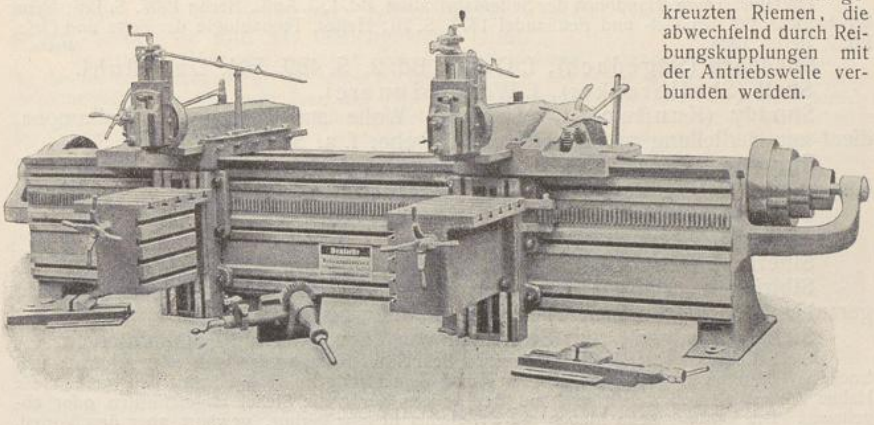


Fig. 12.

Bei kleineren Shapingmaſchinen findet ſich faſt durchweg die Anordnung, daß unter dem Stößel im Maſchinenbett eine Oeffnung iſt, durch die man lange Stücke hindurchſtecken kann, um z. B. an beliebiger Stelle eine Keilnut einhobeln zu können. Es werden dann oft die Kurbel- oder Zahnſtangenantriebe doppelt und ſymmetriſch zu dieſer Ausſparung angeordnet. — Neben den einfachen Anordnungen werden vorteilhaft Doppelſhapingmaſchinen mit zwei getrennt angetriebenen und arbeitenden Stößeln gebaut. Eine Ausführung der Deutſchen Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. Sondermann & Stier, Chemnitz, zeigt Fig. 12. Ueber die ausführliche Beſchreibung einer derartigen Maſchine vgl. [3].

Zum Abſchrägen der Ueberlappungsflächen von Platten, Schiffsblechen werden u. a. von E. Schieß, Düſſeldorf-Oberbilk, Doppelſhapingmaſchinen mit ſchräg einſtellbaren Stößeln gebaut. Die Stößel können hierbei nach oben um 15°, nach unten um 10° gegen die Horizontale verſtellt werden, und ſind zu dieſem Zweck die Gleitbahnen in dem Bettſchlitten in einer Kreisbogenführung gelagert, die durch Schneckenradüberſetzung und Zahnſegment von Hand einſtellbar ſind.

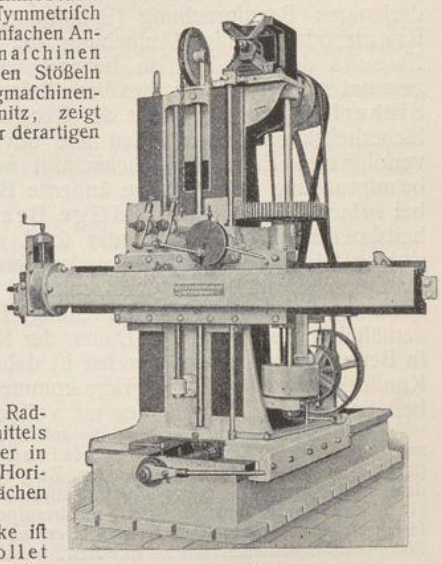


Fig. 13.

Eine von der gleichen Firma gebaute Sonderkonſtruktion dient zur Bearbeitung von Radſpeichen. Hierbei wird das Werkſtück auf einen mittels Schneckengetriebs drehbaren Tiſch geſpannt, der in der Hobelrichtung verſtellbar iſt und gegen die Horizontale geneigt werden kann, um koniſche Flächen hobeln zu können.

Für die Bearbeitung ganz ſchwerer Stücke iſt die in Fig. 13 dargeſtellte Feilmaſchine von Collet & Engelhard, Offenbach a. M., gebaut. Dabei werden die Werkſtücke nicht auf einſtellbaren Winkeln u. ſ. w., ſondern auf einer feſten Bodenplatte befeſtigt. Die Stößelführung iſt nicht nur in wagerechter Richtung längs des Bettes, ſondern auch in lotrechter Richtung verſtellbar. Der Antrieb erfolgt von einem 25 PS. ſtarken Motor am Kopf des Ständers aus mittels Stirnradüberſetzungen auf eine ſtehende, längsgenutete Welle. Die hin und her gehende Bewegung des Stößels erfolgt durch Zahnſtangenantrieb, die Umſteuerung durch Riemenverſchiebung. Die Schaltbewegungen ſind von einer Kurbelſcheibe abgeleitet.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 825. — [2] Ebend. 1901, S. 670. — [3] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Bd. 1, Berlin 1905, S. 257. *E. Treiber.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sheabutter (Galam-, Bambukbutter), Fett aus dem Samen einer Baſſia-art, an der Weſtküſte Afrikas heimiſch.

Sie iſt grauweiß oder grünlichweiß, von butterartiger Konſiſtenz, eigentümlich zäher, klebriger Beſchaffenheit, ähnlich einem Gemiſch von Fett und Terpentin, und von eigentümlich aromatiſchem Geruch. Die feſten Fettſäuren daraus ſind trotz ihres hohen Schmelzpunktes (ca. 66° C.) allein zur Kerzenfabrikation nicht geeignet, weil ſie eine weiche zerreibliche Maſſe bilden, wohl aber in Gemeinſchaft mit andern Fetten.

Literatur: Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, Bd. 1, 3. Aufl., Berlin 1907, S. 126; Neue Wochenſchr. für den Oel- und Fetthandel 1878, S. 76; Hefter, Technologie der Fette und Oele, Bd. 2, Berlin 1908. *Deite.*

Sheddach (Sägedach), ſ. Dach, Bd. 2, S. 489, 504, Dachſtuhl.

Shell (Shellbreaker), ſ. Wergſpinnerei.

Shoddy (Kunſtwolle, Mungo), Wolle aus gereinigten Wollumpen, dient zur Herſtellung wenig haltbarer Gewebe; ſ. a. Seidenſhoddy, S. 44.

Shrapnel (Shrapnell), ein Geſchoß mit dünner Wandung, welches mit Kugeln und Sprengſtücken gefüllt iſt. S. Munition.

Shunt, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 376.

Si, in der Chemie Zeichen für Silicium.

Siberit, ſ. Turmalin.

Sibirienne, eine Gattung langhaarigen, dicken, ſtark gewalkten, wenig gerauhten und geſchorenen Tuchgewebes; ſ. Tuchſorten. *Kraft.*

Sichel, Handgerät zum Schneiden von Gras, Klee und Halmfrüchten.

Sie beſteht aus einer halbkreisförmigen Schneide, die entweder glatt oder für harte und trockene Halme auch gezahnt ſein kann, und dem Handgriff. Beim Schneiden werden die Halme mit einer Hand gefaßt und mit der andern durch die Sichel abgeſchnitten oder abgehauen. Die Leiſtung beim Mähen mit der Sichel iſt ſehr gering, gewährt aber den Vorteil, daß auch ſchwache Perſonen (Frauen) dazu verwendet werden können. *Wrobel.*

Sichelträger, ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 537, vgl. Parabelträger und Bd. 2, S. 143, 165, 174 u. ſ. w.

Sicherheit, Sicherheitsgrad pflegt bei Baukonſtruktionen das Verhältnis derjenigen Beanſpruchung (Spannung, Belaſtung u. ſ. w.), durch welche der Bruch oder ſonſtige Aufhebung der Kohäſion, überhaupt Verfehlen des Zwecks der Konſtruktion bewirkt würde, zur wirklichen Beanſpruchung genannt zu werden. Iſt dies Verhältnis gleich m, ſo ſpricht man von $m$facher Sicherheit, während $1/m$ der Sicherheitskoeffizient heißt. Durch den Sicherheitskoeffizienten ſollen alle unvorhergeſehenen und zahlenmäßig nicht verfolgbaren Einflüſſe berückſichtigt werden, mit ihm hat man jene Bruchbeanſpruchung oder ſonſtige äußerſte Beanſpruchung zu multiplizieren, um die bei $m$facher Sicherheit zuläſſige Beanſpruchung zu erhalten. Der Sicherheitskoeffizient wird alſo unter ſonſt gleichen Verhältniſſen um ſo kleiner zu wählen ſein, je höher die bei der Berechnung nicht oder ungenügend berückſichtigten Einflüſſe zu ſchätzen ſind (vgl. Dimenſionenberechnung, Nebenſpannungen, Zuläſſige Beanſpruchung, Feſtigkeitsbedingung). Auch die Betriebsverhältniſſe und verlangte Dauer der Konſtruktionen kommen bei ſeiner Wahl in Betracht. Im Ingenieurweſen iſt dahin zu trachten, daß an jeder Stelle einer Konſtruktion gegen alle in Frage kommenden Zerſtörungsarten die gleiche Sicherheit beſtünde. Doch iſt dies nie vollkommen erreichbar.

Mitunter ging man bei Wahl der zuläſſigen Beanſpruchung von derjenigen Beanſpruchung aus, von welcher an erhebliche bleibende Formänderungen zu erwarten wären (ſ. Elaſtizitätsgrenze, Dehnung, Zugelaſtizität u. ſ. w.). Zur Unterſcheidung wurde dann das Verhältnis dieſer Grenzbeanſpruchung zur wirklichen Beanſpruchung Grenzſicherheit, das Verhältnis der Bruchbeanſpruchung zur wirklichen Beanſpruchung Bruchſicherheit genannt [1]. Doch genügt es immer, einfach von $m$facher Sicherheit oder vom Sicherheitskoeffizienten $1/m$ zu ſprechen, wenn bekannt iſt, ob die Bruchbeanſpruchung oder jene Grenzbeanſpruchung oder irgend eine andre Beanſpruchung als Ausgangspunkt dient. Vgl. Druck, exzentriſcher, Knickfeſtigkeit u. ſ. w.

Literatur: [1] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 31, 34. — [2] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 128. — [3] Zimmermann, Ueber den Sicherheitsgrad der Baukonſtruktionen, insbeſondere der auf Knicken beanſpruchten Körper, Zentralbl. d. Bauverw. 1886, S. 217, 225, 243. — [4] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, I, Leipzig 1904, S. 11, 20, 373 u. ſ. w. — [5] Brauer, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 172. *Weyrauch.*

Sicherheitsfunktion des Gleichgewichts. Wenn ein unveränderliches Maſſenpunktſyſtem (ſtarrer Körper) von Kräften angegriffen wird, ſo kann dasſelbe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

im allgemeinen in eine oder mehrere Lagen gelangen, in welchen die Kräfte im Gleichgewicht ſind. Dieſe Gleichgewichtslagen haben verſchiedenen Charakter. Entfernt ſich das Syſtem aus einer ſolchen unendlich wenig und treiben die dadurch im Gleichgewicht geſtörten Kräfte dasſelbe in die Gleichgewichtslage zurück oder verhindern es wenigſtens, ſich weiter aus derſelben zu entfernen, ſo heißen die Gleichgewichtslage und das Gleichgewicht der Kräfte ſtabil; im Falle aber, daß die Kräfte das Syſtem weiter aus der Gleichgewichtslage entfernen, heißen ſie und das Gleichgewicht labil.

Im Artikel „Gleichgewicht“ (Bd. 4, S. 559) iſt bereits ausgeführt, daß die Kriterien für das ſtabile Gleichgewicht mit jenen für das Minimum des Potentials der wirkenden Kräfte zuſammenfallen. In dem Falle aber, daß die Kräfte nach Intenſität und Richtung unveränderlich ſind, geben einfachere Prinzipien die Entſcheidung. In dieſem Falle wird nämlich die Wirkung der Kräfte durch die Störung des Gleichgewichts äquivalent einem Kräftepaar, da die Reſultante auch nach der Störung noch Null bleibt. Die Sicherheitsfunktion iſt nun eine ſolche Funktion der wirkenden Kräfte, ihrer Angriffspunkte und der Beſtimmungsſtücke der Störung der Gleichgewichtslage, deren Vorzeichen die Art des Gleichgewichtes angibt.

Eine Parallelverſchiebung des Körpers ſtört bei konſtanten Kräften niemals das Gleichgewicht, nur eine Drehung; dabei kommt es auch nur auf die Richtung, nicht auf die Lage der Drehachſe an. Bei ebenen Syſtemen (die in ihrer Ebene verbleiben) ſteht letztere immer ſenkrecht zur Ebene, und es geht daher in die Sicherheitsfunktion gar kein Element der Störung der Gleichgewichtslage ein. Wir können uns hierbei die im Gleichgewicht befindlichen Kräfte in Paare von ſich gegenſeitig aufhebenden Kräften, die in ihren urſprünglichen Angriffspunkten angreifen, zerlegt denken.

Sind P_1, P_2 die entgegengeſetzt gleichen Kräfte eines Paares und A_1, A_2 ihre Angriffspunkte, ſo iſt das Moment des Paares, in welches die ſich Gleichgewicht haltenden Kräfte übergehen, $-P_2 \cdot A_1 A_2 \sin\varphi$, wenn φ die Amplitude der Drehung um eine zur Ebene des Paares ſenkrechte Achſe iſt. Iſt dies Moment negativ, ſo iſt das Gleichgewicht ſtabil; iſt es poſitiv, ſo iſt es labil. Iſt das Syſtem ein ebenes, ſo wird in bezug auf ein rechtwinkliges Koordinatenſyſtem der x, y, wenn X, Y die Komponenten der Kräfte darſtellen, dies Moment dargeſtellt durch $-\sin\varphi\, \Sigma(xX+yY)$. Die Größe $P_2 \cdot A_1 A_2 = -\Sigma(xX+yY)$ iſt die Sicherheitsfunktion des ebenen Gleichgewichtes und wurde zuerſt von Möbius in die Unterſuchung eingeführt. Man kann ſie als das „Virial“ des Kräfteſyſtems bezeichnen. Allgemeiner iſt das Virial für ein räumliches Syſtem $-\Sigma(xX+yY+zZ)$. Es iſt dies jedoch nicht die Sicherheitsfunktion des räumlichen Syſtems. Wenn in bezug auf ein rechtwinkliges Koordinatenſyſtem α, β, γ die Richtungswinkel einer Achſe gegen das Koordinatenſyſtem ſind und die in Aſtatik, Bd. 1, S. 324, vorkommenden Größen $a_{11} = \Sigma x X$, $a_{22} = \Sigma y Y$, $a_{33} = \Sigma z Z$, $a_{12} = \Sigma x Y$, $a_{13} = \Sigma x Z$, $a_{21} = \Sigma y X$, $a_{31} = \Sigma z X$, $a_{22} = \Sigma y Z$, $a_{32} = \Sigma z Y$ verwandt werden, ſo iſt dieſe Sicherheitsfunktion des Gleichgewichts

$$S = a_{11}\cos^2\alpha + a_{22}\cos^2\beta + a_{33}\cos^2\gamma + 2a_{12}\cos\alpha\cos\beta + 2a_{23}\cos\beta\cos\gamma + 2a_{31}\cos\gamma\cos\alpha - (a_{11}+a_{22}+a_{33}).$$

Achſen $(\alpha\,\beta\,\gamma)$, für welche dieſe Funktion negativ iſt, haben die Eigenſchaft, daß für Rotationen um ſie das Gleichgewicht des Kräfteſyſtems ſtabil iſt; Achſen, für welche ſie poſitiv iſt, ſind Achſen des labilen Gleichgewichts.

Literatur: Möbius, Lehrbuch der Statik, Leipzig 1837 (oder Geſammelte Werke, Bd. 4), Bd. 1, Kap. 9 u. 10; Schweins, Fliehelemente oder die Summe $\Sigma(xX+yY)$ bei Kräften in der Ebene und $\Sigma(xX+yY+zZ)$ bei Kräften im Raume, Crelles Journal, Bd. 38, S. 77—88; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 2, Kap. 12, S. 266—279.

(† *Schell*) *Finſterwalder.*

Sicherheitskeſſel, in der Praxis gebräuchliche Benennung für Waſſerröhrenkeſſel (ſ. Bd. 2, S. 567), auch exploſionsſichere Keſſel genannt.

Sicherheitslampe, ſ. Feuerſchutz, Geleucht.

Sicherheitspfeiler, ſ. Abbau, Bd. 1, S. 2, und Vorrichtung.

Sicherheitsſchwellen, ſ. Schutzſchienen.

Sicherheitsſtreifen gegen Feuer und Windbruch im Eiſenbahnbetrieb ſind in Waldungen, Heiden und trockenen Mooren entlang der Bahn anzulegen. Die Streifen gegen Feuersgefahr ſind wund zu erhalten oder ſo anzubauen, daß die Fortpflanzung des Feuers gehindert wird. Die Breite der Sicherheitsſtreifen gegen Windbruch in Waldungen iſt ſo zu bemeſſen, daß umſtürzende Bäume den Eiſenbahnbetrieb nicht gefährden. Bei Nadelholz werden 20 m, bei Laubholz 15 m in den meiſten Fällen genügen; ſ. a. Techniſche Vereinbarungen, 1897, § 26, und Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., 2. Bd., 1. Abſchn., S. 82. *H. Kübler.*

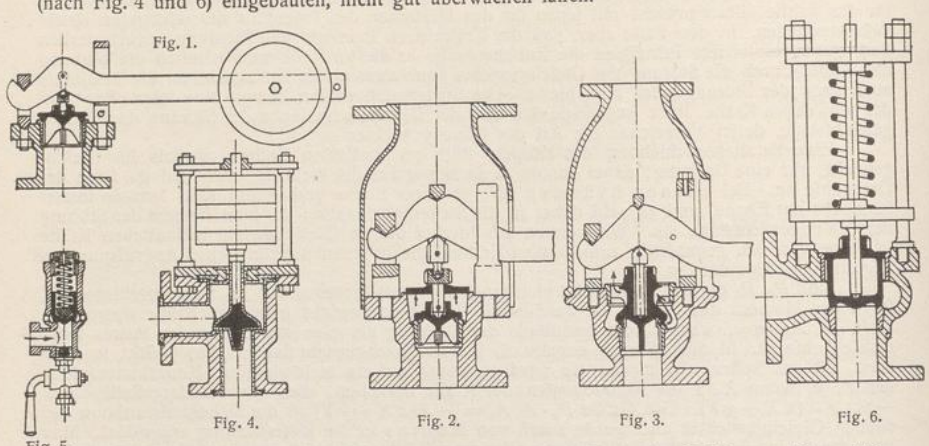
Sicherheitstelegraphen, ſ. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 127.

Sicherheitsventile an Dampfkeſſeln, Kochern, Druckrohrleitungen u. ſ. w. verhindern die Ueberſchreitung des Ueberdrucks, auf den ſie eingeſtellt ſind, nicht, doch machen ſie die Ueberſchreitung durch lautes Geräuſch der Dampfausſtrömung deutlich bemerkbar und erſchweren die weitere Steigerung des Druckes.

In der üblichen Bauart (Fig. 1) hebt ſich der Ventilteller auch bei unzuläſſiger Drucküberſchreitung nur wenig, vielleicht um 2 mm. Neben den Kleinhubventilen kommen auch

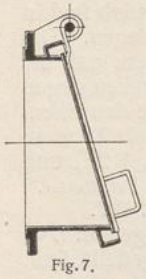
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hochhubventile in Anwendung, die sich so einrichten lassen, daß der für den Kessel bestimmte Druck nur um 0,1 oder 0,25 bis 0,5 Atmosphären überschritten werden kann. Hierbei wirkt der ausgeströmte Dampf entweder noch durch seinen Druck auf eine lose, größere Scheibe (Fig. 2, von C. Louis Strube in Magdeburg-Buckau) oder durch seine Strahlwirkung auf einen oberen Bord von passender Größe (Fig. 3, von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover). Das amerikanische Popventil [5] enthält an Stelle der Scheibe einen Ring, der mit seinem Rande auf einem einstellbaren Sitz aufruht. Bei zu starker Mitwirkung der oberen Fläche öffnet das Ventil stoßartig und schließt erst bei wesentlicher Unterschreitung der Druckgrenze wieder ab. Den Abdampf führt man bei Hochhubventilen durch eine Haube und ein Rohr ins Freie, läßt ihn aber sonst unmittelbar ausströmen, da sich bedeckte Ventile, besonders die (nach Fig. 4 und 6) eingebauten, nicht gut überwachen lassen.



Die Weite der Ventile wählt man steigend mit der Größe des Kessels von H qm Heizfläche zu d cm $= 1{,}25\sqrt{H}$, meist aber noch in Rücksicht auf die Dampfdichte, die sich nach dem Ueberdruck von q Atmosphären richtet, zu d cm $= \sqrt{8\,H/q}$, wobei die Versperrung des Ventilsitzes durch die Führungsrippen nicht weiter in Betracht kommt. Für Hochhubventile genügt $d = \sqrt{5\,H/q}$. Ventilteller und Sitz von harter Bronze dichten mit einem ebenen Rande von $b = 1{,}5$ bis höchstens 3 mm radialer Breite, mitunter auch kegelig mit 45° Neigung. Zum Nachschleifen während des Betriebes dient ein Sechskant am Ventilkegel selbst oder an der mit ihm verstifteten Druckstelze. Der Flächendruck in der Fuge beträgt ungefähr 10 q, solange kein Druck unter dem Ventil herrscht. Bei der Berechnung des Gleichgewichtes zwischen der Belastung und dem Druck ist auch das vom Hebel ausgeübte Moment und das Gewicht des Kegels und der Stelze zu berücksichtigen. Man bezieht den vollen Ueberdruck auf eine Kreisfläche vom mittleren Sitzdurchmesser $d + b$ unter der Annahme, daß die Pressung in der Fuge von innen nach außen gleichmäßig abnimmt. Die trotz der geringen Breite bestehende Unsicherheit bedingt die genaue Einstellung jedes Ventils bei jeder Druckprobe durch Verschiebung des Gewichtes auf dem Hebel oder Anspannung der Belastungsfedern. Die Stellungen werden durch Sperrhülsen, Plomben oder Splinte und Kontrollstichmaße gesichert.

Die einfache direkte Gewichtsbelastung eignet sich nur für geringen Druck, wie bei dem säurefest ausgekleideten Ventil mit Ablaufrohr Fig. 4 (von A. L. G. Dehne in Halle a. S.). Für feststehende Kessel benutzt man in der Regel eine Hebelübersetzung von 1 : 6 bis 1 : 8 und nimmt den kürzeren Arm $= d$. Man vermeidet Gewichte über 60 kg und nimmt an Stelle von Ventilen mit mehr als 600 kg Druck oder über 100 mm Weite lieber zwei kleinere. Der Hebel erhält die Breite $^1/_3\,d$ und die Höhe $^2/_3\,d$ über der Stelze, wobei seine Biegungsspannung 27 q kg/qcm beträgt. Um dauernd leichte Beweglichkeit zu sichern, gibt man den Führungen des Hebels und Ventils etwas Spiel und lagert den Hebel mit Pfannen auf Schneiden (s. d.), besser als in Bolzengelenken, in wagerechter Linie. Der Schwerpunkt eines festgeschraubten oder die Schneide eines angehängten Gewichtes kann in derselben Linie oder höher liegen. Federbelastung (Fig. 5 und 6, von Klein, Schanzlin & Becker in Frankental) wirkt unmittelbar, ohne Hubvergrößerung. An den preußischen Lokomotiven stehen zwei Ventile [7] durch über Kreuz gelegte Wagebalken mit zwei seitwärts stehenden Federn in Verbindung. Man benutzt Federn an den fahrbaren und Schiffskesseln, wo Gewichte wegen der Erschütterungen und Schwankungen unbrauchbar wären, ferner bei mäßigen Druckkräften wegen der leichten Einstellbarkeit, z. B. an Dampfspeichern für Abdampfmaschinen mit Doppelsitzventilen [6] und an den kleinen, bei Wasserschlägen wirksamen Sicherheitsventilen für Dampfzylinder (Fig. 5), außerdem bei Wasserleitungsrohren (Fig. 6) wegen der hier auftretenden Stoßwirkungen [3]. An Gichtgasleitungen hat man leichte, mit Lehm gedichtete Explosionsklappen (Fig. 7, von Zimmermann & Jansen in Düren), s. Bd. 7, S. 454, Fig. 6.


Fig. 7.

Ein Dampfkesselsicherheitsventil kostet ungefähr 1 ℳ für 1 mm Weite.

Literatur: [1] Graßmann, Scholls Führer des Maſchiniſten, Braunſchweig 1908. — [2] Pohlhauſen, Dampfkeſſelanlagen, Mittweida 1899. — [3] Lueger, Die Waſſerverſorgung der Städte, Leipzig 1908 (mit Berechnung). — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 359—362, Roſenkranz über Hochhubventile mit Bezug auf Dalchow und Cario in dem Organ der Dampfkeſſelüberwachungsvereine von 1900. — [5] Ebend. 1904, S. 1977. — [6] Ebend. 1904, S. 773, und 1906, S. 357. — [7] Allg. polizeil. Beſtimmungen über Dampfkeſſel. *Lindner.*

Sicherheitsvorrichtungen, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 791, Unfallverhütung.

Sicherheitsweichen, ſ. Kletterweichen.

Sicherlot (Sickerlot), ſ. Löten, Bd. 6, S. 190.

Sichertrog, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 43.

Sicherung, ſ. Bleiſicherung.

Sichterei, in der Müllerei derjenige Vorgang (und zugleich diejenige Abteilung der Mühle), durch den (bezw. in welcher) die Trennung der durch die Zerkleinerung entſtehenden Produkte von verſchiedener Art und Feinheit erfolgt.

Je nach dem beſonderen Zwecke, dem die Siebvorrichtungen dienen, führen ſie beſondere Namen. So dient z. B. der Blau- oder Pollmehlſichter für die Abſonderung des ſchlechten Mehles der erſten Schrotung, die Vor- oder Schrotſichter trennen das für die nächſte Schrotung beſtimmte Material von den Grieß-, Dunſt- und Mehlteilen, die Grießſichter und Grießſortierer ſichten und ſortieren die entſtandenen Grieße, ebenſo die Dunſtſichter die Dunſte; die Mehlſichter ſcheiden das Mehl aus, die Auflösſichter verrichten ihre Wirkung im Auflösprozeß, die Ausmahlſichter bearbeiten die in der Ausmahlung fallenden Produkte u. ſ. w. Hinſichtlich der Konſtruktion unterſcheidet man flache Siebe, deren bei weitem wichtigſte Art die Planſichter (ſ. d.) bilden. Vier- bis achteckige, mit einer Beſpannung (ſ. d.) umkleidete Siebkörper, die in langſame Umdrehung verſetzt werden, nennt man Zylinder, ihre hölzernen Gehäuſe Zylinderkiſten. Nachdrücklicher in der Wirkung als dieſe ſind die Zentrifugalſichtmaſchinen (ſ. d.). Eine Abart der Zylinder bilden die Rundſichter (ſ. d.); vgl. a. Mehlfabrikation. *Arndt.*

Sichtmaſchine, im weiteren Sinne jede mechaniſche Vorrichtung zum Sieben (ſ. Sichterei, Planſichter, Rundſichter), im engeren Sinne die Zentrifugalſichtmaſchine (ſ. d.). *Arndt.*

Sichtſignale (Eiſenbahnſignale), Signale, die durch das Geſicht vermittelt werden; ſ. Signalweſen der Eiſenbahnen.

Sichtweite, im allgemeinen die Entfernung, auf welche ein Gegenſtand ſichtbar iſt. Dieſelbe wächſt mit der Höhe des Objekts bezw. der Augeshöhe des Beobachters, auch mit der Sichtigkeit der Luft.

Sie findet ſich, für normale Wetterverhältniſſe berechnet, in beſtimmten Tabellen, beſonders den Logarithmentafeln und Leuchtfeuerverzeichniſſen. — Bei Leuchttürmen ſpeziell verſteht man unter Sichtweite die Entfernung, auf welche das Feuer unter normalen Verhältniſſen bei Nacht ſichtbar iſt. Die einzelnen Sichtweiten ſind auf den Seekarten (ſ. d.) verzeichnet, indem mit der Entfernung als Radius vom Standort der Leuchttürme Kreiſe gezogen ſind; ſ. a. Leuchtfeuer. *von Nießen.*

Sicilienne, ſ. Bengaline.

Sickergräben, Sickerſchlitze, Sickerungen, Sauggräben oder Rigolen, ſchmale Gräben mindeſtens bis in froſtfreie Tiefe, oft, je nach Lage der waſſerführenden Schichten, auch tiefer, in den Boden eingeſchnitten und mit durchläſſiger, waſſeranſaugender Füllung ausgepackt, ſind bei ausreichendem Gefäll (1—5%) imſtande, das umliegende Gelände trockenzulegen; vgl. a. Böſchungsarbeiten, Drainage, Entwäſſerung. *L. v. Willmann.*

Sideringelb, baſiſch-chromſaures Eiſenoxyd, orange- oder rotgelbe, wenig gebrauchte Körperfarbe von geringerem Feuer als gleichgefärbte Chromgelbſorten.

Siderographie, die Stahlſtecherei oder Stahlätzerei zur Gewinnung von Druckformen.

Der Stahlſtich, der analog dem Kupferſtiche in verſchiedener Weiſe (ſ. Kupferſtecherkunſt) auf weichen, nachträglich zu härtenden Stahlplatten vorgenommen werden kann, wird heute nur ſehr ſelten benutzt. Dagegen wird die Stahlätzerei (in Strich- und Halbtonmanier, vgl. Klifchee und Preſſendruckverfahren, photographiſche) zur Erzeugung von Druckplatten für einzelne der modernen Tiefdruckſchnellpreſſen häufig angewendet. Es dienen hierbei der Autotypie (ſ. d.) und Phototypie (ſ. d.) ähnliche, modifizierte Verfahren (vgl. a. Aetzen). Prägeplatten erzeugt man mittels Stahlgravure (Stahlſchnittes). Beim Banknotendrucke (ſ. d.) verwendet man von der Originalkupferplatte mittels Galvanoplaſtik (ſ. Elektrotypie) gewonnene Eiſenklifchees. *A. W. Unger.*

Siderolith-(Terralith-)waren, aus weißem oder farbigem Tone geformte, ſcharfgebrannte und mit Lackfarben überzogene Zier- und Gebrauchsgegenſtände, wie Ampeln, Blumentöpfe, Figuren u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Siderologie, f. v. w. Lehre vom Eisen; im weitesten Umfange umfaßt sie die Vorgänge bei der Herstellung der verschiedenen Eisensorten, ihre Eigenschaften, Untersuchung u. s. w. einschließlich der Schlacken.

Literatur: Jüptner, Frhr. H. v., Grundzüge der Siderologie, Leipzig 1900/04. — Vgl. a. die Einzelartikel über Eisen und Metallographie. *A. Widmaier.*

Sideroſthen, Anstrichmasse, gegen Feuchtigkeit widerstandsfähig, besonders auf Eisen angewendet, schwarz, ist ein Gemisch aus Fettgasteerprodukten mit Goudron und Schwefel. *Andés.*

Sieb, Siebſkala, Siebtrommel, Siebwäſche, s. Siebvorrichtungen; vgl. a. Drahtgewebe, Getreidereinigungsmaschine, Mehlfabrikation, Sandaufbereitung, Sichterei u. s. w.

Siebſetzen, s. Setzarbeit.

Siebvorrichtungen bezwecken im allgemeinen die Trennung von Materialien verschiedenster Art nach der Korngröße. Bei der bergmännischen Aufbereitung reiner Rohprodukte, z. B. Kohlen, erfolgt das Sieben zuweilen als einzige Aufbereitungsarbeit lediglich mit Rücksicht auf die spätere Verwendung, das ist die Verbrennung auf Rosten mit Zwischenräumen von bestimmter Größe. Bei Rohprodukten, welche der Trennung nach verschiedenartigen Mineralien bedürfen, ist die Siebarbeit eine Vorbereitung, entweder für die trockene Aufbereitung oder für das Setzen. — Die Siebfläche besteht für grobes Gut aus parallelen Stangen, die bei mehreren Bauarten durch Wellen — runde, sich drehende Stangen, zum Teil mit aufgesetzten Körpern eigenartiger Form — ersetzt werden. Diese Siebe werden auch Roste genannt. Für Gut mittlerer Größe dienen gelochte Bleche oder Drahtgeflechte, für das allerfeinste Korn kommen ausschließlich die letzteren in Betracht. — Nach der Form der Siebfläche unterscheidet man ebene Siebe und Trommelsiebe.

1. **Die ebenen Siebe.** Die Siebfläche ist stets in einen Rahmen eingelegt, der das Gut zusammenhält; in diesen sind zur Unterstützung feinerer Siebe Leisten eingebaut, auch greifen an ihn die Einrichtungen für das Aufstellen oder Aufhängen und für die Bewegung des Siebes an.

Durch ein Sieb kann das Gut nur in zwei Posten, die Gröbe und das Feine, zerlegt werden; will man eine Korngruppe in bestimmten Grenzen, z. B. von 40—30 mm, abscheiden, so müssen hierzu zwei Siebe mit diesen Lochweiten angewendet werden; außerdem erhält man die Gröbe und das Feine, also im ganzen drei Posten. Will man allgemein n Korngrößen bilden, so sind $n - 1$ Siebe anzuwenden. Die Siebflächen können entweder so angeordnet werden, daß das gröbste Sieb das Gut zuerst aufnimmt; dann liegen die feineren Siebe der Reihe nach unter demselben: die für gröberes Gut geeignetste Anordnung; oder das feine Sieb nimmt zuerst die Massen auf, dann schließen die übrigen Siebe in derselben Ebene mit zunehmender Lochweite an: für feines Korn üblich. — Ueber die Wahl der Siebweiten (die Siebfolge oder -skala) entscheiden bei der Kohle auch für die nasse Aufbereitung — da der Unterschied im spezifischen Gewicht der Berge und Kohlen 2,5 und 1,5 erheblich ist — lediglich die Gepflogenheiten im Kohlenhandel. Bei der Erzaufbereitung ist der größere oder kleinere Unterschied im spezifischen Gewichte der zu trennenden Mineralien zu berücksichtigen. Im ersteren Falle kann der Unterschied in der Größe der aufeinander folgenden Siebweiten bedeutender sein als bei Mineralien, die sich im spezifischen Gewichte nahestehen. — Es werden Siebweiten bis zu etwa 1 mm abwärts angewendet. — Feste Siebe sind entweder schwach geneigt, die Massen werden mit Werkzeugen auf ihnen bewegt (Reibsiebe) oder sie haben 30—45° Neigung und die Massen bewegen sich durch die eigne Schwere über das Sieb. Auf das Sturzsieb wird das Gut am oberen Ende aus den Fördergefäßen entleert, auf das Durchwurfsieb mit der Schaufel geworfen.

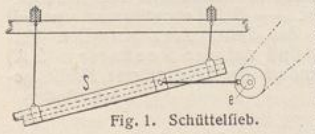


Fig. 1. Schüttelsieb.

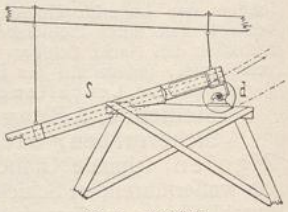


Fig. 2. Stoßsieb.

Mit Hand bewegte Siebe (Handsiebe) haben kleine Abmessungen. Als Uebergang zu den maschinell bewegten Sieben hängt man wohl größere und daher schwere Siebe an Tragstangen auf und läßt sie mit der Hand in schwingende oder rüttelnde Bewegung versetzen. Die maschinell bewegten ebenen Siebe sind einzuteilen in solche, bei denen das ganze Sieb, einschließlich Siebrahmen, in Bewegung gesetzt wird, und in solche (gewisse Stangen- und Wellensiebe), bei denen sich in dem fest verlagerten Siebrahmen die einzelnen Teile, welche die Siebfläche bilden, bewegen. Es muß noch bemerkt werden, daß bei jedem Siebe die Richtung in der Siebneigung, in der sich die Körnchen über das Sieb bewegen, die Länge, die dazu rechtwinkelige Richtung, in welcher die Siebfläche in der Wage liegen soll, die Breite oder Querrichtung heißt. Von der Länge der Siebfläche hängt die Güte der Siebarbeit, von der Breite die Höhe der Leistung ab. Die Bewegung des ganzen Siebes kann erfolgen in der Siebebene

und dabei eine hin und her gehende, d. h. unterbrochene, oder eine kreisende oder ununterbrochene sein. Die hin und her gehende Bewegung kann Längs- oder Querbewegung und außerdem Schüttel- oder Stoßbewegung sein. Das Schüttelsieb (Fig. 1) wird gewöhnlich durch ein Exzenter *e*, das Stoßsieb (Fig. 2) durch eine Daumenwelle *d* bewegt. Die Stoßsiebe nennt man von dem Geräusch, das ihr Betrieb veranlaßt, auch Rätter, jedoch hat sich diese Bezeichnung auch auf andre Siebe übertragen, ebenso braucht man Rättern oder Durchrättern gleichbedeutend mit Sieben. — Die Siebe mit kreisender Bewegung (Kreiselrätter) haben sich neben den Schüttelsieben wegen des ruhigen Ganges und der großen Leistungsfähigkeit schnell eingeführt; die bekanntesten Bauarten sind: der Karlikschе Pendelrätter (Fig. 3), der Klönne-, der Coxe-, der Seltner- und der Schwidtal-Rätter. Der Karlikschе Pendelrätter besteht aus dem Siebkasten *S* (die Seitenwand ist zum Teil entfernt), der mittels der Hängestangen P_1 und dem Kugelgelenkzapfen *Z* in dem Pyramidengerüst *P* aufgehängt ist; dieses letztere stützt sich auf das gemauerte Fundament *F*. Die kreisende Bewegung des Siebkastens wird von der stehenden Welle *w* durch die Kurbelscheibe *k* vermittelt; in dem der Kurbel gegenüberliegenden Quadranten befindet sich zur Ausgleichung der Schwungmassen das Gegengewicht *G g* (eingegossenes Blei). Die Lenkstange *L*, welche am Siebkasten gegabelt und mittels Gelenk bei *c* befestigt, anderseits bei *r* auf einer Rolle verlagert ist, führt den Siebkasten bei der Umdrehung parallel zu sich selbst, sie trägt auch den Eintragschuh *E*. Auf diesen wird das Gut mittelst Wipper aus den Hunden

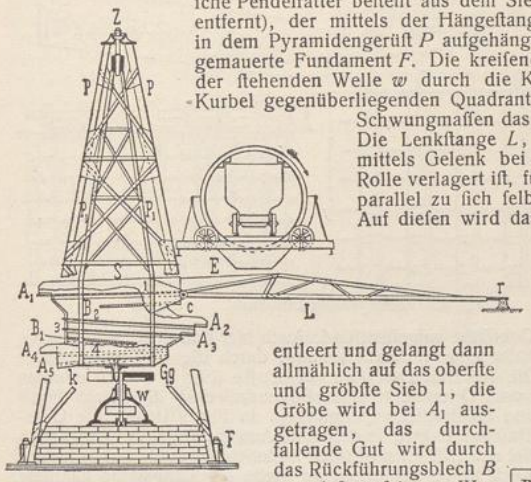


Fig. 3. Karliks Pendelrätter.

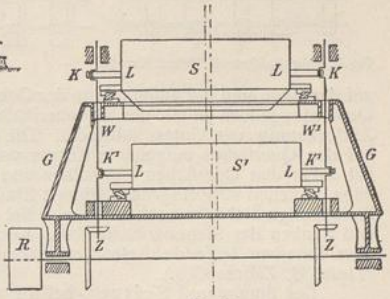


Fig. 4.

entleert und gelangt dann allmählich auf das oberste und gröbste Sieb 1, die Gröbe wird bei A_1 ausgetragen, das durchfallende Gut wird durch das Rückführungsblech *B* veranlaßt, seinen Weg über die ganze Länge des Siebes 2 zu nehmen. Es sind noch die feineren Siebe 3 und 4 eingebaut, das allerfeinste Gut fällt auf den Boden des Siebkastens und wird bei A_5 ausgetragen. Aus den Austragschnauzen A_1—A_5 gelangt das Gut zur Weiterbeförderung auf Rutschen (geneigte Gerinne). Der Kurbelhalbmesser der Scheibe *k* beträgt etwa 5 cm, bei 120 Umdrehungen pro Minute und 2 qm Siebfläche pro Sieb leistet ein Pendelrätter 60 Doppelwagen zu 10000 kg in 10 Stunden und braucht etwa $1^1/_2$ PS. — Der Siebkasten beim Klönne-Rätter ist ähnlich gebaut, jedoch von unten her gestützt. Beim Coxe- und Seltner-Rätter ist der Siebkasten in zwei gleich schwere Teile, einen oberen *S* und einen unteren S_1, geteilt (Fig. 4), der Ausgleich der Schwungmassen ist dadurch bewirkt, daß die Bewegung von doppelt gekröpften Wellen *W*, W_1 aus mittels der Kurbeln *K*, K_1 und der Lenkstange *L* stattfindet. Die größten Nummern des Seltner-Rätters erhalten Siebe von je 5,0 qm Fläche und verarbeiten in 1 Stunde 100 t Klarkohle. Aehnlich ist auch der Ausgleich

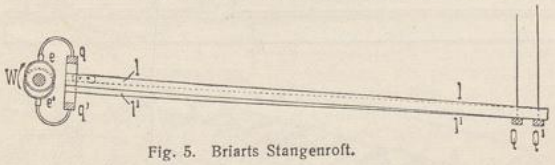


Fig. 5. Briarts Stangenrost.

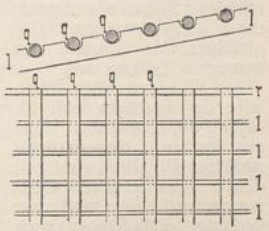


Fig. 6. Rost von Borgmann & Emde.

beim Schwidtal-Rätter. Außer der Bewegung der ebenen Siebe in der Siebebene ist auch die Bewegung in der zur Siebebene normalen Richtung, welche mittels Hebelübertragung von rotierenden Exzentern aus bewirkt wird, in Anwendung. Das Gut wird hierbei auf dem Siebe, welches deshalb Wurfsieb heißt, geworfen. Die Stangen- und Wellensiebe mit selbständiger Bewegung der einzelnen Teile sind in den letzten Jahrzehnten ausgebildet worden; sie dienen zum Ablieben der großen Stücke in der Kohlenaufbereitung und haben gegenüber den im ganzen bewegten Stangenrosten den Vorteil, daß die Sieböffnungen sich nicht leicht verlegen und der ganze Apparat ruhiger arbeitet. Aus der großen Zahl seien die folgenden Bauarten herausgehoben. — Der Briartsche Stangenrost (Fig. 5) besteht nur aus Längsstäben, von diesen sind die abwechselnden Stäbe *l* und l_1 je an einem Querstabe *q* bezw. q_1 befestigt und jedes System wird von der Welle *W* aus mittels Exzenter *e* und e_1 und gekrümmten Verbindungsstangen so bewegt, daß die einzelnen Punkte der Stäbe am oberen Ende Kreise beschreiben, während die unteren auf angehängten Querstäben *Q*, Q_1 aufliegenden Enden eine

wagerecht hin und her gehende Bewegung haben. Die Stabsysteme heben abwechselnd die großen Stücke um den Durchmesser des Exzenterkreises vorwärts, das Klare fällt durch. Die Fig. 6—9 geben einige übliche Formen von Wellenrosten. Der Rost von Borgmann & Emde (Fig. 6) besteht aus festeingebauten Längsstäben *l*, welche zur Aufnahme der sich drehenden Querstäbe *q* entsprechende Aussparungen haben, die Sieboberfläche ist eben, die Durchfallöffnungen sind Quadrate; der Antrieb der Querstäbe erfolgt durch Kettenräder und Kette ohne Ende, die in der Figur fortgelassen sind. Bei dem Roste von Karop (Fig. 7) sind auf die Querstäbe Körper von elliptischem Querschnitt aufgesetzt, und zwar sind diejenigen der benachbarten Querstäbe um 90° gegeneinander verdreht; der Antrieb erfolgt durch die Kettenräder *k*, die abwechselnd

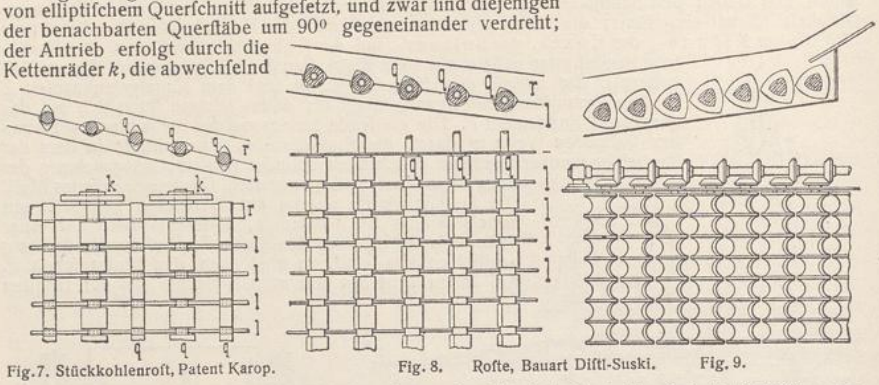


Fig. 7. Stückkohlenrost, Patent Karop. Fig. 8. Roste, Bauart Distl-Suski. Fig. 9.

auf der einen und der andern Seite der Querstäbe aufgesetzt sind. Auch hier sind die Sieböffnungen Quadrate, jedoch erhält die Sieboberfläche eine Wellenbewegung, durch die eine weitgehende Auflockerung des Gutes stattfindet. Die neueren Distl-Suski-Roste (Fig. 8 und 9) erhalten auf den Querstäben aufgesetzte Körper vom Querschnitt eines Bogendreiecks; die Bauart Fig. 8 hat außer den Querstäben Längsstäbe und quadratische Oeffnungen. In Fig. 9 tragen die Querstäbe zwischen vorspringenden Rippen Einschnürungen, so daß ohne Anwendung von Längsstäben kreisförmige Sieböffnungen entstehen. Bei den Distl-Suski-Rosten findet ein eigentümliches Heben und Senken der Sieboberfläche statt. Auch Roste, bei denen an Stelle der Längsstäbe parallele über Scheiben laufende Ketten ohne Ende treten, sind in Gebrauch (vgl. D.R.P. I. Nr. 73696, Frantz, U. Zabrze O.S.).

Der Stangenrost Seltner besteht aus zwei Systemen Querstäbe, von denen das eine *a* in dem festliegenden Rahmen *C* eingebaut ist, während das andre *b* in dem beweglichen Rahmen *c* befestigt ist. Letzterer ruht mit vier Stützen *d* auf den beiden Wellen *w* und wird von der mittels Riemenscheibe *R* in Umdrehung gesetzten Welle *g* durch Kurbeln und Schubstangen *f* in auf- und abwärts schwingende Bewegung gesetzt. Dementsprechend sind die feststehenden Roststäbe auf der Rückseite konvex, die bewegten Stäbe entsprechend konkav. Fig. 10 zeigt das Stabsystem *b* in der höchsten Stellung, punktiert ist die niedrigste Stellung bei den mittelsten Stäben angedeutet; die Gegengewichte *Gg* gleichen das Gewicht des bewegten Systems aus.

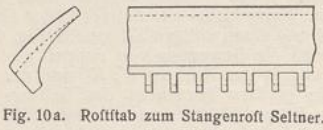


Fig. 10a. Roststab zum Stangenrost Seltner.

Während die Rückseite der Roststäbe voll ist, besteht die arbeitende Fläche aus kurzen, rippenartigen Ansätzen (Fig. 10a), zwischen denen quadratische Oeffnungen verbleiben, und zwar verlaufen diese Rippen nach unten schwächer, um das Durchfallen der Stücke zu erleichtern. Die Rostoberfläche, deren gesamte Neigung etwa 12° beträgt, wird daher aus schrägliegenden, sich hebenden und senkenden Stufen gebildet, über welche das Siebgut in schonender Weise vorwärts geschoben wird. Die Roste erhalten bis zu 2,0 m Breite und 4,0 m Länge; bei 40—45 Spielen in der Minute beträgt der Arbeitsbedarf 3 PS.

Fig. 10. Stangenrost Seltner im Längsschnitt.

2. **Die Trommelsiebe** bestehen aus Siebflächen, welche um eine Achse symmetrisch angeordnet sind; entweder ist die Siebfläche gekrümmt (konische, zylindrische Siebtrommel) oder es sind mehrere ebene Siebflächen vorhanden (prismatische, abgestumpft pyramidale Siebtrommel). Die Achse der zylindrischen und prismatischen Trommel muß etwas geneigt verlagert werden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

damit von dem Gute, welches an dem einen Ende eingetragen wird, die Gröbe an das andre Ende zum Austrage gelangt. Bei der konifchen und pyramidalen Trommel ift die Achfe wagerecht verlagert, die Siebfläche fchließt mit der Achfe einen Winkel von etwa 4° ein. Am häufigften wird die konifche Trommel (Fig. 11 und 12) angewendet; die Verbindung des Siebmantels mit der Achfe gefchieht durch Sterne; an der Eintrag- und Austragfeite wird das Sieb durch Eifenblechkegel verlängert. Man nennt die Siebtrommeln auch Separations- oder Klaffiertrommeln.

Sollen mehrere Siebgrößen angewendet werden, fo find vorwiegend drei Anordnungen üblich: die Stufentrommel, die Langtrommel und die konzentrifche Trommel. Die Stufentrommel befteht aus einer Anzahl Trommeln, deren jede die Bauart der Fig. 11 hat; das Grobe wird am weiteren Ende ausgetragen und fammelt fich in einem Abfallrohre, das durch das Sieb durchfallende Gut in einem unter der Trommel eingebauten Gerinne, es wird einer zweiten Trommel mit feinerem Siebe zugeführt, deren Einrichtung ganz dem der erften entfpricht. Es werden zuweilen fünf, auch noch mehr Trommeln untereinander angewendet — Bei der Langtrommel bilden fämtliche angewendete Siebweiten eine konifche Trommel; das Gut gelangt zunächft auf das feinfte Sieb, dann der Reihe nach auf die anfchließenden gröberen Siebe.

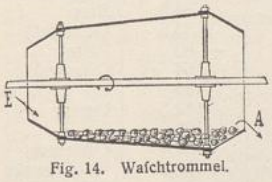


Fig. 14. Wafchtrommel.

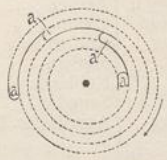


Fig. 13. Schmitt-Manderbachfches Spiralfieb im Querfchnitt.

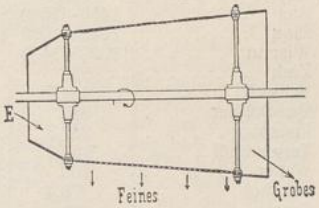




Fig. 15. Selbfttätige Klaubetafel im Querfchnitt.

Unter jedem Trommelteile fammelt fich die betreffende Korngröße. In der konzentrifchen Trommel bildet jedes Sieb einen Kegelmantel, das gröbfte Sieb liegt innen, das feinfte außen. Man baut Trommeln mit drei bis vier konzentrifchen Sieben. Trommelfiebe haben den Nachteil, daß das Gut ftarken Abrieb erleidet; bei der konzentrifchen Trommel tritt das befonders hervor, wenn, um den Durchmeffer nicht zu groß werden zu laffen, der Abftand zwifchen den einzelnen Sieben klein bemeffen wird. — Das Schmitt-Manderbachfche Spiralfieb, deffen fchematifchen Querfchnitt die Fig. 13 wiedergibt, vermeidet diefen Uebelftand dadurch, daß zwifchen die einzelnen Siebe nach Schraubenlinien verlaufende Austragrinnen *a* eingebaut werden. Durch diefe wird bei jedem Umlaufe das zwifchen zwei Sieben befindliche Gut ausgetragen. In neuerer Zeit werden auch konzentrifche Trommeln mit derartigen Austragrinnen verfehen.



Fig. 11 und 12. Konifche Trommel in Längs- und Querfchnitt.

Häufig wird auf die Siebapparate reichlich Waffer gegeben, um neben dem Sieben ein Abläutern (Abwafchen) des Kornes herbeizuführen (Siebwäfche, Rätterwäfche); auch werden befondere Trommeln aus Eifenblech gebaut (Wafchtrommeln), welche nur das Abläutern bezwecken, fie erhalten die durch Fig. 14 im Längsfchnitt erfichtliche, aus drei abgeftumpften Kegeln zufammengefetzte Form; hierdurch wird das Waffer famt den Körnern nach Maßgabe der in der Zeiteinheit eingetragenen Menge Gut längere Zeit in der Trommel zurückgehalten.

In feltenen Fällen werden in der Aufbereitung Einrichtungen angewendet, welche die Trennung nach der Form der Körner bezwecken; fo kommen in der Steinkohlen- und Anthrazitaufbereitung Apparate vor [1], [2], welche die in flachen Stücken brechenden Berge von den in würfeligen Stücken brechenden Kohlen felbfttätig fondern. Die bei der pennfylvanifchen Anthrazitaufbereitung durch Coxe eingeführten Vorrichtungen (Fig. 15) fchließen an die eigentlichen Siebvorrichtungen an. Sie beftehen aus rechteckigen Rinnen mit einer fteil- und einer flachgelegten Seite. Würfelige Körner rollen über die Rinne fort, plattenförmige legen fich auf die flache Seite der Rinne und rutfchen dann durch die in der fteilen Seite angebrachten Schlitze ab. Da fie das Ausleſen (Klauben) der Schiefer mit der Hand erfetzen, werden diefe Einrichtungen felbfttätige Klaubetafeln genannt.

Literatur: Vgl. die bei Aufbereitung, Bd. 1, S. 350 unter [1]—[5] genannten Werke. — [1] Schulz, W., Mitteilungen über eine bergmännifche Studienreife, Effener Glückauf, 1894, S. 67. — [2] Rochelt, F., Neuerungen an Sortiervorrichtungen bei der Kohlenaufbereitung u. f. w., Oeſterr. Zeitfchr. f. Berg- u. Hüttenwefen, 1894, S. 85.

Treptow.

Sieden heißt die Bildung von Dampfblafen im Innern einer Flüffigkeit (vgl. Dampf, Bd. 2, S. 537). Alle Flüffigkeiten laffen fich durch genügende Wärmezufuhr zum Sieden bringen (f. Flüffigkeitswärme). Der Beginn des Siedens ift an eine gewiffe Temperaturhöhe, die Siedetemperatur oder Verdampfungstemperatur, gebunden, welche von der Körperart abhängt und eine Funktion des fpezififchen Drucks p auf die Flüffigkeit an der Siedeftelle ift (Bd. 2, S. 537, 539). Wenn von der Siedetemperatur ohne Angabe des

Drucks geſprochen wird, pflegt man darunter die Siedetemperatur für $p = 1$ Normalatmoſphäre (zu 760 mm Queckſilberſäule oder 10333 kg pro Quadratmeter, vgl. Bd. 1, S. 338) zu verſtehen. Die normale Siedetemperatur ſtimmt mit der Temperatur des geſättigten Dampfes überein, und ebenſo mit der Kondenſationstemperatur beim Uebergang dieſes Dampfes in den flüſſigen Zuſtand. Während des Siedens wie während der Kondenſation unter konſtantem Drucke bleibt die Temperatur konſtant. Ganz ähnlich liegen die Verhältniſſe beim Schmelzen (ſ. d.).

Siedepunkt, Verdampfungspunkt, Kondenſationspunkt ſind gebräuchliche Bezeichnungen für Siedetemperatur, Verdampfungstemperatur, Kondenſationstemperatur. Man hat z. B. bei $p = 1$ Atmoſphäre:

Für	Siedepunkt t^0	Beobachter	Für	Siedepunkt t^0	Beobachter
Kupfer	2100	Violle	Schwefelkohlenſtoff	46,2	Regnault
Blei	1450—1600	Carnelley u. Carleton	Aether	34,9	Brix
Zinn	1450—1600		Chlor	33,6	Olſzewski
Wismut	1090—1450	Williams	Kohlenſäure	— 80	Pictet
Zink	930	Violle	Methan	—164	Olſzewski
Schwefel	444,7	Rothe	Kohlenoxyd	—190	„
Queckſilber	357	Crafts	Sauerſtoff	—182,5	Dewar
Phosphor	287,3	Schrötter	Atmoſphär. Luft	—190	„
Terpentinöl	159,3	Brix	„ „	—191,4	Olſzewski
Waſſer	100	ſ. Bd. 2, S. 540	„ „	—192,2	Wroblewski
Alkohol	78,4	Brix	Stickſtoff	—194,4	Olſzewski
Brom	63	Stas	Waſſerſtoff	—252,5	Dewar

Weitere Angaben ſ. bei den betreffenden Körpern und beſonders in [25], [27].

Siedeverzüge. Es kommt vor, daß das Sieden erſt bei einer Temperatur t_1 beginnt, welche oberhalb der normalen Siedetemperatur $t = f(p)$ liegt. Die Differenzen $t_1 - t$ werden Siedeverzüge genannt. Verſuche von Gay-Luſſac, Muncke, Rudberg [1] zeigten, daß die Natur und Reinigung der Wände von Einfluß auf dieſelben iſt, was der verſchiedenen Adhäſion zugeſchrieben wurde, doch handelt es ſich hierbei nur um Siedeverzüge bis zu einzelnen Graden. Weit größere Siedeverzüge ſind nach dem Vorgange von Donny [3], S. 177, durch Befreien der Flüſſigkeit von abſorbierter Luft erreicht worden, ſo von Dufour [6] durch wiederholtes Kochen unter dem Rezipienten der Luftpumpe bis 23,2°, von Krebs [7] ſogar bis etwa 100°. Umgekehrt können durch Einwerfen von Feilſpänen, Sand u. ſ. w. (an welchen verdichtete Luft haftet) in die Flüſſigkeit die Siedeverzüge ſofort unterbrochen werden. Dieſe Körper wirken nicht mehr, nachdem ſie in der Flüſſigkeit mehrfach bis zum Sieden erhitzt (und damit von Luft befreit) wurden. Daß durch Vorhandenſein von Luftbläschen die Bildung von Dampfblaſen erleichtert wird, ſteht im Einklang mit der Clauſiusſchen Erklärung der Verdampfung (Die mechaniſche Wärmetheorie, III, Braunſchweig 1889/91, S. 12; [28], S. 4). Grove u. a. kamen zu der Anſicht, daß vollſtändig gasfreies Waſſer überhaupt nicht zum Sieden gebracht werden kann ([21], S. 711). Tritt nach Siedeverzügen das Sieden endlich ein, ſo erfolgt die Verdampfung faſt plötzlich. Man hat hierauf manche Keſſelexploſionen zurückführen wollen ([3], S. 183, 190; [6]; [7], Bd. 138, S. 439; [10]), doch iſt kein derartiger Fall erwieſen, wie unter anderm eine Kommiſſion der Pariſer Akademie feſtgeſtellt hat ([11], [28], S. 12). Auch bei Siedeverzügen nimmt der Dampf über der Flüſſigkeit raſch die normale Siedetemperatur an [1], [2], was ſchon Rudberg zu der Vorſchrift veranlaßte, die Thermometer behufs Markierung des Siedepunkts in den Dampf über der Flüſſigkeit, nicht in dieſe ſelbſt zu halten ([1], S. 59). Weiteres über Siedeverzüge ſ. [1]—[3], [6]—[11], [21], S. 708, Siedepunktserhöhungen durch Auflöſen gewiſſer Salze [21], S. 712.

Aenderung des Siedepunkts mit dem Drucke. Die (normale) Siedetemperatur ſteigt und fällt zugleich mit dem Drucke. Dieſer Einfluß macht ſich ſchon ohne künſtliche Mittel geltend. Während das Waſſer im Niveau des Meeres durchſchnittlich bei 100° ſiedet, liegt die Siedetemperatur auf dem Rigi (1800 m) ungefähr bei 92°, auf dem Montblanc (4810 m) bei 82°, auf dem Mount Everеſt im Himalaja (8840 m) bei 70°. Von 0,06 bis 22,9 Atmoſphären wächſt die Siedetemperatur des Waſſers nach Regnault von 0 bis 220°. Bezüglich weiterer Werte ſ. die Tabellen Bd. 2, S. 539, 540, und [15], [24], [28] u. ſ. w. Für die Veränderlichkeit des Siedepunkts t mit dem Drucke p gilt die Clapeyronſche Gleichung Bd. 2, S. 470. Daneben hat man die Beziehung zwiſchen p und t auf Grund von Verſuchsreſultaten durch empiriſche Formeln darzuſtellen geſucht. So wählte Regnault die von Biot vorgeſchlagene Formel:

$$\log p = a + b\,\alpha^t + c\,\beta^t, \qquad 1.$$

worin a, b, c, α, β Konſtante (Werte derſelben für Waſſer u. ſ. w. ſ. [21], S. 727, [24], S. 14, [27], S. 992, [28], S. 5. Eine andre Formel von Bertrand ſ. Bd. 2, S. 539. Aus den Bd. 2, S. 538 angeführten Gleichungen der Grenzkurve und der Zeunerſchen Zuſtandsgleichung für überhitzte Dämpfe folgt die abſolute Siedetemperatur [28], S. 95:

$$T = a\,p^e + b\,p^w, \qquad 2.$$

und für Waſſerdampf mit den für erhebliche Ueberhitzungen gebräuchlichen Konſtanten:

$$T = 335{,}21\,p^{0{,}06068} + 37{,}65\,p^{0{,}25}, \qquad 3.$$

worin p in Normalatmoſphären einzuſetzen iſt. Beſſere Uebereinſtimmung mit den Regnaultſchen

Refultaten für gefättigten Dampf erhält man mit den von Jarolimek gewählten Konftanten [28], S. 95:

$$T = 326{,}7\, p^{0{,}04233} + 46{,}3\, p^{0{,}3039}, \qquad 4.$$

wie folgende Zufammenftellung zeigt:

Für	$p =$	0,1	0,5	1	2	4	8	14 Atmofphären
nach Tabelle Bd. 2, S. 540	$T =$	319,2	354,7	373,0	393,6	417,0	443,8	468,5°
„ 4.	$T =$	319,4	354,8	373,0	394,0	417,0	443,9	468,6°
„ 3.	$T =$	312,7	353,1	372,9	394,4	417,9	443,6	466,2°

Gleichung 4. foll von 0,00004 bis 28 Atmofphären genügen. Weitere Interpolationsformeln f. [5], S. 135, [13], [27], S. 992. Beziehungen zwifchen p, T und dem fpezififchen Volumen s des trockenen gefättigten Dampfes Bd. 2, S. 538, 544, 545, [27], S. 995.

Ueber die nötige Wärmezufuhr zur Erzielung und Erhaltung des Siedens f. Bd. 2, S. 539, 540, 542, und Flüffigkeitswärme, Verdampfungswärme, Gefamtwärme fowie [25], S. 474, [28], S. 23. Wärmetheoretifche Beziehungen für die durch das Sieden entftehenden Dampf- und Flüffigkeitsgemifche Bd. 2, S. 542. In beiden Hinfichten geben unter andern die Werke [24], [27], [28] Auffchlüffe; f. a. Siedetemperaturen, korrefpondierende.

Literatur: [1] Rudberg, Ueber die Konftruktion der Thermometer, Poggend. Ann. 1837, XL, S. 39, 562. — [2] Marcet, Unterfuchungen gewiffer Umftände, welche auf die Temperatur des Siedepunkts von Einfluß find, ebend. 1842, LVII, S. 218. — [3] Donny, Mémoire sur la cohésion des liquides et sur leur adhérence aux corps solides, Annales de chimie et de physique 1846, XVI, S. 167. — [4] Regnault, Relation des expériences etc., I, Paris 1847, S. 465 (Waffer); II, Paris 1862, S. 335 (andre Flüffigkeiten). — [5] Marbach, Phyfikalifches Lexikon, II, Leipzig 1853, S. 20: Artikel Dampf (ältere Verfuche). — [6] Dufour, Ueber das Sieden des Waffers und über eine wahrfcheinliche Urfache des Explodierens der Dampfkeffel, Poggend. Ann. 1865, CXXIV, S. 295. — [7] Krebs, Verfuche über Siedeverzüge, ebend. 1868, CXXXIII, S. 673; 1869, CXXXVI, S. 144; 1869, CXXXVIII, S. 439. — [8] Schröder, Unterfuchungen über die Bedingungen, von welchen die Entwicklung von Gasblafen und Dampfblafen abhängig ift und über die bei ihrer Bildung wirkfamen Kräfte, ebend. 1869, CXXXVII, S. 76, und 5. Ergänzungsbd., 1871, S. 87, 115. — [9] Gernez, Recherches sur l'ébullition, Annales de chimie et de physique, 1875, IV, S. 335. — [10] Trève, Sur l'action de présence de feuilles de zinc dans les chaudières et sur un procédé pour en éviter les explosions, Compt. rend. etc. 1882, VC, S. 522 (f. a. 1883, LXXXXVI, S. 1043; 1883, LXXXXVII, S. 57). — [11] Hirfch, Rapport présenté à la commission centrale des machines à vapeur au nom de la sous-commission chargée des études et expériences relatives à l'eau surchauffées, Annales des ponts et chaussées 1885, II, S. 198 (Kommiffionsbefchlüffe S. 229). — [12] Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck in ihren Wechfelbeziehungen, Leipzig 1885. — [13] Bertrand, Thermodynamique, Paris 1887, S. 90, 93, 154, 161, 166, 193. — [14] Ramfay und Young, On some of the properties of water and of steam, Philosophical Transactions A 1892, S. 107. — [15] Cailletet et Colardeau, Nouvelle méthode de détermination du point critique etc., Annales de chimie et de physique, V. Serie, Bd. 25, 1892, S. 519. — [16] Batelli, Etude de la vapeur d'eau en rapport avec les lois de Boyle et de Gay-Lussac, ebend. VII. Serie, Bd. 3, 1894, S. 408. — [17] Nernft und Heffe, Siedepunkt und Schmelzpunkt, ihre Theorie und praktifche Verwertung, Braunfchweig 1894. — [18] Wiebe, Tafeln über die Spannkraft des Waffердampfes zwifchen 76 und 101,5°, Braunfchweig 1894 (im Auftrag der phyf.-techn. Reichsanftalt). — [19] Olfzewski, On the liquefaction of gases, Philosophical Magazine 1895, XXXIX, S. 188 (Tab. S. 210, Auszug Naturwiff. Rundfchau 1895, S. 199). — [20] Derf., Beftimmung der kritifchen und der Siedetemperatur des Waffерftoffs, Wiedemanns Annalen 1895, LVI, S. 133 (Naturwiff. Rundfchau 1895, S. 506). — [21] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyfik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 707. — [22] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyfik und Meteorologie, Bd. 2, Braunfchweig 1898, S. 200. — [23] Hausbrand, Verdampfen, Kondenfieren und Kühlen, Erklärung, Formeln und Tafeln für den praktifchen Gebrauch, Berlin 1899. — [24] Zeuner, Technifche Thermodynamik, II, Leipzig 1901, S. 3. — [25] Landoldt-Börnfteins phyfikalifch-chemifche Tabellen, Berlin 1905, S. 255, 268, 313, 485, 505. — [26] Chwolfon, Lehrbuch der Phyfik, Bd. 3, Braunfchweig 1905, S. 636. — [27] Winkelmann, Handbuch der Phyfik, Bd. 3, 2. Hälfte, Leipzig 1906, S. 642, 899. — [28] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, 2. Hälfte, Stuttgart 1907, S. 1.

Weyrauch.

Sieden, Siedetemperatur, f. Sieden, Siedethermometer.

Siederöhren find röhrenförmige Dampfkeffelteile, die nur zur Verdampfung und nicht zur Dampfanfammlung dienen, fo daß fie kleinen Durchmeffer und dementfprechend eine geringe Wandftärke erhalten können.

Sie können außerhalb oder innerhalb des Hauptkeffels oder Dampffammlers angebracht werden. Außerhalb liegende Siederohre ftehen bei den fogenannten Wafferröhrenkeffeln (Bd. 2, S. 567) durch Kammern und Rohrftutzen, bei den Siederohr- oder Bouilleurkeffeln nur durch Rohrftutzen und bei den Fieldkeffeln direkt mit dem Hauptkeffel oder Dampffammler in Verbindung, werden mit Waffer gefüllt und an ihrer Außenfeite vom Feuer oder bei den Siederohr- oder Bouilleurkeffeln auch nur von den vom Hauptkeffel abziehenden Verbrennungsgafen berührt. In letzterem Falle pflegt man fie „Vorwärmer“ zu nennen. Liegen fie innerhalb des Hauptkeffels, fo daß fie von dem zu verdampfenden Waffer umfpült und von den Verbrennungsgafen durchftrömt werden, wie beifpielsweife bei Lokomotivkeffeln, fo nennt man fie auch „Feuer-, Heiz- oder Rauchröhren“, und wenn hierbei ihr Durchmeffer verhältnismäßig groß ift und die Flamme in ihnen entwickelt wird wie bei den Cornwallkeffeln, fo heißen fie „Flammrohre“. In diefen angebrachte, diametral quergeftellte, konifche Siederohre heißen „Gallowayröhren“. Liegende Siederöhren heißen Querfieder; fie werden beim Tenbrinkkeffel, Kemmerichkeffel und verfchiedenen ftehenden Keffeln verwendet.

Th. Beck.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Siederohrwerkzeuge (-dichtmaſchinen u. ſ. w.), ſ. Rohrwerkzeuge.

Siedetemperaturen, korreſpondierende. Dühring veröffentlichte 1878 als Geſetz der korreſpondierenden Siedetemperaturen: „Von den Siedepunkten beliebiger Subſtanzen, wie ſie für irgend einen für alle gemeinſamen Druck als Ausgangspunkt gegeben ſein mögen, ſind bis zu den Siedepunkten für irgend einen andern gemeinſamen Druck die Temperaturabſtände ſich gleichbleibende Vielfache voneinander“ [3], S. 73. Bezeichnen alſo für die Subſtanzen A und B s_1, t_1 die Siedetemperaturen (ſ. Sieden) beim Drucke p_1, und s, t diejenigen beim Drucke p, ſo ſoll ſein:

$$\frac{t-t_1}{s-s_1}=n, \qquad t=t_1+n(s-s_1), \qquad \frac{dt}{ds}=n, \tag{1.}$$

worin der ſpezifiſche Faktor n konſtant. Vgl. Zuſtände, übereinſtimmende.

Durch vorſtehende Beziehung wurden ältere Regeln inſofern verallgemeinert, als Dalton $n=1$ annahm [1], S. 13, und Groshans dem ſpezifiſchen Faktor in 1. den ſpeziellen Wert beilegte [2], S. 113:

$$n=\frac{a+t_1}{a+s_1}=\frac{T_1}{S_1},$$

worin $1/a$ der Ausdehnungskoeffizient der Gaſe (Bd. 1, S. 397; Bd. 2, S. 243; Bd. 4, S. 312), wie dies mitunter zuläſſig iſt [2], [7], [13]. Dühring fand auf Grund von Verſuchsreſultaten für über 40 unterſuchte Subſtanzen bezogen auf $A=$ Waſſer die Werte von n zwiſchen 0,522 und 2,292, [3], S. 82, beiſpielsweiſe:

Für	ſpezifiſcher Faktor n	t_1 für $p_1=1$ Atmoſphäre
Kohlenſäure	0,52211	−78,20°
Ammoniak	0,750	−32,59
Aether	1,000	34,97
Waſſer	1	100
Terpentinöl	1,329	159,15
Queckſilber	2,000	357,25
Schwefel	2,29242	448,40

Hiernach wäre zufolge 1. für Queckſilber allgemein:

$$t=357{,}25+2\,(s-100),$$

man könnte nach einer Tabelle der Siedepunkte s des Waſſers (z. B. nach Bd. 2, S. 540) ſofort eine entſprechende Tabelle für Queckſilber oder eine andre Subſtanz von bekanntem n und t_1 bei beliebigem p_1 herſtellen. Analoges gilt bezüglich der wichtigen Größen $\frac{dp}{dt}$ und $\frac{dp}{p\,dt}$ (vgl. Bd. 2, S. 542), da nach 1.:

$$\frac{dt}{dp}=n\,\frac{ds}{dp}, \qquad \frac{p\,dt}{dp}=n\,\frac{p\,ds}{dp}. \tag{2.}$$

Es iſt jedoch noch nicht allgemein feſtgeſtellt, für welche Stoffarten und innerhalb welcher Grenzen die Beziehung 1. mit genügender Genauigkeit gilt (vgl. z. B. [5], [9]—[11], [12], S. 754, [14], S. 938). Immerhin wird ſie in manchen Fällen für techniſche Zwecke brauchbare Näherungswerte oder Schätzungswerte liefern.

Ramſay und Young haben eine etwas andre Regel als Dühring gegeben [6], XX, S. 33. Wenn den Subſtanzen A, B beim Drucke p_1 die abſoluten Siedetemperaturen S_1, T_1, beim Drucke p die abſoluten Siedetemperaturen S, T entſprechen, ſo ſoll gelten:

$$\frac{T}{S}=\frac{T_1}{S_1}+m\,(S-S_1), \tag{3.}$$

worin m eine im allgemeinen ſehr kleine Konſtante (z. B. für Alkohol in bezug auf Waſſer $m=0{,}0009$). Für $m=0$ folgt:

$$\frac{T}{S}=\frac{T_1}{S_1}=\frac{T-T_1}{S-S_1}=\frac{t-t_1}{s-s_1}=n, \tag{4.}$$

das iſt die Beziehung von Groshans (ſ. oben). Auch das Gültigkeitsgebiet von 3. iſt noch nicht genügend abgegrenzt (vgl. z. B. [6], [9], [10], [12], S. 756, [14], S. 948).

Anſtatt der Ausdrücke 1., 3. kann man auch ſetzen:

nach Dühring $$t=c+n\,s, \tag{5.}$$

nach Ramſay und Young $$\frac{T}{S}=C+m\,S, \tag{6.}$$

worin c, C Konſtante.

Literatur: [1] Dalton, Verſuche über die Expanſivkraft der Dämpfe von Waſſer und andern Flüſſigkeiten, ſowohl im luftleeren Raum als in der Luft, Gilberts Annalen 1803, XV, S. 1 (nach Mem. of the lit. and phil. Soc. of Manchester 1801, V, S. 550). — [2] Groshans, Bemerkungen über die entſprechenden Temperaturen, die Sied- und Gefrierpunkte der Körper, Poggend. Ann. 1849, LXXVIII, S. 112. — [3] Dühring, Neue Grundgeſetze zur rationellen Phyſik und Chemie, 1, Leipzig 1878, S. 70; II, Leipzig 1885, S. 24, 107, 111. — [4] Mondéſir, Comparaison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées, Compt. rend. etc. 1880, XC, S. 360, 528 (vgl. 1881, XCI, S. 980, und Wiedemanns Annalen 1880, XI, S. 163). — [5] Rellſtab, Geſetz der Dampfſpannung verſchiedener Flüſſigkeiten, Wochenſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1882, S. 4. — [6] Ramſay und Young, Some thermodynamical relations, Philosophical Magazine etc. 1885, XX, S. 515; 1886, XXI, S. 33, 135; 1886, XXII, S. 32. — [7] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 386; (ſ. a. Poggend. Ann. 1851, LXXXII, S. 274). — [8] Colot, Sur les tensions des vapeurs saturées des différents liquides à la même pression, Compt. rend. 1892, CXIV,

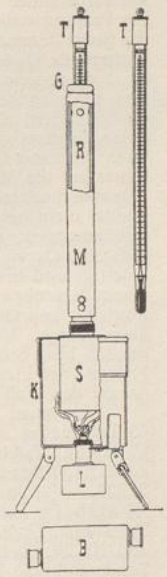
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 653 (vgl. 1893, CXVII, S. 715, und 1894, CXVIII, S. 58). — [9] Young, On the boiling points of different liquids at equal pressures, Philosophical Magazine 1892, XXXIV, S. 510. — [10] Dühring, Verteidigung der urſprünglichen Faſſung des Geſetzes der korreſpondierenden Siedetemperaturen gegenüber Hrn. Young, Wiedemanns Annalen 1894, LII, S. 556. — [11] Kahlbaum und Wirkner, Zur Prüfung von Hrn. Dührings Geſetz der korreſpondierenden Siedetemperaturen, Chemiſche Berichte 1894, XXVII, S. 1894 (vgl. S. 3028, 3374). — [12] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 748. — [13] Groshans, Ueber korreſpondierende Temperaturen (bei gleichen Dampfdrücken), Wiedemanns Annalen 1897, LX, S. 169; LXI, S. 142. — [14] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III 2 Wärme, Leipzig 1906, S. 946. — [15] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, II, Stuttgart 1907, S. 14. — S. a. Zuſtände, übereinſtimmende. *Weyrauch.*

Siedethermometer (Kochthermometer, Thermobarometer, Thermohypſometer), ein Apparat zur Beſtimmung des Luftdrucks aus der Siedetemperatur des Waſſers.

Die Siedetemperatur des Waſſers iſt abhängig von der Größe des Luftdrucks, wie die Zahlen der nachſtehenden Tabelle veranſchaulichen. Die Angaben der beiden erſten Spalten ſind einer in [1] enthaltenen, nach Beobachtungen von Regnault durch Broch [2] berechneten und nach Wiebe [3] verbeſſerten Tabelle entnommen. Eine Tabelle nach [2] findet ſich auch in [4]. In neueſter Zeit ſind nach Unterſuchungen und Berechnungen von Ekholm Tabellen aufgeſtellt, deren Angaben in vielen Fällen mehr als 0,5 mm höher ſind als die der zuerſt genannten [5]. Da die Beziehungen zwiſchen der Siedetemperatur des Waſſers und dem Luftdruck bekannt ſind, kann dieſer mit Hilfe eines Siedethermometers beſtimmt werden. Die Siedetemperatur wird im Dampfraum und nicht unmittelbar im ſiedenden Waſſer gemeſſen, weil deſſen Temperatur die Siedetemperatur, welche durch den äußeren Luftdruck bedingt wird, in der Regel etwas überſteigt.

Siedetemperatur C.°	Luftdruck mm	Luftdruckunterſchied auf 1° mm
85	433,79	17,28
86	451,07	17,84
87	468,91	18,42
88	487,33	19,03
89	506,36	19,64
90	526,00	20,27
91	546,27	20,92
92	567,19	21,58
93	588,77	22,27
94	611,04	22,97
95	634,01	23,68
96	657,69	24,42
97	682,11	25,18
98	707,29	25,95
99	733,24	26,76
100	760,00	27,57
101	787,57	



Die Figur im Maßſtab von etwa 1 : 6 zeigt ein kleines, für Reiſezwecke geeignetes Siedethermometer von v. Danckelmann-Fueß. Es beſteht aus dem Siedeapparat und dem Thermometer. Zubehörſtücke ſind ein Doppelbehälter *B* für Waſſer und Spiritus ſowie hier nicht dargeſtellte Verpackungs- und Schutzvorrichtungen. Das im Boden und im Deckel mit Zu- und Abluftlöchern verſehene Kochgefäß *K* trägt unten die Spirituslampe *L* und darüber den Siedekeſſel *S* mit der Dampfröhre *R*, die von dem Mantel *M* umgeben iſt. In der Dampfröhre hängt das Thermometer *T*; es iſt in der Figur nochmals beſonders dargeſtellt. Das Thermometer wird durch einen Gummiring *G* gehalten. Zur Vermeidung einer Korrektion für die Temperatur des Queckſilberfadens läßt man das Thermometer nur ſo weit aus der Röhre herausragen, daß man genau ableſen kann. Vgl. hierzu [6] und [1], S. 195. Das Waſſer wird durch eine mäßig hohe, die unbenetzten Teile des Siedekeſſels nicht berührende Flamme zum Sieden gebracht. Bei ſehr großen Flammen hat man als Folge eines Ueberdrucks im Keſſel oder auch einer Ueberhitzung des Waſſerdampfes unrichtige Thermometerangaben beobachtet. Der Dampf ſteigt dem Thermometer entlang in die Röhre *R*, dringt durch Oeffnungen in den Raum zwiſchen der Röhre und dem Mantel *M* und entweicht durch Oeffnungen im unteren Teile des Mantels. Die Ableſung wird genommen, wenn das Queckſilber ſeinen Stand nicht mehr ändert und nachdem durch leichtes Klopfen an dem Thermometer eine ſichere Einſtellung erreicht wurde. Um Queckſilberteilchen, welche beim Sieden etwa abdeſtilliert und im oberen Teile der Glasröhre zurückgeblieben ſein ſollten, wieder mit dem Faden zu vereinigen, kehrt man das Thermometer nach Beendigung der Beobachtungen raſch um. Die Thermometer ſind derart geteilt und beziffert, daß ſie entweder die Siedetemperatur oder unmittelbar die Größe des Luftdrucks anzeigen. Die Anordnung der Reiſeinſtrumente läßt meiſtens eine Verwendung für Temperaturen von 85° bis 101° oder für Luftdrucke von etwa 400 mm bis 800 mm zu. In dieſem Umfange entfallen nach vorſtehender Tabelle Luftdruckunterſchiede von rund 17 mm bis 28 mm auf 1° Temperaturunterſchied. Zur Beſtimmung des Luftdrucks auf 0,2 mm bis 0,1 mm ſind deshalb ſehr feine und ſorgfältig geprüfte Thermometer erforderlich. Die Angabe des abgebildeten Thermometers iſt 2 mm; 0,2 mm kann man ſchätzen. Eine Angabe von 1 mm iſt für die Ableſung bequemer. Wenn bei dem abgebildeten Inſtrumente

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gradteilung vorhanden wäre, würde die Gradlänge etwa 8,5 mm fein. Die Thermometer müſſen frei fein von thermiſchen Nachwirkungen (ſ. d.). Dieſe ſind abhängig von der Glasart und werden faſt vollſtändig vermieden durch Verwendung des Jenenſer Boroſilikatglaſes. Vgl. hierzu die Art. Glas, Bd. 4, S. 547, und Thermometer, ſowie die dort angegebene Literatur. Ferner ſ. [7], wo über Verſuche berichtet wird, die eine außerordentlich große Konſtanz der aus Jenenſer Glas 59 III hergeſtellten Thermometer ergeben haben. — Die zweckmäßige Anordnung der Siedethermometer iſt in [8] unterſucht. Das nach den Ergebniſſen der Unterſuchungen angefertigte Inſtrument hat Doppelſiedekeſſel, Ausziehdampfrohr und im unteren Ende des inneren Rohres ein kleines Drahtnetz, damit kein Spritzwaſſer an das Queckſilbergefäß gelangen kann. Der Keſſel kann auch über gewöhnlichem Feuer angeheizt werden, nachdem er am oberen Ende mit einem Aſbeſtring verſehen iſt.

Die Tabellen in [1] bis [4] geben den Luftdruck in Millimeter Queckſilber von 0° und normaler, auf 45° Breite und das Meeresniveau bezogener Schwere an. Dieſen Tabellen entſprechen auch die Teilungen und Bezifferungen derjenigen Thermometer, die den Luftdruck unmittelbar anzeigen. Die Angaben des richtig funktionierenden Siedethermometers können alſo ohne weiteres zu Höhenbeſtimmungen verwendet werden; ſ. Barometriſche Höhenmeſſung unter Höhenmeſſungen. Insbeſondere benutzt man das Siedethermometer auf Reiſen zur Prüfung der Angaben der Federbarometer (ſ. d.). Durch Gebrauch mehrerer ſich kontrollierender Thermometer unter genügender Vorſicht bei der Beobachtung läßt ſich der für die Prüfung erforderliche Barometerſtand bis auf einige Zehntelmillimeter ermitteln. Daher wird das Siedethermometer neuerdings für Reiſezwecke mehr empfohlen als das ſchwieriger zu transportierende Queckſilberbarometer. Vgl. [9]; wertvolle Erfahrungen in [10].

In neuerer Zeit hat das Siedethermometer, deſſen Angaben von der Schwerkraft unabhängig ſind, noch an Bedeutung gewonnen. Von Mohn wurde gezeigt, daß ſchon durch Vergleichung einer mäßigen Anzahl Beobachtungen an empfindlichen Thermometern (30 mm Gradlänge und 0,02° Angabe) und an Queckſilberbarometern (ſ. d.) die Schwereverbeſſerung der letzteren mit einer Genauigkeit von einigen Hundertſtelmillimetern ermittelt werden kann. Er wies ferner auf die Möglichkeit hin, aus den Unterſchieden der Siedethermometer- und Queckſilberbarometerbeobachtungen die Intenſität der Schwerkraft (ſ. Schwere) da zu beſtimmen, wo Pendel nicht benutzt werden können, wie zu Schiffe auf dem Meere [11]. Es ſind dann ſolche Beſtimmungen, relative Schweremeſſungen, durch Hecker auf dem Atlantiſchen, Stillen und Indiſchen Ozean mit Erfolg ausgeführt worden. Die Thermometer waren aus Jenenſer Glas 59 III gefertigt und in 0,01° geteilt. Die Gradlängen betrugen 41—46 mm. Die Ableſung erfolgte mit einem Fernrohr von zwanzigfacher Vergrößerung. Vor Beginn der Reiſe wurden die Thermometer ſorgfältig geprüft durch Vergleichungen mit Normalthermometern, durch Beſtimmung der Kaliberkorrektionen, Unterſuchung der Konſtanz der Thermometer und durch Ermittlung der Fehlerquellen beim Sieden. Die letzte Unterſuchung erſtreckte ſich auf den Einfluß des herausragenden Fadens, der Flammenhöhe, des Abſtandes von Drahtnetz und Thermometergefäß und der Abnahme des Waſſers im Kochgefäß. Näheres ſ. [12]—[14]. Vgl. a. Schwere.

Literatur: [1] Landolt-Börnſtein, Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905. — [2] Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures 1, A, Paris 1881. — [3] Wiebe, Tafeln über die Spannkraft des Waſſerdampfes zwiſchen 76° und 101,5°, bezogen auf das Luftthermometer, 2. Ausg., Braunſchweig 1903; vgl. a. Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1893, S. 329. — [4] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde u. ſ. w., Bd. 2, 6. Aufl., Stuttgart 1904. — [5] Arkiv för Matematik, Aſtronomi och Fyſik, utgifvet af K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm, Upſala und Stockholm 1908, Bd. 4, Nr. 15; Ekholm, Ueber das Pſychrometer, I, und Nr. 29; Derſ., Spannkraft des geſättigten Waſſerdampfes und Eisdampfes (hiervon auch Sonderabdruck), Berlin. — [6] Rimbach, Zur Korrektion der Thermometerableſungen für den herausragenden Faden, Zeitſchr. f. Inſtr. 1890, S. 153. — [7] Hecker, Unterſ. der Konſtanz von Siedethermometern aus dem Glaſe 59 III, ebend. 1901, S. 133. — [8] Grützmacher, Unterſ. und Verbeſſerungen Fueßſcher Siedeapparate zum Höhenmeſſen, ebend. 1897, S. 193. — [9] Jordan, Vergleichung zweier Siedethermometer mit Queckſilberbarometern, ebend. 1890, S. 341. — [10] Hartl, Vergleichung von Queckſilberbarometern mit Siedethermometern, Mitt. d. k. k. mil.-geogr. Inſt. 1892, oder desgl., Sonderabdruck, Wien 1893. — [11] Mohn, Das Hypſometer als Luftdruckmeſſer und ſeine Anwendung zur Beſtimmung der Schwerekorrektion, Chriſtiania 1899. — [12] Bericht über die Tätigkeit des Zentralbureaus der internationalen Erdmeſſung im Jahre 1901, Berlin 1902. — [13] Veröffentlichung des kgl. preuß. geod. Inſt., Hecker, Beſtimmung der Schwerkraft auf dem Atlantiſchen Ozean u. ſ. w., Berlin 1903. — [14] Verhandlungen u. ſ. w. der internationalen Erdmeſſung in Budapeſt 1906, 2. Teil, S. 242, Berlin 1908; Hecker, Bericht über die Schwerkraftmeſſungen auf dem Meere.

Hillmer.

Siegelerde, ſ. Bolus.

Siegellack, eine aus verſchiedenen Harzen zuſammengeſchmolzene, in Formen gegoſſene Miſchung, verſchieden gefärbt, hier und da auch parfümiert, zu bekanntem Gebrauche.

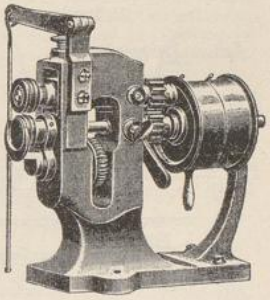
Die Herſtellung der Siegel- und Flaſchenlacke geſchieht durch Zuſammenſchmelzen von Harzen, als Schellack, Xantorrhoeharz, Maſtix, Terpentin, Kolophonium (Terpentin und Kolophonium bilden den Hauptbeſtandteil der billigen Siegel- und Flaſchenlacke), Tolubalſam, Benzoe, Perubalſam, Vermiſchen mit Ruß, Mineralſchwarz, Frankfurterſchwarz, Rebenſchwarz, Bleiweiß, Zinkweiß, Chromgelb, Chromgrün, Ultramarin, Ocker, Zinnober, Minium, Engelrot, Umbra, Karmin, Karminlack, Krapplack, Pariſerblau, Bronzefarben, Brokat und Glimmer als färbende Subſtanzen. Als Füllmaterialien dienen Kreide, Gips, Infuſorienerde, kohlenſaure Magneſia, Schwerſpat, Zuſätze, durch welche Gewicht oder Volumen vermehrt und der Preis

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verbilligt wird. Die geschmolzene fertige Siegellackmasse wird dann noch heiß in Formen aus Metall, Holz oder Glas eingegossen, erstarrt darin, und die Stangen (oder bei Flaschenlack Platten) kommen noch in den sogenannten Polierofen, in dessen Wärme die Oberfläche erweicht und glänzend wird. Brieflack ist eine zum Siegeln von Briefen bestimmte Siegellacksorte, Aventurin- und Transparentaventurinsiegellacke enthalten Farben mit Metallflittern (Brokat), bezw. nur letztere; flüssiger Siegellack ist in Alkohol gelöster Siegellack. Dochtsiegellack enthält im Innern einen leicht brennbaren Docht, um die Benutzung einer besonderen Flamme bei Verwendung zu umgehen.

Literatur: Andés, Die Fabrikation der Siegel- und Flaschenlacke, Wien 1885; Andres, Fabrikation der Lacke, Firnisse, Buchdruckfirnisse und des Siegellackes, 4. Aufl., Wien 1891; Elbram, M. W., Siegel- und Flaschenlackfabrikation, Berlin 1900. *Andés.*

Sieken (Sicken auch Secken) sind rinnenförmige Biegungen, Kannelierungen, die am Rande von Eisen- oder Zinkblechtafeln oder -gefäßen vorgenommen werden zum Zwecke der Verschönerung (z. B. an Gesimsblechen, Blechbechern und -gefäßen) oder der Verstärkung und Versteifung. Im letzteren Fall wird in die gebildete Sieke meist ein Draht eingelegt, um den herum die Sieke vollends geschlossen wird.



Um solche Sieken herzustellen, bediente man sich ursprünglich eines hammerartigen, beiderseits stumpfschneidig ausgebildeten Werkzeugs, des Siekenhammers, mit welchem das Blech in einen entsprechend rinnenförmig ausgesparten Amboß, den Siekenstock (s. Amboß, Fig. 11) geschlagen wird. Einfacher und genauer lassen sich Sieken an Blechtafeln (Gesimsen) im sogenannten Siekenzug herstellen. Derselbe besteht aus zwei Stahlmatrizen, mit dem positiven und negativen Profil des herzustellenden Gesimses u. s. w., die mittels Schrauben allmählich bis auf die Stärke des Bleches einander genähert werden, und zwischen denen der Blechstreifen hindurchgezogen wird, so daß er auf seine ganze Länge das Profil der Matrizen annimmt. Die Eintrittsstelle in den Siekenzug ist ähnlich wie bei Zieheisen erweitert, um das Einbringen und den Uebergang von einem Querschnitt zum andern zu erleichtern. Für komplizierte Formänderungen ist meist mehrmaliges Durchziehen bezw. Durchziehen durch mehrere Züge nötig, wobei das gewünschte Profil durch stufenweise Formänderung erzielt wird. Das Hindurchziehen der Blechstreifen erfolgt entweder mit der Handzange oder mittels der Schleppzange auf einer Ziehbank. Für großen Kraftbedarf wird die Ziehbank auch mit Zahnstangenantrieb und Vorgelege ausgerüstet.

Eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem Siekenzug stellt das Siekenwalzwerk dar, wobei die Formänderung durch zwei rotierende Kopfwalzen mit dem Profil der zu erzeugenden Sieke vorgenommen wird. Die Figur stellt ein derartiges Siekenwalzwerk in der Ausführung von E. Kircheis in Aue dar. In einem gußeisernen Ständer sind zwei wagerechte Wellen gelagert, die an ihren vorstehenden Enden auswechselbare Kopfwalzen mit entsprechendem Profil tragen. Das obere Wellenlager kann entweder von Hand mittels Druckschraube oder, wie in der Figur, durch einen Fußtritthebel niedergedrückt werden, das untere Lager dagegen, dessen Lagerbüchse mit einer Schraubenfläche versehen ist, kann durch Drehen eines Handgriffes in horizontaler Richtung verstellt werden. Der Antrieb erfolgt entweder durch eine Handkurbel, durch Riemen- oder direkten Motorantrieb auf die eine Welle, von welcher aus die zweite durch ein Stirnräderpaar angetrieben wird. Das Anwendungsgebiet eines solchen Siekenwalzwerkes ist sehr groß. Je nach dem Profil der verwendeten Walzen kann man damit einfache rechtwinklige Aufbiegungen (Borde) oder auch gesimsartige Gliederungen an geraden Blechstreifen, wie an ring- oder scheibenförmigen Körpern herstellen. Sieken mit halbkreisförmigem Profil werden gewöhnlich zu dem Zweck an zylindrischen Gefäßen (Blechdosen u. s. w.) angewalzt, um durch Einlage eines ringförmigen Drahtes dem Rand größere Steifigkeit zu geben. Hierbei wird auch das völlige Umbiegen der halboffenen Sieke um den eingelegten Draht durch entsprechend profilierte Walzen vorgenommen (zugelegt). Die abgebildete Maschine beschneidet gleichzeitig mit dem Sieken den Blechrand, kann auch als Streifenschere benutzt werden. Nach dem Prinzip der Siekenwalzwerke gebaute Maschinen finden auch Anwendung zur Erzeugung von Wellblechen und -röhren. *E. Treiber.*

Siele oder Deichschleusen, Bauwerke, die in erster Linie zur Entwässerung der bedeichten Niederungen, daneben aber auch zum Einlassen von Wasser bei höheren Außenständen dienen. In diesem Falle heißen sie Einlaß- oder Bewässerungssiele und Einlaß- oder Bewässerungsschleusen. — In einigen deutschen Städten (z. B. Hamburg und Frankfurt a. M.) hat sich der Name „Siele“ auch für die städtischen Entwässerungskanäle eingebürgert, während diese im Königreich Sachsen „Schleusen“ genannt werden (s. Kanalisation).

Die Siele werden in den Deichkörper — mitunter auch in die den Deich vertretenden Dünen — eingebaut und mit beweglicher Verschlußvorrichtung versehen. — In ihrer einfachsten Form bilden sie ein Rohr aus Holz, gebranntem Ton, Gußeisen oder Mauerwerk von rechteckigem, kreis- oder eiförmigem Querschnitt, das an der Außenseite mit einer bei höheren Binnenwasserständen sich selbsttätig öffnenden Klappe versehen ist (Pump- oder Klappsiel). Bei größeren Sielen tritt an Stelle der Klappe ein aus zwei Stemmtoren bestehendes Torpaar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit nach außen liegender Drempelſpitze, ſo daß der Schluß durch den Ueberdruck des Außenwaſſers erfolgt; einzelne Tore ſind weniger häufig. Zwei hintereinander liegende Torpaare kommen insbeſondere bei großen Seedeichen vor, um eine erhöhte Sicherheit zu haben und den ſtärkſten Waſſerdruck bei Sturmfluten verteilen zu können; dieſe Anordnung geſtattet zugleich das Durchſchleuſen kleinerer Schiffe. Das Durchſchleuſen größerer Fahrzeuge bedingt ein als Schiffsſchleuſe ausgebildetes, oben offenes Siel; doch verdient bei ſtarkem Verkehr eine beſondere Schiffsſchleuſe neben dem Siel den Vorzug. — Ein Verſchluß durch Schützen an Stelle der teureren Tore genügt für Deichſiele an Flüſſen, bei denen ein plötzliches Eintreten von Hochwaſſer nicht zu befürchten iſt; ferner werden Schützen an der Binnenſeite der Torſiele angebracht, um das Binnenwaſſer in trockener Jahreszeit zurückzuhalten. Verlaate oder Schüttels ſollen den (oft abſichtlich zu Spülzwecken herbeigeführten) höheren Waſſerſtand des Binnentiefs am Zurückſtauen in die Zweiggräben hindern; ſie liegen am unteren Ende dieſer Gräben und erhalten je nach ihrer Größe ein Torpaar, ein Einzeltor oder eine Klappe als ſelbſttätigen Verſchluß.

Die Lage der Siele iſt ſo zu wählen, daß die Vorflut ſowohl an der Binnen- wie an der Außenſeite eine günſtige iſt. Außerdem ſoll das Siel geſchützt liegen und auf gutem Baugrunde errichtet ſein — Bedingungen, die im gegebenen Falle meiſtens nur zum Teil innegehalten werden können. Für die Entwäſſerungsſchleuſen, die am unteren Ende der mit Gefälle verſehenen Flußmarſchen zu liegen pflegen, ſpricht z. B. Länge und Beſchaffenheit des Außentiefs oder Außenfleets weſentlich mit, nicht weniger das Vorhandenſein eines ausreichend großen Binnentiefs oder Binnenfleets; für die möglichſt weit oberhalb anzulegende Einlaßſchleuſe die mehr oder weniger ſchlickhaltige Beſchaffenheit des Flußwaſſers; für beide die Nähe von Ortſchaften oder Gehöften, um die Wartung und Aufſicht zu erleichtern u. ſ. w. Die Abmeſſungen des Sielquerſchnitts richten ſich nach der abzuführenden Waſſermenge und der zum Abfluß verfügbaren Zeit. Bei den Sielen der Flußdeiche genügt in der Regel die Annahme, daß eine Winterſchnee- und Regenhöhe von zuſammen 100 mm in 14 Tagen abzuführen ſei, was ohne Berückſichtigung der Verdunſtung und Verſickerung (deren Einfluß durch den Zuſchuß von Grund- und Kuverwaſſer meiſtens aufgehoben wird) etwa 0,8 l pro Hektar und Sekunde ergibt. Im Bereiche der Flut und Ebbe kommt der Hochwaſſerſtand des Fluſſes nicht zur Geltung; die Abwäſſerung kann täglich erfolgen, und es genügt deshalb etwa die Hälfte jenes Wertes, d. h. 0,35—0,4 l pro Hektar und Sekunde. — Dagegen fließt das Waſſer nur während eines Teiles der 12½ Stunden dauernden Tide aus; in der übrigen Zeit ſammelt ſich der Zufluß im Binnentief oder in den Binnenfleeten an. Die Höhe, bis zu welcher dies geſchehen darf, hängt von der des Entwäſſerungsgebiets ab und iſt maßgebend für die Abflußzeit. Dieſe Zeit — der ſogenannte Sielzug — wird am beſten zeichneriſch ermittelt, indem man die äußere Flutkurve aufträgt (Abſziſſe = Zeit, Ordinate = zugehöriger Waſſerſtand) und den niedrigſten Binnenwaſſerſtand 0,2—0,4 m über dem tiefſten Ebbeſtand anſetzt, weil ein Gefälle von dieſer Größe im Siel und Außentief verloren geht (Fig. 1). Man erhält dann die Abflußzeit t des Siels, und der Faſſungsraum des Binnentiefs ſowie der anſchließenden Gräben muß ſo groß ſein, daß der Zufluß während der Verſchlußzeit des Sieles angeſammelt werden kann, ohne daß die zuläſſige Stauhöhe überſchritten wird. Zugleich ergibt ſich aus der Figur die Verteilung des Gefälles auf die Abflußzeit; da dieſe ungleichmäßig iſt, ſo kann eine genaue Berechnung nur durch eine Anzahl einzelner Verſuchsermittlungen durchgeführt werden, für die der Sielquerſchnitt vorläufig anzunehmen iſt.

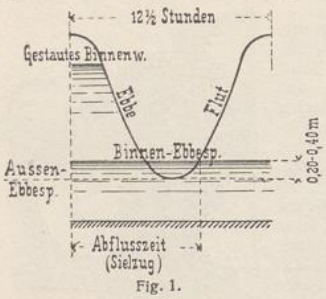


Fig. 1.

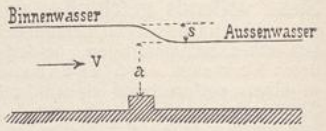


Fig. 2.

Für eine annähernde Berechnung genügt die Zugrundelegung eines gleichmäßigen Gefälles, das dem Unterſchiede der gemittelten äußeren und inneren Waſſerſtände entſpricht. Es beträgt für niedriges Binnenland etwa 3 cm, für mittelhohes 7 cm und für hohes bis zu 15 cm. Die Sielſchwelle liegt 0,5—1,0 m unter Niedrigwaſſer (nur Schiffahrtsbetrieb kann eine etwaige größere Tiefe rechtfertigen). Sie bildet dann den Rücken eines Grundwehrs (ſ. d.), und man findet (Fig. 2) unter Anwendung der hier genügend genauen Annäherungsformel von Dubuat ſowie unter Beibehaltung der auf S. 664, Bd. 4, gewählten Bezeichnungen die Sielweite

$$l = Q : \mu\,(\tfrac{2}{3}\,s + a)\,\sqrt{2\,g\left(s + \frac{v^2}{2\,g}\right)},$$

wo μ je nach Geſtaltung der Flügel zwiſchen 0,6 und 0,8 liegt.

Bauliche Anordnung der Siele. Hölzerne Pumpſiele oder Bohlenſiele werden in Kaſtenform bis 1,0 m, ausnahmsweiſe bis 1,5 m Weite aus Bohlen gezimmert, wobei die größeren Kaſten innere Verſtärkungen durch eingelegte Rahmen oder Gebinde erhalten und dadurch den Uebergang zu den Ständerſielen bilden. Die Herſtellung der Pumpſiele aus Rohren von gebranntem Ton, Zementbeton, Mauerwerk oder Eiſen erfolgt nach Art der Durchläſſe (ſ. d.); doch darf eine Spundwand an der Außenſeite, unter Umſtänden auch an der Binnenſeite, namentlich bei ſtärkerem Waſſerdruck, nicht fehlen. Größere bedeckte Siele werden unter den Böſchungen des Deiches fortgeführt, um die Ausdehnung der die Vorſiele begrenzenden Flügel- und Stirnwände möglichſt einzuſchränken; dabei ſoll die auf der Sieldecke

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liegende Erdſchicht noch mindeſtens 0,6 m, beſſer 1,0 m ſtark ſein. Führt an der Binnenſeite ein Weg neben dem Deiche her, ſo iſt für dieſen eine Brücke über das Vorſiel herzuſtellen oder die Decke des Hauptſiels entſprechend zu verlängern. Das Hauptſiel wird bei der Ausführung in Holz entweder als Ständer- oder als Balkenſiel hergeſtellt.

Die Ständerſiele beſtehen aus Gebinden, die durch Längsbalken zuſammengehalten und mit 7—10 cm ſtarken Bohlen bekleidet werden. Sie ſtehen an Dauerhaftigkeit den Balkenſielen nach, weil dieſe nur aus nahezu gleichſtarken Hölzern zuſammengeſetzt ſind und ihnen der leichter vergängliche Bohlenbelag fehlt (Fig. 3). Decke und Boden der Balkenſiele werden ſtärker genommen als die Seitenhölzer, weil erſtere durch Feuchtigkeit leidet und letzterer von dem Sande angegriffen wird, den das abfließende Waſſer meiſtens mitführt. Die Seitenbalken werden durch 1,5—2 m entfernte Ständer zuſammengehalten. Die Vorſiele werden bei beiden Sielarten in gleicher Weiſe ausgebildet. Das Schlaggebind oder Gericht für die äußeren Tore liegt entweder an der äußeren Stirnwand oder etwas von dieſer entfernt im vorderen Teile des Hauptſiels; die Abgrenzung gegen den Deichkörper erfolgt durch eine Bohlwand oder beſſer durch ſtarke aufeinander liegende Stirnbalken, die an der Binnenſeite die oben erwähnten Schützen zum Zurückhalten des Binnenwaſſers aufnehmen. Bei ſtarkem Waſſerdruck liegt in der Mitte des Siels noch ein zweites Torgericht, gegen das ſich die Sturm- oder Nottore legen (bei *NO* der Fig. 3). Unter den Toren und Schützen, meiſtens auch an den Enden der Vorſiele werden Querſpundwände eingerammt, die man unter den Gerichten als Flügelwände bis zur Höhe der Sieldecke emporführt, um eine Hinterſpülung zu verhindern. Auch iſt es nötig, mit Rückſicht auf die meiſt größere Tiefenlage des tragfähigen Bodens das Bauwerk auf einen Pfahlroſt zu ſtellen und das Holzwerk (für welches über Waſſer am beſten Eichenholz gewählt wird) ſorgfältig zu dichten ſowie Wände und Boden mit beſtem Klaiboden zu umgeben.

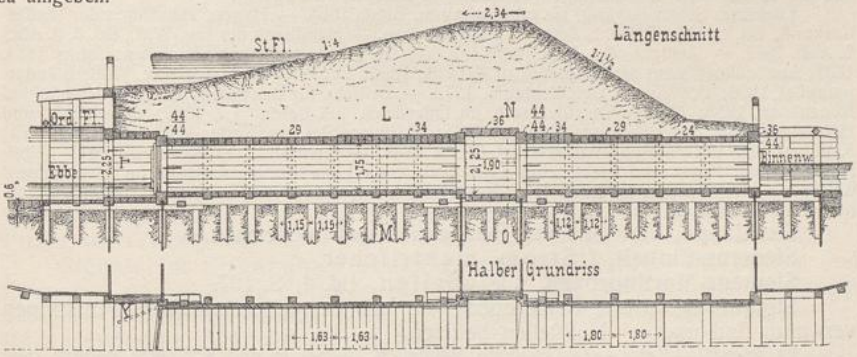


Fig. 3.

Holzſiele von mehr als 3 m Lichtweite werden ſchwerfällig, und man wählt bei größeren Abmeſſungen beſſer eine Teilung durch Zwiſchenwände, wenn man auf Holzbau angewieſen iſt. Sonſt ſind aber maſſive Siele vorzuziehen, die auf Pfahlroſt oder auf Betonſchüttung ruhen und neben dem Deckengewölbe zweckmäßig auch ein Sohlengewölbe erhalten. Bei Durchflußweiten über 5 m wird die Bauhöhe für ein Deckengewölbe meiſtens zu knapp; es werden dann mehrere Siele nebeneinander angelegt oder es wird — insbeſondere bei Schiffahrtsbetrieb — ein offenes Siel mit feſter oder beweglicher Brücke gewählt. Unter den Stirnenden, an welche die Tordrempel anſchließen, ſind wieder Spundwände zu rammen, bei ſtarkem Waſſerdruck auch innerhalb des Sielkörpers, deſſen Sohle mit Abſätzen verſehen wird, um die Bildung von Waſſeradern zu erſchweren. Gegen den Schub der Erde des Deichkörpers, der insbeſondere nach längerem Hochwaſſer kräftig wirkt, ſind die Flügel durch Schrägpfähle und durch Verankerung mit dem Sielkörper zu ſichern. Die Seitenwände des Sielkörpers ſind nicht abzutreppen, ſondern glatt herzuſtellen, damit das Setzen des Deichkörpers ohne nachteiligen Widerſtand erfolgen kann. Die Herſtellung erfolgt aus Klinkern in hydrauliſchem Mörtel.

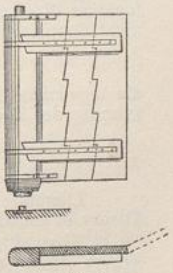


Fig. 4.

Tore der Siele. Als Material dient in der Regel Eichenholz, nur ausnahmsweiſe Eiſen. Kleinere Tore (bis etwa 2 m Weite) beſtehen aus ſenkrechten, 5—15 cm ſtarken Bohlen, die zur Vermeidung des Setzens zweckmäßig miteinander verzahnt und mittels oberer und unterer Horizontalbohlen unter Anwendung von Bändern und Schraubbolzen zu einer feſten Tafel verbunden werden (vgl. Fig. 4). Die als Wandſäule dienende Bohle (der ſogenannte Harrelpfoſten) iſt 3—5 cm ſtärker als die übrigen und nimmt den oberen Zapfen ſowie die untere Pfanne auf, während der untere Zapfen in den Boden der Wendeniſche eingelaſſen iſt (Fig. 4). Die Tore erhalten einen oberen und unteren Anſchlag, der in der Form eines Drempeldreiecks gebildet iſt. Da jedoch eine eigentliche Stemmwirkung infolge der Anordnung der Tore nicht möglich (auch nicht beabſichtigt) iſt, ſo genügt als Höhe des Drempeldreiecks etwa $^1/_{12}$ der Lichtweite, ſo daß es bei Holzböden aus einem Stück gebildet werden kann. Größere Tore werden in gleicher Art wie die der Schiffahrtsſchleuſen hergeſtellt. Auch hier iſt (mit Ausnahme der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

offenen, der Schiffahrt dienenden Siele) ein oberer Anfchlag vorhanden. Gleichwohl empfiehlt es fich aus Sicherheitsgründen, die Berechnung für oben frei liegende Stemmtore durchzuführen und demgemäß die Drempelhöhe zu $^1/_6$—$^1/_{10}$ anzunehmen; allenfalls kann eine etwas höhere als die übliche Beanfpruchung der Hölzer zugrunde gelegt werden. Da die Tore durch das fteigende Außenwaffer felbfttätig fchließen follen, fo muß ihre Auffchlagweite durch fogenannte Aufhalter (f. d.) begrenzt werden, damit fie einen zum Angriff des eingehenden Stromes genügenden Abftand von den Flügelwänden behalten. Die Tore offener Deichfchleufen find wie die der Schiffahrtfchleufen durch Wärter zu bedienen, weil bei nicht gleichzeitigem Schließen beider Flügel Verbiegungen eintreten können. Uebrigens darf auch bei Toren mit oberem Anfchlag eine Wartung nicht ganz fehlen, weil durch den eingehenden Strom leicht gröbere Sinkftoffe oder Fremdkörper gegen den Anfchlag getrieben werden können. Die zum Aufftau des Binnenwaffers in dem Binnenvorfiel angebrachten Schützen werden in gleicher Weife hergeftellt und bedient wie diejenigen bei Schützenwehren.

Bei tiefliegenden Niederungen reicht die natürliche Vorflut nicht immer zu einer genügenden Entwäfferung aus. Man ift dann gezwungen, ein Schöpfwerk anzulegen, welches das Waffer aus dem Binnentief (in diefem Falle Mahlbufen genannt) in das Außentief oder (wenn eine natürliche Entwäfferung noch bei niedriger Ebbe möglich ift) zunächft in einen Vorbufen (f. d.) hebt, der durch ein Siel mit dem Außentief in Verbindung fteht; ein zweites Siel ftellt dann die Verbindung zwifchen Mahlbufen und Vorbufen her. Der Bau einer Sielanlage ift möglichft in einem einzigen Bauabfchnitt (April bis Oktober) zu vollenden; er ift in allen Teilen fo dauerhaft auszuführen, daß die Sicherheit des Deiches auf keinen Fall gefährdet wird. Die Siele werden von den zu einem Sielverbande oder einer Sielacht zufammengetretenen Befitzern der entwäfferungsbedürftigen Grundftücke erbaut und unterliegen ebenfo wie die Deiche einer regelmäßigen Schauung (f. Deichfchauung).

Literatur: Storm-Buyfing, Waterbouwkunde, Breda 1864. — Hagen, Handbuch der Waffer-baukunft, Bd. 4; ebend., Bd. 1, Seeufer- und Hafenbau. — Handbuch der Ing.-Wiff., Bd. 3, 2. Abt., 2. Aufl. 1882. — Zeitfchr. des Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover; über Sielweiten: Jahrg. 1854, 1857; Ausflußkoeffizient der Schleufen zu Katwijk, 1866; Emdener Schutzfchleufe, 1858; Ständerpumpfiel, 1866; Olderfumer Deichfchleufe, 1873. — Zeitfchr. für Bauwefen: Weichfeldeichfiel bei Neuenburg, 1858; Maffive Deichfchleufe im Oderdeich bei Bellinchen, 1862; Querfchnitt und Höhenlage von Entwäfferungsfchleufen, 1871; Maffives Siel im Kaifer-Wilhelms-Koog 1875; Kammer- und Entwäfferungsfchleufe bei Cleve, 1881. — Zentralbl. der Bauverw. 1881: Selbftregiftrierender Pegel und elektrifches Läutewerk einer Entwäfferungsfchleufe im Departement du Nord; Maffives Siel im Rheindeich bei Sonderheim, Bd. 17 der Bauernfeindfchen Vorlagsblätter für Waffer bau. *Frühling.*

Sielklappe, Verfchluß der Pumpenfiele bei Seedeichen.

Siemens-Einheit, f. Strom, elektrifcher.

Siemens-Martinprozeß, f. Flußeifen, Bd. 4, S. 107.

Sigmafunktionen, Funktionen, die mit doppeltperiodifchen Funktionen verwandt find und ∞^2 Nullftellen befitzen.

Es feien $\Omega = 2m\omega + 2m'\omega'$ diefe Nullftellen, wobei m und m' ganze pofitive oder negative Zahlen, die nicht beide verfchwinden dürfen, ω und ω' zwei komplexe Größen, deren Verhältnis nicht reell ift. Alsdann ift

$$\sigma(x) = x \prod_{-\infty}^{\infty}{}' \prod_{-\infty}^{\infty}{}' \left(1 - \frac{x}{\Omega}\right) e^{\frac{x}{\Omega} + \frac{1}{2}\frac{x^2}{\Omega^2}}$$

eine Sigmafunktion. Das unendliche Doppelprodukt konvergiert für jedes endliche x. Die Sigmafunktion ift eine ungerade Funktion; fie hat keine endliche Unendlichkeitsftelle, ift daher auch nicht doppeltperiodifch. Dagegen ift die logarithmifche Ableitung der Sigmafunktion

$$\frac{d^2 l\sigma(x)}{dx^2} = \frac{1}{z^2} + \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \left(\frac{1}{(x-\Omega^2)} - \frac{1}{\Omega^2}\right) = p(x),$$

die fogenannte p-Funktion, doppeltperiodifch mit den Perioden 2ω und $2\omega'$. Sie ift die Umkehrung der Weierftraßfchen Normalform des elliptifchen Integrals erfter Gattung

$$x = \int_p^{\infty} \frac{dp}{\sqrt{4p^3 - g_2 p - g_3}}, \quad \text{wo } g_2 = \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \frac{60}{\Omega^4};\ g_3 = \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \sum_{-\infty}^{\infty}{}' \frac{140}{\Omega^6}.$$

Literatur: Biermann, O., Theorie der analyt. Funktionen, Leipzig 1887, § 52; Forfyth, A. R., Theory of functions of a complex variable, Cambridge 1893, §§ 122, 123. *Wölffing.*

Signal am Wafferkran (Nr. 11 der Eifenbahnfignalordnung vom 1. Auguft 1907) dient dazu, bei Nacht die Stellung des Auslegers dem Lokomotivperfonal fchon von weitem kenntlich zu machen. Ift die Durchfahrt durch den Ausleger gefperrt, fo zeigt eine über dem Ausguß ftehende Laterne rotes Licht; f. Bahnzuftandsfignale. *Köchy.*

Signalapparate an Bord der Schiffe umfaffen alle Hilfsmittel, um eine Verftändigung von Schiffen mit dem Lande und von Schiffen untereinander zu ermöglichen. Diefelben find im befonderen in der Kriegsmarine vertreten für die Befehlsübermittlung der im Gefchwaderverbande fahrenden Schiffe.

Das von der Handelsmarine übernommene Signalfyftem mittels Signalflaggen ift zurzeit das gebräuchlichfte. Daneben werden Semaphore, Winker oder Flügeltelegraphen nach Art

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Eisenbahneinfahrtssignale verwendet. Dieselben werden meist an den Stengen der Masten angebracht, und zwar drei etwa 1,5 m lange Flügel übereinander, und vom Mars oder von Deck aus bewegt (Mastwinker). Auch findet das Signalisieren mit der Hand nach Art der Semaphore unter Verwendung von Winkflaggen allgemeine Verwendung. Zum Signalisieren auf große Entfernungen benutzt man Rotationskörper aus leichtem Rohrgeflecht. Bei Nacht finden seit Einführung der elektrischen Beleuchtung an Bord der Schiffe die elektrischen Nachtsignalapparate die weiteste Verbreitung. Das System Sellner [1] besteht darin, daß am Mast drei Signallaternen im Abstande von 3 m voneinander geheißt werden, welche in einem Gehäuse je eine weiß und rot leuchtende Glühlampe enthalten, die durch ein besonderes Kabel Strom erhalten. Die sechs Glühlampen werden nun derart miteinander kombiniert, daß nur eine Glühlampe jeder Laterne entweder weiß oder rot oder gar nicht leuchtet. Hierzu dient der Stromverteiler, der bei Sellner von kastenförmiger Gestalt ist und für die einzelnen Signalkombinationen besondere Tasten zur Betätigung des Stromes enthält. Kafelowski und Conz [2], [3] haben später den Nachtsignalapparat dahin verbessert, daß sie dem Stromverteiler, Signalgeber oder Monotaster genannt, Trommelform gaben. Auf dem Deckel derselben sind die einzelnen Signale auf Scheiben aufgezeichnet und werden durch eine Lampe von innen erleuchtet. Durch Drehen eines Hebels auf eine Signalmarke und Niederdrücken desselben in einen Einschnitt am Rande der Trommel werden die Stromkreise derart geschaltet, daß die entsprechenden Lampen in der richtigen Farbe erglühen. In ähnlicher Weise werden neuerdings in einer Dreiviertelkreisfläche angeordnete Glühlampen derart zum Glühen gebracht, daß sie den Signalen der Semaphore entsprechen. Die Nachtsignale sind 4—8 Seemeilen sichtbar [1]—[6]. Auf große Entfernungen benutzt man bei Nacht auch die Scheinwerfer (s. d.), welche durch entsprechende Abblendevorrichtungen in bestimmten Zeiträumen einen Lichtkegel ausstrahlen. Bei Nebel verwendet man Dampfpfeifen und Sirenen zum Signalisieren (s. Nebelsignal). Signale mittels Raketen und Leuchtapparaten werden in der Hauptsache bei Gefahr des Schiffes nach Kollisionen oder Strandungen gemacht, um Schiffe zur Rettung anzurufen.

Literatur: [1] Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Pola 1886. — [2] Ebend., Pola 1893. — [3] Bohnenstengel, Die Elektrizität auf Dampfschiffen, Leipzig 1892. — [4] Raps, Elektrische Befehlsübermittlung an Bord, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin 1901. — [5] Schulthes, Der Einfluß der Elektrizität auf die Sicherheit der Schiffahrt, ebend., Berlin 1903. — [6] Roedder, Die elektrotechnischen Einrichtungen moderner Schiffe, Wiesbaden 1903.

T. Schwarz.

Signale, Signalstangen, dienen bei Vermessungen zum Sichtbarmachen der Messungspunkte. Vgl. die verschiedenen Messungsmethoden, besonders Polygonisierung und Triangulierung; s. a. Heliotrop. (†*Reinhertz*) *Hillmer.*

Signale im Eisenbahnwesen, s. Eisenbahnsignale. Die Signale sind unter den verschiedenen Stichwörtern behandelt, die das Eisenbahnsignalwesen betreffen; s. Bahnzustandssignale, Blockeinrichtungen, Linienssignale, durchlaufende, Signalwesen u. s. w.

Hier sind nur noch einige Bezeichnungen für besondere Arten von Signalen zu erläutern. Dahin gehören:

Signale, abhängige: Signale, deren Stellung bedingt ist durch die Stellung eines andern Signals; vgl. z. B. Blocksignale unter Blockeinrichtungen.

Signale, akustische; s. v. w. Hörsignale, s. Signalwesen.

Signale, automatische, Signale, die vom Zuge selbst durch Vermittlung der Räder gestellt werden. Insbesondere werden die Ausfahrtsignale auf Bahnhöfen, bei elektrischen Stellwerksanlagen auch die Einfahrtsignale in neuerer Zeit vielfach vom Zuge hinter sich auf Halt gestellt.

Signale, elektrische, Signale, die auf elektrischem Wege gestellt werden, in neuerer Zeit gewöhnlich durch Elektromotoren.

Signale, optische; s. Sichtsignale.

Signale, pneumatische, Signale, die durch Druckluft betätigt werden. *Köchy.*

Signale am Zuge (Signale VII, 15—20 der Signalordnung [1]) dienen dazu, teils die Züge als geschlossen zu kennzeichnen, teils dem Bahnpersonal gewisse Mitteilungen zu machen.

Signal 15. Kennzeichnung der Spitze: bei Tage kein Signal, bei Dunkelheit zwei weißleuchtende Laternen am ersten Fahrzeuge. Befährt der Zug das falsche Gleis, so trägt das erste Fahrzeug eine rote Scheibe mit weißem Rande bezw. eine rote und eine weiße Laterne.

Signal 16. Zugschlußsignal, Kennzeichnung des Schlusses eines Eisenbahnzuges: an der Hinterwand des letzten Wagens bei Tage eine rote runde Scheibe mit weißem Rande, ungefähr in Höhe der Puffer (Schlußscheibe), bei Nacht eine rotleuchtende Laterne in gleicher Stellung (Schlußlaterne), außerdem am letzten Wagen bei Tage zwei nach vorn und hinten sichtbare, rot und weiß gestrichene Scheiben (Oberwagenscheiben), bei Nacht zwei nach vorn grün, nach hinten rot leuchtende Laternen (Oberwagenlaternen). Für einzeln fahrende Lokomotiven und Triebwagen genügen Schlußscheibe und -laterne.

Signal 17. Sonderzug folgt: eine Oberwagenscheibe oder -laterne durch grüne Scheibe oder Laterne ersetzt. Bei einzelnen Lokomotiven und Triebwagen grüne Scheibe oder Laterne neben Schlußscheibe oder -laterne.

Signal 18. Sonderzug in entgegengesetzter Richtung: grüne Scheibe oder grüne Laterne am ersten Fahrzeug.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Signal 19. Telegraphenleitung ist nachzusehen: weiße Scheibe vorn oder zu beiden Seiten des Zuges. Wird bei Dunkelheit nicht gegeben.

Signal 20. Strecke ist nachzusehen: Zugbeamter schwingt einen Gegenstand, bei Nacht die Handlaterne, auf und ab.

Den Signalen am Zuge sind sinngemäß die Signale an einzelnen Fahrzeugen (Signalordnung VIII 21—24 [1]) zuzurechnen.

Signal 21. Kennzeichnung der Lokomotive beim Rangieren: vorn und hinten eine weiße Laterne, bei Tage kein Signal.

Signal 22. Kennzeichnung stehender, mit Personen besetzter Post-, Speise- und Schlafwagen: grüne Flagge zu beiden Seiten, bei Nacht innere Beleuchtung.

Signal 23. Wagen mit explosiven Gegenständen: an den Stirnwänden oder Langseiten je eine schwarze Flagge mit weißem P.

Signal 24. Kleinwagen auf der Strecke: bei Tage kein Signal, bei Dunkelheit eine Laterne mit rotem Licht nach der Richtung, aus der eventuell Züge kommen können, nach der andern weißes Licht.

Signale des Zugpersonals (Signale IX 25—30 der Signalordnung [1]).

A. Des Lokomotivführers mit der Dampfpfeife: Signal 25. Achtung —— ein mäßig langer Ton; Signal 26. Bremsen anziehen: a) mäßig, ⌣ ein kurzer Ton, b) stark, ⌣ ⌣ ⌣ drei kurze Töne. Signal 27. Bremsen lösen, —— —— zwei mäßig lange Töne.

B. Des Zugführers mit der Mundpfeife: Signal 28. Personal soll die Plätze einnehmen, —— ein mäßig langer Ton. Signal 29. Abfahren, —— —— zwei mäßig lange Töne. Signal 30. Halt, ⌣ ⌣ ⌣ drei kurze Töne.

Literatur: [1] Eisenbahnsignalordnung vom 1. August 1907. *Köchy.*

Signalglocken, s. Läutewerke im Eisenbahnwesen.

Signallaternen werden im Eisenbahnwesen zum Geben der Nachtsignale verwendet. Diese werden mit Rüböl oder Petroleum gespeist, die größeren auch zur Erhöhung der Leuchtkraft mit Reflektoren in Gestalt von parabolischen Hohlspiegeln versehen. Verschiedene Färbung des Lichts wird durch bewegliche Blenden erzielt. Näheres über ihre Verwendung im einzelnen s. unter Bahnzustands-, Rangier-, Weichen- und Zugsignale. *Köchy.*

Signalleine (Zugleine), s. Notsignale.

Signalmast, ein meist mit Stenge und Signalraa ausgerüsteter Mast für Küstenstationen, der zum Signalisieren Verwendung findet (s. Signalapparate).

Signalmaste finden im Eisenbahnwesen Verwendung zum Geben von Bahnzustandssignalen (s. d.).

Sie bestehen aus Masten von angemessener Höhe, die in neuerer Zeit gewöhnlich in leichter eiserner Gitterkonstruktion ausgeführt werden und die am oberen Ende die erforderlichen Signalflügel oder -scheiben und Laternen tragen. Flügel und Laternenblenden zur Aenderung der Farbe des Laternenlichtes werden durch denselben Zug verstellt, der entweder unmittelbar durch ein Stellwerk am Fuße des Mastes, vielfach aber auch aus weiterer Entfernung mit Hilfe von Drahtzügen ausgeübt wird. Bei elektrischer Signal- und Weichenstellung erfolgt die Flügelbewegung durch Motoren am Fuße des Mastes, die vom Stellwerk aus gesteuert werden. In ähnlicher Weise kann auch Druckluft verwendet werden. *Köchy.*

Signalordnung (Eisenbahnsignalordnung, abgekürzt SO.), eine vom Bundesrat des Deutschen Reiches erlassene Verordnung, die allgemeine Grundsätze für die Signalgebung auf den Eisenbahnen Deutschlands aufstellt. Die letzte Fassung derselben ist unter dem 24. Juni 1907 veröffentlicht und am 1. August 1907 in Kraft getreten. *Köchy.*

Signalscheiben, s. Bahnzustandssignale.

Signalstation, zur Weitergabe oder zum Austausch von Nachrichten, auf See zwischen Schiffen und dem Lande bestimmte Stationen.

Ein Teil dieser dient vorzugsweise zur Weitergabe der von passierenden Schiffen erhaltenen Depeschen, daneben aber auch, wie alle Signalstationen, um den Schiffen Warnungssignale zu machen, wie Sturm-, Nebel-, Eissignale u. s. w. Teilweise sind die Signalstationen auch speziell zum Nachrichtendienst im Kriegsfalle vorgesehen. Meist finden sich die Signalstationen bei den Leuchttürmen und bestehen aus einem Wärterhaus für die Signalmannschaften nebst Signalmast, Telegraphenapparat, Semaphor u. dergl. Die wichtigsten Signalstationen sind neuerdings mit Einrichtung zur drahtlosen Telegraphie (s. d.) ausgestattet. *von Nießen.*

Signalstützen, Stützen von Pyramidenform an den Betriebsmitteln der Eisenbahnen, die zum Aufstecken der zum Geben der Signale am Zuge (s. Signale im Eisenbahnwesen) erforderlichen Scheiben und Laternen dienen.

Näheres in: Technische Vereinbarungen für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, Berlin 1897, § 83.

Signalvorrichtungen im Bergbau, s. Schachtförderung.

Signalwesen der Eisenbahnen umfaßt im allgemeinen alle diejenigen Einrichtungen, durch welche die für den Zugverkehr einschließlich des Rangier-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dienſtes notwendigen Mitteilungen zwiſchen den dieſen Verkehr abwickelnden Dienſtſtellen oder Beamten übermittelt werden.

Die die Einrichtungen des ganzen Signalweſens bedingenden Grundſätze ſind für die deutſchen Eiſenbahnen in den geſetzlichen Beſtimmungen der Eiſenbahnbau- und Betriebsordnung [1], der Eiſenbahnſignalordnung [2] und den von den Mitgliedern mit teilweiſe bindender Kraft aufgeſtellten Techniſchen Vereinbarungen des Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen [3] niedergelegt. Als oberſte, teils mittelbar, teils unmittelbar das Signalweſen bedingende Grundſätze ſind die folgenden hervorzuheben:

1. Die Zugfolgeſtellen der Hauptbahnen, auf Nebenbahnen derjenigen Strecken, die mit mehr als 40 km Geſchwindigkeit befahren werden, ſind durch Telegraph, der übrigen Strecken durch Telegraph oder Fernſprecher zu verbinden ([1], § 19).

2. Die Hauptbahnen, auf Nebenbahnen die Strecken, die mit mehr als 40 km Geſchwindigkeit befahren werden, ſind mit Läutewerken zu verſehen ([1], § 19).

3. Auf Hauptbahnen mit beſonders dichter Zugfolge muß das Signal für die Einfahrt in einen Streckenabſchnitt unter Verſchluß der nächſten Zugfolgeſtelle liegen (Streckenblockung) ([1], § 22).

4. Die Bahnhöfe der Hauptbahnen ſowie die Kreuzungsſtationen auf Nebenbahnen mit mehr als 40 km Fahrgeſchwindigkeit ſind mit Einfahrtſignalen zu verſehen. Auf Hauptbahnen ſind Bahnhöfe mit Ausweichgleiſen mit Ausfahrtſignalen zu verſehen ([1], § 21).

5. Auf Hauptbahnen und Nebenbahnen mit mehr als 15 km Fahrgeſchwindigkeit darf kein Zug von einer Zugfolgeſtelle abgelaſſen werden, bevor der vorausgegangene durch die nächſte derartige Stelle gedeckt iſt (Blockſyſtem) ([1], § 65).

Neben dieſen Hauptgrundſätzen beſtehen noch eine Reihe von Einzelbeſtimmungen zur Sicherung ſpitz befahrener Weichen, beweglicher Brücken u. ſ. w. Im übrigen gibt die Signalordnung [2] noch eingehende Beſtimmungen über die Art und Weiſe, in der die notwendigen Signale zu geben ſind. Die Signale, die nach dieſen Beſtimmungen auf deutſchen Bahnen angewendet werden, laſſen ſich im weſentlichen wie folgt einteilen: 1. Bahnzuſtandsſignale, einſchließlich der Blockſignale (ſ. d.); 2. durchlaufende Linienſignale (ſ. Linienſignale, durchlaufende); 3. Zugſignale, umfaſſend: Signale am Zuge und Signale des Zugperſonals (ſ. Signale im Eiſenbahnweſen); 4. Rangierſignale (ſ. d.). Hierzu kommen noch eine Anzahl von Einrichtungen, die namentlich auf Nebeneiſenbahnen Verwendung finden und dazu beſtimmt ſind, das Publikum auf die ihm aus dem Bahnverkehr entſtehenden Gefahren aufmerkſam zu machen, z. B. Dampfläutewerke der Lokomotiven, Wegübergangsſignale u. ſ. w. Nach der Art und Weiſe, in der die Signalbegriffe der Wahrnehmung der Beteiligten übermittelt werden, unterſcheidet man optiſche oder Sichtſignale von den akuſtiſchen oder Hörſignalen. Zu den erſteren gehören die Scheiben- und Handſignale, die Signale am Signalmaſt, die Weichenſignale, zu den letzteren die Signale der Läutewerke, Signale mit Hörnern, Mundpfeifen, Dampfpfeifen der Lokomotiven, Knallkapſeln u. ſ. w. Ein weſentlicher Unterſchied ergibt ſich hiernach für dieſe beiden Arten von Signalen dadurch, daß die Hörſignale für Tag und Nacht dieſelben ſein können, während die Sichtſignale im allgemeinen für Tag- und Nachtſignale verſchieden ſein müſſen, indem für letztere immer Laternenlicht notwendig iſt, deſſen verſchiedene Färbung den Signalbegriff am ſicherſten ausdrückt. Die Techniſchen Vereinbarungen [3], § 189 empfehlen in dieſer Hinſicht nur, bei Weichenſignalen Formſignale anzuwenden, welche die Signalbilder bei Tag und Nacht gleich zeigen, im übrigen bei feſtſtehenden Signalen den Signalbegriff bei Tage nur durch die Form und nicht durch die Farbe auszudrücken, eine Empfehlung, der freilich ſchon durch die Signalordnung [2] nicht im vollen Umfange entſprochen iſt. Dagegen dürfen bei Sichtſignalen für die Züge in der Dunkelheit nur die Farben Weiß, Grün und Rot verwendet werden, und zwar muß ausdrücken: Rot — Halt.

Literatur: [1] Eiſenbahnbau- und Betriebsordnung (BO.) vom 1. Mai 1905 mit Aenderungen vom 1. Auguſt 1907. — [2] Eiſenbahnſignalordnung (SO.) vom 1. Auguſt 1907. — [3] Techniſche Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneiſenbahnen vom 1. Januar 1897 mit Nachträgen. *Köchy.*

Signaturen, 1. Kartenzeichen für geometriſche und topographiſche Karten, ſ. Kartierung; 2. die Einkerbungen an den Buchdrucklettern; 3. die jeweils unten auf der erſten Seite eines Druckbogens angebrachte fortlaufende Ziffer.

Sihr, ſ. Filter, Bd. 4, S. 26.

Sikkative, im allgemeinen feſte und flüſſige Subſtanzen, beſtimmt, das Trocknen von Oelfarben, Firniſſen und fetten Lacken in höherem oder geringerem Grade zu beſchleunigen, im beſonderen als eigentliche Sikkative zu bezeichnende Flüſſigkeiten, welche aus in Terpentinöl gelöſten Leinölbleipflaſtern, mit oder ohne Zuſatz von harten Körpern wie Kopalen, Bernſtein beſtehen und ebenfalls als Trockenmittel dienen. Die pulverigen Trockenmittel, Sikkativpulver genannt, ſind mehr oder weniger reines, mit Zinkweiß vermiſchtes boraſaures Manganoxydul, entwäſſerter Zinkvitriol, Gemenge von Bleizucker, Glätte, Bleiweiß u. ſ. w. und ſind von ſehr geringem Einfluß auf die Trockenkraft, weil ſie ſich in den Oelfarben, Firniſſen und Lacken nicht löſen.

Neben Harzſikkativen (ſ. d.) werden verſchiedene Manganoxyde, wie Manganſuperoxyd, manganſaures Blei, ölſaures Blei, ferner Bleipräparate wie bleiſaurer Kalk, Bleihyperoxyd, ölſaures Blei u. ſ. w. als Sikkativ empfohlen (ſ. Bleiborate). Von ausgezeichnetem Trockenkraftübertragungsvermögen ſind die flüſſigen Sikkative, die häufig auch andre Namen wie Terebine,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oleothine, Oleobenthine, Cementine, Xerotine, Vernifine, Rapidine, Ambrotine führen und wie fchon erwähnt Löfungen von Leinölbleipflaftern in Terpentinöl find, die häufig einen Zufatz von Kopal oder Bernftein erhalten, damit fie hart auftrocknen. Die Herftellung der Sikkative gefchieht, indem man wechfelnde Mengen von Minium, Bleiglätte, Bleizucker, Braunftein, Schieferbraun mit Leinöl fo lange kocht, bis fich eine dicke, in der Kälte vollkommen erftarrende dunkelbraune Maffe bildet, die noch heiß in Terpentinöl gelöft und filtriert wird. *Andés.*

Sikkativocker, verfchieden nuancierte gelbe Körperfarben, als Oelfarbe fehr gut trocknend, hergeftellt durch Niederfchlagen einer Bleizuckerlöfung mit Kaliumbichromat auf mit Waffer aufgefchlämmten Ocker. *Andés.*

Silber, gediegen, Mineral, oft mit andern edeln Metallen (Gold) vermengt. Kriftallifiert regulär (Würfel), meift derb, haar- oder baumförmig, geftrickt; filberweiß, oft dunkel (gelb oder braun) angelaufen. Gefchmeidig, biegfam, dehnbar. Härte $2^1/_2$—3; fpez. Gew. 10,1—11,0; fchmelzbar; löslich in Salpeter- und Schwefelfäure. Nur in Erzgängen (nicht in Seifen), befonders im Harz, Sachfen, Böhmen, Ungarn, Norwegen, Mexiko, Peru u. f. w. Liefert eine bedeutende Menge des Silbers. Arquerit = Silberamalgam $Ag_{12}Hg$ (86,5 % *Ag*, 13,5 % *Hg*); äußerlich wie Silber. Befonders reich in Arqueros bei Coquimbo in Chile; dient zur Darftellung von Silber. *Leppla.*

Silber *Ag*, Atomgew. 107,93, ein rein weißes, fehr dehnbares Metall von etwa 10,55 fpez. Gew. Beffer Leiter der Elektrizität, Schmelzpunkt 1040°.

Es abforbiert in gefchmolzenem Zuftande Sauerftoff, der beim Erftarren unter lebhaftem Geräufch, dem fogenannten Spratzen, entweicht, wobei kleine Silberkügelchen mitgeriffen und umhergefchleudert werden. Silber oxydiert fich auch beim Erwärmen nicht an der Luft; es wird von Alkalien nicht angegriffen; Salzfäure verwandelt es nur oberflächlich in Chlorfilber; von konzentrierter Schwefelfäure wird es in der Siedehitze, von Salpeterfäure fchon in der Kälte gelöft; Schwefelwafferftoff fchwärzt Silber unter Bildung von Schwefelfilber. Aus den Löfungen feiner Salze wird das Silber durch andre Metalle, z. B. durch Zink und Kupfer, in Kriftällchen, welche meiftens baumförmig angeordnet find, ausgefchieden; der fogenannte Dianenbaum ift queckfilberhaltiges Silber, welches durch Queckfilber aus Silbernitratlöfung gefällt ift. Ueber die Verbindungen des Silbers f. Silberchlorid, Silberoxyd u. f. w. In der Natur kommt das Silber baum- und drahtförmig in gediegenem Zuftande vor (vgl. den vorftehenden Artikel), ferner in einer Reihe von Erzen, von denen Fahlerz, Silberglanz Ag_2S, Rotgiltigerz (lichtes $3\,Ag_2S + As_2S_3$, dunkles $3\,Ag_2S + Sb_2S_3$), Silberantimonglanz $Ag_2S + Sb_2S_3$, Sprödglaserz $5\,Ag_2S + Sb_2S_3$, ferner die fogenannten Kerate, Verbindungen des Silbers mit den Halogenen, die wichtigften find; außerdem kommen vereinzelt noch andre Silbererze vor; auch ift Silber in vielen Erzen als Nebenbeftandteil enthalten, befonders im Bleiglanz und in einigen Kupfererzen, und wird in großen Mengen aus diefen wie aus filberhaltigen Hüttenerzeugniffen gewonnen.

1. **Verbleiung.** Mit diefem Namen wird fowohl der Prozeß des Verfchmelzens von Silbererzen mit Bleierzen als auch das fogenannte Einränken bezeichnet, bei dem Silbererze oder filberhaltige Speifen oder Steine in gefchmolzenes Blei eingetragen werden; in beiden Fällen legiert fich das Silber mit dem Blei zu dem fogenannten Werkblei, aus dem dann durch das Abtreiben (f. unten) das Silber gewonnen wird. Silberarmes, zunächft nicht treibwürdiges Werkblei wird zuvor nach Verfahren *a* oder (meift) *b* angereichert.

a) Der Pattinfonprozeß beruht darauf, daß fich aus dem in offenen halbkugelförmigen Keffeln gefchmolzenen Werkblei filberarme Bleikriftalle abfcheiden, welche von der filberreichen, leichter flüffigen Bleilegierung entweder durch Ausfchöpfen der Kriftalle oder durch Abzapfen des flüffigen Teils getrennt werden. Je nachdem der Prozeß fo geleitet wird, daß zwei Drittel (bei filberreichem) oder fieben Achtel (bei filberarmem Blei) des Keffelinhalts an Kriftallen erhalten werden, fpricht man von Drittel- bezw. Achtelfyftem. — Während der gewöhnliche Pattinfonprozeß ein ziemlich reines Werkblei erfordert, geftattet eine Abart des Pattinfonierens, der fogenannte Rozanprozeß, auch die Verarbeitung eines unreineren, felbft kupferhaltigen Werkbleis. Indem durch Einblafen von Wafferdampf das Blei aufwallt und dadurch mit der Luft in vielfache Berührung gebracht und fo rafcher abgekühlt wird, fcheiden fich die Verunreinigungen, befonders auch Kupfer, aus.

b) Der Parkesprozeß oder die Zinkentfilberung beruht auf der Bildung einer Silberzinkbleilegierung, die fchwerer fchmelzbar ift als Blei. In halbkugelförmigen eifernen Keffeln wird Werkblei, auf welches reines Zink, und zwar portionsweife 1—2 % des Werkbleis, gegeben wird, gefchmolzen und durcheinander gerührt. Bei dem Abkühlen der erften Schmelze fteigt fogenannter Gold- oder Kupferfchaum nach oben, der, neben etwaigem Gold, hauptfächlich aus Kupfer, Zink, Silber fowie Blei befteht; nach deffen Entfernung wird die Hauptmenge Zink zugegeben. Der fich dann abfondernde filberreiche Schaum, der Reichfchaum, wird durch Ausfaigern zum Teil entbleit und das Zink entweder durch Deftillieren entfernt oder (feltener) durch Einleiten von hochgefpanntem Wafferdampf Zinkoxyd gebildet, während Reichblei zurückbleibt; die Oxyde werden durch verdünnte Schwefelfäure entzinkt, während der Rückftand zum Treibherd geht. Ein etwaiger dritter und vierter Zinkzufatz zum Werkblei gibt nur noch einen Armfchaum, der für fpätere Entfilberungen als Zinkzufatz verwendet wird. Um die großen gefchmolzenen entfilberten Bleimengen bequem aus den Pfannen zu entfernen, bedient man fich der Röfingfchen Bleipumpe, bei welcher das flüffige Blei durch Wafferdampf ausgedrückt und durch ein drehbares Rohr in die Formen übergeführt wird. Näheres f. [1]. — Eine Abart der Zinkentfilberung befteht in einem Zufatz von Aluminium zum Zink, welches dadurch vor Oxydation gefchützt werden foll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) Der Treibprozeß. Die Entſilberung des ſilberhaltigen Werkbleis geſchieht durch ein oxydierendes Schmelzen bei 800—1000°, da ſich das Silber nicht mit dem Sauerſtoff der Luft verbindet, während das Blei durch Sauerſtoffaufnahme leicht ſchmelzbares Bleioxyd, Bleiglätte bildet. — Bei den deutſchen Treiböfen [3], die vor Einführung des Pattinſon- und Parkesprozeſſes oft Einſätze bis zu 30000 kg aufnehmen konnten, wird die auf Mauerwerk befindliche Sohle des Treibherdes aus Kalkmergel in einer Dicke von etwa 20 cm geſtampft. Unter die an der einen Seite des Herdes liegende Roſtfeuerung führt ein Unterwindrohr; die Flamme ſchlägt über das Bleibad hin und geht auf der andern Herdſeite durch Füchſe zur Eſſe. Durch die ſogenannten Kannen wird ſchwach gepreßter Wind in den Ofen geleitet, und die durch die Einwirkung des Windes ſich bildende Glätte wird durch das Glätteloch abgezogen. Der Herd iſt mit einer beweglichen Haube, dem Treibhut, verſehen, die nach dem Beſchicken anlutiert wird. Das Blei wird langſam eingeſchmolzen, wobei ein Teil der Verunreinigungen an die Oberfläche ſteigt, den ſogenannten Abzug bildend, den man durch das Glätteloch entfernt. Dann wird die Temperatur geſteigert und zugleich der Wind durch die Kannen angelaſſen. Arſen- und Antimonverbindungen treten an die Oberfläche und bilden eine dunkle Maſſe, den ſogenannten Abſtrich, nach deſſen Entfernung die Glätteperiode beginnt. Die erſten und letzten Teile der geſchmolzenen abfließenden Glätte ſind ſilberhaltig und werden zum Bleiprozeß zurückgegeben, während die Hauptmaſſe der Glätte, welche meiſtens eine rote Farbe beſitzt, als ſolche in den Handel gebracht wird. Die allerletzten Teile der Glätte bilden ſogenannte Glätteaugen auf dem Silber, das endlich nach Verſchwinden der letzten, netzartigen Haut mit ſtarkem Metallglanz hervortritt (Silberblick). Das auf dieſe Weiſe gewonnene, noch 5—10% Verunreinigungen enthaltende Blickſilber wird durch aufgegoſſenes Waſſer zum Erſtarren gebracht, dem Herde entnommen und meiſtens in einem beſonderen Ofen durch das Feinbrennen gereinigt. Selten wird dieſes im Treibherde ſelbſt vorgenommen (ſ. weiter unten: Raffination des Silbers). — Die engliſchen Treiböfen [3] beſitzen eine feſte Haube und einen kleinen Herd, der aus dem Ofen gefahren werden kann. Der Herd beſteht aus einem elliptiſchen, unten mit Querbändern verſehenen Bandeiſen, dem ſogenannten Teſtring, der mit der Herdmaſſe, Mergel oder Zement, ausgeſtampft wird. Bei dem Betriebe werden Abzug, Abſtrich und Glätte zuſammen aufgefangen; für die abfließende Glätte wird ſtets Werkblei nachgegeben, ſo daß man durch dieſes Konzentrationstreiben ein etwa 60—70% Silber enthaltendes Werkblei erhält, das hier in denſelben Treiböfen raffiniert wird.

2. **Amalgamation.** Die Gewinnung des Silbers durch Amalgamation beruht auf der Eigenſchaft des Silbers, mit Queckſilber ein Amalgam zu bilden; gediegenes Silber wird direkt vom Queckſilber aufgenommen, Kerate und Silberſulfid werden durch Queckſilber zerſetzt und das frei werdende Silber vom überſchüſſigen Queckſilber amalgamiert. Sollen andre Silbererze verarbeitet werden, ſo müſſen ſie entweder auf naſſem Wege oder durch eine chlorierende Röſtung in Chlorſilber verwandelt werden. Die Amalgamationsprozeſſe haben den Vorteil geringen Brennſtoffverbrauches, dagegen den Nachteil, Chemikalien, vor allem das teure Queckſilber, zu erfordern.

a) Direkte oder Arraſtraamalgamation. Bei dieſem nur noch wenig ausgeübten Prozeß werden die auf Pochwerken zerkleinerten, gediegenes Silber enthaltenden Erze auf der Arraſtra, einer Art Erzmühle, unter Queckſilber- und Waſſerzuſatz amalgamiert.

b) Bei dem Cazo- oder Fondonprozeß werden die zerkleinerten, Silber und Chlorſilber enthaltenden Erze in kupfernen kleinen (cazo) oder größeren (fondon) Gefäßen mit heißer Kochſalzlöſung und Queckſilber behandelt. Chlorſilber wird hierbei durch Kupfer zerſetzt.

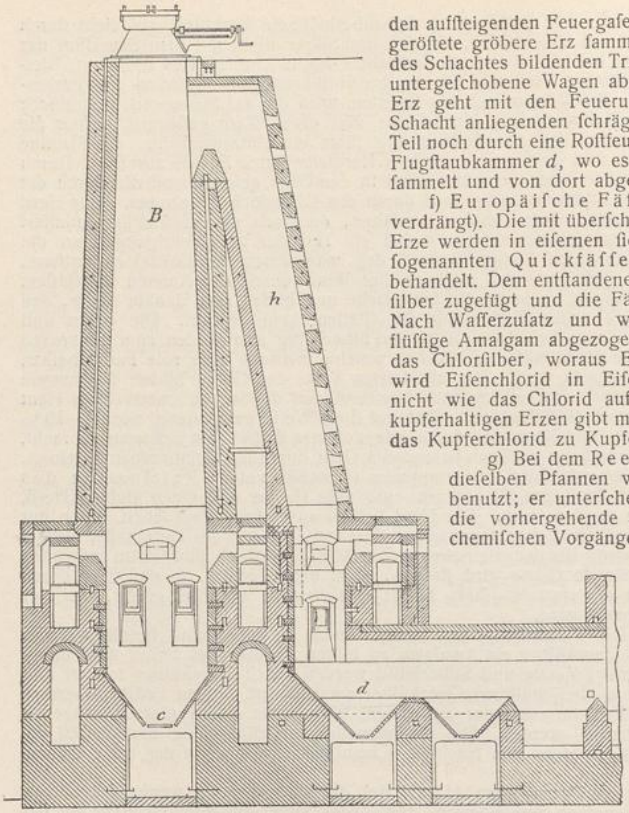
c) Nach dem Kröhnkeprozeß laſſen ſich auch arſen- und antimonhaltige Erze verarbeiten. Sie werden in liegenden rotierenden Fäſſern etwa ½ Stunde lang mit Kupferchlorür, das in einer heißen Kochſalzlöſung gelöſt iſt, bei Gegenwart von Queckſilber und Blei- oder Zinkamalgam unter Einleiten von geſpanntem Waſſerdampf behandelt. Das Kupferchlorür wird durch Kochen einer Löſung von Kupfervitriol und Kochſalz mit metalliſchem Kupfer erhalten.

d) Patioprozeß oder amerikaniſche Haufenamalgamation. Die fein gepulverten feuchten Erze werden auf einem gepflaſterten Hofe (patio) zu kleinen Haufen vereinigt. Nach 24ſtündigem Liegen wird Kochſalz aufgeſtreut und häufig durch Maultiere durchtreten und zwiſchendurch auch umgeſchaufelt. Neuerdings dienen ſtatt deſſen elektriſch betriebene Pflüge. Dann folgt das Inkorporieren des Magiſtrals, deſſen weſentlicher Beſtandteil Kupferſulfat iſt und der durch Röſten von kupferhaltigem Pyrit gewonnen wird. Man erſetzt ihn neuerdings auch durch Kupfervitriol. Nach abermaligem Durchtreten und Umſchaufeln wird Queckſilber eingemengt und nun 3—6 Wochen durchtreten, bis eine Probe ergibt, daß mindeſtens 75% des Silbergehalts vom Queckſilber aufgenommen ſind. Ueber die einzelnen chemiſchen Vorgänge dieſes Prozeſſes iſt man noch nicht ganz im klaren, wenn es auch ſicher iſt, daß das Kupferchlorür eine Hauptrolle dabei ſpielt.

e) Der Waſhoeprozeß oder die Pfannenamalgamation beruht darauf, daß Schwefelſilber durch Queckſilber in Gegenwart von Eiſen zerlegt wird. Auch zerlegt das Eiſen das ſich bildende Queckſilberchlorür. Das feingepochte naſſe Erz wird in mit Reibvorrichtungen verſehenen, niedrigen, ſtehenden, gußeiſernen Zylindern, den ſogenannten Pfannen, zuerſt fein gerieben und dann nach Zuſatz von Queckſilber und, wenn nötig, von etwas Kochſalz und Kupfervitriol amalgamiert. Die Reaktion wird durch Einleiten von heißem Waſſerdampf unterſtützt.

Den bisher erwähnten Amalgamationsprozeſſen, bei denen man die Erze entweder allein oder unter Zuſatz von Chemikalien amalgamiert, ſtehen diejenigen gegenüber, wo erſt eine chlorierende Röſtung (mit Kochſalz) ſtattfindet. Die Röſtung geſchieht entweder in Herdflammöfen oder in liegenden rotierenden Zylindern (Brückner-, White-, Howellofen) oder in Schachtflammöfen (Stetefeldtöfen). In den letzteren fällt das mit Kochſalz gemengte Erzpulver kontinuierlich in einem mit zwei ſeitlichen Roſtfeuerungen verſehenen Schacht *B* (vgl. die Figur),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



den aufſteigenden Feuergaſen entgegen, frei herab. Das geröſtete gröbere Erz ſammelt ſich in dem den Boden des Schachtes bildenden Trichter *c*, aus welchem es in untergeſchobene Wagen abgezogen wird; das feinere Erz geht mit den Feuerungsgaſen durch einen dem Schacht anliegenden ſchrägen Kanal *h*, deſſen unterer Teil noch durch eine Roſtfeuerung geheizt wird, in eine Flugſtaubkammer *d*, wo es ſich in zwei Trichtern anſammelt und von dort abgezogen wird.

f) Europäiſche Fäſſeramalgamation (faſt verdrängt). Die mit überſchüſſigem Kochſalz geröſteten Erze werden in eiſernen ſich drehenden Fäſſern, den ſogenannten Quickfäſſern, mit Eiſen und Waſſer behandelt. Dem entſtandenen Quickbrei wird Queckſilber zugefügt und die Fäſſer viele Stunden gedreht. Nach Waſſerzuſatz und weiterem Drehen wird das flüſſige Amalgam abgezogen. Die Kochſalzlöſung löſt das Chlorſilber, woraus Eiſen Silber fällt; zugleich wird Eiſenchlorid in Eiſenchlorür verwandelt, das nicht wie das Chlorid auf Queckſilber einwirkt. Zu kupferhaltigen Erzen gibt man ſtatt Eiſen Kupfer, wobei das Kupferchlorid zu Kupferchlorür reduziert wird.

g) Bei dem Reeſe-Riverprozeß werden dieſelben Pfannen wie bei dem Waſhoeprozeß benutzt; er unterſcheidet ſich von dieſem durch die vorhergehende chlorierende Röſtung; die chemiſchen Vorgänge ſind dieſelben wie bei der europäiſchen Fäſſeramalgamation.

h) Francke-Tinaprozeß. Die oxydierend und chlorierend geröſteten Erze werden in mit kupfernen Böden verſehenen Holzbottichen (tina), in denen ſich Läufer mit kupfernen Schuhen bewegen, unter Waſſer- und Kochſalzzuſatz durch Waſſerdampf aufgelöſt und durch Queckſilber amalgamiert. Die Reaktionen verlaufen ebenſo wie bei der mit Kupfer ausgeführten Fäſſeramalgamation.

Das nach dem einen oder andern Prozeß erhaltene Amalgam wird ſtets durch Waſchen mit Waſſer von Unreinigkeiten getrennt und durch Filtrieren oder auch durch Preſſen vom überſchüſſigen Queckſilber befreit. Das Amalgam enthält meiſtens 1 Teil Silber auf 5—7 Teile Queckſilber und wird in dem Amalgamglühofen (ſ. die Abbildung in Bd. 4, S. 587) in liegenden, etwa $1\frac{1}{2}$ m langen gußeiſernen Zylindern von ungefähr $\frac{1}{3}$ m Durchmeſſer geglüht. Der Zylinder wird von der Vorderſeite aus beſchickt und dann daſelbſt durch eine Gußeiſenplatte geſchloſſen. An der Hinterſeite verjüngt ſich die Retorte bis auf ungefähr 6 cm und iſt mit einem mit Waſſerkühlung verſehenen Rohr verbunden, welches das kondenſierte Queckſilber in mit Waſſer gefüllte Käſten führt. Das im Zylinder zurückbleibende ſchwammige Silber enthält meiſtens Gold und je nach der Art der verarbeiteten Erze auch Blei, Kupfer, Eiſen u. ſ. w.

3. **Extraktion** oder **Laugprozeſſe.** Das Silber wird entweder als Chlorſilber durch Kochſalz- oder Thioſulfatlöſungen oder als Silberſulfat durch heißes Waſſer in Löſung gebracht. Aus den Löſungen wird das Silber als Metall oder als Schwefelſilber gefällt. Die wichtigſten Laugprozeſſe ſind:

a) Der Auguſtinprozeß (faſt verdrängt). Die in Flammöfen chlorierend geröſteten, abgekühlten Silbererze werden in Laugebottichen mit Holzroſt durch konzentrierte Kochſalzlöſung ausgelaugt, und aus der Löſung wird das Silber durch granuliertes Kupfer als ſogenanntes Zementſilber ausgefällt. Das Kupfer wird durch Fällung mit Eiſen wieder gewonnen. Das Verfahren, urſprünglich für die Extraktion ſilberhaltiger Kupferſteine in Mansfeld angewandt, benutzt man heute nur noch für Silbererze, und zwar meiſtens in Verbindung mit dem

b) Pateraprozeß, bei welchem die Extraktion des chlorierten Röſtgutes anfangs durch Kochſalz, dann durch eine $1-2\frac{1}{2}$ prozentige Löſung von Natriumthioſulfat geſchieht, das mit Silber lösliche Doppelſalze bildet. Aus den Laugen kann das Silber nicht als Metall durch Kupfer, ſondern nur als Sulfid durch Schwefelnatrium gefällt werden, wobei Natriumthioſulfat regeneriert wird. Der Prozeß kommt für ſolche Erze in Betracht, welche nicht reich an Blei, Kupfer und Kalkſpat ſind.

c) Bei dem Kißprozeß wird an Stelle des Natriumthioſulfats Calciumthioſulfat verwendet.

d) Der Ruſſelprozeß beſteht im Auflöſen des Silbers durch Natriumkupferthioſulfatlöſung. Da dieſe Lauge Chlorſilber faſt nicht löſt, folgt der Ruſſelprozeß gewöhnlich dem Pateraprozeß, indem das chlorierte Röſtgut vorher mit Natriumthioſulfatlauge extrahiert wird. Das Natriumkupferthioſulfat wird durch Auflöſen von 1 Teil Natriumthioſulfat und 4 Teilen Kupfer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vitriol in Waſſer gewonnen. Die kalte oder höchſtens 35° warme Lauge löſt außer Silber auch Blei und Kupfer; Blei wird durch Soda als Karbonat ausgefällt, Kupfer und Silber durch Schwefelnatrium als Sulfide, die nach dem Trocknen im Tiegel auf einen Silberkupferſtein verſchmolzen werden. Aus dem pulveriſierten, geröſteten, das Kupfer als Kupferoxyd, das Silber als Metall enthaltenden Stein wird das Kupfer durch Schwefelſäure gelöſt, während das Silber als Metall ungelöſt zurückbleibt.

e) Der Ziervogelprozeß dient zur Entſilberung ſilberhaltiger Kupferſteine, die frei von Blei, Arſen und Antimon ſind. Durch vorſichtiges Röſten der Steine bildet ſich zuerſt (Vorröſtung) neben Kupfer- und Eiſenoxyden Eiſenſulfat, das bei etwas ſtärkerem Erhitzen (Oxydationsperiode) zerlegt wird, indem dampfförmige Schwefelſäure entſteht, die das Kupfer in Kupferſulfat überführt. Das aus den Vorröſtungsöfen genommene, etwas zuſammengeſinterte Röſtgut wird fein gemahlen und gelangt in Flammöfen zur Gutröſtung, wobei das Kupferſulfat zerſetzt wird und die frei werdende Schwefelſäure das Schwefelſilber in Silberſulfat überführt, ſo daß ſchließlich das Röſtgut aus Eiſenoxyd, Kupferoxyd und Silberſulfat beſteht. Es wird in Holzfäſſern mit doppelten Böden erſt mittels heißen Waſſers, dann mittels ſchwefelſaurer Kupfervitriollöſung ausgelaugt; die Rückſtände werden auf Kupfer verarbeitet, während das Silber durch Kupfer aus der Silberſulfatlöſung ausgefällt wird.

f) Die Cyanidlaugung (noch neu) beſteht in dem Löſen des Chlorſilbers durch ſehr verdünnte Cyankaliumlöſung (0,5—0,1 %) und nachfolgendem Fällen des Silbers durch Zink.

4. **Elektrolyſe.** Während die Gewinnung des Silbers aus Erzen durch Elektrolyſe noch nicht von der Praxis aufgenommen iſt, wird doch die Zerlegung von Kupferſilber- und Bleiſilberlegierungen ſowie die des ſilberhaltigen Zinkſchaumes auf elektrometallurgiſchem Wege mit Erfolg ausgeführt. Die erwähnten Legierungen werden in den ſchwach ſalpeterſauren Bädern als Anode angebracht. Näheres ſ. Raffination.

5. **Raffination.** Blick-, Glüh- und Zementſilber ſind mehr oder weniger durch fremde Metalle verunreinigt und müſſen daher raffiniert werden. Die Raffination, das Feinbrennen, iſt, wenn das Silber der Hauptſache nach bleihaltig iſt, eine Fortſetzung des Treibprozeſſes und findet wohl auch wie dieſer in deutſchen und engliſchen Treibherden ſtatt. Enthält das Silber nicht genügend Blei, ſo wird ſolches zugegeben, damit die andern Metalle mit dem Blei in die Glätte gelangen, welche durch aufgeſtreuten Mergel oder Knochenaſche aufgeſaugt und dann entfernt wird. Selten wird heute noch in Muffeln feingebrannt, dagegen häufiger in Tiegeln aus Eiſen oder Graphit mit Soda- und Salpeterzuſchlag zur Verſchlackung der andern Metalle. Das bei dem Raffinieren gewonnene Fein- oder Brandſilber beſitzt einen Feingehalt von 996 bis 999 Tauſendteilen. Ueber die Scheidung durch die Quart oder die Trennung des Silbers von Gold durch die Affination ſ. Gold, Bd. 4, S. 585. Das erſtere Verfahren iſt heute meiſtens durch elektrolytiſche Scheidung erſetzt. Dabei bildet das goldhaltige Silber in angeſäuerten Bädern von Silbernitrat die Anoden, welche von Filtertuchbeuteln umgeben ſind. Durch den elektriſchen Strom wird das Silber aufgelöſt und an den Kathoden abgeſchieden, während das Gold in Form eines braunen Pulvers als Anodenſchlamm in den Beuteln zurückbleibt, mit ihm Platin und etwa vorhandenes Blei als Bleiſuperoxyd, dagegen Kupfer und Zink lediglich in Löſung gehen [4]. Silber findet in reinem Zuſtande zur Herſtellung der Silberverbindungen, beſonders für photographiſche Zwecke, Verwendung. Wegen ſeiner geringen Feſtigkeit wird es ſonſt nur in Legierungen (ſ. Silberlegierungen) benutzt.

Die Silberproduktion der Welt betrug im Jahre 1901 nach Angabe der Münze der Vereinigten Staaten 4961125 kg, worunter Deutſchland mit 156536 kg. Im Jahre 1906 produzierte Deutſchland 393400 kg.

Literatur: [1] Fiſcher, Handbuch der chemiſchen Technologie, Leipzig 1893, S. 282. — [2] Dammer, ebend., Bd. 2, Stuttgart 1895. — [3] Schnabel, Handbuch der Metallhüttenkunde, Berlin 1901, Bd. 1. — [4] Oſt, Lehrbuch der chemiſchen Technologie, Hannover 1907. — [5] Kopp, H., Geſchichte der Chemie, Braunſchweig 1847, Bd. 4. *(Rathgen) Moye.*

Silber, güldiſches, ſ. v. w. goldhaltiges Silber.

Silberantimonglanz, ſ. v. w. Miargyrit (ſ. d).

Silberbromid (Bromſilber), kommt in der Natur in grünlichen Kriſtallen vor und wird künſtlich durch Fällung einer Silberſalzlöſung durch lösliche Bromide als ein weißer bis hellgelber Niederſchlag erhalten.

Dieſer ſchmilzt nach dem Trocknen zu einer rötlichen Flüſſigkeit, die nach dem Erkalten hornartig und von gelber Farbe iſt. Silberbromid iſt löslich in konzentrierter Salzſäure, Bromwaſſerſtoffſäure und konzentriertem Ammoniak. Auf ſeiner Eigenſchaft, durch das Licht zerſetzt zu werden, beruht ſeine Anwendung in der Photographie (ſ. d.). *(Rathgen) Moye.*

Silberchlorid (Chlorſilber) *AgCl*, in der Natur als Hornſilber (ſ. unter Chlorſilber) vorkommend, wird künſtlich durch Fällung einer Silberſalzlöſung durch Salzſäure als ein weißer, käſiger, amorpher Niederſchlag erhalten, der in Berührung mit metalliſchem Zink in ſalzſäurehaltigem Waſſer zu metalliſchem Silber reduziert wird.

Ausgewaſchenes gefälltes Chlorſilber ſchmilzt nach dem Trocknen durch Erhitzen zu einer pomeranzengelben Flüſſigkeit zuſammen, die nach dem Erkalten farblos und hornartig iſt. Silberchlorid iſt in Waſſer unlöslich, in konzentrierter Salzſäure, Salmiak-, Kochſalz-, Natriumthioſulfat- und Cyankaliumlöſung und in Ammoniak löslich. Durch das Licht wird Silberchlorid in Subchlorid verwandelt, worauf ſeine Anwendung in der Photographie beruht. Die Löſung in Cyankalium dient zur Verſilberung. Das Silberchlorid iſt Durchgangsprodukt bei vielen Prozeſſen der Silbergewinnung. *(Rathgen) Moye.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Silbercyanid (Cyanfilber), durch Fällung einer Silberfalzlöfung mit Cyankalium, das nicht im Ueberfchuß vorhanden fein darf, als ein weißer, nach dem Trocknen oft kriftallinifcher Niederfchlag erhalten, ift unlöslich in Waffer, leicht löslich in Ammoniak und in einer Löfung von Cyankalium, mit dem es ein Doppelfalz *AgCN, KCN*, Kaliumfilbercyanid bildet.

Wird trockenes Silbercyanid erhitzt, fo geht die Hälfte des Cyans gasförmig fort; die andre Hälfte bleibt mit dem Silber verbunden als Paracyanfilber zurück. Die Löfung des Doppelfalzes *AgCN, KCN* findet zur Verfilberung Anwendung. *(Rathgen) Moye.*

Silberglätte, f. v. w. Bleiglätte (f. Bleioxyd).

Silberglanz (Glaserz, Argentit), Mineral, Schwefel-Silber Ag_2S (87,1 % *Ag*, 12,9 % *S*).

Kriftallifiert regulär, auch derb, haar- und baumförmig, geftrickt. Bleigrau bis fchwarz, matt glänzend. Gefchmeidig, dehnbar, fchneidbar wie Blei; Härte 2—2½; fpez. Gew. 7,31—7,36. Leicht fchmelzend unter Abgabe von fchwefliger Säure. Löslich in konzentrierter Salpeterfäure unter Schwefelabfcheidung. Auf Erzgängen (Sachfen, Harz, Kongsberg in Schweden, Nevada, Mexiko, Chile u. f. w.) und zur Silbergewinnung benutzt. *Leppla.*

Silber, grünes, f. v. w. natürlich vorkommendes Silberbromid.

Silberhornerz, f. v. w. Chlorfilber (f. d.).

Silberjodid (Jodfilber) kommt in der Natur in gelben Kriftallen vor und wird durch Fällung von Silberfalzlöfung durch lösliche Jodide als gelblicher, amorpher Niederfchlag erhalten, löft fich fehr wenig in Ammoniak, beffer in konzentrierter Jodkaliumlöfung. Wegen feiner Zerfetzlichkeit durch das Licht findet es wie die andern Haloidfalze des Silbers Verwendung in der Photographie (f. d.). *(Rathgen) Moye.*

Silberkupferglanz (Kupferfilberglanz, Stromeyerit) Mineral, Schwefel-Silber-Kupfer $(Ag_2 + Cu_2)S_2$, (53,1 % *Ag*, 31,1 % *Cu*).

Derb, dunkelgrau, ftark glänzend; mild. Härte 2½—3; fpez. Gew. 6,2—6,3. Leicht fchmelzbar; löslich in Salpeterfäure unter Schwefelabfcheidung. Mit andern Silbererzen gewonnen und felbft zur Silbergewinnung benutzt. *Leppla.*

Silberlack, aus Zinnlöfungen durch Fällen mit Zink gewonnenes, metallifches Zinn, nach Vermifchen mit Klebemittel als glänzender Ueberzug auf Papier, Holz und Metallen verwendet. *Andés.*

Silberlegierungen. Das Silber bildet mit faft allen Metallen Legierungen, von denen die mit Blei und Zink fowie das Silberamalgam bei der Silbergewinnung befprochen find. Die wichtigften Legierungen des Silbers find die Silber-Kupfer-Legierungen, die als Münzmetall und für Silberwaren Verwendung finden, da fie härter und klingender als reines Silber find.

Die nachftehende Tabelle gibt eine Reihe Silberlegierungen wieder (f. außerdem unter Feingehalt und Goldlegierungen).

	Silber	Kupfer	Gold	Nickel	Zink
Münzmetall: Deutfchland	900	100	—	—	—
Frankreich	900	100	—	—	—
	835	165	—	—	—
England	925	75	—	—	—
Elektrum	200	—	800	—	—
„	250	—	750	—	—
Nürnberger Gold	55	890	55	—	—
Schibuifchi (japanifche Legierung)	30—50	70—50	—	—	—
Drittelfilber (Moussets argent), tiers argent	27,56	59,06	—	3,42	9,57
Argent Ruolz	20—40	30—55	—	5—35	0—16
Hartes Silberfchlaglot	66	24	—	—	10
Weiches „	7	3	—	—	2

Abgefehen von den Münzmetallen, wechfeln übrigens Bezeichnungen und Gehalt der Silberlegierungen häufig; fo wird z. B. auch eine Legierung aus ⅓ Silber und ⅔ Nickel Drittelfilber genannt; ebenfo wird als Billon einmal Silber bezeichnet, das mehr als 50 % Kupfer enthält, das andre Mal wird gerade die oben als Mouffets Legierung angeführte Mifchung fo genannt. *(Rathgen) Moye.*

Silbernitrat $AgNO_3$ bildet waffcrhelle, rhombifche Kriftalle von metallifch bitterem Gefchmack, die fich leicht in Waffer löfen und giftig find.

Die Löfung wird durch organifche Subftanzen gefchwärzt, indem Reduktion zu Silber ftattfindet. Silbernitrat fchmilzt bei 198°; das in Stangenform gegoffene wird Höllenftein genannt. Es wird durch Auflöfen von metallifchem Silber in Salpeterfäure gewonnen und ift das wichtigfte Silberfalz, das zur Darftellung andrer Silberfalze (Photographie), zur Spiegelverfilberung und als Aetzmittel in der Medizin Verwendung findet *(Rathgen) Moye.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Silberoxyd Ag_2O, ein ſchwarzbraunes Pulver, in Waſſer etwas löslich, zerſetzt ſich im Lichte und durch Erhitzen in Waſſerſtoff (100° genügen), dabei Silber bildend, entſteht durch Fällung wäſſeriger Silberſalzlöſung durch Alkali. Außerdem iſt noch Silberſuboxyd (Ag_4O) und Silberhyperoxyd (Ag_2O_2) bekannt. Wird Silberoxyd mit konzentriertem Ammoniak übergoſſen, ſo bildet ſich das Bertholletſche Knallſilber als ſchwarzes Pulver, das bei der geringſten Berührung und durch Erwärmen heftig explodiert. *(Rathgen) Moye.*

Silberproben dienen zur Beſtimmung des Silbergehaltes von Erzen, Hüttenprodukten und Silberlegierungen; letztere nennt man Silberfeinproben. Man unterſcheidet Silberproben auf trockenem und auf naſſem Wege.

Die trockene Probe, die Kupellation, entſpricht dem Treibprozeß. Das abzutreibende ſilberhaltige Blei wird entweder durch die Anſiedeprobe (Schmelzen mit metalliſchem Blei auf flachen Probierſcherben) oder durch die Tiegelprobe (Schmelzen mit Bleiglätte unter Zuſatz von ſchwarzem Fluß [Kohlenpulver, Pottaſche] in geſchloſſenen Tiegeln) hergeſtellt. Das Treiben geſchieht auf der aus Knochenaſche beſtehenden poröſen, rotglühenden Kapelle, welche die Glätte auffaugt, bis das Blicken des reinen Silberkorns erfolgt. Bei dem naſſen Verfahren wird das in Löſung gebrachte Silber durch Titration entweder mit Kochſalz als Chlorſilber oder mit Rhodanammonium als Rhodanſilber beſtimmt. — Auch die gewichtsanalytiſche Beſtimmung des Silbers als Chlorſilber iſt ſtellenweiſe im Gebrauch. Annähernd beſtimmt man den Silbergehalt von Silberwaren durch Strichprobe auf dem Probierſtein (ſ. Kieſelſchiefer) und bei Geld auch durch die hydroſtatiſche Probe, d. h. Beſtimmung des ſpezifiſchen Gewichts.

Silberſchaum (Schlagſilber), ſ. Zinnlegierungen.

Silberſchlaglot, ſ. Löten, Silberlegierungen.

Silbervoltameter, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

Silicide, die Verbindungen des Silicium mit Metallen und mit Kohlenſtoff. Die letztere nennt man gewöhnlich Siliciumkarbid. *(Rathgen) Moye.*

Silicium, Atomgew. 28,4, wie Kohlenſtoff vierwertig, kommt in der Natur nicht in freiem Zuſtande vor, dagegen weit verbreitet als Kieſelſäure (SiO_2), beſonders in den Silikaten (ſ. d.).

Man unterſcheidet amorphes und kriſtalliſiertes Silicium. Erſteres wird durch Glühen von Kieſelfluornatrium (Na_2SiFl_6) mit metalliſchem Natrium als ein an der Luft leicht entzündliches, hell leuchtend zu Kieſelſäure verbrennendes, durch Salz-, Schwefel- und Salpeterſäure nicht angreifbares braunes Pulver gewonnen. Bei Luftabſchluß geglüht, kann es nachher ſelbſt vor dem Lötrohr geglüht werden, ohne zu verbrennen. Das in chemiſcher Beziehung ſich ähnlich verhaltende kriſtalliſierte Silicium bildet harte, ſchwarze, diamantglänzende Oktaeder, die man durch Reduktion des Kieſelfluornatriums mit Aluminium bezw. mit Natrium und Zink erhält. Am leichteſten läßt ſich Silicium durch Reduktion von Quarzſand durch Magneſiumpulver gewinnen, doch entſteht hierbei häufig auch eine Verbindung von Silicium mit Magneſium. Das ſpezifiſche Gewicht des Siliciums iſt 2—2,5. Das Silicium ſpielt als Beſtandteil des Gußeiſens ſowie bei Herſtellung von Flußeiſen und Stahl eine wichtige Rolle. Ueber die wichtigſten Verbindungen ſ. Siliciumdioxyd, -monoxyd, Silicide, Silikate. *Moye.*

Die Herſtellung des Siliciums aus Carborund (ſ. d.) nach der Formel $2\,SiC + SiO_2 = 3\,Si + 2\,CO$ geſchieht in dem von Acheſon für direkte Reduktion von Metalloxyden durch Kohle konſtruierten elektriſchen Ofen. Bedingung iſt hierbei, daß zwiſchen der Miſchung und dem Leiter des elektriſchen Stromes, in welchem die Hitze erzeugt wird, keine chemiſche Umſetzung eintreten kann. Die Miſchung muß alſo vor einer Berührung mit dem Kern geſchützt werden, wenn das erzeugte Silicium frei von Siliciumkarbid ſein ſoll. Näheres ſ. Fitz-Gerald-Huth, Carborundum, Halle a. S. 1904. *Bujard.*

Siliciumbronze. Der Zuſatz von Silicium zu Bronzen wirkt desoxydierend und vermehrt die Feſtigkeit und Härte in hohem Maße, während die Zähigkeit abnimmt. Der Zuſatz geſchieht als Siliciumaluminium oder Siliciumkupfer. Siliciumbronze läßt ſich leichter zu Draht ziehen als Phosphorbronze und findet Verwendung zu Telegraphen- und Telephondrähten, da ſie nicht roſten und, wegen guten Leitungsvermögens für den elektriſchen Strom, von geringer Dicke und daher leicht ſein können. *(Rathgen) Moye.*

Siliciumdioxyd (Kieſelſäureanhydrid, Kieſelerde) SiO_2, das in der Natur kriſtalliſiert als Quarz (ſ. d.) und in feinen Varietäten ſowie als Tridymit und ferner als Achat, Chalcedon, Feuerſtein, Kieſelgur u. dergl., waſſerhaltig (Hydrat) als Opal vorkommt, erhält man künſtlich durch Aufſchließen der Silikate durch Glühen mit Soda und Pottaſche, Auflöſen des entſtandenen Alkaliſilikats in Waſſer und Zerſetzung desſelben durch Salzſäure.

Die hierbei gelöſt bleibenden Kieſelſäurehydrate werden durch Eindampfen zur völligen Trockne zu unlöslichem, weißem, amorphem Siliciumdioxyd, das ſich von dem natürlichen kriſtalliſierten dadurch unterſcheidet, daß jenes von kochender Alkalilauge gelöſt, während das kriſtalliſierte dadurch nicht angegriffen wird. *(Rathgen) Moye.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Siliciumfluoride. Das gasförmige, durch Erhitzen von Sand und Flußfpatpulver mit konzentrierter Schwefelfäure gewonnene farblofe, an der Luft rauchende Siliciumfluorid $SiFl_4$ zerfetzt fich mit Waffer unter Bildung von Kiefelfäurehydrat und Kiefelflußfäure [Kiefelfluorwafferftoff, Siliciumfluorwafferftoff (f. d.), H_2SiFl_6]. Durch Auflöfen der betreffenden Metalle, Metalloxyde oder -karbonate in Kiefelflußfäure entftehen die Kiefelfluormetalle (Fluorkiefelmetalle), die zum Teil leicht, zum Teil fchwer löslich in Waffer find. So dient das fchwerlösliche Kaliumfalz (Kiefelfluorkalium K_2SiFl_6) zur Erkennung von Kaliumverbindungen. Bei dem Glühen zerfetzen fich die Kiefelfluormetalle unter Entwicklung von Siliciumfluorid. Die wäfferigen Löfungen einiger Kiefelfluormetalle dienen unter dem Namen Keßlerfche Fluate zur Härtung weicher und nicht wetterfefter Kalk- und Sandfteine für Bauzwecke (f. Steinerhaltungsmittel). *(Rathgen) Moye.*

Siliciumfluorwafferftoff H_2SiFl_6 ift im waffer freien Zuftande nicht bekannt, wohl aber fein Hydrat $H_2SiFl_6 + 2H_2O$.

Die wäfferige Löfung, Siliciumfluorwafferftoff-, Kiefelfluorwafferftoff-, Kiefelflußfäure genannt, ift eine ftark faure, farblofe Flüffigkeit, die mit Alkalien, wenn folche nicht im Ueberfchuffe zugefetzt werden, fchwerlösliche Salze (Kiefelfluorkalium u. f. w.) bildet; fetzt man Alkalien im Ueberfchuffe zu, fo entftehen Fluoralkalien und Kiefelfäuregallerte. Schwerlöslich find fonft nur noch ihre Baryum- und Calciumfalze. Die durch Einleiten von Siliciumfluorid in Waffer gewonnene Kiefelfluorwafferftofffäure ift von fehr geringer Konzentration; ftärker erhält man fie durch Glühen von Flußfpat, Kiefelfäure und Ton mit Kohlezufatz im Schachtofen und Auffangen der Gichtgafe in Waffer. Man gewinnt fie jetzt meift als Nebenerzeugnis der Superphosphatfabrikation. Kiefelfluorwafferftofffäure findet Verwendung beim Zeugdruck. *Moye.*

Siliciumkarbid SiC entfteht im elektrifchen Ofen aus den Dämpfen von Silicium und Kohlenftoff. Rein bildet es farblofe oder bläuliche Kriftalle von großer Beftändigkeit, die härter als Rubin find; fpez. Gew. 3,1. S. a. Carborundum.

Siliciummonoxyd SiO wird im elektrifchen Ofen aus einer Mifchung von Siliciumdioxyd und -karbid als braunes, fehr voluminöfes Pulver erhalten. Es hat das fpez. Gew. 2,2. Durch Reibung wird es ftark elektrifch. *Moye.*

Silikafteine, f. Steine, feuerfefte.

Silikate, die Salze der Kiefelfäuren.

Die weit verbreitet und maffenhaft in der Natur vorkommenden, auch die künftlich dargeftellten Silikate (z. B. Glas) find felten Salze der Orthokiefelfäure H_4SiO_4 (z. B. Mg_2SiO_4, Olivin) und der Metakiefelfäure H_2SiO_3 (z. B. $CaSiO_3$, Wollaftonit), fondern meiftens Salze der fogenannten Polykiefelfäuren, die durch Waffer austritt aus mehreren Molekülen der Ortho- oder der Metakiefelfäure abgeleitet werden können. Von den künftlich gewonnenen Silikaten find die Alkalifilikate (Waffer glas) in Waffer löslich (ein durch Schmelzen von Sand mit viel Alkali, Weinftein, hergeftelltes Produkt zerfließt fchon an der Luft und erhielt durch Glauber den Namen Kiefelfeuchtigkeit). Von den unlöslichen Silikaten werden manche durch Säuren unter Abfcheidung von Kiefelfäuregallerte gelöft, andre nur durch Flußfäure oder durch Auffchließen mit kohlenfauern Alkalien (f. Siliciumdioxyd) in Löfung gebracht. Bei dem Auflöfen mit Flußfäure entftehen Kiefelfluorwafferftoff und Kiefelfluorwafferftoffmetalle, bei dem Auffchließen lösliche Alkalifilikate. Für die Technik find die Silikate von größter Bedeutung: z. B. Glas, Porzellan, Ton, Portlandzement, Schlacken. *(Rathgen) Moye.*

Silikatfeife, mit viel Waffer glas gefüllte Seife, eine weiße, ziemlich fefte Maffe, wird an der Luft durch Aufnahme von Kohlenfäure hart und unlöslich, dient zum Reinigen, zum Ablöfen alter Farbenanftriche u. f. w.; das Produkt enthält oft auf 30 Teile Waffer glas nur 1 Teil Seife. *Andés.*

Silikofpiegel (Siliciummanganeifen), f. Eifenlegierungen, Bd. 3, S. 367.

Silofchöpfwerk, f. Mifchapparat für Getreide, Silofpeicher.

Silofpeicher (Schacht- oder Zellenfpeicher, in Amerika „Elevators" [f. d.] genannt) find in Europa bisher überwiegend als Getreidefpeicher (über Kohlen-, Koks-, Zement-, Mehl-, Erz-, Müll-, Staub- u. f. w. -filos f. unten), d. h. als Kornlager (oft vereinigt mit Schüttbodenfpeichern [Zahlentafel III]) gebaut. In ihnen wird befonders trockenes Getreide unter Luftabfchluß in 1,4—8,2 m langen und breiten (bei runden Zellen bis 11,6 m Durchmeffer), bis zu 27 m tiefen, vollftändig mit Korn füllbaren Schächten (Silos [pars pro toto], Caiffons, Zellen) mit Rechteck- (Quadrat), Sechseck- oder Kreisquerfchnitt aufbewahrt. Vgl. a. Bodenfpeicher, Gurtförderer, Hochbehälter, Maffentransport, Schiffsbekohlung (fchwimmende Speicher), Schnecken, Tafchen, Tiefbehälter und [1].

Die Zellen find mit untereinander und mit den Umfaffungswänden verankerten Holz-, Eifen-, Stein- oder Beton- (Monier-, Rabitz-, Hennebique- u. f. w.) Scheidewänden umgeben und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

überdeckt, so daß im Dachgeschoß Fördermittel und etwaige Vorreinigungsmaschinen unterzubringen sind. Aus den Verschlüssen der Behälter *A* (Fig. 1) — über Siloverschlüsse im besonderen vgl. Baumgartner, Kettenbach [1] und Luther [10] — gelangt die Frucht auf ein Band *B*, von diesem in einen Elevator (Becherwerk) *C*, der es z. B. beim „Umstechen" (Mischzellen) wieder durch einen Gurt *E* im Dachboden in eine Zelle *A* gelangen läßt, oder es wird gewogen (Wagen von Reuther & Reifert in Hennef a. d. Sieg) [2] und in Säcke gefaßt, u. s. w. Statt der Gurtförderer (s. d.) häufig auch Schnecken (s. d.) verwendet. — Vorteile: Billige Herstellung und geringer Platzbedarf, weil denkbar vollkommenste Raumausnutzung (Fassungsgewicht für 1 qm Belastungsgrundfläche 5000—10000 kg; vgl. Bodenspeicher, Zahlentafel II), Einfachheit und Billigkeit des Betriebes, zumal bei großen Handelsspeichern, große Uebersichtlichkeit, leichte und einfache, nur mechanische Beschüttung, Entnahme ohne Menschenkräfte, verbunden mit guter Mischungsmöglichkeit. Bequemes Umstechen zur Reinigung und Erhaltung des Kornes. Nachteile: Getreide muß möglichst trocken sein, Ueberwachung und Ausnutzung vielfach schwierig. — Zur Unterbringung der mechanischen Einrichtung, der Putzerei- und Reinigungsmaschinen sowie von Räumen für besondere Zwecke (Verwaltung u. s. w.) werden in der Regel besondere Stockwerksabteilungen vorgesehen; Lüftungsanlagen zur Staubabsaugung und Trocknung für zu feuchtes und krankes Getreide (Krankenzellen). Im allgemeinen gilt: Wo Grunderwerbs- und Baukosten groß sind, werden sich Silos empfehlen, wenn das Korn Zellenlagerung verträgt und der Boden genügend tragfähig ist; sonst ist die Wahl zwischen Silo, Bodenspeicher und vereinigtem System von den jeweilig gegebenen Verkehrs-, Betriebs- und sonstigen besonderen Verhältnissen abhängig. Arbeitsübertragung und -verteilung meist elektrisch (vorwiegend Drehstrom [Staub]). — Als Baustoff für die Silowände kommen bei Getreideaufbewahrung vornehmlich in Betracht (vgl. [3] und Mühlenspeicher, s. unten):

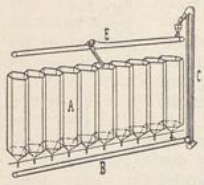
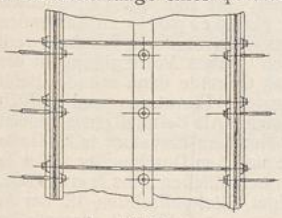


Fig. 1. Gurtförderung in einem Silospeicher.


Fig. 2. Amerikanische Silowände aus flach aufeinander genagelten Holzbrettern.

1. Holz (leicht und billig [Unterbau] und gut für die Erhaltung der Frucht, aber feuergefährlich [4]); Zellenform meist rechteckig (seltener sechseckig); (meist amerikanische Packwände), Fig. 2 aus flach aufeinander genagelten Bohlen (Abnahme der Bohlenbreite mit größerer Höhe). Ueber die Art und Ausführung der Nagelung vgl. [5]; Bretter 30—40 mm dick und 50—150 mm breit; Silos bei 2—2,5 m Weite oft ohne Verankerung. Vielfach auch hochkant gestellte Bretter (Fig. 3 und 4) mit nach der Zellensohle zunehmender Dichte und Stärke der Anker (Zahlentafel I). Bretter meist 30 mm stark, an den Ecken in besondere Säulen eingeschoben. An den Ankerstellen durchgehende Verstärkungen. Anker (30 mm Ø) oben 1,75 m auseinander, dann 1,5 m, 1,25 m u. s. w. Eckfäulen meist 160—180 mm (quadratisch), senkrechte Verstärkungen = 50 · 160 mm. Wenn Schachtseiten von größerer Breite als 3 m, so wohl zwei Anker in gleicher Höhe üblich. Ueber runde Silos aus hochkantigen gebogenen Brettern vgl. [6]. — Aus den Versuchen von Janssen [7] berechnet sich der Druck des Getreides (Weizen) nach der Formel: $p = s \cdot \left(1 - e^{-0{,}8\,\frac{x}{s}}\right)$, worin bedeutet: p den Druck auf 1 qm des Silobodens in Tonnen, s die Seitenlänge eines quadratischen Schachtes in Metern, $e = 2{,}71828$ (Basis des natürlichen Logarithmensystems), x die Schütthöhe des Getreides in Metern. Daraus berechnet Baumgartner die


Fig. 3.

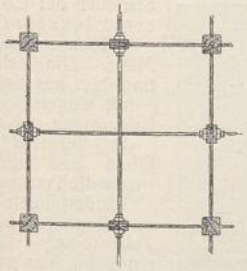

Fig. 4.

Fig. 3 und 4. Verankerung von hölzernen Silowänden aus „hochkant" stehenden Brettern (Grundriß).

Zahlentafel I. Bodendrücke p in t/qm für Weizen.

x = Schütthöhe m	$s = 1{,}5$ m	$s = 2$ m	$s = 3$ m	$s = 4$ m
4	1,320	1,60	1,95	2,20
5	1,395	1,72	2,22	2,52
6	1,437	1,82	2,38	2,80
7	1,462	1,88	2,55	3,04
8	1,477	1,91	2,62	3,20
9	1,488	1,94	2,72	3,34
10	1,492	1,96	2,77	3,44
12	1,497	1,98	2,78	3,64
14	1,498	1,99	2,79	3,76
16	1,500	2,00	2,80	3,84

Der Seitendruck des Getreides beträgt 0,75 der angegebenen Drücke. Der Druck für Roggen ist 0,9mal so groß, da die Reibung etwas größer, das Einheitsgewicht aber geringer ist. Für Mais (sehr glatt) ist der Druck 1,2 mal so groß [8]. Nach Baumgartner läßt sich die Wandstärke bestimmen nach der Formel: $h = 0{,}1061 \sqrt{\frac{Pl}{b}}$, worin bedeutet: P den Druck auf ein Brett in Kilogramm, l die lichte Weite des Silofchachtes in Zentimetern, b die Stärke des Brettes in Zentimetern, h die Breite des Brettes in Zentimetern.

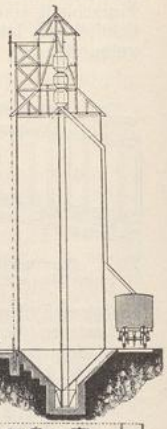
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Eisen: Nur für sehr trockenes Getreide möglich. Querschnitt des Schachtes rechteckig (Fig. 5, Budapest [Fig. 14]) und rund (Fig. 6 [Amerika]), Blechstärken 2—13 mm; vgl. a. Rutschen (Fig. 13).

3. Mauerwerk: } Querschnitt rechteckig, sechseckig (Fig. 1) und rund (Fig. 7); neuerdings

4. Eisenbeton: } sehr beliebt [8] (Mörsch), vgl. insbesondere auch Kohlensilos (s. unten).

Je nachdem die Getreidesilos als umfangreiche Aus- oder Einfuhrspeicher oder als kleine landwirtschaftliche Kornhäuser bezw. nur als Mühlenspeicher dienen, spielen sie in ihrer wirtschaftlichen und technischen Beziehung zum Weltgetreideverkehr (s. Massentransport, Fig. 1 und 2) eine andre Rolle und sind demnach in ihrer baulichen Ausgestaltung wie in ihrer mechanischen (Betriebs-)Ausrüstung, als endlich in ihren Wasser- bezw. Gleisanschlüssen sehr verschieden ausgebildet [9]. — Ueber das Geschichtliche s. Buhle, Massentransport, Stuttgart 1908, S. 265—269, sowie [10]—[12]; über Wirtschaftliches vgl. [1], [13] und Massentransport; über Bauunfälle s. [14].



Amerika. Die größte Bedeutung im nordamerikanischen Getreideverkehr besitzt zweifellos Chicago durch die zentrale Lage zwischen den Seehäfen und den östlichen und südlichen Kornausfuhrplätzen, während New York den großen Auslaß für die atlantische Verschiffung bietet. Ferner sind besonders zu nennen Duluth, Minneapolis, West-Superior, Milwaukee, Buffalo und St. Louis sowie im Süden Galveston und New Orleans. Alle diese Häfen sind ausgerüstet mit baulichen und mechanischen Einrichtungen zur schnellen Bewältigung des Getreides. Die für den amerikanischen Kornhandel typische gewordenen „Elevatoren" sind in der Haupt-



Fig. 10. Speicher aus Eisenbeton (Concret), Minneapolis, Minn.

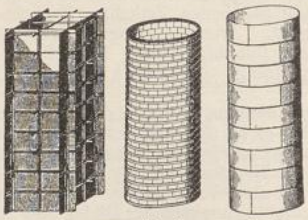


Fig. 5. Fig. 7. Fig. 6.

Fig. 5: Rechteckiger Silochacht aus Eisen. Fig. 6: Runde eiserne Silozelle. Fig 7: Runde Silozelle aus Eisenbeton (Mauerwerk aus Beton mit eingelegten Eisenringen).

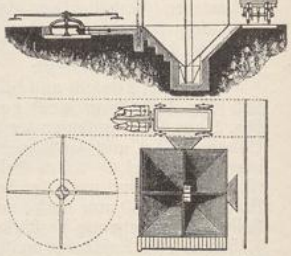


Fig. 8 und 9. Steppenelevator.

fache eine Folge des Sammel- oder Warrantsystems, das von den Handelskammern und von den großen Mühlen mit außerordentlichem Erfolg ins Leben gerufen ist. Es sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika etwa 600 große Kornspeicher vorhanden, deren jeder über 10000 t faßt, nebst einer Unzahl kleiner und kleinster Anlagen für die Lagerung und Unterhaltung des Getreides. Fig. 8 und 9 veranschaulichen einen solchen kleinen, oft nur mit Göpelbetrieb ausgerüsteten Silo, wie man sie insbesondere in der Nähe von Minneapolis zu Tausenden antrifft. In diese Steppenelevatoren („Country-Elevators") wird das Getreide durch Landfuhrwerk (vgl. Kipper, Fig. 1 und 2) angefahren und nach einer ziemlich groben Vorreinigung in die Zellen geschüttet. Aus diesen kleinsten Sammelstellen gelangt das Getreide dann mit der Bahn zu den an den Haupteisenbahnlinien gelegenen größeren („Transfer-") Elevatoren und endlich zu den sogenannten „Terminals" an den Fluß-, See- und Ozeanhäfen. Als Beispiel eines großen nordamerikanischen Silospeichers sei hingewiesen auf den „Great Northern-Elevator" in Buffalo [15] (vgl. Rutschen, Fig. 13). Die großen Zellen von 16 m Höhe und 3 m Durchmesser fassen je 1860 t, die kleinen, in den Zwickeln zwischen den großen Behältern befindlichen Silos je etwa 300 t. — Ein andres Beispiel moderner und verhältnismäßig sorgfältiger Silokonstruktion ist der in Fig. 10 dargestellte Speicher der Concret Elevator Co. in Minneapolis, Minn. Die Zellen sind hier aus Beton mit eingelegten Eisenringen (Concret) hergestellt. Oben und unten liegen die Transportbändertunnel; zwischen je zwei Zellenreihen läuft ein Band, das nach links und rechts das Getreide an der gewünschten Stelle

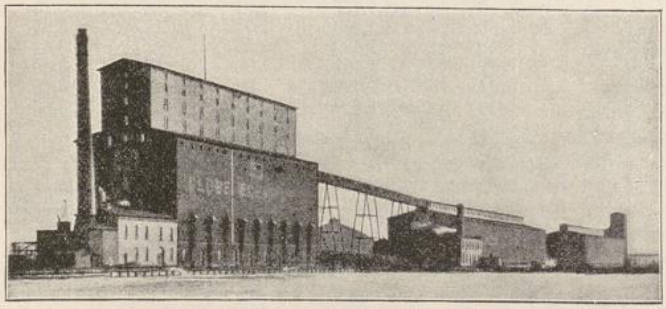


Fig. 11. Speicher mit zwei Annexbauten, Globe-Elevatorsystem, West-Superior, Wisc.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abwirft und so die Zellen füllt. Der Fassungsraum des Speichers beträgt etwa 200 000 Bushel (5300 t).

Als eine Vereinigung der älteren Normalform und der neueren mit getrennt aufgestellten Zellen ist das sogenannte Annexsystem zu erwähnen. An den normalen Hauptspeicher mit Kuppel und Silozellen im unteren Teil werden mit Hilfe von Bandtransporteuren weitere Gebäude angeschlossen, Annexbauten, die nur aus Lagerräumen bestehen und keine eignen Arbeitsräume haben. Die Verteilung und Entnahme bei diesen Zellen wird lediglich durch die vom Hauptspeicher betriebenen Bänder besorgt. Fig. 11 zeigt eine derartige Verbindung von drei Gebäuden, der Peavey Co. in

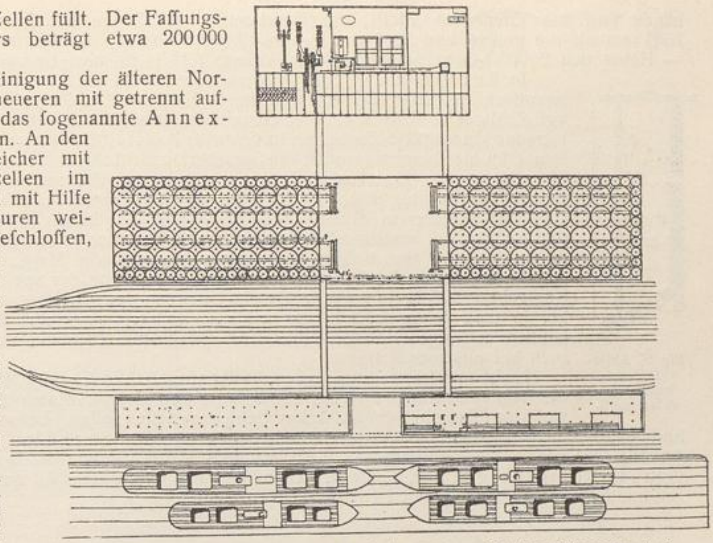


Fig. 12. Getreidespeicher in Buenos Aires, gebaut von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig (Grundriß).

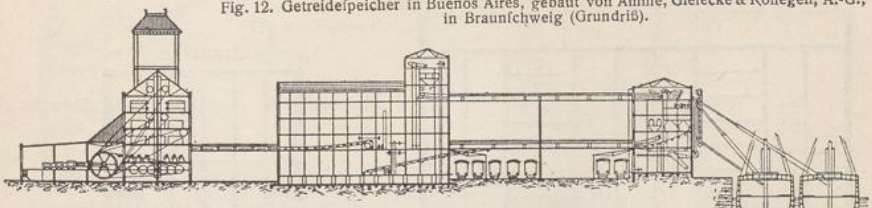


Fig. 13. Querschnitt durch die Gesamtanlage.

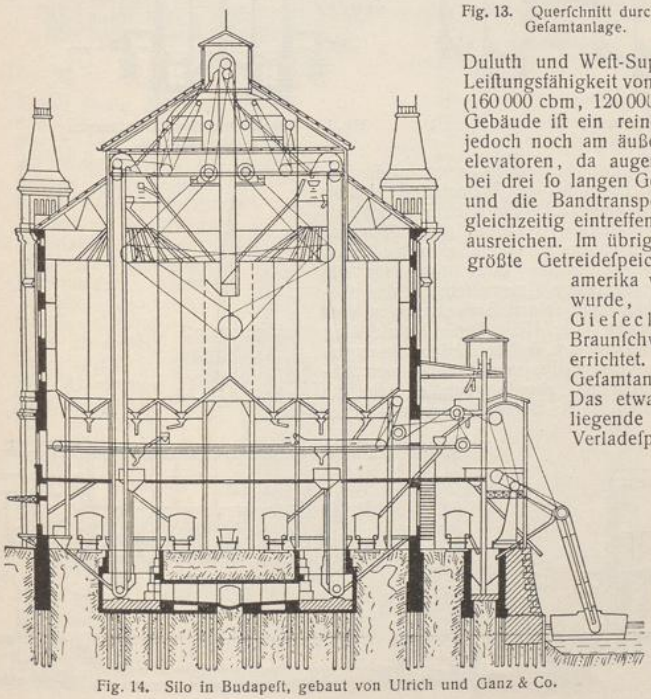


Fig. 14. Silo in Budapest, gebaut von Ulrich und Ganz & Co.

Duluth und West-Superior gehörig, von einer Leistungsfähigkeit von zusammen 4 500 000 Bushel (160 000 cbm, 120 000 t Getreide). Das mittlere Gebäude ist ein reiner Annex, das letzte besitzt jedoch noch am äußeren Ende zwei Empfangselevatoren, da augenscheinlich die Entfernung bei drei so langen Gebäuden doch zu groß wird und die Bandtransporte zur Bewältigung der gleichzeitig eintreffenden Getreidemengen nicht ausreichen. Im übrigen s. a. [16]. — Der an sich größte Getreidespeicher, der bisher in Südamerika von Deutschland aus gebaut wurde, ist 1902/03 von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., Braunschweig, in Buenos Aires errichtet. Eine Vorstellung von der Gesamtanlage geben Fig. 12 und 13. Das etwa 100 m vom Kai entfernt liegende Hauptgebäude ist mit den Verladespeichern am Ufer durch zwei eiserne Brücken, in denen Transportbänder laufen, verbunden. Hinter dem im mittleren Teil als Bodenspeicher, in den Flügeln als Silo ausgeführten, 40 000 bezw. 60 000 t Schwerfrucht fassenden Hauptgebäude sind das Kraftwerk sowie eine Mühle (tägliche Vermahlung 420 t Weizen) angeordnet. Sämtliche Ge-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bäude sind aus Eisenbeton erstellt; der Durchmesser der Zellen beträgt von Mitte zu Mitte 7684 mm für die großen und 3842 mm für die kleinen Caissons; die Schütthöhe beträgt 16,6 m. — Ueber den 24000-t-Getreideausfuhrsilo in Rosario s. [17]; im übrigen vgl. a. [18].

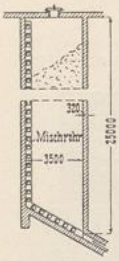


Fig. 15. Ablieferungsmischzelle (Liverpool).

In Europa dienen zum Lagern des zur Ausfuhr bestimmten Getreides hauptsächlich die großen Kornspeicher in Rußland (Odessa [19], Riga [20] u. a.); vgl. Zahlentafel III, S. 131. Viel Getreide geht auch aus den Ländern im Südosten Europas hinaus [21]: Silobauten in Galatz, Braila, Constanza (Rumänien) u. s. w; ferner sei hier hingewiesen auf die Speicher in Budapest, Wien, Großwardein, Mezöhegyes, Szatmar, Fiume, Burgas (Bulgarien) u. s. w. [22]. Der Budapester Elevator (Fig. 14) [23] (wie die in Fiume, Großwardein u. s. w., als auch der Speicher in Kopenhagen [Zahlentafel III]) haben ihre Bauart gemein mit den meisten der amerikanischen Silos. Diese Speicher erreichen infolge ihrer Gleisdurchführungen eine bedeutend größere Höhe als die Magazine, bei denen die Anfuhr an der Außenseite des Hauses erfolgt (Typus der Speicher am Rhein, von Königsberg u. s. w [s. unten]). Da der Unterbau gewöhnlich der teuerste Bestandteil ist, so muß seine Ausdehnung nach Möglichkeit eingeschränkt werden; indessen können wichtige Gründe selbstredend für gewisse Fälle die amerikanische Bauart auch bei uns rechtfertigen.

Nicht minder wichtig und großartig eingerichtet sind die Magazine zum Lagern des von auswärts eingeführten Getreides, welche einem ständigen oder zeitweiligen Mangel innerhalb weiter Gebiete abhelfen sollen. Besonders hervorzuheben sind unter ihnen die umfangreichen Handelsspeicher in den Seehäfen Manchester (von Amerika aus gebaut) [24], Liverpool, London, Antwerpen, Amsterdam, Kopenhagen, Genua, Königsberg u. s. w. sowie in den namentlich in Deutschland am Ende des vorigen Jahrhunderts rasch aufgeblühten Flußhäfen (s. unten).

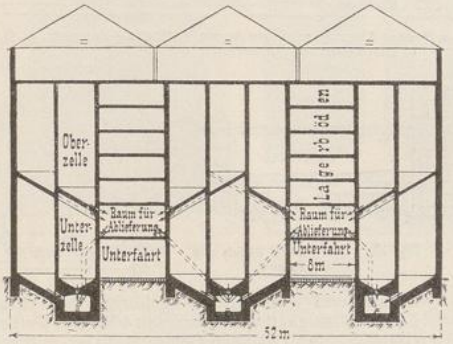


Fig. 16. Getreidespeicher der Liverpool Grain Storage and Transit Company, Ltd.

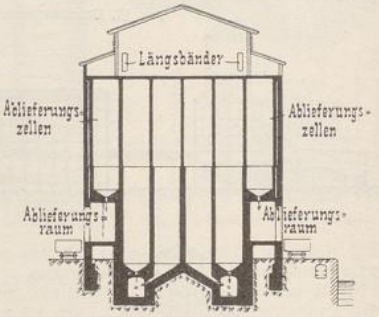


Fig. 17. Getreidespeicher in Antwerpen am Bassin Lefebvre.

Liverpool ist in bezug auf die Getreideeinfuhr der bedeutendste Hafen Englands [25]. Für Getreide mit viel Beimischung von Stroh und Hülsen sind in den älteren Speichern einzelne Zellen mit besonderer Vorrichtung für die gleichmäßige Untermischung des Getreides mit seinen Beimengungen vorhanden (Fig. 15). Diese Vorrichtung soll bewirken, daß bei Teilablieferungen aus den Zellen auch die letzten Ablieferungen ebenso ausfallen wie die ersten. Die Bauart neuer englischer

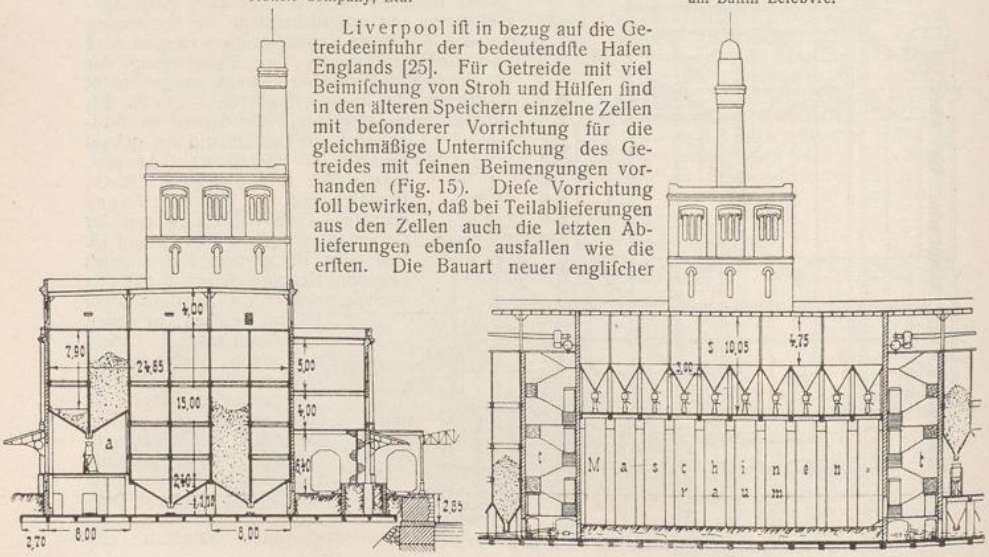


Fig. 18 und 19. Silospeicher in Genua, gebaut von G. Luther, A.-G. in Braunschweig.

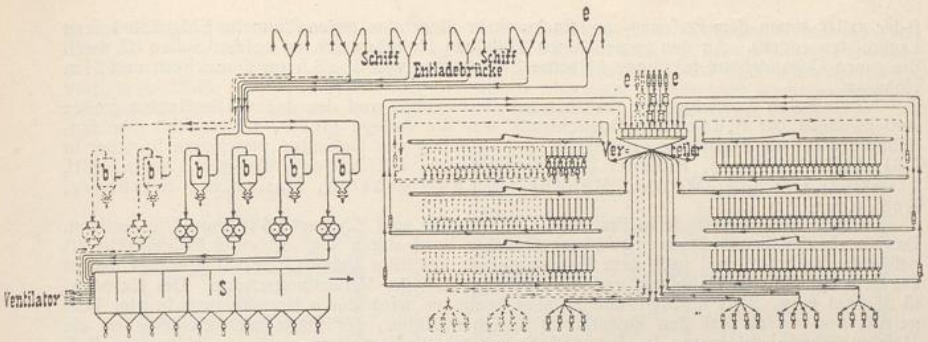


Fig. 20. Diagramm des Silospeichers in Genua. *b* Saugluftbehälter. *e* Fördertürme. *s* Staubkammer.

Getreidesilos zeigt Fig. 16, während Fig. 17 einen Schnitt durch den sehr gediegen ausgeführten neuen Silo in Antwerpen darstellt. Ueber die großen Bauten von Unruh & Liebig, Leipzig, in Amsterdam und Rotterdam bezw. Kopenhagen vgl. [26] bezw. [27].

Der bedeutendste Silospeicher Italiens bezw. der größte Getreidespeicher Europas (Fig. 18 und 19) ist von G. Luther, A.-G. in Braunschweig, in Genua gebaut und im Herbst 1901 in Betrieb genommen [28]. Die ersten Entwürfe für den Speicher rühren her von den Ingenieuren A. Cariffimo und G. Crotti in Mailand. Er bedeckt eine Fläche von 7155 qm und ist auf einer 216,5 m langen, 37,5 m breiten und 75 cm starken, aus Eisen und Zement bestehenden Grundplatte erbaut, die sich unmittelbar auf den eingeebneten und gestampften gewachsenen Boden legt. Bei gefüllten Zellen wird an

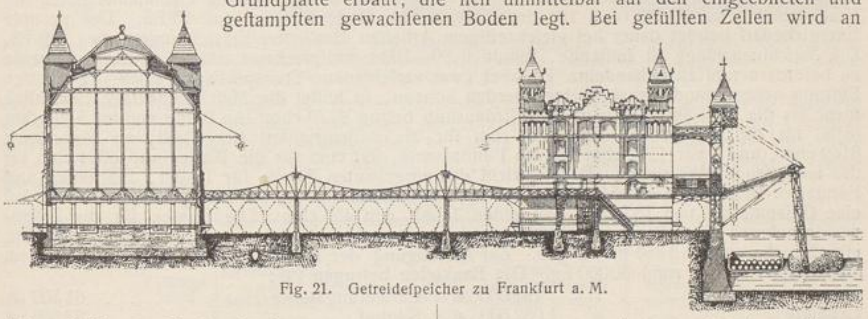


Fig. 21. Getreidespeicher zu Frankfurt a. M.

keiner Stelle ein Flächendruck von 1,6 kg/qcm überschritten. Fig. 20 gibt ein Schaubild von der Wirkungsweise der mechanischen Einrichtung. — Holz ist der Feuersicherheit halber beim Bau völlig ausgeschlossen worden, und zahlreiche Wasserleitungen, Feuermelder, selbsttätige Löscheinrichtungen u. s. w. [4] sind eingebaut und aufgestellt. Die Aufnahmefähigkeit der Anlage wird nach dem völligen Ausbau rund 50000 t betragen; vgl. a. die Zahlentafel III, S. 131. — Zwei Schiffe zu je 2500 t sollen durch die 450 t/st fördernden Saugelevatoren in rund 11 Stunden gelöscht

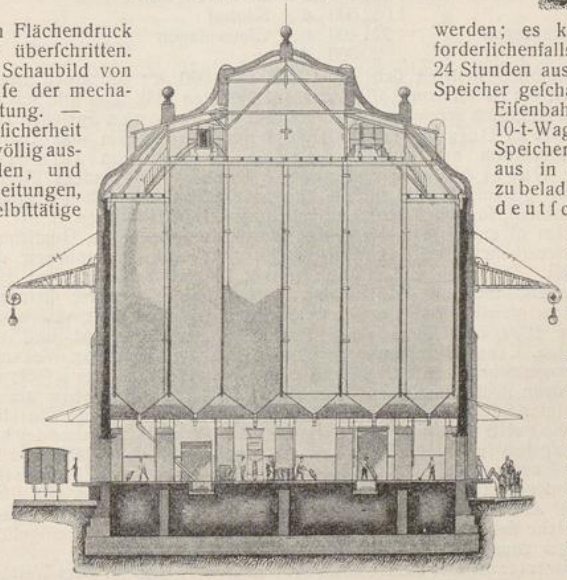


Fig. 22. Querschnitt durch das Silogebäude zu Frankfurt a. M., gebaut von Gebrüder Weismüller und Simon, Bühler & Baumann in Frankfurt a. M.

werden; es könnten also erforderlichenfalls 10000 t in 24 Stunden aus Schiffen in den Speicher geschafft werden. Ein Eisenbahnzug von 24 10-t-Wagen ist aus dem Speicher oder vom Schiff aus in rund $^1/_2$ Stunde zu beladen. — Der größte deutsche Getreidespeicher ist von Kapler, Berlin, ca. 4 km westlich von Königsberg am Pregel errichtet. Die Anlage vermag etwa 40000 t aufzunehmen; hiervon entfallen 35000 t auf Bodenlagerung und 5000 t auf Silos. Der Speicher zerfällt in vier getrennte Betriebe mit vier Einnahme- und vier Schiffsverladestationen, deren

jeder außer einem dem Personen- und Sackverkehr dienenden freien Raum im Erdgeschoß neun Lagerböden enthält. An den gemeinsamen Mittelbau schließen sich zu beiden Seiten 32 durch die ganze Gebäudehöhe reichende hölzerne Silofchächte von 3 × 3,5 qm Querschnitt und 24 m Höhe an.

Eine Folge des steigenden Verkehrs auf den Strömen und des dadurch bedingten großen Aufschwunges der Flußhäfen Deutschlands war die Anlage großer, mit maschinellen Einrichtungen für die Förderung, Reinigung und Lagerung des Getreides versehenen Speicher in Cöln [29], Duisburg, Ruhrort [30], Uerdingen, Düsseldorf, Bingen, Mainz [31], Frankfurt a. M. [32], Worms, Mannheim, Ludwigshafen, Karlsruhe, Straßburg, Kehl u. s. w.

Das neue Silogebäude in Frankfurt a. M. (Fig. 21 und 22) liegt 85 m vom Ufer entfernt. Das durch den Schiffselevator gehobene Getreide wird durch ein auf einer Brücke (Fig. 21) gelagertes Transportband nach dem Maschinenraum des Silos geführt. Der Silospeicher besteht aus dem eigentlichen Hauptbau und einem Anbau für die Verwaltungsräume. Der Hauptbau ist 95,40 m lang, 24,77 m breit und 29,50 m hoch; er wird durch Brandmauern in vier Teile geteilt, von denen drei den eigentlichen Speicher bilden, der vierte und kleinere Teil die Maschinenräume aufnimmt. In den drei Speicherabteilungen liegt unten in Höhe des Erdgeschosses der 4,15 m hohe durchgehende Absackraum, an dessen Decke die Ausläufe der einzelnen Silozellen sichtbar sind (Fig. 22). Diese liegen darüber in sechs parallelen Reihen. Die Höhe der Zellen beträgt bei den vier Mittelreihen 15,50 m und bei den beiden äußeren Reihen 13,00 m; hierzu kommt bei allen Zellen noch die Höhe der Trichter mit 1,40 m. Der Fassungsraum der einzelnen Zellen wechselt zwischen 45 und 160 t. Im ganzen sind 204 Zellen vorhanden, in denen rund 20000 t eingelagert werden können. Zum Antrieb der Maschinen dienen eine Reihe Elektromotoren mit einphasigem Wechselstrom. Der Arbeitsbedarf stellt sich für den Schiffselevator und das Transportband im alten Lagerhaus auf 30 PS., für das Brückenband, den Eingangselevator und den Exhaustor auf 22 PS., für sämtliche Bänder im Silo auf 40 PS., für die Reinigungsmaschinen nebst zugehörigem Elevator auf 30 PS., für die Gebläsemaschinen der Krankenzellen auf 30 PS. und für den Elevator im Bodenspeicher auf 10 PS. Der gesamte Energiebedarf beträgt daher bei gleichzeitigem Arbeiten sämtlicher Einrichtungen etwa 200 PS. Die Maschinenanlage ist imstande, stündlich 90—100 t (entsprechend 800—1000 Sack) Getreide zu befördern und zu behandeln. Da aber zwei verschiedene Transportwege ohne gegenseitige Störung nebeneinander zurückgelegt werden können, so leistet die Maschinenanlage tatsächlich mehr als die angegebene Menge. Der Erdaushub betrug 9170 cbm. An Beton wurden 7594 cbm (5153 für die Fundamente und 2541 cbm für die Zellentrichter) hergestellt, an Mauerwerk 8149 cbm, und zwar 1104 cbm für die Fundamente, 991 cbm für die Pfeiler und 6054 cbm für das aufgehende Mauerwerk. Das Gewicht des eingebauten Eisens für Träger, Flacheisen und Formeisen beläuft sich auf 513500 kg. Das Verbandholz für die Balkenlagen und Dächer hat eine Gesamtlänge von 16123 m und einen Inhalt von 450 cbm. Die Bohlen für die Zellenwände nehmen einen Raum von 3409 cbm ein und würden, der Länge nach aneinander gereiht, eine Strecke von 415350 m belegen. Zur Befestigung der Bohlen dienten 2550000 Nägel im Gesamtgewicht von rund 30000 kg. Die Baukosten betrugen für:

Grunderwerb	181000 ℳ.	Entleerungsrohre	61500 ℳ.
Gebäude	1052800 ℳ.	Silohof	33500 ℳ.
maschinelle Einrichtungen . .	221400 ℳ.	Gleisanlagen	77900 ℳ.
Transportbrücke	20000 ℳ.		

Die Gesamtkosten beliefen sich daher auf 1648000 ℳ.; für einen Sack des Fassungsraumes ergibt sich ein Anteil von 8,37 ℳ. der Anlagekosten [33]. Der Silo hat eine Bauzeit von nur $1^1/_2$ Jahren in Anspruch genommen [34]. — Ueber den schönen Speicher zu Worms s. [35].

Im Gegensatz zu Duisburg und Ruhrort sind Mannheim und Ludwigshafen das südliche Getreidezentrum am Rhein. Zahlreiche Speicher von Jelmoli & Blatt und G. Luther [10], Nagel & Kaemp, Unruh & Liebig und andern Firmen sind in den letzten Jahren dort gebaut, sowohl für die Großherzoglichen Badischen Staatsbahnen als auch für die Pfälzer Bahnen, für die Pfälzische Bank und viele Privatfirmen.

Mannheim ist unbestritten der größte Weizenhandelsplatz in Deutschland; es ist aber auch im Getreideverkehr überhaupt nach Berlin und den Ostseeplätzen der bedeutendste Umschlagplatz [36]. Der vom Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) in Hamburg für die badischen Staatseisenbahnen am Mühlauhafen in Mannheim gebaute Getreidespeicher ist so eingerichtet, daß zu gleicher Zeit 100 t Getreide stündlich empfangen, verwogen, gereinigt und gelagert, weitere 100 t umgestochen und 72 t verwogen, abgesackt und verladen werden können [37]. Vgl. a. Elevator (Becherwerk). — Ueber die von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M. am Metzgertorhafen zu Straßburg erbauten Getreidespeicher s. [38]; zu Anfang dieses Jahrhunderts ist dann nach den Plänen von Ott und Unruh & Liebig am Sporeninselhafen ein neuer vereinigter Silo- und Bodenspeicher entstanden, der wichtige Einzelheiten zeigt [39]. Auch der von Nagel & Kaemp, Hamburg, in Kehl erbaute Speicher sei hier erwähnt [40]. Ebenfalls in Magdeburg [41], Dresden (König-Albert-Hafen) [42] und in Berlin [43], Hamburg [44], Bremen [45], Lübeck [46], sowie in Breslau [47] und Stettin sind großartige Getreideförder- bezw. -lageranlagen entstanden. Diese Speicher mit ihren maschinellen Einrichtungen für Annahme, Vorreinigung, Verwiegung, Lagerung und Abgabe von Getreide sind es auch, welche sich die deutsche Landwirtschaft für die seit 1896 eingeführten Kornhäuser mehr oder weniger zum Vorbilde genommen hat.

Daß landwirtschaftliche Kornhäuser in Deutschland an dem Weltmarkte bezw. dem Weltmarktpreise nichts Wesentliches ändern können, muß ja zugegeben werden; innerhalb dieses großen internationalen Rahmens bleibt aber noch ein gewisser Spielraum für das Lokalgeschäft,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in den fich gut geleitete Kornhäufer vorteilhaft für die Intereffenten hüben und drüben einreihen können. Sie ermöglichen 1. eine gute Lagerung und Bearbeitung, 2. eine fofortige Beleihung mit einem Teil des Wertes, 3. Zufammenftellung großer Poften gleichartiger Ware und damit Vertragsabfchlüffe auf große Poften an große fichere Abnehmer, 4. Abwarten günftiger Verkaufskonjunkturen und 5. fofortige Abgabe der verkauften Poften mit geringften Unkoften [48]. —

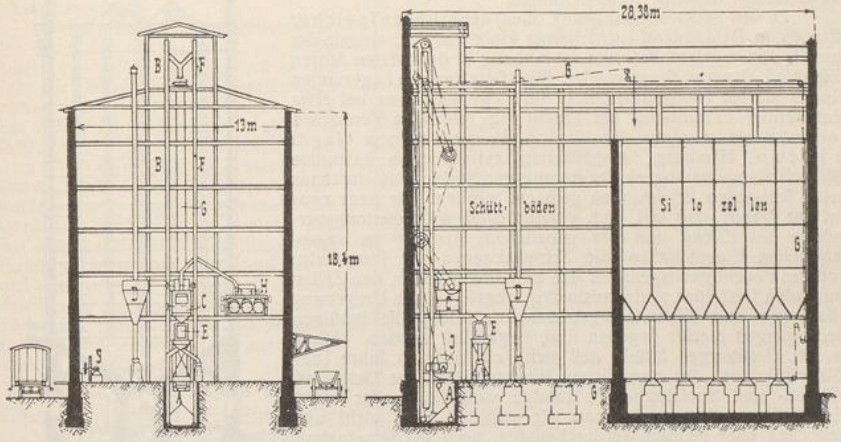


Fig. 23 und 24. Getreidefpeicher für 2000 t von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M. (Pommerfche Landwirtfchaftl. Hauptgenoffenfchaft). *A* Einfchütttrichter. *B* Becherwerk. *C* Vorreinigungsmafchine. *D* Staubfammler. *E* Selbfttätige Wage. *F* Becherwerk. *G* Gurtförderer. *H* Spezialreinigungsmafchine. J Motor.

Seit 1896 haben die Regierungen der meiften Bundesftaaten begonnen, dem berechtigten Wunfche der Landwirtfchaft nach folchen Kornhäufern nachzukommen. So find z. B. von der pommerfchen landwirtfchaftlichen Hauptgenoffenfchaft in Stettin bis zum Beginn des Jahres 1898 dreizehn derartige Speicher gebaut bezw. geplant (Fig. 23 und 24), von denen Zahlentafel II einige wichtige Zahlen gibt.

Zahlentafel II.

Ort	Koften für: Faffungsraum t	Grunderwerb und Auffchüttung M.	Gründung M.	Gleisanfchluß M.	Bauliche und mafchinelle Einrichtung M.		Verfchiedenes M.	Insgefamt M.	Preis [1]) für 1 t Faffungsraum M.
Colberg	1500	250	—	5100	60807,92	26970	9072,08	102500	68,33
Anklam	4000	6973,35	47514,87	23500	198991,38		20020,40	297000	74,25
Stargard	2000	9520	3161,92	7000	100000		7048,08	127000	63,50
Schivelbein . .	800	2500	—	8800	39424,55	19130	7145,45	77000	96,25
Gramenz . . .	800	100	—	2842	38947,04	19130	10980,96	72000	90,00
Stolp i. P. . . .	2000	8100	—	4600	85000	24900	17400	140000	70,00
Pyritz (Fig. 23, 24)	2000	11207,45	—	6300	100000		16492,55	134000	67,00
Plathe	1500	679,50	—	3700	59000	26970	15650,50	106000	70,66
Barth	3000	3600	44000	9500	150000		23900	231000	77,00
Callies	800	900	—	6500	37620	19130	3850	68000	85,00
Falkenburg . .	800	100	—	2842	43683	19130	6245	72000	90,00
Neuftettin . .	1500	—	—	10000	—	26970	—	100000	66,66
Belgard	1500	—	—	—	—	26970	—	118231	78,82

[1]) Um diefe Preife vergleichen zu können mit den für ein großes Getreidelagerhaus gebräuchlichen (f. a. Frankfurt a. M.), fei erwähnt, daß in Königsberg (f. oben) der Preis für 1 t Faffungsraum bei Annahme von 37500 t rund 65 M. beträgt. Dabei muß aber berückfichtigt werden, daß dort fehr fchlechter Baugrund vorhanden war, fo daß allein für die Gründung des Speichers rund 253200 M. verausgabt wurden. Rechnet man daher etwa 7 M. von obiger Summe ab, fo würde fich der Preis für 1000 kg eingelagerter Frucht auf rund 58 M. ftellen. Diefe den normalen Satz für derartige Anlagen um ungefähr 3 M. überfteigenden Koften find verurfacht durch die von vornherein für einen wefentlich größeren Zukunftsbetrieb vorgefehenen Verladevorrichtungen und Kraftanlagen.

Bezüglich der Mühlenfpeicher fei verwiefen auf [49]. Vielfach ift die Mühle mit dem Silo- oder Bodenfpeicher vereinigt (vgl. z. B. Fig. 12); oft jedoch bildet der Speicher einen felbftändigen Teil der Anlage, der nur durch entfprechende Fördereinrichtungen mit der Mühle verbunden ift. Die allerverfchiedenften Formen kommen dabei vor. Es fei erwähnt, daß auch runde gemauerte Silos gebaut find, beifpielsweife bei einer Mühle in Spanien (Nagel & Kaemp, Hamburg). Der in Fig. 25 im Querfchnitt dargeftellte Silo ift 1896 von G. Luther, Braunfchweig, in Verbindung mit einer großen Mühlenanlage in Venedig gebaut. Das Hauptgebäude (60,5 m lang, 12,5 m breit und 29,5 m hoch) wird durch eine Mauer in zwei Teile getrennt, von denen der eine mit einer äußeren Länge von rund 11 m in Geftalt eines Turmes erbaut ift. Der Turm enthält zwei Elevatoren, felbfttätige Wagen, einen Aufzug und die Antriebs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorrichtungen für die Elevatoren und Bänder. Der andre Teil des Speichers enthält 22 Silozellen von 2,2 × 10,7 m Querschnitt und 21,5 m Durchschnittshöhe. Die Gesamtlagerfähigkeit in den Zellen beträgt 8000 t Weizen. Zwei dieser Behälter dienen zur Vorbereitung des täglichen Bedarfs für die Mühle. Besonders bemerkenswert ist der Silo durch die Bauart der Wände, die senkrecht stehende Kappen bilden.

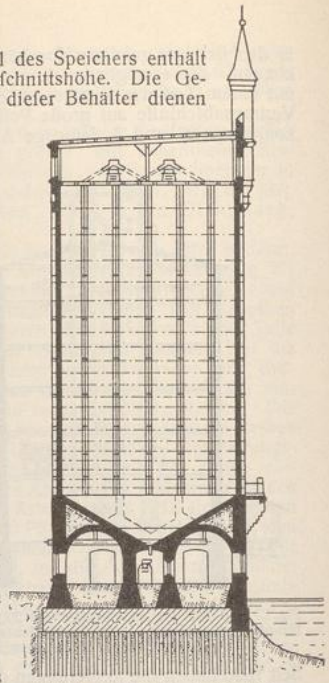


Fig. 25. Mühlensilo in Venedig, gebaut von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

Zu den Zellenwandungen (s. oben) der Mühlenspeicher ist auch in Deutschland nicht immer Holz benutzt; wegen der großen Feuersgefahr hat man sehr häufig in den letzten Jahren Eisen und Mauerwerk verwendet. Einerseits sind die Lagerungen kleiner als bei Handelsspeichern, und zweitens kann bei etwa eintretender Erwärmung der Frucht ein sofortiges Vermahlen vorgenommen werden. So sind z. B. mit den von Nagel & Kaemp, Hamburg, ausgeführten zylindrischen Eisensilos (950 t Fassungsvermögen) der Bernburger Saalemühle durchaus keine schlechten Erfahrungen gemacht worden. Es liegt zwar auf der Hand, daß bei dem vorzüglichen Wärmeleitungsvermögen des Eisens und des gänzlichen Mangels an hygroskopischen Eigenschaften alle Schwankungen der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft sowie des in den Zellen lagernden Getreides verhältnismäßig schnell auf die Umgebung übertragen und Niederschlagsbildungen, sofern die sonstigen Bedingungen hierfür gegeben sind, begünstigt werden. Allein in der Bernburger Mühle ließ sich, als dort im Jahre 1889 (März bis Mai, der eigentlichen Wachsperiode des Getreides) Mühlen- und Speicherbetrieb infolge von Hochwasser völlig eingestellt werden mußte und die gefüllten Silos nicht umgestochen oder gelüftet werden konnten, nach Wiederaufnahme des Betriebes nur feststellen, daß die unterste Fruchtschicht an der Oberfläche der Zellenböden anklebte, jedoch nicht ausgewachsen war. Weitere Feuchtigkeitserscheinungen wurden weder damals noch bisher wahrgenommen. Dagegen hat das Auftreten der Bildung von Wassertropfen und ein Abfluß an den äußeren Zellenwänden beobachtet werden können. Die zuweilen eingetretene Erwärmung der Frucht soll stets durch alsbaldiges Umstechen des Zelleninhaltes völlig unschädlich gemacht werden können. Man ist geneigt, diese günstigen Ergebnisse namentlich auf die mit der Reinigung verbundene kräftige Lüftung der Frucht sowohl bei der ersten Annahme als auch bei jedesmaligem Umstechen, sowie weiterhin auf die vorgesehene Lüftung des allseitig freien Raumes über den Silozellen zurückzuführen, wodurch reichliche Gelegenheit gegeben ist, das umgestochene Getreide mit der frischen Luft in Berührung zu bringen. Die gleiche Absicht ist erstrebt worden bei der Anordnung des Fußbodens über den Silozellen, der nicht gedielt, sondern aus gehobelten Brettern mit 3 cm weiten Zwischenräumen hergestellt ist. Durchschnittlich wird alle 14 Tage umgestochen (im Sommer häufiger als im Winter).

Gleichfalls von Nagel & Kaemp ist der 3200 t Getreide fassende Silospeicher des Kommerzienrates Kiesekamp in Münster gebaut. Für die Zellenwandungen wurde hartes Mauerwerk (Klinker) mit Eiseneinlagen [50] (Musterschutz des Architekten W. Rinklake in Münster i. W.) verwendet. Der Silospeicher in Münster war früher mit Holzschächten versehen, brannte im Jahre 1893 ab, wurde 1893/94 in Mauerwerk wieder aufgeführt und hat sich seit der Zeit im Betriebe vorzüglich bewährt. Der jährliche Umsatz beträgt 30000 t (viel deutsches Korn). — Von Gebrüder Seck, Dresden, ausgeführte Siloanlagen befinden sich unter anderm in Riesa (3200 t), Zeitz (1200 t), Dortmund (2100 t), Thorn (1000 t), Bergen [Norwegen] (2500 t), Riga (650 t), Namur (3000 t), Montélimar (1600 t), Brüssel (1000 t), Budapest (1500 t), Kristinehamn [Schweden] (1800 t), Marseille (2400 t) u. s. w.

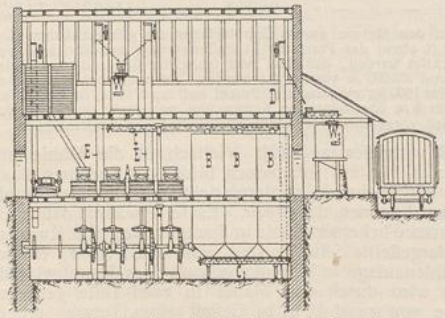


Fig. 28. Zementfabrik (Silos für Zement).

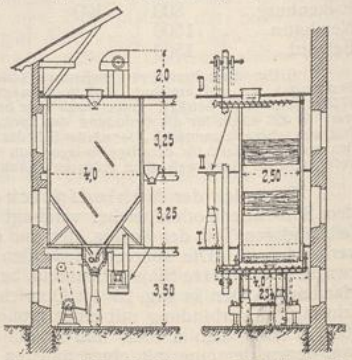


Fig. 26 und 27. Mehlsilos von C. G. W. Kapler in Berlin.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zum Schluß fei der Ueberficht halber und um Vergleiche zu ermöglichen, in Zahlentafel III eine Zufammenftellung der Hauptabmeffungen einer Reihe von bemerkenswerten Speichern, darunter die befprochenen, zufammengeftellt.

Wenn nun auch zugegeben werden muß, daß andre Länder, vor allem Amerika, in dem Umfang und in der Zahl der Getreidefpeicher Deutfchland voraus find, fo hat fich doch fchon in den 1870er Jahren, befonders aber feit 1880, der Getreidefpeicherbau in Deutfchland ganz bedeutend entwickelt, und es herrfcht in den Einzelkonftruktionen eine Gediegenheit der Ideen und Ausführungen, welche von den amerikanifchen Einrichtungen bei weitem nicht erreicht wird, und das ift auch der Grund, weshalb großartige Hafen- und Speicheranlagen des Auslandes feit vielen Jahren mit Vorliebe deutfchen Ingenieuren zur Ausführung übertragen werden.

Außer für Getreide werden Silos vornehmlich verwendet für Mehl [51], Zement [52], Kalk [53], Müll, Staub u. dergl. [54], Malz [55] (f. a. Druckluftförderer), Salz [56], Zucker [10], als Mifchfilos für Rübfamen u. f. w. [57]; insbefondere aber auch für Kohlen und Koks (f. unten); vgl. a. Hoch- und Tiefbehälter und Bodenfpeicher. Ueber Erzfilos f. [8] (Mörfch) fowie [69].

Im allgemeinen hält fich das Mehl in Säcken am beften, und auf größere Entfernungen wird es niemals lofe transportiert. Dennoch werden in Verbindung mit Mifchvorrichtungen und zur bequemen Abfackung heute vielfach Mehlfilos in großen Mühlen angewendet. Meift befinden fich die Mifchmafchinen unter den Ausläffen der Zellen. Die Silobehälter werden mit einem Faffungsraum von 2500 bis 11500 kg gebaut. Fig. 26 und 27 ftellen größere Kammern in Quer- und Längsfchnitt dar, und zwar für rund 20000 kg Faffung.

Wie die Mühlen, fo haben auch die meiften Mälzereien und Brauereien ununterbrochenen Betrieb, und da fie, was den Transport des Rohmaterials, d. h. der Gerfte und des Malzes, anbelangt, unter ähnlichen Bedingungen arbeiten wie jene, fo findet man in beiden ganz ähnlich ausgebildete Transport- und Lagereinrichtungen [55].

In der in Fig. 28 veranfchaulichten Zementfabrik wird der von den Mahlgängen *A* kommende fertige Zement durch Elevatoren *EE* gehoben und der Reutherfchen felbfttätigen Wage *W* zugeführt, aus der er in einer Schnecke *C* in die Silos *B* gelangt.

Zahlentafel III.

Stadt	S = Silo B = Bodenfpeicher	Länge des Gebäudes m	Breite des Gebäudes m	Höhe des Gebäudes m	Inhalt von S t	Gefamt-Inhalt von S und B t	Zahl der Zellen	Inhalt der Zellen t	Form der Zellen	Länge der Zellen m	Breite der Zellen m	Höhe m	Wandungsmaterial der Zellen	Jahr
Weft-Superior .	S	111	38	75	85000	85000	505	—	rechteckig	8,23—2,06	4,11—1,37	25,9	Eifen	1901
Buffalo . . .	S	122	37	39,5	64000	64000	87	1860—300	rund	11,6	Dmr.	21,4	„	1897/98
Manchefter . .	S	—	—	—	40000	40000	226	300—37	rechteckig	—	—	—	—	1898
Buenos Aires .	S und B	—	—	—	60000	100000	—	—	rund	7,7 und 3,8	Dmr.	16,6	Beton und Ziegel	1903
Liverpool (alt) .	S	75	60	27	48000	48000	317	210—52	fechseckig	3,66	lichte	24,4	Ziegel	—
„ (neu) .	S und B	52	40	31	—	—	45	—	quadratifch	4,5	Diagonale	27,4	—	—
Budapeft . . .	S	110	40	22,6	28000	3000	290	—	„	—	4,5	15	Eifen	1883
Riga	S und B	77,7	23,8	—	5500	8200	72	760	„	3,25	—	12,8	Holz	—
Antwerpen . .	S	100	22	—	26000	26000	145	240—80	rechteckig	4	3,25	22	Ziegel	—
Amfterdam . .	S und B	104,5	20,4	26	20000	16730	96	—	quadratifch	3,5	4	16	Holz	1897
Kopenhagen . .	S und B	52	31,5	39	13000	8000	36	200	rechteckig	4,5	3,5	20	Holz und Monier	1895
Genua . . .	S	211	32	22	50000	50000	344	130	„	4	3,8	15	Hennebique	1901
Königsberg . .	S und B	130	30	42	5000	40000	32	150	„	3,5	3	24	Holz	1897
Worms . . .	S und B	102	25	35	4500	11000	48	—	„	4,3	3,95	18	„	1892
Mannheim . .	S und B	50	28	18	2000	12000	56	180—45	quadratifch	3,6	3,6	19	„	1884
„ . . .	S und B	79	22	24	3250	10000	35	—	rechteckig	3,7	3,5	14	„	1897
Ludwigshafen .	S und B	125	24	—	5000	17000	82	—	quadratifch	4	4	12,5	„	—
Straßburg . . .	S und B	101	21,5	33	6300	14300	—	—	„	4	4	16	Hennebique	1901
Rofario . . .	S	—	—	—	24000	24000	120	200	„	—	—	—	Beton und Ziegel	1906

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Verfand wird er den letzteren mit Hilfe der Schnecke C_1 entnommen, durch den Elevator D gehoben und der Wage W_1 in einer Schnecke zugeführt. Jede Entleerung von W_1 gibt genau eine Sackfüllung. — Aehnlich ift der Vorgang in Traßmühlen, Thomasphosphatmühlen u. dergl. In diefen Fabriken ift vielfach auf die Entfernung des fchädlichen Zementftaubes große Sorgfalt verwendet. Eine Einrichtung in Stettin (Fig. 29), die fich feit 1886 beftens bewährt hat, beruht darauf, daß der Staub an der Stelle abgefogen wird, wo er entfteht, und zwar gefchieht das, wenn der Zement durch die Schnecke A aus der Mühle in den Silo B geführt wird und dabei die mit Staubteilen erfüllte Luft verdrängt. Diefe wird durch das Rohr C vermittelft des Saugers D (von rund 750 mm Flügelraddurchmeffer) abgefogen und in die Filterfchläuche E (von Neffel) geführt, die rund 200 qm Filterfläche haben. Der Druck in den Schläuchen darf nicht mehr als 15 mm Wafferfäule betragen. Die Luft geht durch diefe Filter ftaubfrei in den Raum des Speichers, während der Staub fich an den Innenwänden anfetzt. Täglich etwa zweimal, während der Sauger ftillfteht, wird der Staub durch Abklopfen mit langen Stöcken in ein daruntergeftelltes Gefäß entleert und der Produktion wieder zugeführt. Ift der Silo B gefüllt und foll fein Inhalt in Fäffer verpackt werden, fo öffnet man die Droffelklappe F, und der Zement ftrömt in den Zylinder G, welcher annähernd den Inhalt eines Faffes aufzunehmen vermag. Hierauf fchließt man die Klappe F, fetzt ein leeres Faß auf die Rüttelvorrichtung H und öffnet die Klappe I, fo daß der Inhalt des Zylinders G langfam in das Faß hineinläuft und feftgerüttelt wird. Die Luft, welche der in das Faß hineinftrömende Zement verdrängt und die wiederum mit feinften Staubteilchen ganz erfüllt ift, muß nun abgefogen werden, damit fie fich nicht dem Arbeitsraume mitteilt. Dazu dient das mit dem vorher erwähnten Sauger D verbundene Rohr L. An dem Zylinder G hängt ein Beutel M, der bis dicht über das Faß reicht, fo daß man gerade noch deffen allmähliche Füllung beobachten kann. Diefer Beutel dient dazu, die von den Seiten zuftrömende Luft etwas zurückzuhalten, fo daß der Sauger gezwungen wird, die Luft aus dem Faßinhalt abzufaugen. Ift der Zylinder G entleert, fo wird das Faß nahezu gefüllt fein. Durch Oeffnen der beiden Klappen kann der noch fehlende Betrag an Zement von dem Arbeiter, welcher fonft an dem Vorgange der Füllung unbeteiligt ift, leicht zugefetzt werden. Es wird nun die Klappe I gefchloffen, F geöffnet, und der Vorgang beginnt von neuem in der befchriebenen Weife. Vgl. Fig. 19 und 20 (Staubkammern) fowie [54] (Staub).

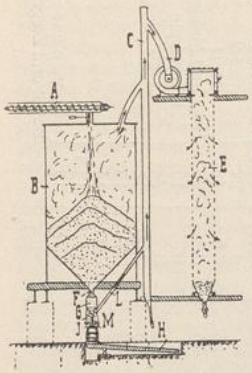


Fig. 29. Staubfilo der Stettiner Portlandzementfabrik.

Leider ftellten fich die Gebäudelager für Kohlen [58] bei den bisher verwendeten Bauftoffen, Stampfbeton- und Eifenkonftruktionen, meift recht teuer (f. unten). Erft in den letzten Jahren ift es durch die Verwendung des Eifenbetons als Baumaterial ermöglicht worden, „großräumige“ Silos für Kohlen und ähnliche Rohftoffe herzuftellen, welche diefe Lagerungsweife für weite Verwendungsgebiete wirtfchaftlich möglich machen. Außerdem führten die geftei gerten Löhne dazu, das Füllen und Entleeren der Lagerräume möglichft mechanifch zu bewerkftelligen und vor allem die langwierige Handarbeit bei dem meift viel läftigen und ungefunden Staub erzeugenden Wiederaufnehmen des Gutes zu befeitigen. Zwar laffen fich für die letztgenannte Arbeit in großen Betrieben vielfach mit Vorteil Greifer (f. d.) verwenden; doch find diefe nicht für alle fchüttbaren Brennftoffe brauchbar und bedingen außerdem eine geübte und forgfame Bedienung. Man wird daher befonders in weniger großen Betrieben vielfach eine Silolagerung für Kohlen vorziehen, da fich hierbei die Beförderung der Kohle zur Verbrauchsftelle durch gewöhnliche Schmalfpur- bezw. Hänge-

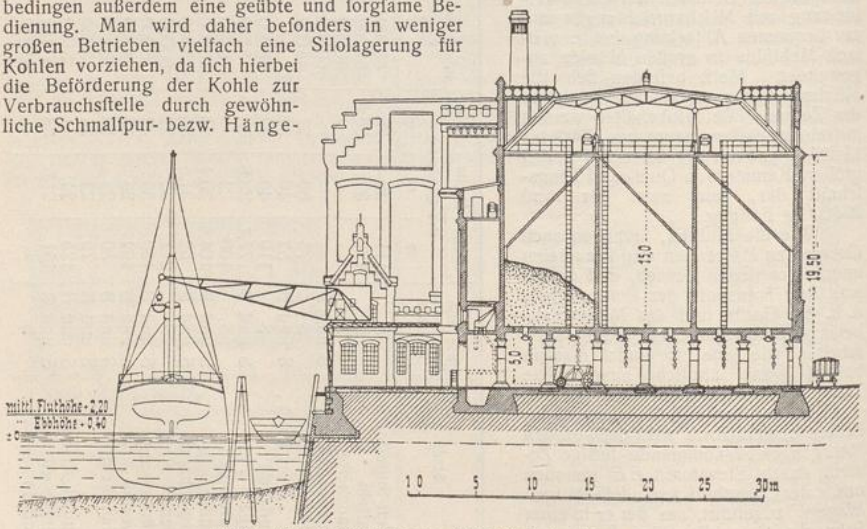


Fig. 30. Kohlenfilofpeicher von Poffehl & Co. in Altona.

bahnen, Förderrinnen, Gurtförderer u. f. w. (f. d. und Maffentransport) in fehr einfacher Weife bewerkftelligen läßt. — Befonders bei einigen in Zürich und Darmftadt infolge von Selbftentzündung entftandenen Kohlenbränden hat fich die Einrichtung der Silos vorzüglich bewährt; es konnten dort mittels der vorhandenen Förderrinnen die Behälter ohne weitere Unkoften in kurzer Zeit entleert werden. Ueberhaupt bietet die Lagerung der Kohle in Silos aus Eifenbeton, die durch feuerfichere Zwifchenwände in nicht allzu große Abteilungen getrennt find, den größten Schutz gegen die Selbftentzündung, und falls eine folche doch „eintreten" follte, gegen die weitere Ausbreitung des Brandes; denn fobald die Entleerungsvorrichtungen dicht fchließend ausgebildet find, kann ein Zutritt von Verbrennungsluft nur noch von obenher erfolgen.

Fig. 30 zeigt den 1896 in Betrieb gekommenen Kohlenhof von Poffehl & Co. in Altona. Der Speicher enthält fechs bis zur Straßenoberfläche reichende Silos von 21 m und neun von 15 m Höhe; jene haben einen Querfchnitt von 8,4 m × 6,68 m und faffen 1000 t; diefe haben

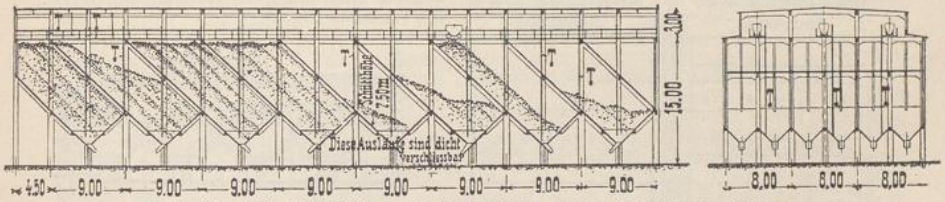


Fig. 31 und 32. Schütthöhe der Kohle bis 7,5 m. Inhalt jeder Tafche etwa 550 t.

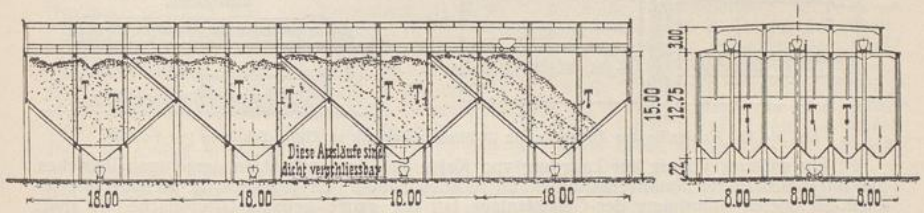


Fig. 33 und 34. Schütthöhe der Kohle bis 10 m. Inhalt jeder Tafche etwa 1000 t. T Rohre zum Temperaturmeffen.

Fig. 31—34. Kohlenfilos aus Eifenbeton (Bauart Gebr. Rank in München).

eine Grundfläche von 8,4 m × 8,8 m und können 800 t aufnehmen. — Damit in beftimmten Zeiträumen die in den verfchiedenen Schichten herrfchende Temperatur mittels Thermometers gemeffen werden kann, find fenkrechte eiferne Schlitzrohre in den Zellen angebracht; fo ift der immerhin möglichen Selbftentzündung der Kohlen am ficherften vorgebeugt [59]. — Aber nicht nur in Hafengebieten, fondern auch in andern Städten mit großen induftriellen Werken werden neuerdings umfangreiche Kohlenfpeicher zum Bedürfnis [60]. Die Ausnutzung fowohl des teuern Baugrundes in Städten als auch der Ladevorrichtungen bedingt, daß die Kohlenhaufen ftatt nebeneinander in gedeckten Räumen übereinander untergebracht werden; man hat alfo Kohlenfilos anzuwenden. Da jedoch mit der Lagerhöhe die Gefahr der Selbftentzündung wächft, fo dürfte fich bei folchen Anlagen eine vom Verfaffer vorgefchlagene Anordnung [61] oder die von der Firma Gebr. Rank in München für diefe Aufgabe nach Maßgabe der Fig. 31—34 gefundene Löfung [62] empfehlen. Die Kohle wird auf fchrägen (etwa unter dem Böfchungswinkel geneigten) Böden, die tafchenartig übereinander greifen, gelagert.

Bei der Unterbringung der Kohlen in Silos ift zur Entleerung der Zellen das eigne Gewicht der Kohlen nutzbar gemacht, was hinfichtlich der Bekämpfung von Kohlenbränden einen großen Vorteil bedeutet, während es bei den zu ebener Erde liegenden Haufenlagern (f. d.) umgekehrt deren Räumung erfchwert. Derartige Silobauten find in den letzten Jahren ausgeführt für die Gaswerke Darmftadt [63], Zürich [64], Bern, Haarlem, Kopenhagen, Elektrizitätswerk Brüffel u. f. w. Ferner ift 1907 ein folches Lagerhaus im ftädtifchen Gaswerk VI in Berlin-Tegel [65] für einen Faffungsraum von 170000 t gebaut. Diefer Kohlenfpeicher (f. Fig. 35), Bauart des Zivilingenieurs

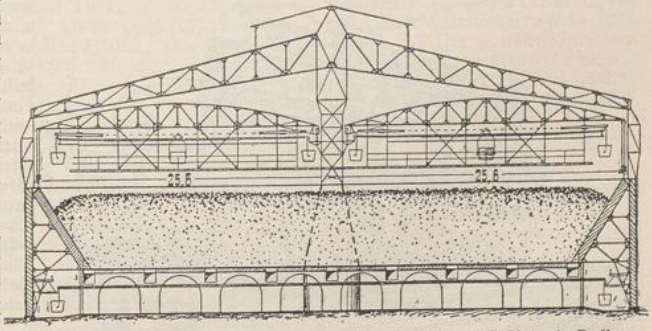


Fig. 35. Kohlenfpeicher des Gaswerks Tegel-Dalldorf (Bauart E. Meier in Berlin, D.R.P. Nr. 192976).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

E. Meier in Berlin, hat bei einer Breite von 52 m eine Länge von 574 m (!); welchen Umfang hiernach die (Bleichertſche) Hängebahnanlage des Kohlenſpeichers beſitzt, ergibt ſich aus der Tatſache, daß ſich in ihm nicht weniger als 2 km maſchinell betriebene Hängebahnen in den Längsſtrecken und 2,5 km handbetriebene Hängebahnen in den Querſtrecken, alſo im ganzen 4,5 km, befinden. Das Abziehen der Kohle erfolgt von dem Boden des Speichers, der zu dieſem Zweck in bekannter Weiſe mit Schrägausläufen verſehen iſt. Nur liegen dieſe nicht, wie bei Speichern mit Bodenentleerungen in den meiſten Fällen üblich, frei, ſondern ſie ſind in die Mittelpfeiler, die gleichzeitig als Abſtützung des unteren Schrägbodens dienen, eingebaut. Hieraus ergibt ſich unter anderm eine außerordentlich vorteilhafte Anordnung der Auslaufſchurren (vgl. Rutſchen, Fig. 6).

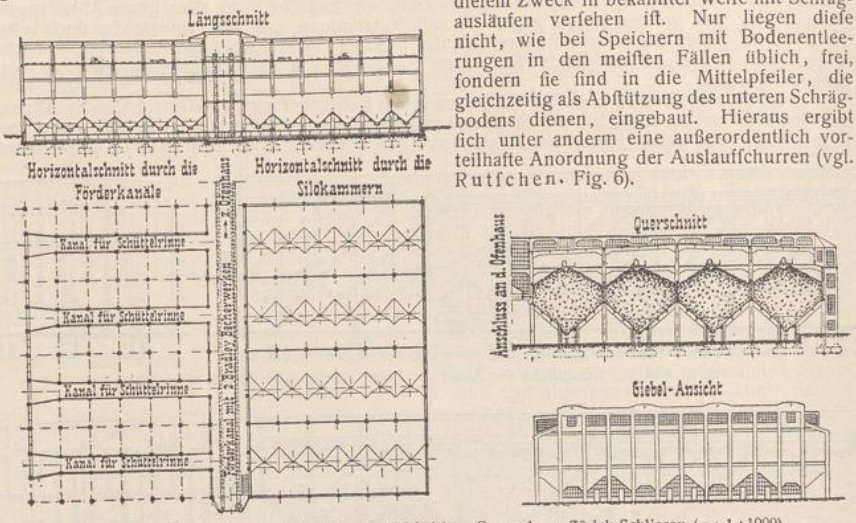


Fig. 36—39. Kohlenſilo aus Eiſenbeton im ſtädtiſchen Gaswerk zu Zürich-Schlieren (~ 1 : 1000).

Ein weiterer Vorzug der Lagerung von Kohle in Silos entſteht in denjenigen Betrieben, die mit beſchränkten Raumverhältniſſen zu rechnen haben. Es läßt ſich in dieſem Falle bei einer geeigneten Anordnung der Geſamtanlage faſt die ganze bebaute Grundfläche für andre Zwecke nutzbar machen, da die Förderkanäle zum Entleeren der Silos nur wenig Platz einnehmen. Bei den älteren Siloanlagen aus Stampfbeton war das nur in beſchränktem Maße möglich, weil dort die Unterbauten der Zellen zu ſchwer wurden, daher zuviel Platz fortnahmen und eine Tageslichtbeleuchtung der betreffenden Räume verhinderten. Bei Verwendung von Eiſenbeton als Bauſtoff ruhen hingegen die ſchrägen Siloböden auf verhältnismäßig dünnen Säulen und laſſen den ganzen Platz unterhalb des Kohlenlagers frei. Welche weiten und hohen Räume auf dieſe Weiſe gewonnen werden, veranſchaulichen Fig. 36—40. Derartige Silobauten ſind für die verſchiedenſten Induſtriezweige zur Lagerung von Kohle und ähnlichen Maſſengütern von Gebr. Rank, München, ausgeführt. Die Fig. 36—39 zeigen ein Kohlenlagerhaus, das die genannte Firma für das Gaswerk Zürich-Schlieren [66] in neueſter Zeit ausgeführt hat. Wie günſtig ſich die Baukoſten von Silobehältern in Eiſenbeton ſtellen, zeigt ein Vergleich der älteren dortigen Lageranlage [67] mit der neuen; der alte Silo hat bei etwa 14000 t Inhalt über 400000 ℳ gekoſtet, wohingegen ſich der Preis der neuen Anlage bei 18000 t Lagerfähigkeit nur auf rund 270000 ℳ beläuft. Vgl. a. Schwerkraftbahnen, Fig. 2—5. Die Böden der Lagerräume ſind bei dem neuen Züricher Silo (Fig. 36—39) in der ganzen Breite ſchräg gelegt, ſo daß die Kohle vollſtändig ſelbſttätig nach den Förderrinnen auslaufen kann. Unter zweien ſolcher Böden der benachbarten Lagerräume entſtehen dann die erwähnten Nebenräume, die von außen erhellt werden und als Magazine u. dergl. Verwendung finden. In architektoniſcher Beziehung iſt durch zweckmäßige Einteilung der Säulenfelder und Fenſterflächen ein einfaches, wirkungsvolles Außenbild erreicht worden. — Eine weitere intereſſante Anwendung des Eiſenbetons zeigt Fig. 40. Sämtliche Behälter für die verſchiedenen Kohlenſorten, die Schlammbehälter ſowie die Säulen und Decken ſind in einheitlicher Weiſe in Eiſenbeton ausgeführt. Vgl. a. [68].

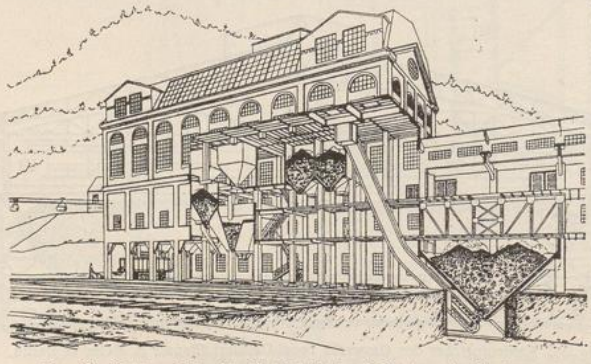


Fig. 40. Kohlenwäſche für die Kgl. Grube Peiſſenberg in Oberbayern.

In ähnlicher Weiſe wie für die Kohle beginnt man neuerdings auch für andre ſchwere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maffengüter wie Erze [69], Steine u. f. w. den Eifenbeton zum Bau von Lagerungseinrichtungen nutzbar zu machen, und es ift zu erwarten, daß die mit diefer Lagerungsweife verbundenen Vorteile: vorzügliche Raumausnutzung, möglichfte Vermeidung der Handarbeit, billige und einfache Förderung der Lagerungsftoffe, dazu führen, daß derartige Bauten in nächfter Zeit in zahlreichen Ausführungen entftehen werden.

Literatur **(Getreide):** [1] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 262 ff.; Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899 (im folgenden bezeichnet mit T. L.) S. 3 und 10 (Glafers Annalen 1899, I, S. 18 und 37); Derf., ebend., S. 39 (Glafers Annalen 1898, I, S. 187); Derf., Technifche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern) — im folgenden bezeichnet mit T. H. —, II, S. 146, 153, 162, 172 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, 222, 224, 225, 230 ff.); Derf., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1268; desgl. 20. Aufl.; Derf., T. H., III, S. 10 und 16 ff. (Deutfche Bauztg. 1904, S. 546 und 553 ff.); S. 75 (Gewerbefleiß 1904, S. 292); S. 76 und 137 (Zeitfchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 414 und 411); S. 177 (Müller, 1905, S. 2 ff.), S. 283, u. f. w.; ferner Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues u. f. w., Berlin 1902, I₂, S. 832 ff.; Derf., Mühlen- und Speicherbau, Hannover 1906, S. 110 ff.; Kettenbach, Der Müller und der Mühlenbauer, Leipzig 1907, Bd. 1, S. 92 ff. — Vgl. ferner: Literatur Bodenfpeicher: Buhle, Ohrt, Hagn, G. Luther, Klafen; desgl. Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 785 ff.; Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 435 ff.; Rafch, Jahrbuch der Deutfchen Landwirtfchaftsgefellfchaft 1903, S. 376 ff., u. f. w. (f. unten); Schmidt, Mühlen- und Speicherbau 1908, S. 16 ff.; Derf., Rundfchau für Technik und Wirtfchaft 1908, S. 11 ff.; Derf., Handbuch der Architekten, Teil IV, Halbbd. 3, Heft 1 (Abt. III, B, Kap. 9 unter 6), Stuttgart 1901. — [2] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 252 ff.; Derf., T. H., II, S. 129 ff. — [3] Buhle-Pfitzner, T. H., III, S. 184, und II, S. 149. — [4] Buhle, Maffentransport, S. 257 ff.; Derf., „Umfchau" 1908, Nr. 21, S. 411 ff., und Nr. 29, S. 577 ff.; ferner Rafch, Mühlen- und Speicherbau 1908, S. 296 ff.; Ohrt, ebend., S. 341 ff.; Hagn (f. Bodenfpeicher [4]). — [5] Kölle, Das ftädtifche Tiefbauwefen in Frankfurt a. M., 1903, S. 234 ff., fowie Baumgartner, Handbuch (f. [1]), S. 834, und Kettenbach [1], S. 96. — [6] Buhle, Maffentransport, S. 309 ff. — [7] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1895, S. 1045 ff. — [8] Prante, ebend. 1896, S. 1122, und Pleißner, ebend. 1906, S. 976; Koenen, Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 446; Mörfch, Eifenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 326 ff.; Sor, Rundfchau für Technik und Wirtfchaft 1908, S. 154 ff.; ferner Engineering News 1898, I, S. 232; 1904, I, S. 236 und 403; II, S. 32, 62 und 531; Engineering 1905, S. 1; Engineering Record 1905, S. 401; Le génie civil, Bd. 46, S. 177; Mühlen- und Speicherbau 1908, Heft 9, S. 193 ff.; Emperger, Handbuch für Eifenbeton, Bd. 4, 2. Teil; ferner Le ciment 1909, Nr. 1, und Armierter Beton 1909, S. 73 und 143, fowie Revue mecanique 1908, S. 341. — [9] Britton, Percy Wilfon, Excerpt Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng., Bd. 126, 1895/96. — [10] Luther, G., Die Konftruktion und Einrichtung der Speicher u. f. w., Braunfchweig 1886. — [11] Klafen, L., Grundrißbilder Lief. 74/75, Leipzig 1893. — [12] Ohrt, Baukunde des Architekten, Berlin 1897, Bd. 2, 1. Heft, Abfchn. IV, Speicherbau, S. 486 ff., und Zipke, Rundfchau für Technik und Wirtfchaft 1908, S. 170 ff. — [13] Stickney, The railway problem, St. Paul 1891; Wiedenfeld, Der Getreideverkehr und die Eifenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Archiv für Eifenbahnwefen 1901, S. 123; ferner: Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 786 ff. — [14] Derf., Deutfche Bauzeitung 1909, S. 146 ff. — [15] The Weekly Northwestern, Miller 1894 (4. Febr.), fowie Buhle [1], T. L., S. 39, und T. H., II, S. 150. — [16] Zeitung des Vereines deutfcher Eifenbahnverwaltungen 1901, S. 1349, und Engineering News, 26. September 1901. Weitere hochintereffante Mitteilungen über amerikanifche Speicher find außer in dem bereits genannten Werk von G. Luther unter anderm zu finden in den „Transactions of the American Society of Civil Engineers", New York, September 1893, Vortrag von L. Heidenreich auf der Weltausftellung in Chicago, und ferner in den für die Entwicklung des europäifchen Speicherbaues überaus fruchtbar gewefenen Aufiätzen von Oskar Oexle, Augsburg, welche im Jahrg. 1879 der „Mühle" erfchienen find; vgl. a. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 134 ff. und 1908, S. 1256; ferner: Plans of Elevators, Chicago 1904, fowie Mühlen- und Speicherbau, 1908, S. 243; 1909, S. 45 ff.; ferner: Buhle, T. H., III, S. 75 (Gewerbefleiß 1904, S. 292) und S. 184 ff. — [17] Derf., T. H., III, S. 76 (Zeitfchr. f. Arch. und Ingen. 1905, S. 414). — [18] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1908, S. 1256. — [19] Luther, G., Die Neugeftaltung des Hafens von Odeffa, Braunfchweig 1889. — [20] Der Elevator des Rigafchen Hafens von A. Agthe, Riga 1895, vgl. a. Génie civil 1901, S. 336 (Speicher in Nikolajeff). — [21] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1892, S. 973 ff., fowie Ohrt [12], S. 490. — [22] Der Bautechniker, Wien 1895, Nr. 24 ff., Auffatz von Chriftian Ulrich, Oberbaurat in Wien. — [23] Die ausführlichfte Veröffentlichung ift im Jahre 1885 von dem Erbauer Ulrich in Wien herausgegeben in feinem Werke „Der Elevator in Budapeft". — [24] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 977 und 1308. — [25] Plock, C., Veröffentlichungen des Architektenvereins zu Berlin 1880/81. — [26] Buhle, T. H., II, S. 162 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 226). — [27] Derf., ebend., II, S. 165 ff. — [28] Derf., ebend., II, S. 171 ff. (Il Politecnico 1899, S. 265; s. a. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 613; 1902, S. 1957; 1904, S. 230; 1909, S. 354). — [29] Derf., T. H., II, Textbl. 6; ferner: Neue Werft- und Hafenanlagen zu Cöln, Feftfchrift vom 14. Mai 1898, S. 88 ff. — [30] Deutfche Bauztg. 1902, S. 236 ff. — [31] Der Eifenbahnbau der Gegenwart, 3. Abfchn., Bahnhofsanlagen, S. 627 (f. a. Fußnote S. 468). — [32] Lindley, W. H., Frankfurt a. M. 1888. — [33] Ofthof-Scheck, Koftenberechnungen für Ingenieurbauten, 6. Aufl., Leipzig 1909. — [34] Kölle, f. [5], S. 226 ff.; vgl. a. Deutfche Bauztg. 1907, S. 525 ff. — [35] Ohrt, Speicherbau (f. [12]), S. 467 ff., f. a. die prächtige, von der Großherzoglichen Bürgermeifterei herausgegebene Denkfchrift über die Hafen- und Uferbauten zu Worms (Abfchnitt: „Die Hochbauten im Hafengebiet", vom Stadtbaumeifter K. Hofmann, S. 94 ff.). — [36] Landgraf, Der Rheinauhafen bei Mannheim; Mannheim und feine Bauten, 1906, S. 456 ff.; Eifenlohr, Deutfche Bauztg. 1907, S. 323 ff.; ferner: die von J. Land-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

graf 1898 überfetzte und ergänzte Abhandlung von Alexis Dufourny: Der Rhein in feiner technifchen und wirtfchaftlichen, befonders auch verkehrstarifarifchen Bedeutung. — [37] Buhle, T. H., II, S. 179 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 262). — [38] Derf., ebend., S. 183. — [39] Derf., ebend., S. 185 ff. — [40] Derf., ebend., S. 187. — [41] Derf., ebend., III, S. 130. — [42] Derf., ebend., II, S. 185 ff.; f. a. Deutfche Bauztg. 1897, S. 556. — [43] Veröffentlichungen des Architektenvereins zu Berlin, 1880/81; Entwurf von Schwabe, herausgegeben von den Aelteften der Kaufmannfchaft von Berlin; ferner: Buhle, Glafers Annalen, 1. April 1896 und 1. Januar 1899, fowie Berlin und feine Bauten, Abfchnitt bearbeitet von H. Keller, Kneisler, C. Ehrenberg, P. Dannenberg, R. Gutmann und C. Bernhard; vgl. a. Gröninck, Berlin und feine zukünftigen Zentralbahnhofs- und Zentralhafenanlagen; vgl. a. Zeitfchr. für Bauw. 1899, S. 237 ff. — [44] Buhle, T. H., III, S. 226 (Deutfche Bauztg. 1906, S. 284, fowie Mühlen- und Speicherbau 1909, S. 80 ff.). — [45] Derf., ebend., II, S. 190 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 344). — [46] Derf., ebend., II, S. 193 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 346); Baudirektor Rheder, der Erbauer des Elbe-Trave-Kanals (f. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 753 ff.). — [47] Derf., Waffer- und Wegebau, 1904, S. 111 ff. — [48] Graß-Klanin, Die wirtfchaftliche Bedeutung der Kornzölle und die Möglichkeit ihrer Herabfetzung (mit Anhang: Die Kornhäufer nach amerikanifchem Mufter), Berlin 1891; ferner: Rafch, Mafchinelle Einrichtung von Getreidefpeichern, Jahrbuch der Deutfchen Landwirtfchaftsgefellfchaft 1903. — [49] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1896, S. 1069 ff.; 1899, S. 270 ff.; 1900, S. 1704 ff.; 1903, S. 717; Uhland, 1895, S. 2 ff.; Génie civil 1902, S. 161 ff.; vgl. a. [10] und [11]; desgl. J. J. van den Wyngaert, Ueber die Müllerei in den Vereinigten Staaten Amerikas im Vergleich zu der in Deutfchland, Dortmund 1894; und Berlin und feine Bauten, Berlin 1896. — [50] Buhle, T. L., S. 12 (Glafers Annalen 1899, I, S. 40). — [51] **(Mehl)** Buhle, T. H., I, S. 21 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 225); ebend. 1897, S. 376. — [52] **(Zement)** Buhle, T. H., I, S. 26 und Taf. IV (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 229 und Taf. IV); ferner: Uhland, 1906, S. 20. — [53] **(Kalk)** Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1669. — [54] (**Müll** bezw. **Staub** u. dergl.) Dettmar, Elektrotechn. Zeitfchr. 1907, S. 692, bezw. Buhle, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 230, und Mees, ebend. 1909, S. 602 ff. — [55] **(Malz)** Buhle, T. H., I, S. 12 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1898, S. 958); Derf., T. H., II, S. 121 ff. — [56] **(Salz)** f. [7] und Buhle, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 1901 ff. — [57] Derf., T. H., I, S. 22 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 227). — [58] (**Kohlen, Koks** u. f. w.) Buhle, T. H., S. 47, 52, u. Taf. VII (Glafers Ann. 1898, II, S. 44, 65 u. Taf. III); Derf., T. H., I, S. 86 bezw. 106 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 730 ff., bezw. Journ. f. Gasbel. u. Wafferverf. 1901, S. 425 ff.); Derf., T. H., II, S. 20, 85; Derf., T. H., III, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 158), S. 113 („Stahl und Eifen" 1905, S. 1052), S. 203 (Uhland, 1906, S. 24), S. 255, 291 (Elektr. Bahnen u. Betr. 1906, S. 431); Derf., Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1907, S. 606 ff.; ferner: Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 249. — [59] Die Selbftentzündung von Heu, Steinkohlen und geölten Stoffen, Medem. 1895 und 1898; Etude scientifique et juridique sur les combustions spontanées etc. von E. Tabariés de Grandsaignes, Paris 1898; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1894, S. 1106 und 1442; 1895, S. 1120; 1907, S. 755 ff.; Glafers Annalen 1906, II, S. 239; Welt der Technik 1906, S. 492 u. f. w. — [60] Buhle, T. L. (f. [1]) S. 55 ff. und Taf. VII (Glafers Annalen 1898, II, S. 67 ff. und Taf. III). — [61] Derf., T. H., I, S. 87 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 731). — [62] Derf., Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1907, S. 607 ff., fowie Berg- u. Hüttenmännifche Rundfchau 1909, S. 149 ff.; vgl. a. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1908, S. 1737. — [63] Derf., T. H., I, S. 143 (Journ. f. Gasbel. u. Wafferverf. 1901, S. 632). — [64] Derf., Glafers Ann. 1898, II, Taf. IV. — [65] Journ. f. Gasbel. u. Wafferverf. 1907, S. 400, fowie „Beton und Eifen" 1908, S. 335 ff. — [66] Weiß, A., Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren, Zürich 1900. — [67] Buhle, Glafers Annalen 1898, II, S. 60. — [68] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1908, S. 1737. — [69] (**Erze**) „Stahl und Eifen" 1909, S. 236, 504 und 548; vgl. a. [8].

M. Buhle.

Siloxikon, feuerfeftes Material, in elektrifchen, zur Carborundumherftellung dienenden Oefen aus feinem Sand, zerftoßenem Koks und Sägefpänen hergeftellt.

Seine Zufammenfetzung wechfelt zwifchen Si_2C_2O und Si_7C_7O. Dichte 2,4. Farbe graugrünlich. Es ift fehr feuerbeftändig und wird weder durch faure und bafifche Schlacken noch durch Feuergafe oder flüffige Metalle angegriffen; von Säuren wirkt nur die Flußfäure fehr langfam auf das Siloxikon ein. Es wird pulverifiert und mit Waffer angefeuchtet zu Briketts gepreßt.

Literatur: [1] Zeitfchrift für angewandte Chemie 1904, 24. April. — [2] „Stahl und Eifen" 1904, S. 795.

A. Widmaier.

Silurformation, -periode. Silur, die zweite der älteren, paläozoifchen Schichtenreihen, über dem Kambrium und unter dem Devon lagernd und deswegen eine der früheften Entwicklungsperioden der Erde darftellend. Zeit der Trilobiten und Graptolithen, Beginn der Wirbeltiere. Meift Ablagerungen der Tiefee.

Als Gefteine treten meift Tonfchiefer, Grauwacken, Quarzite und Kalkfteine auf, vereinzelt find Kiefelfchiefer, Steinfalz und Gips, fehr felten anthracitifche Steinkohle (Schottland, Portugal). Daneben wurden Granite, Porphyre, Diabafe u. f. w. in Spalten eingepreßt oder lavaartig ergoffen. Die Lagerung der Silurfchichten ift mit Ausnahme derjenigen im ruffifchen Oftfeegebiet überall geftört; die Schichten find gefaltet, aufgerichtet und in mechanifcher und chemifcher Beziehung bedeutend verändert. Bedeutende Verbreitung in Thüringen, Harz, Böhmen, Oftfeeprovinzen, Schweden, England, Normandie, Bretagne, Belgien, Kanada. Die Formation wird gegliedert in 1. Oberfilur: Kalkfteine und Tonfchiefer, untergeordnet Sandftein; 2. Unterfilur: Tonfchiefer mit Grauwacken, Quarzit und Konglomeraten. — Das Silur ift reich an Erzlagerftätten, befonders an Eifenerzen (Böhmen, Bretagne, New York) und Blei-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kupfer-Zinkerzen (Böhmen) in Geſtalt von Flözen und Einlagerungen, aber auch an Erzgängen (Silbererze am Harz, Kupferregion am Oberen See und Bleiglanz am Miſſiſſippi in Nordamerika). Steinſalz wurde in Nordamerika und Indien gefunden. Im thüringiſchen Oberſilurkalk wird Ocker gewonnen. Bituminoſe, ſchwefelkiesreiche Schiefer wurden zur Darſtellung von Eiſenvitriol und Alaun verwendet. Feine Kohlenteilchen führende Tonſchiefer von tiefſchwarzer Farbe werden als ſchwarze Zeichenkreide benutzt (Hammern in Thüringen). Dünnſpaltige, harte Tonſchiefer des Unterſilurs bei Steinach im Thüringer Wald werden in bergfeuchtem Zuſtand geſchnitten, geſägt, zerhackt und zu Griffel gerundet, auch zu Abziehſteinen, Bordleiſten, Spulen (zum Aufwickeln elektriſcher Widerſtände), Platten verarbeitet, andre zu Dachſchiefern benutzt (Angers in Frankreich). *Leppla.*

Silvalin, ſ. Papierſtoffgarne.

Sima, Rinnleiſte am doriſchen Gebälk, ſ. Karnies.

Similidiamant, ſ. Quarz, Bd. 7, S. 313, und Edelſteine (Nachahmungen).

Similigravure, in Frankreich gebrauchtes Synonym für Autotypie (ſ. d.).

Similor, ſ. Meſſing.

Simpſons Regel, Näherungsformel zur Flächenberechnung (ſ. a. Bd. 4, S. 70).

Die Auswertung des beſtimmten Integrals $\int_a^b f(x)\,dx$ kann annähernd nach der Formel:

$$\int_a^b f(x)\,dx = \frac{b-a}{6n}\left\{f(a)+4f\left(a+\frac{b-a}{2n}\right)+2f\left(a+2\,\frac{b-a}{2n}\right)+4f\left(a+3\,\frac{b-a}{2n}\right)\right.$$
$$\left.+2f\left(a+4\,\frac{b-a}{2n}\right)+4f\left(a+5\,\frac{b-a}{2n}\right)+\ldots+f(b)\right\}$$

erfolgen, in welcher n eine beliebige ganze Zahl und der vorletzte Wert in den runden Klammern $a+(2n-1)\cdot\frac{b-a}{2n}$ iſt. Speziell für $n=1$; $y_0=f(a)$; $y_1=f\left(a+\frac{b-a}{2}\right)$; $y_2=f(b)$ ergibt ſich die ſogenannte Simpſonſche Regel:

$$\int_a^b f(x)\,dx=\frac{b-a}{6}\,(y_0+4y_1+y_2).$$

Wölffing.

Sims, ſ. v. w. Geſimſe (ſ. d., Bd. 4, S. 445).

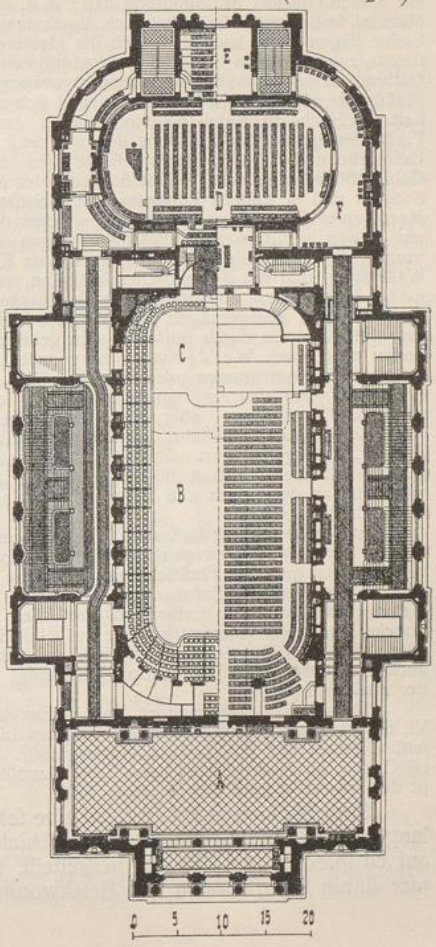
Simsziegel, ſ. Formziegel.

Simultanität, das gleichzeitige Beſtehen von Gleichungen oder Differentialgleichungen.

Sin, ſ. Hyperbelfunktionen.

Sinclairkeſſel, ein Waſſerröhrenkeſſel, ſ. Dampfkeſſel.

Singakademie, Bildungsanſtalt zur Pflege der Muſik, vornehmlich des Geſanges, enthält Räume für den Unterricht, Säle zu Proben und Aufführungen muſikaliſcher Werke. Vor allem einen großen Saal für Konzerte, Oratorien u. ſ. w. (ſ. Saal 3.), Bibliothek für Noten und Partituren, Kleiderräume und Verſammlungszimmer der Muſiker, ferner Wohnung für den Hauswart, etwa auch eine ſolche für den Direktor (ſ. a. Konſervatorium, Bd. 5, S. 600).



Den neueren geſteigerten Anforderungen entſpricht die Hochſchule für Muſik in Berlin. Als eine klaſſiſche Geſamtanordnung gilt das in nebenſtehender Figur dargeſtellte Gewandhaus in Leipzig (Arch. Gropius und Schmieden). Die linke Seite der Figur zeigt deſſen Grundriß in Logenhöhe, die rechte Seite denjenigen in Saalhöhe. *A* Wandelſaal. *B* großer, *D* kleiner Konzertſaal. *C* Orcheſter. *E* Vorſaal. *F* Vorraum.

Literatur: [1] Schinkels Werke, Berlin 1831. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884; Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [3] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., 3. Heft, 3. Kap., E. Schmidt, Konzerthäuſer und Saalbauten, S. 195, Stuttgart 1904. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Singularität, die Abweichung eines geometrischen Gebildes von seinem gewöhnlichen Verhalten. Näheres s. Kurven und Punkte.

Singulosilikate, s. Schlacken.

Sinkbaum, ein mit voller Krone versehener Baum, dessen Stammende am Ufer eines Stromes befestigt und dessen Krone in das Wasser versenkt wird zur Auflandung tiefer Kolke.

Sinklage (Senklage), s. Packwerk.

Sinkstoffbank, s. Sinkstoffe.

Sinkstoffe, die von einem fließenden Gewässer bei einer gewissen Geschwindigkeit mitgeführten, bei Verlangsamung oder Aufhören der Wasserbewegung auf die Sohle niedersinkenden Suspensionen.

Starke Regengüsse und Anschwellungen schwemmen das durch Verwitterung losgelöste Stein- sowie auch Erdmaterial vom Boden mit; übermäßige Strömung im Gerinne selbst verursacht Sohlenausrisse, Kolkungen sowie Uferabbrüche; vielfach gelangen die Sinkstoffe auch durch Einschüttungen in die offenen Wasserläufe. Die größte und schwerste Gattung der Sinkstoffe ist das Geschiebe; dann folgen Gerölle, Kies, Sand, Schlick oder Schlamm; der letztere besteht zumeist aus feinstem, fruchtbarem Ton.

Man hat in neuerer Zeit vielfach Modellversuche angestellt, um über die Wirkungen wechselnder Strömungen auf die Bewegung und Ablagerung der Sinkstoffe Klarheit zu erhalten, und kommt vielleicht auf diesem Wege rascher zum Ziel als mit einseitiger Verfolgung sogenannter theoretischer Erwägungen; letztere wollen unter [1], [2] und [5] nachgesehen werden. Vgl. a. Schleppkraft.

Bis jetzt gilt hinsichtlich der Grenzgeschwindigkeiten, bei welchen Sinkstoffe bekannter Art vom Wasser fortbewegt werden, das in Bd. 4, S. 431, Angegebene. Bei Hochwasser findet ein Massentransport der Sinkstoffe statt, d. h. es wird ein Gemisch von grobem und feinerem Material fortbewegt. Bei allmählich abnehmender Geschwindigkeit bleiben zuerst die größten Steine liegen, dann nach und nach die kleineren, und schließlich, bei der einer gewissen Flußstrecke zukommenden kleinsten Geschwindigkeit, werden nur noch Sinkstoffe von entsprechender Gattung im sogenannten Einzeltransport weitergeführt [3]. — Die Größe der auf einer bestimmten Flußstrecke abgelagerten Sinkstoffe richtet sich also speziell nach dem Wechsel der Geschwindigkeit von Hoch- zu Mittel- bis Niederwasser. Im allgemeinen findet man als Ablagerung in den Flußbetten gemäß der Abnahme der Strömung von den Quellen bis zum Meere: im Oberlaufe Geschiebe und Gerölle, im Mittellaufe Kies und Sand, im Unterlaufe Schlick. In Seen, die Gebirgsflüsse aufnehmen, bildet sich von der Mündung seeeinwärts ein Ablagerungskegel von Schotter und in weiterer Entfernung auch Schlamm; Tieflandströme erzeugen aber im See oder Meere einen solchen nur von Schlick, welcher dann zur Deltabildung Veranlassung gibt. Größere und örtlich beschränkte Sinkstoffablagerungen in Gerinnen bilden sich, wo plötzliche Erbreiterungen, dann Abflußhindernisse sowie scharfe Krümmungen, welche eine rasche Ablenkung der Wasserfäden und des Stromstriches bewirken, vorkommen; solche Anhäufungen heißen Sinkstoffbänke, Kies-, Schotter- oder Sandbänke, Haufen oder Grandorte, Häger, Haken oder Köpfe. Derlei Ablagerungen an den Ufern heißen Uferbänke und im Flusse selbst Mittelfelder. Ein hinter Buhnen durch Sinkstoffe neu gebildeter und zur Weidenpflanzung schon geeigneter Boden wird auch Weidenwerder genannt. In gekrümmten Flußstrecken bilden sich die Schotterbänke am inneren oder konvexen Ufer, während am äußeren oder konkaven der einen Krümmung bald eine entgegengesetzte folgt; so entsteht zwischen beiden, dieselben gleichsam verbindend, auch eine, aber etwas niedrigere Sinkstoffablagerung schräg über das Flußbett; solche seichte, der Schiffahrt nachteilige Flußstellen heißen Schwelle (Sinkstoffschwelle), Rücken, Uebergang, Furt oder Paß. Aehnliche Erscheinungen findet man auch in zu breiten, geraden Strecken geschiebeführender Flüsse, indem sich vorerst Uferbänke regelmäßig abwechselnd an dem einen und andern Ufer ablagern, zwischen welchen sich das Niederwasser hindurchschlängelt.

In Flußbetten mit lockerem, aufgeschwemmtem Material ist die Sohle entweder in steter oder in periodischer Bewegung begriffen; entsprechendenfalls entstehen wandernde Sandwellen auf derselben quer zur Flußrichtung. Auch die frei liegenden Kies- und Sandbänke zeigen ein allmähliches Wandern flußabwärts. Wenn die Stromkraft imstande ist, durchschnittlich so viel Material noch weiter zu treiben, als von oben zugeführt wird, so hat sich in der betreffenden Strecke bereits ein Ausgleichsgefälle ausgebildet; vorher aber, solange die Strömung heftiger oder schwächer ist, als es der Größe und Schwere der vorhandenen abgelagerten und eben noch zugeführten Sinkstoffe entspricht, erfolgt eine Vertiefung (Erosion) bezw. eine Erhöhung der Flußsohle [4], [5].

Literatur: [1] Forchheimer, Ph., in Encyklopädie der mathem. Wissenschaften, Hydraulik, VI, S. 462, Leipzig 1905, mit vielen weiteren Literaturangaben. — [2] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 6, Flußbau, Leipzig 1907. — [3] Zeitschr. für Bauwesen 1890, S. 481. — [4] Oesterr. Monatsschrift für den öffentl. Baudienst 1895, S. 89. — [5] Fargue, L., La forme du lit des rivières a fond mobile, Paris 1908.

Sinkstück, Senkstück, ist eine sehr große, etwa 6—25 m breite, 12—50 m lange, 1—2 m dicke, systematisch geschichtete und gebundene Strauchlage, welche, auf entsprechendem Gerüste hergestellt, schwimmend zur Baustelle gebracht und hier durch Draufschütten von Beschwerungsmaterial auf die Sohle versenkt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie sind für den Buhnenbau an der Meeresküste, als Fundamentschicht für Buhnenköpfe, Kupierungen (s. d.) u. dergl. vorteilhaft zu verwenden. Die Herstellung des Sinkstückes ist folgende: Auf den zum späteren Abrollen des fertigen Werkes dienenden Rundhölzern der eine schiefe Ebene bildenden Gerüstung wird zuerst ein Wippen- oder Wurstrost (der Unterrost) ausgeführt. Dies ist ein quadratisches, etwa 1 m weites Netz aus zwei kreuzweise gelegten Scharen von Wippen; an den Kreuzungspunkten sind die letzteren mit Leinen, Luntleinen genannt, festgebunden, welche, entsprechend lang, noch mit provisorisch in den Boden gesteckten Stangen, den Luntpfählen, in die Höhe gehalten werden. Auf demselben Rost wird dann eine Lage Strauchwerk bezw. aufgelöster Fafchinen (s. d.) ausgebreitet; jede noch darüber folgende derartige Lage wird quer über die nächstuntere gelegt. Ist so die gewünschte Dicke des Sinkstücks erreicht, dann kommt schließlich zu oberst, gleich dem unteren, auch ein Wurstrost, der Oberrost, um dessen Kreuzungsstellen die vorerwähnten Luntleinen fest angezogen und gebunden werden. Um eine größere Schicht Beschwerungsmaterial auf die obere Fläche des Sinkstücks werfen zu können, bringt man am Umfange derselben noch einen Flechtzaun (s. d.) an. Vor dem Abrollen werden das Haltetau, welches das Abrutschen verhinderte, sowie die vor die Walzen gesteckten Pflöcke gelöst bezw. entfernt; die mit ins Wasser schwimmenden Hölzer holt man auch mittels Luntleinen, die an sie angebunden sind, heraus. An die Seiten des schwimmenden Sinkstücks legen sich die das Beschwerungssteinmaterial enthaltenden Schiffe, an welche es mittels der Tragetaue befestigt wird; nun erfolgt der Transport zur Baustelle, indem man das Ganze mit Hilfe von an jedem Fahrzeuge und am Sinkstücke angebrachten Haltetauen lenkt, die an Uferpflöcken oder Ankern angreifen.

Hervorzuheben ist noch eine verstärkte Bauart von Sinkstücken. Dabei wird etwa jede zweite Wurst nach einer gestreckten Schraubenlinie mit Stahldraht umwickelt, und an einigen Kreuzungspunkten geschieht das Zusammenbinden der beiden Wippenröste auch mit Stahldraht statt der Luntleinen. Beim Molenbau im Brunsbütteler Hafen des Kaiser-Wilhelm-Kanals fertigte man sowohl den Unter- als auch den Oberrost der zur Fundamentausfüllung benutzten Sinkstücke nur aus Eisenbändern, die aus je zwei $3^1/_2$ mm dicken Drähten zusammengeflochten waren, und das Abbinden erfolgte mit $1^1/_2$ mm dicken verzinkten Luntdrähten.

Sinkwalze (Senkwurst), s. Senkfascine.

Sinkwerk, s. v. w. Brunnengründung (s. d.).

Sinkwerksbau, die in den unreinen Salzstöcken der nördlichen Kalkalpen zu Aussee, Hallstatt und Ischl im Salzkammergute, zu Hallein in Salzburg, Berchtesgaden in Oberbayern und Hall in Tirol angewendete Abbaumethode: Auslaugen des Salzgebirges (dort Hasselgebirge genannt) mittels Wasser, wodurch das Steinsalz gelöst wird, um als Salzsole den Salinen zum Versieden zugeführt zu werden, während der Ton (Lasst genannt) zurückbleibt [1].

Der Abbau dieser Lagerstätten reicht zum Teil bis in die vorgeschichtliche Zeit zurück, z. B. zu Hallstatt; aber auch an den andern Orten ist der Betrieb sehr alt und wurde zunächst unregelmäßig geführt, so daß Einstürze in den Bauen häufig waren. Der heutige Bergmann nennt diese verlassenen Teile des Salzgebirges Heidengebirge; sie kommen für den derzeitigen Betrieb nicht mehr in Betracht, da dieser ein durchaus ganzes, unzerklüftetes Gebirge erfordert, damit eindringende Gebirgswasser, die Selbstwasser, ferngehalten werden können und die gebildete Salzsole nicht verloren geht. Fig. 1 und 2 erläutern die zurzeit üblichste Ausführung des Sinkwerksbaues. Durch einen oberen und einen unteren Stolln *a* und *b* (Schachtricht genannt) im senkrechten Abstande von 38 m, welches Maß die Bergdicke oder ein Berg heißt, wird die Lagerstätte aufgeschlossen und dann zur Vorrichtung der Abbaue (Sinkwerk, Werk) geschritten. Von der unteren Sohle wird eine Strecke der Ablaßoffen *k* vorgetrieben, von der oberen Sohle aus der Ebenschurf *e* — eben hier in der Bedeutung wagerecht, so auch in Ebenhöhe, was wagerechte Bergbaugrenze bedeutet — und die Fallstrecke *s* (Sinkwerk im engeren Sinne oder Ankehrschurf); letztere wird mit einer Treppe zur Fahrung und mit einer Rohrleitung (Strähn) nebst Meßvorrichtung (Ziment) zur späteren Zuführung des Wassers versehen. Außerdem wird von der oberen Sohle aus der Püttenoffen *c* und die Pütte *p* angelegt (Pütte nachweislich vom lateinischen „puteus" [Brunnen], hier s. v. w. Schacht, Offen allgemein gleichbedeutend mit Strecke). Dann wird in der unteren Sohle der kreisförmige Werkraum *W*, 2 m hoch mit etwa 40 m Durchmesser, ausgehauen, endlich der Ablaßoffen durch einen aus Lasst gestampften Damm *D* (das Wehr) mit eingelegten Rohren zum späteren Ablassen der Salzsole geschlossen; es bilden jetzt Pütte und Ankehrschurf die einzigen fahrbaren Zugänge zum Werk, und zwar von der oberen Sohle her. Nunmehr ist die Vorrichtung beendet, und es beginnt der eigentliche Abbaubetrieb, indem das Werk erstmalig mit Wasser gefüllt wird; dieses muß stets bis an die Decke, den Himmel des Salzbergmannes, reichen, da sich bei der Auflösung des Salzgebirges die Sohle bald mit niedersinkendem Salztone bedeckt und eine Lösung von Salz (das Verätzen oder Auffieden) nur an den Stößen und an der Decke möglich bleibt. Das Wasser verbleibt im Werke, bis die Salzsole einen bestimmten Salzgehalt erreicht hat, wird dann durch den Damm abgelassen, gemessen und in Rohrleitungen

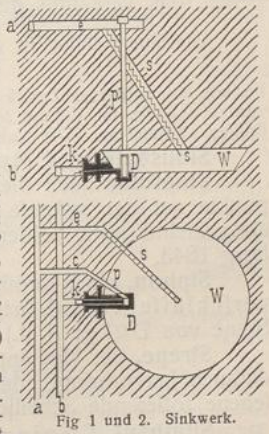


Fig 1 und 2. Sinkwerk.

den Salinen zugeführt. Hierauf wird das Werk von neuem mit füßem Waſſer gefüllt. Der Beginn des Abbaues heißt die Veröffnung des Werkes, jede Füllung mit Waſſer eine Wäfferung, die hierbei beſchäftigten Arbeiter Wäfferer. Bei dieſem Betriebe des Sinkwerksbaues erhält jedes Werk die Form eines umgekehrten abgeſtumpften Kegels, und die Himmelsfläche vergrößert ſich ſchnell; die Erfahrung lehrt für jeden Salzbergbau, welche Größe die Fläche des Himmels erreichen darf, ohne daß ein Hereinbrechen zu befürchten iſt; nachdem dieſe Grenze erreicht iſt, muß das Werk verlaſſen werden, der Himmel wird wohl außerdem noch durch Holzpfeiler unterſtützt. Der im vorſtehenden gekennzeichnete Sinkwerksbetrieb geſtattet wegen ſchneller Vergrößerung der Himmelsfläche nur die Ausnutzung eines verhältnismäßig kleinen Bruchteiles des Salzgebirges. Der neuerdings in Auſſee entwickelte Schachtwerksbetrieb liefert in dieſer Hinſicht günſtigere Ergebniſſe [2]. Nachdem der Sinkwerksbetrieb in der früheren Weiſe begonnen hat (Fig. 3) und das Unterwerk durch Wäfferung hergeſtellt iſt, beläßt man deſſen Füllung an geſättigter Sole, die das Gebirge nicht mehr auflöſt, und füllt dann den Schacht (die Pütte) bis zu gewiſſer Höhe mit füßem Waſſer, es möge hierdurch der Gebirgsteil 1 aufgelöſt werden. Die gebildete Sole wird bis zum Himmel des Unterwerkes abgelaſſen und von neuem füßes Waſſer nachgefüllt, durch das der zylindriſche Ring 2 gelöſt wird. So fährt man fort, bis das Schachtwerk I etwa die Größe des Unterwerkes erreicht hat, worauf dann in gleicher Weiſe das Schachtwerk II in Angriff genommen wird.

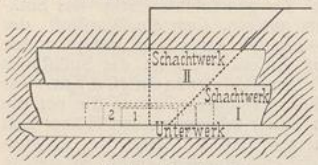


Fig. 3. Schachtwerk.

Literatur: [1] Aigner, A., Der Salzbergbau in den öſterreichiſchen Alpen, Berg- und hüttenmänniſches Jahrbuch der k. k. Bergakademien, Bd. 40, Wien 1892, S. 203. — [2] Schernthanner, A., Schachtwerksbetrieb am Auſſeer Salzberge, Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen, Nr. 43, Wien 1893. *Treptow.*

Sinter, mineraliſche Ausſcheidungen und Abſätze aus wäſſerigen Löſungen, wie ſie im Geſtein verkehren. Indem dieſe Löſungen beim Zutagetreten durch Erkalten oder Verdampfen ſich konzentrieren oder einen Teil des Löſungsmittels, z. B. Säuren, verlieren, ſcheiden ſie ihren Mineralgehalt aus.

Im weſentlichen bildet ſich Sinter beim Austritt von Mineralquellen, bei warmen Quellen durch Erkalten und Verdampfen, bei kalkreichen Quellen durch Verluſt der überſchüſſigen Kohlenſäure und Verdampfen, ferner in Höhlen, auf Kluften und Spalten. In der Hauptſache kommt Kalkſinter (ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 296) als Ausſcheidungen von kalkreichen warmen und kalten Quellen vor, aber auch Kieſelſinter. Die Sinter ſind meiſt poröſe oder ungleichmäßige, traubenartige, röhrige, nierige, auch ſtengelige oder lappige Geſteinsmaſſen von ſtrahligem oder faſerigem Gefüge. Ihr Abſatz wird vielfach künſtlich erzeugt, indem man Gegenſtände, Blumen, Figuren, Tierkörper u. ſ. w. längere Zeit in die Quellbecken verſenkt und ſich hier mit Sinter überziehen läßt (Karlsbad, Wiesbaden). Kalkſinter (Kalktuffe) dienen ihrer eigenartigen Formen wegen oft als Ziergeſteine in Gärten, Grotten, an Brunnen u. ſ. w. — Im Hüttenweſen ſ. v. w. Hammerſchlag (ſ. d.). *Leppla.*

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

Sinus eines Winkels φ iſt in einem rechtwinkligen Dreieck, das den Winkel φ beſitzt, das Verhältnis der gegenüberliegenden Kathete zur Hypotenuſe.

Die Sinusfunktion iſt die Umkehrung des Integrals $\omega = \int_0^z \frac{dz}{\sqrt{1-z^2}}$. Dieſelbe hat die Periode 2π, und zum Zweck ihrer Abbildung wird daher die Ebene in Periodenſtreifen durch vertikale Gerade im Abſtand 2π zerlegt. Dann nimmt die Funktion jeden Wert in jedem Periodenſtreifen zweimal an. Die Nullſtellen ſind $\pm 2n\pi$. Weiteres ſ. Goniometrie. *Wölffing.*

Sinusbuſſole, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 374.

Sinuſoide heißt die Kurve $y = \sin x$. Dieſe beſitzt unendlich viele Wendepunkte auf der x-Achſe und führt zwiſchen dieſen kongruente Undulationen abwechſelnd nach beiden Seiten aus; vgl. Schumann, De linea sinuum, Marburg 1843. *Wölffing.*

Siphon, ein S-förmiges Rohrſtück, das als Waſſerverſchluß dient (ſ. Geruchverſchlüſſe, Kanaliſation der Privatgrundſtücke, Bd. 5, S. 331 ff.); auch im Sinne von Düker (ſ. d.) gebrauchte Bezeichnung.

Sirene, ein Heulapparat zum Signaliſieren, der langanhaltende laute Töne dadurch hervorbringt, daß Dampf oder Preßluft durch eine mit Löchern verſehene rotierende Scheibe hindurchſtreicht. S. a. Schall.

Siſalhanf, ſ. Spinnfaſern.

Situationsplan, ſ. Lageplan.

Sitz, im Maſchinenbau, ſ. Paſſung, Bd. 7, S. 47.

Sizingmaſchine (Sizingzettelmaſchine) ſ. Weberei.

Skala, ſ. v. w. Maßſtab (Gradeinteilung).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Skalenrädchen, f. v. w. Meßrad, f. Meßwerkzeuge; vgl. a. Rektifizierinſtrumente.

Skarifikator, f. Kultivator.

Skarpierhacke, ein der Breithaue (f. d.) ähnlicher aber leichterer Pickel, der zu Einebnungs- und Vollendungsarbeiten im Erdbau Verwendung findet.

Skioptikon, f. Projektionsapparate.

Skleroklas, f. v. w. Bleiarſenglanz (f. d.).

Skrubber, f. Gaswaſchapparate.

Skulptur, f. v. w. Bildhauerei oder Plaſtik (f. d., Bd. 6, S. 147).

Skyfegel, f. Befegelung, Bd. 1, S. 724.

Slip einer Schraube, eines Schaufelrades, f. Propeller.

Slip (Auffchleppe), eine zum Auffchleppen von Schiffen eingerichtete Helling (f. Dock).

Smack, Fiſcherfahrzeug der Nordſee, mit Luggerſegel und Beſan.

Smalte (Schmalte), Azurblau, Bläue, Blaufarbenglas, Eſchel, Kaiſerblau, Königsblau, Sächſiſchblau, Streublau, durch Kobaltoxydul blaugefärbtes, feingepulvertes Kaliglas, nach Ludwig Doppelſalz, beſtehend aus kieſelſauerm Kali, mit Beimengung erdiger und metalliſcher Oxyde wie Kalk, Tonerde, Magneſia-, Eiſen- und Nickeloxydul, zuweilen auch arſenige Säure, Kohlenſäure und Waſſer.

Die Intenſität des himmelblauen Farbentones hängt von der größeren oder geringeren Menge dieſes Doppelſalzes ab. Dichte 2,6—2,86, Härte 5—6, Schmelzpunkt 1200° C. Behandelt man Smalte mit Waſſer, ſo löſt ſich eine waſſerglasähnliche Kieſelverbindung auf; Säuren zerſetzen nur dieſe Verbindung und greifen die eigentliche Smalte nicht an, welche allein durch Flußſäure zerſetzt wird. Bei anhaltendem Kochen der feinen, Eſchel genannten Sorten mit konzentrierter Kalilöſung löſt ſich kieſelſaures Kali, während ſchwarzes Kobaltoxydul zurückbleibt. Smalte iſt eine billige und dauerhafte Farbe, die in den keramiſchen Induſtrien, hier und da auch in der Textilinduſtrie zum Bläuen, als Anſtrichfarbe jedoch kaum mehr benutzt wird. *Andés.*

Smaltin (Smaltit), f. v. w. Speißkobalt (f. d.).

Smaragd, f. Beryll, Edelſteine.

Smaragdgrün (Chromgrün), f. Chromfarben.

Smaragdit, eine grasgrüne Hornblende als Hauptgemengteil des Eklogits im Fichtelgebirge.

Smaragdmutter (Praſem), f. Quarz.

Smithſonit, f. v. w. Zinkſpat (f. d.).

Sn, in der Chemie Zeichen für Zinn.

Snobarrinde, f. Gerbſtoffe, Bd. 4, S. 402.

Sockel (Plinthe, Poſtament, Stylobat), Fuß oder Unterſatz eines ganzen Gebäudes oder nur eines Bauteils, wie Säulen, Pfeiler u. ſ. w.

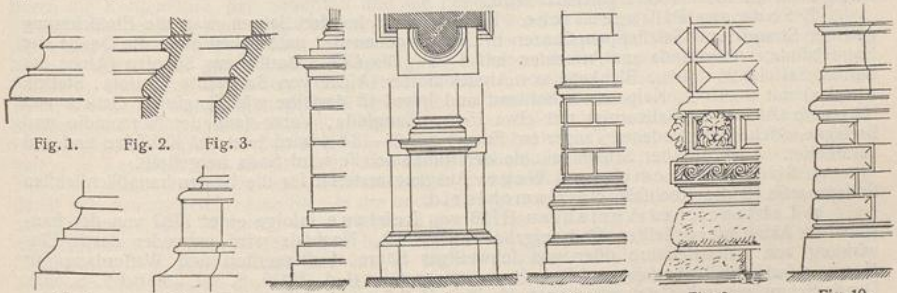


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Er hat den Druck des oberen Teils aufzunehmen, auf die Unterlage zu übertragen, und dies zu ſichtbarem Ausdruck zu bringen. Er iſt der Beſchädigung und der Zerſtörung durch Feuchtigkeit am meiſten ausgeſetzt und muß daher aus beſonders widerſtandsfähigem Stoffe hergeſtellt werden. Für ſeine Größe iſt der Aufbau beſtimmend. Bei einfachſter Bildung genügt ein glattes Band von 25—30 cm Höhe und geringer Ausladung. Bei größeren Bauten wird er meiſt dreiteilig ſein, mit entſprechender Geſimsbildung, beſtehend in Fuß-, Rumpf- und Obergliedern, welch letzteren ein Waſſerablauf nicht fehlen darf. Die Ueberleitung des Drucks wird durch Glieder, wie umgekehrter Karnies, Kehle oder Wulſt, zum Ausdruck gebracht (Fig. 1—5). — Zu den älteſten Sockelbildungen rechnen die dreifachen Stufen (Stylobat) an den

Tempelbauten der Griechen; eine ähnliche Bildung zeigt der Unterbau des Lyſikrates-Denkmals in Athen (Fig. 6) [1]. Die römiſchen Sockelbildungen, denen auch die der Renaiſſance nachgebildet ſind, ſind dreiteilig (vgl. Fig. 7, römiſche Halbſäule mit Poſtament, und Fig. 8, Cancellaria, Rom), einfach oder mit reichſter Gliederung, wie dies beſonders an den Palaſtbauten Venedigs (Fig. 9 und 10) üblich war. Eine den erſten Paläſten der Frührenaiſſance eigne Sockelbildung war die Form einer Sitzbank mit einem derben Wulſt als bekrönendes Glied (Fig. 11).

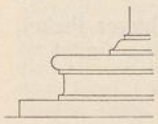


Fig. 11.

Literatur: [1] Mauch, Die Architekturordnungen der Griechen und Römer, Berlin 1875. — [2] Handbuch der Architektur, 1. Teil, Bd. 2, J. Bühlmann, Bauformenlehre, 10. Kap., C, Sockelgeſims, S. 166, Fig. 195—198, Darmſtadt 1896. *Weinbrenner.*

Sockelhöhe, mittlere (topographiſch), das Mittel aus den Meereshöhen der tiefſten Punkte von Erdoberflächenſtücken beſtimmter Größe im Gegenſatz zur mittleren Firſthöhe, dem Mittel aus den Meereshöhen der höchſten Punkte.

Literatur: Penck, Morphologie der Erdoberfläche, Stuttgart 1894. († *Reinhertz*) *Hillmer.*

Soda (Natriumkarbonat, kohlenſaures Natrium), waſſerfreies Natriumkarbonat, Na_2CO_3, eine weiße, undurchſichtige Maſſe von 2,5 ſpez. Gew., die bei 1098° unter Abgabe von etwas Kohlenſäure ſchmilzt. In Waſſer leicht löslich. Je nach der Temperatur kriſtalliſiert das Karbonat mit 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10 und 15 Molekülen Kriſtallwaſſer. Die reine Kriſtallſoda $Na_2CO_3 + 10\,H_2O$ mit 62,92% Waſſer bildet waſſerhelle, monokline Kriſtalle von 1,423—1,475 ſpez. Gew., die bei 34° in ihrem Kriſtallwaſſer ſchmelzen. Die Kriſtalle verwittern an der Luft, und es entſteht ein Salz mit 5 Molekülen Kriſtallwaſſer. Die Löſung des Natriumkarbonats ſchmeckt laugenartig, bläut rotes Lackmuspapier und fällt aus Metallſalzlöſung die Metalle als Karbonate oder baſiſche Karbonate. — Natriumbikarbonat (ſaures kohlenſaures Natrium, doppeltkohlenſaures Natron, Bullrichſalz), $NaHCO_3$, kriſtalliſiert in monoklinen Tafeln, verliert beim Glühen Waſſer und die Hälfte der Kohlenſäure, indem es in Na_2CO_3 übergeht; iſt in Waſſer ſchwerer löslich als Natriumkarbonat. Außer dieſen beiden Salzen iſt noch ein Vierdrittelkarbonat (Trona) bekannt. — Kauſtiſche Soda iſt ätznatronhaltige Soda oder Aetznatron; Sodaſtein iſt Aetznatron. Ueber deſſen Gewinnung ſ. Natriumoxydhydrat, Bd. 6, S. 586.

Gewinnung der Soda.

1. Natürliche Soda findet ſich aufgelöſt in vielen Mineralwäſſern und in den ſogenannten Natronſeen, und in feſter Form als Auswitterung von Geſteinen und des Bodens ſowie als Ausſcheidungen der Natronſeen. Die an den Natronſeen Aegyptens gewonnene Soda, Trona, Latroni, Atrun, Natron, die in chemiſcher Beziehung mit dem in Venezuela und Kolumbien gewonnenen Urao identiſch iſt, beſteht aus einem Gemenge von Vierdrittelkarbonat (Na_2CO_3, $NaHCO_3$, H_2O), etwa 80%, mit andern Salzen. Der als Auswitterung in Ungarn früher zu 75prozentiger Soda verarbeitete Szekſo enthält 6—15% Na_2CO_3, eine in Arabien vorkommende Ablagerung, namens Dukduka, Hurka, Cara, enthält etwa 50% Soda. Von den natürlichen Vorkommen iſt das bedeutendſte das im Owen Lake in Kalifornien, deſſen Geſamtgehalt von Lunge auf 40—50000000 t geſchätzt wird.

2. Soda aus Pflanzenaſche. Bis vor etwa hundert Jahren war die Einäſcherung gewiſſer Strand- und Salzſteppenpflanzen in Gruben neben der natürlichen Soda die Quelle der Handelsſoda. Araxesſoda aus Armenien mit 3—8% Na_2CO_3. Barilla aus Spanien (Aſche der Barilla, Salſola) 25—30%. Blankette von Aigues-mortes (Aſche von Salicornia, Salſola, Statice, Atriplex) mit 4—10%. Kelp aus Schottland und Irland iſt dasſelbe wie Tangſoda. Salicor von Narbonne (Aſche von Salicornia) mit etwa 15%. Tangſoda, Varec (aus der Normandie und Bretagne, Aſche verſchiedener Tangarten, Fucus) mit 3—13%, wird jetzt auf Kaliſalze und Jod verarbeitet. Auch aus der Schlempekohle der Rübenmelaſſe wird Soda hergeſtellt.

3. Soda auf chemiſchem Wege. Ausgangsmaterial für die beiden hauptſächlichſten Sodaprozeſſe iſt das Kochſalz, Natriumchlorid.

a) Leblancſches Verfahren (1789 von Leblanc infolge einer 1782 von der franzöſiſchen Akademie geſtellten Preisaufgabe angegeben). Kochſalz wird entweder durch Einwirkung von Schwefelſäure oder von ſchwefliger Säure, Luftſauerſtoff und Waſſerdampf in Natriumſulfat (Glauberſalz) und Salzſäure übergeführt (ſ. d., Bd. 6, S. 587, und Bd. 7, S. 563). Durch Schmelzen mit Calciumkarbonat (Kreide, Kalkſtein) und Kohlenſtoff (aſchenarme Steinkohle) geht calciniertes Natriumſulfat nach folgenden Gleichungen (nach Scheurer-Keſtner) in Natriumkarbonat über:

$$Na_2SO_4 + 2\,C = 2\,CO_2 + Na_2S, \quad Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS.$$

Nebenbei bildet ſich am Ende des Prozeſſes aus Kalk und Kohlenſtoff noch Aetzkalk und Kohlenoxyd: $CaCO_3 + C = CaO + 2\,CO$. Die Sodaöfen ſind Schmelzöfen mit Handarbeit oder mechaniſche Schmelzöfen. Einen engliſchen Handofen für 150 kg Sulfatbeſchickung ſ. [1], S. 432.

Bei den mechaniſchen Oefen (Revolveröfen) iſt der Schmelzraum (ſ. Fig. 1 und 2) ein durch eine Dampfmaſchine in Drehung verſetzter, mit feuerfeſten Steinen ausgefütterter, liegender eiſerner Zylinder von etwa 3 m Durchmeſſer und 5 m (bis 9 m) Länge. Die aus dem Feuerraum *a* ſchlagende Flamme geht zuerſt durch das ſogenannte Auge *b*, einen mit feuerfeſten

Steinen ausgefütterten, gußeisernen Ring, der zwischen Feuerraum und Zylinderofen mit je 25 mm Spielraum aufgehängt ist, dann durch die Oeffnung *d* in den Zylinder *e* und durch die Oeffnung *l* in die Flugstaubkammer *m* und bestreicht endlich noch die in den Abdampfpfannen *n* und *n'* befindliche Sodalauge. Vor den mit nach vorn geneigten Böden versehenen Pfannen befinden sich die Salzfilter *o o'*, bei welchen die durch Siebböden abtropfende Mutterlauge der aus den Pfannen geschöpften Sodakristalle mittels einer Pumpe *s* in die hinteren Teile der durch die Zwischenwände *r* geteilten Pfannen hineingeschafft wird. Bei der Beschickung des Revolverofens nimmt man einen geringen Kalk-, aber größeren Kohleüberschuß; auch wird die Beschickung nicht mit einem Male eingeführt. Der Hauptvorteil der mechanischen Oefen ist die

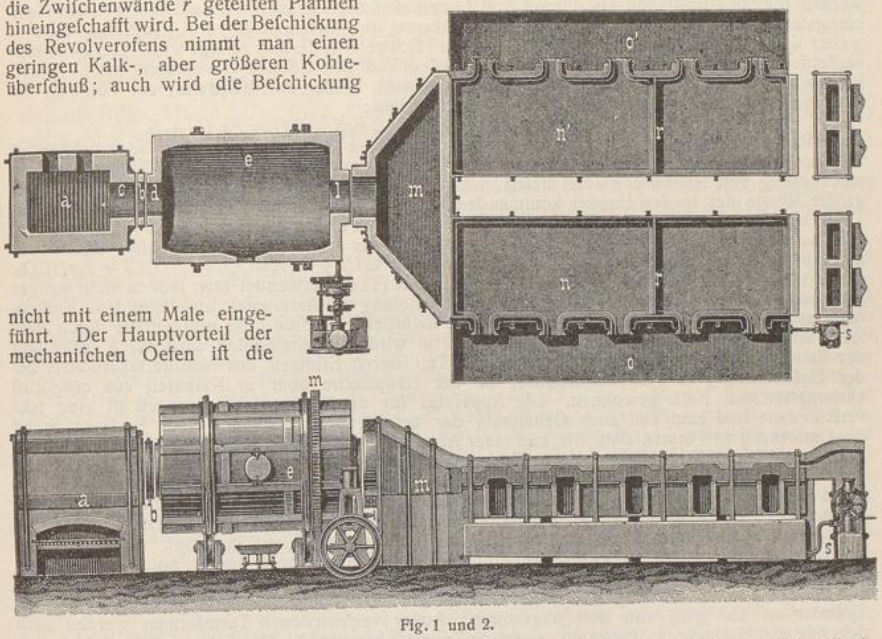


Fig. 1 und 2.

Ersparung an Arbeitslohn. Die von ihnen gelieferte Soda ist fast frei von Sulfat, enthält jedoch mehr Cyannatrium als die Rohsoda der Handöfen. Das Cyannatrium geht später in Ferrocyannatrium über und liefert eine durch Eisenoxyd gelbgefärbte Soda. Ueber die Beseitigung der Cyanverbindungen s. [1] und [2].

Die Rohsoda ist eine feste, graue, poröse Masse, welche in der Hauptsache aus etwa 37—45% Natriumkarbonat und 28—34% Calciumsulfid besteht, ferner Aetznatron (je nach Größe des Kohlezusatzes mehr oder weniger), Aetzkalk (der ein rasches Zerfallen bei dem Auslaugen bewirkt) und eine Reihe andrer Verbindungen enthält. Genaue Analysen s. [1] und [2]. Die durch die Kohlensäure, den Sauerstoff und die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft sich rasch verändernde Rohsoda muß möglichst schnell ausgelaugt werden; das geschieht am zweckmäßigsten durch den Buff-Dunloppschen, fälschlich oft nach Shanks benannten Auslaugeapparat [1]—[4], bei dem die bis zur gänzlichen Erschöpfung an derselben Stelle liegenbleibende Soda erst mit stärkerer, dann mit schwächerer Lauge und endlich mit reinem Wasser methodisch ausgelaugt wird. Die durch Stehenlassen geklärte Rohlauge wird entweder direkt eingedampft oder vorher meistens mit Kohlensäure behandelt, karbonisiert, um Eisen, welches von Schwefelnatrium in Lösung gehalten wird, als Sulfid niederzuschlagen, wobei dann gleichzeitig vorhandenes Aetznatron in Karbonat verwandelt wird. Die Konzentration der Lauge findet in eisernen Pfannen mit Ober- oder Unterfeuer statt; letztere haben zweckmäßig einen bootförmigen Querschnitt, damit sich das ausgeschiedene Salz in der nach unten gerichteten Spitze ansammeln kann, welche auf Mauerwerk ruht, wodurch ein Anbrennen des Salzes verhindert wird. Außerdem sind Verdampfapparate mit Rührvorrichtungen sowie auch Vakuumapparate in Gebrauch. Das bei dem Eindampfen sich abscheidende Sodasalz ist einfach gewässertes Natriumkarbonat; die zurückbleibende Mutterlauge, die sogenannte rote Lauge, enthält, wenn nicht karbonisiert wurde, viel Aetznatron und wird entweder darauf verarbeitet oder karbonisiert für weitere Sodagewinnung. Die Kristalle des einfach gewässerten Karbonats werden in Flammöfen oder in Oefen mit mechanischen Rührvorrichtungen (Mactearofen) calciniert und kommen dann meistens gemahlen als ordinäres calciniertes Sodasalz oder Sekundasoda in den Handel. Analysen s. [1], [2].

Für viele Zwecke ist jedoch eine noch reinere Soda, sogenannte Primasoda, erforderlich, welche frei von Aetznatron und Eisen ist. Sie wird aus der Sekundasoda durch Auflösen, Klären, Abdampfen und Glühen gewonnen. Zu Haushaltungszwecken dient die Kristallsoda mit fast 63% Wasser, welche durch Auflösen und Klären der calcinierten Soda und Kristallisation der etwa 30—37° Bé haltenden Lösungen gewonnen wird.

Der bei dem Auslaugen der Rohsoda hinterbleibende grünschwarze Rückstand, der etwa 40% Schwefelcalcium und etwa 23% Kalkkarbonat enthält, wurde früher auf Halden gestürzt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und war, da er sich an der Luft oxydierte, Schwefelwasserstoff und schweflige Säure ausdünsten ließ sowie bei Auslaugen durch Regenwasser die sogenannten gelben Laugen, Lösungen von Sulfiden, lieferte, ein höchst lästiges Nebenprodukt. Es sind eine Reihe von Verfahren angegeben worden, diese Rückstände zu verarbeiten, insbesondere auf Schwefel. Von den in der Praxis gebräuchlichen sei hier nur das in England mehrfach eingeführte und bei großen Fabrikanlagen auch rentable Verfahren von Chance-Claus in seinen Grundzügen erwähnt. Nach demselben werden die Sodarückstände als dünner Brei in zylindrischen Gefäßen mit kohlesäurereichen Kalkofengasen behandelt; es bilden sich Calciumkarbonat und Calciumsulfhydrat [$Ca(SH)_2$], welches weiter durch Kohlensäure in Calciumkarbonat und Schwefelwasserstoff zerlegt wird. Der Schwefelwasserstoff gibt dann in dem Clausofen, auf dessen Rost sich Eisenoxyd befindet, mit Luftsauerstoff in bestimmtem Verhältnis gemengt und verbrannt, Wasser und Schwefel, ein Vorgang, der sich durch folgende Gleichungen veranschaulichen läßt:

$$Fe_2O_3 + 3\,H_2S = 2\,FeS + S + 3\,H_2O,\quad 2\,FeS + 3\,O = Fe_2O_3 + S.$$

Anderseits läßt sich auch durch natürliche oder künstliche Oxydation aus den Sodarückständen Calciumthiosulfat bilden, das durch Kochen mit Lösungen von Natriumsulfat oder Natriumkarbonat eine Lösung von Natriumthiosulfat liefert, während Calciumsulfat bezw. -karbonat ausfällt. Die größte Menge des in den Handel kommenden Natriumthiosulfats wird in dieser Weise gewonnen.

b) Ammoniaksodaverfahren (1738 von Dyar und Hemming zuerst angegeben, 1863 von Solvay eingeführt). Dasselbe beruht auf der Umsetzung von Kochsalz durch Ammoniumbikarbonat in Salmiak und Natriumbikarbonat: $NaCl + NH_4HCO_3 = NH_4Cl + NaHCO_3$, welch letzteres bei dem Erhitzen Soda liefert. In der Praxis verwendet man jedoch nicht fertiges Ammoniumbikarbonat, sondern sättigt eine Kochsalzlösung mit Ammoniak und leitet dann Kohlensäure ein. Ausgangsmaterial ist meistens eine natürliche Salzsole, die nötigenfalls durch Auflösen von reinem Steinsalz oder Siedesalz verstärkt wird. Das Ammoniak wird durch Zersetzung der Salmiaklaugen und die Kohlensäure zum Teil durch Erhitzen des Natriumbikarbonats bei der Ueberführung in Natriumkarbonat, in der Hauptsache aber in Kalköfen aus möglichst karbonatreichem Kalk gewonnen. Die Apparatur für den Ammoniaksodaprozeß ist eine sehr verschiedene und zum Teil auch Geheimnis der betreffenden Fabriken. Nach Solvay findet die Umsetzung in Türmen statt, die aus einer Anzahl (15—25) gußeiserner Zylinder von 1,5—2 m Breite und 1 m Höhe bestehen, deren Böden mit zentralen Oeffnungen von 40 cm Durchmesser versehen sind. Ueber diesen Oeffnungen liegen gewölbte Siebe, die nicht ganz bis an die Innenwand der Zylinder reichen. Die ammoniakalische Kochsalzlösung tritt in etwa halber Höhe des Turmes ein. Die Kohlensäure wird am Boden des untersten Zylinders unter Druck eingeleitet und durch die Oeffnungen der Siebschalen innig mit der Flüssigkeit gemengt. Kochsalzlösung wie Kohlensäure werden in gekühltem Zustande angewendet, auch findet noch während der Karbonisation Kühlung statt, da die Umsetzung zu Natriumbikarbonat nur bei niedriger Temperatur vor sich geht. Das kristallinische Bikarbonat sammelt sich mit der Salmiaklauge in dem untersten Zylinder an und wird von dort abgezogen. Außer verschiedenen Turmformen werden auch stehende und liegende, zu Batterien vereinigte Zylinder benutzt [2]. Das Salz wird durch Vakuumfilter oder Zentrifugen von der noch etwas kochsalzhaltigen Salmiaklösung getrennt und mit wenig Wasser ausgewaschen. Dann findet in Pfannen und Oefen verschiedener Art das Trocknen und Calcinieren des stets noch etwas ammoniakhaltigen Salzes statt, ehe es als calcinierte Soda ammoniakfrei in den Handel kommt. Die weggehende Kohlensäure gelangt wieder zur Verwendung. Um aus der filtrierten Mutterlauge und dem Waschwasser das zum größten Teil als Chlorammonium vorhandene Ammoniak wiederzugewinnen, wird die Flüssigkeit zuerst für sich, dann mit Kalk in Kolonnenapparaten destilliert. Für die Ausnutzung des resultierenden Chlorcalciums (oder Chlormagnesiums, wenn Magnesia an Stelle des Kalks angewendet wurde) sind mehrere Verfahren der Verarbeitung auf Chlor und Salzsäure vorgeschlagen worden, ohne bis heute allgemeinere Einführung gefunden zu haben (s. a. Chlor, Bd. 2, S. 441).

c) Das Kryolithverfahren beruht auf der Zersetzung des gemahlenen Kryoliths mittels Kalks in der Hitze. $Na_6Al_2Fl_{12} + 6\,CaO = 6\,CaFl_2 + Na_6Al_2O_6$. Die Rohschmelze wird in Laugekästen methodisch ausgelaugt und die Rohlauge, welche neben Natriumaluminat noch Aetznatron und Natriumkarbonat enthält, karbonisiert, wobei sich die Tonerde als Niederschlag abscheidet, der nach dem Dekantieren und Auswaschen auf Aluminiumsulfat oder Alaun verarbeitet wird, während man aus der Lauge die Soda auskristallisieren läßt.

Die größten Sodamengen werden nach Verfahren a) und b) hergestellt. Der Ammoniaksodaprozeß, welcher einfacher arbeitet als der Leblancprozeß, hätte diesen schon lange verdrängt, wenn nicht bei dem Leblancprozeß die Salzsäure ein wertvolles Nebenprodukt bildete. Beiden Prozessen ist aber schon heute ein gefährlicher Nebenbuhler in der elektrolytischen Gewinnung der Soda aus Kochsalz entstanden. Näheres hierüber wie auch über eine Reihe andrer Verfahren der Sodagewinnung s. [1]—[4].

Natriumbikarbonat, $NaHCO_3$, wird aus der vom Leblancprozeß herrührenden Soda erhalten, indem man Kohlensäure auf in Kammern liegende Kristallsodastücke einwirken läßt (Na_2CO_3, $10\,H_2O + CO_2 = 2\,NaHCO_3 + 9\,H_2O$), wobei das freiwerdende und abfließende Wasser etwaige Verunreinigungen wie Kochsalz oder Natriumsulfat mitnimmt. Aus dem ammoniakhaltigen rohen Natriumbikarbonat des Ammoniaksodaprozesses erhält man reines Salz entweder auf nassem oder trockenem Wege. Im ersten Falle wird das rohe Bikarbonat in warmem Wasser aufgelöst und bei mäßiger Temperatur mit Kohlensäure unter Druck gesättigt; beim Erkalten kristallisiert dann reines Bikarbonat aus. Auf trockenem Wege wird das reine Salz gewonnen, wenn das rohe einer warmen Atmosphäre von Kohlensäure ausgesetzt wird, wobei sich das Ammoniak verflüchtigt.

Soda wird in großen Mengen gebraucht in der Glas- und Seifenfabrikation, ferner in der Papierfabrikation, in der Färberei, Bleicherei, als Reinigungsmittel für Haushaltungen und zur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Darſtellung einer Reihe andrer Natriumverbindungen. Natriumbikarbonat findet Verwendung in der Wollwäſcherei, als Füllung von Feuerlöſchern, ferner als Backpulver, Braufepulver und zu mediziniſchen Zwecken.

Literatur: [1] Lunge, Handbuch der Sodainduſtrie, 2. Aufl., Braunſchweig 1894 und 1896, Bd. 2 und 3. — [2] Muspratt, Theoretiſche, praktiſche und analytiſche Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1897, Bd. 6, S. 960 ff. — [3] Oſt, Lehrbuch der chemiſchen Technologie, Hannover 1907, S. 89 ff. — [4] Fiſcher, Handbuch der chemiſchen Technologie, 14. Aufl., Leipzig 1893, S. 443 ff.

(Rathgen) Moye.

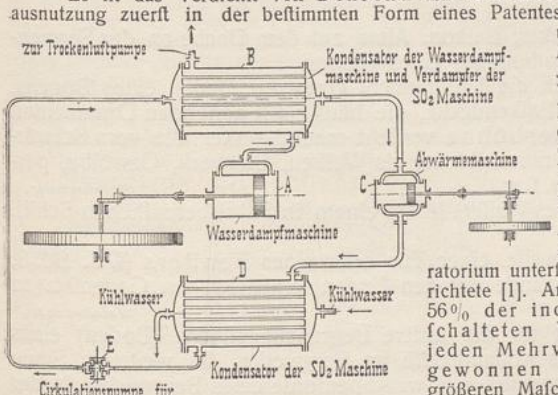
Sodaküpe, ſ. Indigoküpen, Bd. 5, S. 173.

Sodalith, Mineral, Tonerde-Natron-Silikat und Chlornatrium $3Na_2Al_2Se_2O_8 + 2NaCl$. Kriſtalliſiert regulär. Farblos oder hellgrau, glas- bis fettglänzend, durchſichtig. Härte $5^1/_2$; ſpez. Gew. 2,13—2,29; leicht ſchmelzbar. Leicht löslich unter Abſcheidung von gallertartiger Kieſelſäure in Salz- und Salpeterſäure. Gemengteil einiger Geſteine. *Leppla.*

SO_2-Dampfmaſchine, eine Abwärmekraftmaſchine; in Verbindung mit der Waſſerdampfmaſchine die erſte praktiſch verwirklichte Mehrſtoffdampfmaſchine.

Bekanntlich iſt der thermiſche Wirkungsgrad der gewöhnlichen Waſſerdampfmaſchine ein fehr geringer, obwohl die Hilfsmittel zur Erhöhung dieſes Wirkungsgrades (Erhöhung der Anfangsſpannung, Anwendung hochüberhitzten Dampfes, möglichſte Erniedrigung des Gegendruckes im Kondenſator) bis zur Grenze des Möglichen in Anwendung kommen. Bei einer abſoluten Anfangsſpannung von 12 kg/qcm, einer Ueberhitzungstemperatur von 350° und einer Kondenſatorſpannung von 0,1 kg/qcm beträgt z. B. der thermiſche Wirkungsgrad einer vollkommenen Waſſerdampfmaſchine $\eta_1 = 0{,}288$. (Näheres über die Größe und Berechnung von η_1 ſ. Heißdampfmaſchinen [Bd. 5, S. 7]; vgl. insbeſondere die Tabellen I—VI auf S. 6 und 8). Der thermiſche Wirkungsgrad η_2 der wirklichen Maſchine iſt wegen der nicht vermeidbaren Verluſte erheblich kleiner als η_1 und dürfte für die oben angeführten ſehr günſtigen Verhältniſſe auf $\eta_2 = 0{,}2$ geſchätzt werden, d. h. es werden bei einer unter den günſtigſten Verhältniſſen arbeitenden Waſſerdampfmaſchine nur etwa 20% der zugeführten Wärme in Arbeit verwandelt; von den verbleibenden 80% geht ein Teil durch Abkühlung, Droſſelung u. ſ. w. verloren; der Hauptteil iſt aber in dem abſtrömenden Dampfe noch enthalten und wandert nutzlos bei Auspuffmaſchinen in die Atmoſphäre, bei Kondenſationsmaſchinen in den Kondenſator. Da eine beſſere Ausnutzung des Dampfes durch weitere Erhöhung der jetzt gebräuchlichen, ſchon ſehr hohen Anfangstemperaturen (Heißdampfmaſchine 350—400°) nicht mehr zu erzielen möglich iſt, ſo war es naheliegend, daß man dasſelbe Ziel durch eine weitere Herabſetzung der Endtemperatur zu erreichen ſuchte, indem man ſich der weiteren Verwertung der Abdampfwärme zur Arbeitserzeugung zuwendete. Dieſe Beſtrebungen führten zur Kaltdampfmaſchine, die in der SO_2-Dampfmaſchine ihre erſte Verwirklichung gefunden hat.

Es iſt das Verdienſt von Behrend und Zimmermann, dieſe Idee der Abwärmeausnutzung zuerſt in der beſtimmten Form eines Patentes zum klaren Ausdruck gebracht und dieſelbe trotz anfänglicher Mißerfolge und großer Opfer viele Jahre hindurch bis zur praktiſchen Verwirklichung verfolgt zu haben. Den hervorragendſten Anteil an dem Verdienſt der zweckmäßigen Geſtaltung der SO_2-Maſchine gebührt dem Leiter des Maſchinenbaulaboratoriums der Techn. Hochſchule in Charlottenburg, Profeſſor Joffe, der die erſte erfolgreiche SO_2-Maſchine konſtruierte, im Laboratorium unterſuchte und darüber ausführlich berichtete [1]. An der erſten SO_2-Maſchine konnten 56% der indizierten Leiſtung der vorgeſchalteten Waſſerdampfmaſchine ohne jeden Mehrverbrauch an Wärme hinzugewonnen werden. Weitere Verſuche an größeren Maſchinen haben dieſes Ergebnis im großen und ganzen beſtätigt [1], [3]. Die Wirkungsweiſe der SO_2-Maſchine iſt aus nebenſtehender Figur erſichtlich. Der Abdampf der Waſſerdampfmaſchine *A* geht in den Oberflächenkondenſator *B*, der nicht mit Waſſer, ſondern mit flüſſiger SO_2 gekühlt wird. *B* iſt zugleich der Verdampfer der SO_2. Der SO_2-Dampf, der bei mäßigen Temperaturen hohe Drücke zeigt (ſ. die nachſtehende Tabelle), gelangt in den Arbeitszylinder der Abwärmemaſchine *C* und leiſtet hier durch Expanſion Arbeit. Der Abdampf des SO_2-Zylinders ſtrömt hierauf zum Kondenſator *D* und wird durch Kühlwaſſer kondenſiert.



Druck und Temperatur des geſättigten SO_2-Dampfes.

Temperatur nach Celſius	10°	15°	20°	25°	55°	60°	65°	70°
Abſoluter Druck in kg/qcm	2,34	2,81	3,35	3,97	9,70	11,05	12,53	14,80

Die flüſſige SO_2 wird durch eine Zirkulationspumpe nach dem Verdampfer *B* gefördert, worauf der Kreislauf von neuem beginnt. Die Druckdifferenz der Expanſion im SO_2-Zylinder iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abhängig von der Temperatur des Abdampfes der Waſſerdampfmaſchine im Kondenſator *B* und der Temperatur des Kühlwaſſers im Kondenſator *D*. Bei einem Verſuch ergaben ſich z. B. folgende Werte:

Abſoluter Druck des Waſſerdampfes im Kondenſator *B*	0,2 kg/qcm
Temperatur des Waſſerdampfes im Kondenſator *B*	60°
„ „ SO_2-Dampfes „ „ *B*	57,5°
Abſoluter Druck des SO_2-Dampfes im Kondenſator *B*	10,3 kg/qcm
„ „ „ „ vor dem SO_2-Zylinder . . .	9,7 „
Temperatur „ „	55,8°
Abſoluter Druck „ „ im Kondenſator *D*	3,2 kg/qcm
Temperatur der flüſſigen SO_2 „ „ *D*	19°
„ des Kühlwaſſers beim Austritt aus *D*	15,5°
„ „ „ „ Eintritt in *D*	9,8°

Die Hauptſchwierigkeiten im Betriebe der SO_2-Maſchine liegen in der Beſchaffung der erforderlichen großen Mengen ſehr kalten Kühlwaſſers, in der Gefahr, daß bei undichtem Kondenſator durch Löſung von SO_2 in Waſſer die Wände des Kondenſators *D* zerfreſſen werden und in der Gefahr, daß der giftige SO_2-Dampf durch Undichtigkeiten in den Maſchinenraum dringt. Im allgemeinen aber können die rein konſtruktiven Schwierigkeiten als überwunden bezeichnet werden.

Statt SO_2 kann auch jede andre Flüſſigkeit, deren Dämpfe bei niedrigen Temperaturen hohe Drücke zeigen, zum Betriebe einer Abwärmekraft- oder Kaltdampfmaſchine verwendet werden, z. B. Ammoniak. Ferner läßt ſich nicht nur die Abwärme von H_2O-Dampfmaſchinen, ſondern auch diejenige von Exploſions- oder Verbrennungsmaſchinen, oder von Feuerungen (Schornſteingaſen) ſowie die Wärme heißer Quellen zur Arbeitsleiſtung in einer Kaltdampfmaſchine heranziehen. Die Ausſichten der SO_2-Kaltdampfmaſchine auf allgemeinere Verbreitung ſind neuerdings durch die Einführung der Abdampfturbinen, insbeſondere durch die Erfolge des Rateauſchen Dampfakkumulators, erheblich beeinträchtigt worden (ſ. Dampfturbinen, Bd. 2, S. 624, insbeſondere S. 640). Die konſequente Weiterbildung der Idee der Kaltdampfmaſchine in Verbindung mit der H_2O-Dampfmaſchine, alſo der Zweiſtoffdampfmaſchine, führt zur Dreiſtoffdampfmaſchine und Mehrſtoffdampfmaſchine, deren Theorie beſonders von K. Schreber [2] näher ausgebildet worden iſt. Schreber empfiehlt eine Dreiſtoffdampfmaſchine mit der Oberſtufe: Anilin 310—190°; Mittelſtufe: Waſſer 190—80°; Unterſtufe: Aethylamin 80—30°.

Literatur: [1] Joffe, E., Mitteilungen aus dem Maſchinenlaboratorium der Kgl. Techniſchen Hochſchule zu Berlin, Heft II und III, München 1899 und 1901. — [2] Schreber, K., Die Theorie der Mehrſtoffdampfmaſchine, Leipzig 1903. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 1077; 1902, S. 61, 250, 857, 1514; 1903, S. 137; 1905, S. 745; 1907, S. 831. *O. Herre.*

Soden, ſ. Torfgewinnung.

Sodium, ſ. v. w. Natrium (ſ. d.).

Söhlig, ſ. Saiger.

Söller (Solarium), Erker, Balkon, Altan auf dem Dache an der Sonnenſeite; auch Plattform oder Bodenraum eines Hauſes.

Soffitte, in der Baukunſt die Unteranſicht eines Architravs, eines Bogens, einer Hängeplatte oder einer Balkendecke, die häufig mit paſſenden Ornamenten verziert ſind. Bei der Theaterbühne verſteht man darunter alle vom Schnürboden herabhängenden Dekorationsſtücke, als Wolken, Bauwerk, Gewölbe, perſpektiviſch gemalte Decken u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Sog, das Nachſtrömen des Waſſers hinter einem in Fahrt befindlichen Schiff.

Soggen, ſ. Salz.

Sohlbank, ſ. v. w. Schwelle einer Tür oder eines Fenſters (ſ. d. Bd. 3, S. 693, B, 1), wenn die Gewände auf den Enden aufſtehen, im Gegenſatz zu Streifbank (ſ. d.). *Weinbrenner.*

Sohle iſt der Ausdruck für die untere Begrenzungsfläche (Boden) eines Stollens (Tunnels) oder einer Abbauſtrecke im Bergwerke. In weiterem Sinne ſpricht man von der erſten, zweiten u. ſ. w. Abbauſohle eines Bergwerks als der Geſamtheit aller Grubenbaue in gleicher Tiefe. *Haußmann.*

Sohlenauflegmaſchine, -beſchneidmaſchine u. ſ. w., ſ. Schuhfabrikation.

Sohlplatten ſind gußeiſerne, auf dem Fundament feſtgeſchraubte Unterlagen für Stehlager (ſ. Bd. 6, S. 53, Fig. 15).

Sohlſchwelle, ſ. v. w. Grundſchwelle (ſ. d.) oder Schwelle aus Sinkſtoffen ſchräg über der Flußſohle (ſ. Sinkſtoffe).

Solaröl, ſ. Mineralöle.

Sole, ſ. Salz, Bd. 7, S. 561.

Solenoid, ſ. Elektrodynamik, Bd. 3, S. 415 und Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 419.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Solfatare, Ausſtrömungen von gasartigem Schwefelwaſſerſtoff und ſchwefliger Säure in der Umgebung von tätigen Vulkanen, beſonders in der Umgebung des Veſuv, auf Volcano, Lipari, im Kaukaſus, Island, Java u. ſ. w.

Durch die ausſtrömenden Gaſe werden Geſteine in der Umgebung der Solfatare umgewandelt und Minerale neugebildet (Gips, Alaun, Sulfate), vor allem wird aber Schwefel abgeſchieden (Bocca grande bei Puzzuoli), welcher in vielen Solfataren im großen gewonnen wird.

Solidarität, ſ. v. w. Geſamtſchuldverhältnis, ſ. B.G.B. §§ 420—432.

Solin, eine Benzinart, ſ. Luftgasapparate.

Solnhofer Schichten, die oberſte Abteilung der oberen oder weißen Juraformation (Malm) in Franken (Gegend von Eichſtätt).

Meiſt aus gleichmäßig dichten, blaßgelblichen, ſehr regelmäßig geſchichteten, dünnplattigen und dünnſpaltenden (4 mm bis 20 cm Dicke), faſt reinen Kalkſteinen (Solnhofer Kalkſtein, Schiefer, Plattenkalk, Jurakalk) beſtehend. Die untergeordneten Verunreinigungen beſtehen aus Ton, etwas Dolomit und Bitumen. In der Gegend von Solnhofen und Mörnsheim treten in den Schichten gewiſſe feine (Korngröße 0,005 mm im Mittel), ganz reine, bläulichgraue oder rötlich gefärbte, etwas dicker geſchichtete Lagen auf, die als Lithographieſteine verwendet werden (etwa 7 % der geſamten Steinbruchsgewinnung). Die übrigen gewonnenen Kalkſteine dienen als Dachſchiefer, zum Bodenbelag, zu Spiegelſcheibenſchleifſteinen, Tiſchplatten, Grabſteinen, Fenſtergeſimſen, Nippſachen u. ſ. w.

Literatur: Grümbel, v., Geognoſtiſche Beſchreib. von Bayern, Bd. 4, Frankenjura, Caſſel 1891, S. 276; Marggraff, Solnhofer Kalkſchiefer, Bayr. Ind.- u. Gew.-Bl. 1880, Heft 1. *Leppla.*

Solſtitien, Stellen in der Bahn der Sonne, an denen dieſe bei ihrer Bewegung von der Nord- zur Südhalbkugel und umgekehrt ſtillzuſtehen ſcheint. Das ſind diejenigen Stellen, in denen die Sonne ihre nördlichſte bezw. ihre ſüdlichſte größte Abweichung vom Aequator erreicht.

Durch dieſe Punkte werden die Wendekreiſe des Steinbocks und des Krebſes gezogen gedacht, welche die tropiſche Zone begrenzen. Durch Beobachtungen der Solſtitien, die ſchon in früheſten Zeiten ausgeführt wurden, konnte man ſowohl die geographiſche Breite eines Ortes als auch zugleich die Schiefe der Ekliptik, d. h. den Winkel, welchen die Ebene des Aequators mit der Ebene der Ekliptik einſchließt, beſtimmen. Dieſe Meſſungen des Altertums ſind für die Theorie des Sonnenſyſtems von großer Bedeutung geworden. *Ambronn.*

Sommerdeich, ſ. Flußdeiche, Bd. 4, S. 105.

Sommerwäſſerung, ſ. Bewäſſerung des Bodens, Bd. 1, S. 756.

Sommerwege, unbefeſtigte oder nur in geringem Maße befeſtigte Erdwege, die neben der beſteinten Fahrbahn angelegt werden.

Sie eignen ſich für leichtes Fuhrwerk und Viehherden beſſer als die harte Steinbahn, da ſie die Hufe der Tiere weniger angreifen und bei trockener Witterung angenehm zu befahren ſind. Sie werden daher im Flachlande, wo die Ausführung und der Grunderwerb für breitere Straßen nur geringe Mehrkoſten verurſachen, häufig neben der beſteinten Fahrbahn, die dann etwas ſchmäler gehalten werden kann, angelegt. Die Süd- oder Oſtſeite wird vorgezogen, um das Austrocknen zu befördern. Das Quergefälle zum ſeitlich begrenzenden Graben ſchwankt zwiſchen $^1/_{15}$ und $^1/_{25}$, je nachdem größeres oder geringeres Längsgefälle vorhanden iſt. Lehmiger Boden wird mit Sand, Kies, Steinkohlenſchlacke oder Mauerſchutt befeſtigt, während ſandiger Boden mit lehmigem Kies verbeſſert werden kann. Im Gebirgs- und Hügellande wird allgemein von der Anlage ſolcher Sommerwege abgeſehen. *L. v. Willmann.*

Sonderzug, ſ. Eiſenbahnbetrieb V.

Sondieren, ein Verfahren der Baugrundunterſuchung.

Das Sondiereiſen (Sondiernadel, Viſitiereiſen) iſt eine Eiſenſtange von 2,0—3,5 m Länge und 25—45 mm Dicke, unten mit einer Spitze verſehen, die in den Boden eingeſtoßen, eingedreht oder eingerammt wird (Fig. 1). Unten, nahe an der Spitze, iſt eine Vertiefung angebracht, die mit Talg ausgefüllt wird; am oberen Ende iſt das Eiſen behufs Handhabung mit einem Knopf (Fig. 1), einem Bügel (Fig. 3) oder einem Drehhebel (Fig. 2) verſehen. Bei größerer Tiefe ſetzt man das Sondiereiſen aus zwei oder drei Stücken zuſammen, die miteinander verſchraubt werden (Fig. 3). Aus dem geringeren oder größeren Widerſtand beim Eindringen des Eiſens in den Boden, ferner aus dem Gefühle beim Hineinſtoßen, endlich aus den Bodenteilchen, die nach dem Herausziehen des Eiſens daran hängen, kann man bei einiger Erfahrung und Uebung auf die Beſchaffenheit der durchſtoßenen Bodenſchichten ſchließen. S. a. Tiefbohren. *Schmitt-Darmſtadt.*

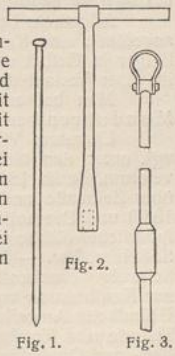


Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 3.

Sonnendach, ſ. v. w. Vordach (ſ. d.)

Sonnenſpiegel, ſ. Heliotrop.

Sonnenſtein, ſ. Feldſpat, Bd. 3, S. 690.

Sonnenuhren. Unter dieſem Namen faßt man eine Anzahl von Einrichtungen zuſammen, bei denen der Schatten eines Stabes oder das durch eine enge Oeffnung auf einer gegenüberſtehenden Fläche erzeugte Sonnenbildchen ſelbſt durch ihr Fortſchreiten mit der täglichen Bewegung der Sonne zur Zeit-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſung benutzt werden. Es ſind die älteſten Inſtrumente, welche zu dieſem Zwecke verwendet wurden. Vgl. a. Gnomon und Uhren.

Jede Sonnenuhr beſteht aus einem Teile, der die tägliche Wanderung der Sonne durch ſeinen Schatten oder dergl. anzeigt, und einer Fläche, auf welcher die Wanderung gemeſſen wird. Iſt der erſtere Teil, wie es meiſtens der Fall iſt, ein Stab oder dergl. (der Stylus), ſo kann dieſer ſenkrecht ſtehen oder auch mit der Weltachſe parallel ſein (Polos). Die den Schatten auffangende Fläche kann eine Ebene oder auch eine Kugelſchale ſein. Steht der Stab ſenkrecht und iſt die Ebene horizontal, ſo hat man die Einrichtung des Gnomon (ſ. d.). Am einfachſten geſtaltet ſich die Konſtruktion einer Sonnenuhr, wenn der Schattenzeiger in der Weltachſe liegt und dann wieder, wenn die auffangende Ebene dem Aequator parallel, alſo ſenkrecht zum Zeiger liegt. Es iſt klar, daß dann der Schatten des Zeigers mit der Meridianebene ſtets einen Winkel bildet, der gleich dem Stundenwinkel der Sonne ſelbſt iſt, alſo gleich der jeweiligen wahren Zeit (ſ. Zeitbeſtimmung). Machen alſo beide Richtungen einen Winkel von 15^0, 30^0, 45^0 u. ſ. w. miteinander, ſo iſt es reſp. 1^h, 2^h, 3^h u. ſ. w. oder $23^h = 11$ Uhr vormittags, $22^h = 10$ Uhr vormittags, $21^h = 9$ Uhr vormittags u. ſ. w., je nachdem der Schatten öſtlich oder weſtlich der Meridianebene liegt. Zieht man alſo auf der Ebene Linien, die mit der dem Meridian entſprechenden Linie die angegebenen Winkel einſchließen, und zwar auf beiden Seiten der Fläche (oberhalb für den Sommer in nördlichen Breiten und unterhalb für den Winter), ſo hat man eine ſolche Sonnenuhr. Weniger einfach geſtalten ſich die Beziehungen der Schattenlage zur Meridianlinie, in die der Schatten ſtets fallen muß, wenn die Sonne durch den Meridian geht (wenn es alſo Null Uhr wahre Zeit iſt) im Falle andrer Lagen der auffangenden Fläche. Nach deren Lage unterſcheidet man dann horizontale und vertikale Sonnenuhren und unter dieſen wieder ſolche, bei denen die Ebene ſenkrecht zum Meridian (Mittagsuhr) ſteht oder mit dieſem einen Winkel einſchließt (bei 90^0 als Morgen- oder Abenduhr). Die Regeln der ſphäriſchen Aſtronomie (ſpeziell die der Gnomonie) liefern die Formeln für die Berechnung der Winkel, den für beſtimmte Stundenwinkel (t) der Schatten mit der Meridianebene einſchließen muß. Danach laſſen ſich dann leicht alle Arten von Sonnenuhren entwerfen. Für eine Horizontaluhr muß z. B. ſein, wenn x der geſuchte Winkel und φ die geographiſche Breite des Ortes iſt: $\operatorname{tg} x = \sin \varphi \operatorname{tg} t$. Das gibt z. B. für die Breite von 50^0

$t = 15^0$	30^0	45^0	60^0	75^0	90^0	105^0	120^0	135^0
$x = 11^0 36'$	$23^0 51'$	$37^0 27'$	$53^0 0'$	$70^0 43'$	$90^0 0'$	$109^0 17'$	$127^0 0'$	$142^0 33'$

Für eine vertikale Sonnenuhr, wenn die als Zifferblatt dienende Ebene genau von Oſt nach Weſt gerichtet iſt, hat man $\operatorname{tg} x = \cos \varphi \operatorname{tg} t$.
(x iſt dann der Winkel, welchen der betreffende Stundenſtrich mit der Vertikalen einſchließen muß.) Damit hat man in gleicher Weiſe wie oben für $\varphi = 50^0$

für $t = 15^0$	30^0	45^0	60^0	75^0	90^0
„ $x = 9^0 46'$	$20^0 22'$	$32^0 44'$	$48^0 2'$	$65^0 56'$	$90^0 0'$.

Iſt die Ebene des Zifferblattes gegen den Meridian um a Grad geneigt (hat ſie das Azimut a), ſo iſt die Relation für x komplizierter, nämlich

$$\operatorname{cotg} x = \operatorname{cotg} t \frac{\sin a}{\cos \varphi} \mp \cos a \operatorname{tg} \varphi.$$

Wird $a = 0^0$, d. h. liegt die Zifferblattebene im Meridian, ſo hat man eine Morgenuhr bezw. eine Abenduhr. Dann muß man aber dem Zeiger eine andre Stellung geben, denn er würde ja ſo in die Ebene des Zifferblattes fallen, was natürlich nicht angängig iſt. Die Berechnung der Lage der Stundenſtriche wird dann noch umſtändlicher, ſo daß es heutigentags zweckmäßiger ſein dürfte, die Stunden auf Grund der Vergleichung mit einer guten Taſchenuhr aufzutragen, nachdem deren Angaben auf „wahre Zeit“ korrigiert ſind. — Da weder die Mittagsuhr, noch weniger aber die beiden letzteren Formen der Sonnenuhr für alle Tageszeiten ausreichen, hat man ſie häufig kombiniert, z. B. an den drei Seiten von Kirchtürmen.

Allgemein brauchbar ſind die Sonnenuhren, bei denen das Zifferblatt, wie oben ſchon angeführt, eine Kugelſchale iſt, deren begrenzende Diametralebene horizontal liegt und deren Zeiger in Geſtalt einer kleinen Kugel oder einer kleinen Oeffnung im Mittelpunkte angebracht iſt. Der Verlauf des Schattens und ſomit die nötige Einteilung iſt dann leicht zu überſehen.

Man hat auch den durch das Licht des Mondes erzeugten Schatten zu ſogenannten Monduhren benutzt; deren Angaben iſt immer noch eine Korrektion hinzuzufügen.

Literatur: Vitruvius, De architectura, Lib. IX, Cap. 9. — Ueber die antiken Sonnenuhren vgl. unter den älteren Schriften beſonders Wöpcke, Disquisitiones arch.-math. circa solaria veterum, Berlin 1842, unter den neueren mehrere der zahlreichen Abhandlungen von Bilfinger über Zeitmaße und Zeitmeſſung der Alten, z. B. Die antike Stundenzählung (Progr. Stuttgart 1883) und Die antiken Stundenangaben (Stuttgart 1888); über antike Sonnenuhren auf nicht ſphäriſcher Fläche vgl. z. B. Lauſſedat, C. R., Bd. 71 (1870), S. 264; Rayet, ebend., Bd. 78 (1874), S. 841, u. ſ. w. — Faye, Cours d'astronomie de l'Ecole polytechn., Paris 1883, Bd. 2, S. 19. — Schweiger-Lerchenfeld, Atlas der Himmelskunde, Wien 1898. — Die Formeln und Anleitungen zur Konſtruktion von Sonnenuhren finden ſich mehr oder weniger ausführlich in: Doppelmayr, Gründliche Anweiſung zur Beſchreibung großer Sonnenuhren, Nürnberg 1719; Sonndorfer, R., Theorie und Konſtruktion der Sonnenuhren, Wien 1864; Jordan, Grundzüge der aſtronomiſchen Zeit- und Ortsbeſtimmung, Berlin 1885; Hammer, Lehrbuch der ebenen und ſphäriſchen Trigonometrie, 3. Aufl., Stuttgart 1907, S. 569 ff.; Wolf, R., Handbuch der Aſtronomie, I, S. 429 ff. — Neuere Konſtruktionen finden ſich beſprochen in: La Leta, Gnomonica etc., Mailand 1897; Hammer, Ref. in Naturw. Wochenſchrift, Berlin 1893; Maurer, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1903, S. 207, und Ref. von Maurer über eine Sonnenuhr; Cozza, R., Sonnenuhr für mittlere Zeit, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1903, S. 375.

Ambronn.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sonntagsruhe in gewerblichen Betrieben ist nach Maßgabe besonderer gesetzlicher Bestimmungen in mehr oder minder weitgehendem Umfang in der Mehrzahl der Kulturstaaten eingeführt.

I. Nach angestrengter Wochenarbeit gebührt auch dem in gewerblichen Betrieben Beschäftigten ein Tag der Ruhe und Erholung. Dieser sollte mit Rücksicht sowohl auf die Gesundheit wie auf das geistige und sittliche Leben, insbesondere auch das Familienleben solcher Angestellten soweit möglich sichergestellt werden. Sonntagsarbeit läßt sich nicht gänzlich vermeiden. Die Natur mancher Gewerbebetriebe (namentlich da, wo Feuerungen unterhalten werden müssen) läßt Unterbrechungen der Arbeit überhaupt nicht zu. Reinigungs- und Reparaturarbeiten müssen vielfach auf den Sonntag, wo der Betrieb ruht, verlegt werden. Die Bewachung der Betriebsräume kann Sonntags nicht unterlassen werden. Außergewöhnliche Ereignisse, Notfälle können die Sonntagsarbeit vorübergehend notwendig machen. Die Bedürfnisse der Konsumenten, des Publikums, die Rücksichten auf den Verkehr, die gegebenen natürlichen Verhältnisse lassen die Durchführung völliger Sonntagsruhe in bestimmten Gewerbezweigen (Bedürfnisgewerbe, Saisongewerbe, Kampagneindustrie) undurchführbar erscheinen. Wo solche Umstände aber nicht obwalten, sollte die Sonntagsarbeit grundsätzlich vermieden werden. Insbesondere muß davon ausgegangen werden, daß regelmäßige Sonntagsarbeit nur zur Vermehrung der Produktion — unzulässig ist. Im übrigen sollte die Sonntagsarbeit möglichst eingeschränkt, dem Arbeiter (im weitesten Sinne des Wortes) nach Möglichkeit Sonntagsruhe gewährt und in Betrieben, in denen regelmäßige und länger dauernde Sonntagsarbeit unumgänglich ist, durch Einführung von Schichtwechsel wenigstens für zeitweilige Sonntagsruhe gesorgt werden. — Die Internationale Arbeiterschutzkonferenz in Berlin vom Jahre 1890 erklärte es für wünschenswert, daß vorbehaltlich von Ausnahmen für die Bedürfnisgewerbe, Saisongewerbe, Kampagneindustrien für alle Industriearbeiter der Sonntag als Ruhetag festgesetzt werde und daß selbst in den Anlagen der ebengenannten Ausnahmekategorien jeder Arbeiter auf zwei Sonntage einen frei habe.

II. Gegenwärtiger Stand der Gesetzgebung: A. Deutschland. Die grundlegenden Bestimmungen finden sich in der Gewerbeordnung, und zwar im wesentlichen in den Novellen vom 1. Juni 1891 und 30. Juni 1900. Die Gewerbetreibenden können die Arbeiter zum Arbeiten an Sonn- und Festtagen nicht verpflichten, soweit es sich nicht um Arbeiten handelt, welche nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung oder der auf Grund derselben erlassenen Vollzugsvorschriften des Bundesrats oder der Landesbehörden auch an Sonn- und Festtagen vorgenommen werden dürfen (§ 105a der Gewerbeordnung). Gegenteilige Vereinbarungen sind nichtig, auch zieht die verbotene Beschäftigung von Arbeitern Strafe nach sich (§ 146a der Gewerbeordnung). Verboten ist die Beschäftigung von Arbeitern an Sonn- und Festtagen im Betrieb von Bergwerken, Salinen, Aufbereitungsanstalten, Brüchen und Gruben, Hüttenwerken, Fabriken und Werkstätten, Zimmerplätzen und andern Bauhöfen, Werften und Ziegeleien sowie bei Bauten aller Art, also auch Regiebauten. Die Dauer der den Arbeitern zu gewährenden Sonntagsruhe hat mindestens zu betragen für jeden Sonn- und Festtag 24, für zwei aufeinander folgende Sonn- und Festtage 36, für das Weihnachts-, Oster- und Pfingstfest 48 Stunden. Die Ruhezeit ist von 12 Uhr nachts zu rechnen und muß bei zwei aufeinander folgenden Sonn- und Festtagen bis 6 Uhr abends des zweiten Tages dauern. Für Betriebe mit regelmäßiger Tag- und Nachtschicht ist gestattet, die Ruhezeit frühestens um 6 Uhr abends des vorhergehenden Werktags, spätestens um 6 Uhr morgens des Sonn- oder Festtags beginnen zu lassen, wenn für die auf den Beginn der Ruhezeit folgenden 24 Stunden der Betrieb ruht (§ 105b Abs. 1 der Gewerbeordnung). — Von diesem als Regel aufgestellten allgemeinen Verbot der Sonntagsarbeit im Produktions-, Verarbeitungs- und Bearbeitungsgewerbe ist im Hinblick auf die Bedürfnisse und Zufälle des täglichen Lebens sowie mit Rücksicht auf die allgemeinen und technischen Betriebsverhältnisse einzelner Gewerbezweige eine Reihe von Ausnahmen zugelassen worden (§ 105c bis 105i der Gewerbeordnung). Allgemein sind folgende Arbeiten freigegeben: 1. Arbeiten, die in Notfällen oder im öffentlichen Interesse unverzüglich vorgenommen werden müssen; 2. für einen Sonntag im Jahr Arbeiten zur Durchführung einer gesetzlich vorgeschriebenen Inventur; 3. die Bewachung der Betriebsanlagen, Arbeiten zur Reinigung und Instandhaltung, durch welche der regelmäßige Fortgang des eignen oder eines fremden Betriebs bedingt ist, sowie Arbeiten, von welchen die Wiederaufnahme des vollen werktägigen Betriebs abhängig ist, sofern nicht diese Arbeiten an Werktagen vorgenommen werden können; 4. Arbeiten, welche zur Verhütung des Verderbens von Rohstoffen oder des Mißlingens von Arbeitserzeugnissen erforderlich sind, sofern nicht diese Arbeiten an Werktagen vorgenommen werden können; 5. die Beaufsichtigung des Betriebs, soweit er nach Ziffer 1—4 an Sonn- und Festtagen stattfindet. — Ob im einzelnen Fall die gesetzlichen Voraussetzungen für die Zulässigkeit der Sonntagsarbeit zutreffen, hat der Unternehmer pflichtmäßig zu prüfen. Zur Ermöglichung einer Kontrolle ist vorgeschrieben, daß seitens der Gewerbetreibenden, welche Arbeiter mit Arbeiten der oben unter Ziffer 1—5 bezeichneten Art an Sonn- und Festtagen beschäftigen, ein Verzeichnis anzulegen ist, in das für jeden einzelnen Sonn- und Festtag die Zahl der beschäftigen Arbeiter, die Dauer ihrer Beschäftigung sowie die Art der vorgenommenen Arbeiten einzutragen sind. Das Verzeichnis ist auf Erfordern der Ortspolizeibehörde sowie dem Gewerbeaufsichtsbeamten jederzeit zur Einsicht vorzulegen. Sodann ist zur Verhütung einer übermäßigen Inanspruchnahme der Arbeiter bestimmt, daß bei den oben unter Ziffer 3 und 4 bezeichneten Arbeiten, sofern dieselben länger als drei Stunden dauern oder die Arbeiter am Besuche des Gottesdienstes hindern, jeder Arbeiter entweder an jedem dritten Sonntag volle 36 Stunden oder an jedem zweiten Sonntag mindestens in der Zeit von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends von der Arbeit freizulassen ist. Von dieser Vorschrift kann die untere Verwaltungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

behörde Ausnahmen gestatten, wenn die Arbeiter am Besuch des sonntäglichen Gottesdienstes nicht gehindert werden und ihnen an Stelle des Sonntags eine 24stündige Ruhezeit an einem Wochentage gewährt wird. Abgesehen von den im vorstehenden angeführten allgemein zulässigen Ausnahmen können sodann durch Beschluß des Bundesrats für bestimmte Arten von Gewerben, insbesondere für Betriebe, in denen Arbeiten vorkommen, welche ihrer Natur nach eine Unterbrechung oder einen Aufschub nicht gestatten (so namentlich Betriebe mit ununterbrochenem Feuer), sowie für Betriebe, welche ihrer Natur nach auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt sind (Kampagneindustrien) oder welche in gewissen Zeiten des Jahres zu einer außergewöhnlich verstärkten Tätigkeit genötigt sind (Saisoninduſtrien), Ausnahmen von der Bestimmung des § 105b Abs. 1 zugelassen werden. Der Bundesrat hat von dieser Ermächtigung zugunsten einer Reihe von Gewerbsarten Gebrauch gemacht, so zugunsten der Bergwerke und Gruben, der Salinen, der Metallhüttenwerke, der Eisenhochofenwerke, der Glashütten, zahlreicher Betriebe der chemischen Industrie und der Industrie der Leuchtstoffe, Fette, Oele und Firnisse, sodann der Zellstoffabriken, der Zuckerfabriken, der Brauereien und Mälzereien, der Schokoladefabriken u. s. w. Das Verzeichnis der Ausnahmen wird zurzeit einer durchgreifenden Revision unterzogen. In Betrieben, in denen auf Grund dieser Ausnahmebestimmungen Arbeiter an Sonn- oder Festtagen beschäftigt werden, hat der Arbeitgeber innerhalb der Betriebsstätte an geeigneter, den Arbeitern zugänglicher Stelle eine Tafel auszuhängen, die in deutlicher Schrift die einschlägigen auf den Betrieb bezüglichen Vorschriften enthält. — Ferner können für Gewerbe, deren vollständige oder teilweise Ausübung an Sonn- und Festtagen zur Befriedigung täglicher oder an diesen Tagen besonders hervortretender Bedürfnisse der Bevölkerung erforderlich ist (sogenannte Bedürfnisgewerbe, z. B. Bäckereien, Konditoreien, Metzgereien, Gaswerke) sowie für Betriebe, welche ausschließlich oder vorwiegend mit durch Wind oder unregelmäßige Wasserkraft bewegten Triebwerken arbeiten, durch Verfügung der höheren Verwaltungsbehörde Ausnahmen von der gesetzlichen Sonntagsruhe zugelassen werden. Ueber die Voraussetzungen und Bedingungen der Zulassung solcher Ausnahmen sind vom Bundesrat nähere Bestimmungen getroffen. Endlich kann noch von Fall zu Fall von der unteren Verwaltungsbehörde eine Beschäftigung von Arbeitern an einzelnen Sonn- oder Festtagen dann gestattet werden, wenn eine solche Beschäftigung zur Verhütung eines unverhältnismäßigen Schadens geboten erscheint und außerdem das Bedürfnis zu den Arbeiten nicht vorauszusehen, also durch Werktagsarbeit nicht abzuwenden war. — In Fabriken und den denselben gleichstehenden Betrieben dürfen vorbehaltlich bestimmter Ausnahmen jugendliche Arbeiter beiderlei Geschlechts (d. h. die Kinder unter 14 und junge Leute von 14—16 Jahren) an Sonn- und Festtagen nicht beschäftigt werden. Näheres s. §§ 136 Abs. 3, 139, 139a der Gewerbeordnung. Für das Handelsgewerbe bestimmt § 105b Abs. 2, daß Gehilfen, Lehrlinge und Arbeiter am ersten Weihnachts-, Oster- und Pfingsttag überhaupt nicht, im übrigen an Sonn- und Festtagen nicht länger als fünf Stunden beschäftigt werden dürfen. Durch statutarische Bestimmung einer Gemeinde oder eines weiteren Kommunalverbandes kann diese Beschäftigung für alle oder einzelne Zweige des Handelsgewerbes auf kürzere Zeit eingeschränkt oder ganz untersagt werden. Anderseits kann für bestimmte Tage, wenn örtliche Verhältnisse einen erweiterten Geschäftsverkehr erforderlich machen, durch die Polizeibehörde eine Vermehrung der Stunden, während der die Beschäftigung stattfinden darf, bis auf zehn Stunden zugelassen werden. Auch gelten die obenerwähnten Ausnahmebestimmungen hinsichtlich der Bedürfnisgewerbe (§ 105e) sowie die Ausnahmebestimmungen des § 105c, nicht aber diejenigen des § 105f auch für das Handelsgewerbe. — Die Gewerbeordnung hat sich nicht mit dem Verbot der Beschäftigung von Arbeitern an Sonn- und Festtagen begnügt, sondern im Interesse einerseits einer besseren Kontrolle der Einhaltung dieses Verbots, anderseits der Vermeidung einer ungerechtfertigten Begünstigung der nicht auf fremdes Hilfspersonal angewiesenen Unternehmer die Ausübung eines Gewerbebetriebs überhaupt an solchen Tagen beschränkt. Und zwar ist der Gewerbebetrieb im Umherziehen, abgesehen von Musikaufführungen u. dergl. — vorbehältlich einzelner Ausnahmebewilligungen — für Sonn- und Feiertage ganz verboten, ebenso der sogenannte ambulante Gewerbebetrieb, das Stadthausieren (§ 55a der Gewerbeordnung). Sodann ist für das Handelsgewerbe bestimmt, daß an Sonn- und Festtagen in offenen Verkaufsstellen (wozu auch die Automaten gehören) ein Gewerbebetrieb nicht stattfinden darf, soweit an diesen Tagen Gehilfen, Lehrlinge und Arbeiter im Handelsgewerbe nicht beschäftigt werden dürfen (§ 41a der Gewerbeordnung). Endlich kann für ein bestimmtes (nicht zum Handelsgewerbe gehörendes) sogenanntes Bedürfnisgewerbe (z. B. für das Friseurgewerbe) auf Antrag von mindestens zwei Dritteln der beteiligten Gewerbetreibenden an dem betreffenden Ort durch die zuständige Behörde volle Betriebsruhe an Sonn- und Festtagen für die Zeit verfügt werden, während der Arbeiter nicht beschäftigt werden dürfen (§ 41b der Gewerbeordnung). Im übrigen hat die Gewerbeordnung für den Betrieb von Fabriken und Werkstätten und für die sonstigen, den gleichen Vorschriften unterworfenen Gewerbebetriebe (im Gegensatz zum Handelsgewerbe) keine Betriebsruhe vorgeschrieben, sondern nur, wie oben ausgeführt, die Beschäftigung von Arbeitern an Sonn- und Festtagen untersagt oder eingeschränkt. Das Verbot der Beschäftigung von Arbeitern an Sonn- und Festtagen kann durch Kaiserliche Verordnung auf andre Gewerbe ausgedehnt werden (§ 105g der Gewerbeordnung), auch stehen die obenbezeichneten Bestimmungen weitergehenden landesgesetzlichen Beschränkungen der Arbeit an Sonn- und Festtagen nicht entgegen (§ 105h der Gewerbeordnung). Anderseits finden die Sonntagsruhebestimmungen der Gewerbeordnung außer auf Musikaufführungen, Schaustellungen, theatralische Vorstellungen oder sonstige Lustbarkeiten auch auf das Gast- und Schankwirtschaftsgewerbe, die Apotheken und auf das Verkehrsgewerbe keine Anwendung. Für das Gast- und Schankwirtschaftsgewerbe und das Verkehrsgewerbe gilt übrigens die Bestimmung, daß die Gewerbetreibenden die Arbeiter nur zu solchen Arbeiten an Sonn- und Festtagen verpflichten können, die nach der Natur des Gewerbebetriebs einen Aufschub oder eine Unterbrechung nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geſtatten (105i, 154 a. a. O.). Zur Sicherung der Sonntagsruhe der in gewerblichen Betrieben beſchäftigten Kinder hat das Kinderſchutzgeſetz vom 30. März 1903 (ſ. a. Kinderſchutz) beſondere Beſtimmungen getroffen, die ergänzend zu denen der Gewerbeordnung hinzutreten. Die Beſchäftigung fremder Kinder an Sonn- und Feſttagen iſt grundſätzlich verboten, nur zugunſten der Veranſtaltung öffentlicher theatraliſcher Vorſtellungen und ſonſtiger öffentlicher Schauſtellungen und für das Austragen von Waren und ſonſtige Botengänge ſind Ausnahmen vorgeſehen (§ 9 des Geſetzes). Bezüglich der eignen Kinder gilt im allgemeinen das gleiche wie für fremde Kinder. Jedoch dürfen eigne Kinder in Gaſt- und Schankwirtſchaften in der gleichen Weiſe wie Werktags beſchäftigt werden, auch gelten bezüglich des Austragens von Waren und ſonſtiger Botengänge leichtere Beſtimmungen (§§ 13, 15—17).

Oeſterreich hat eine Sonntagsruhegeſetzgebung ſeit 1895. Ein neues Sonntagsruhegeſetz iſt unter dem 16. Juni 1905 erlaſſen worden, wonach für die gewerblichen Arbeiter im Grundſatz die völlige Sonntagsruhe gilt, nur für Reparaturen und bei ſolchen Gewerben, deren Natur eine Unterbrechung des Betriebes untunlich erſcheinen läßt, ſind Ausnahmen zugelaſſen. Für das Handelsgewerbe wird die Sonntagsarbeit auf 4 Stunden beſchränkt, Ausnahmen für beſtimmte Tage und Verhältniſſe ſind vorbehalten, für Kontor- und Bureauarbeit iſt die zuläſſige Sonntagsarbeit noch weiter eingeſchränkt. Die politiſchen Landesbehörden haben das Recht, für das Handelsgewerbe völlige Sonntagsruhe feſtzuſetzen.

Die engliſche Geſetzgebung (Geſetz von 1901) verbietet die Sonntagsarbeit für Frauen und für jugendliche Arbeiter unter 16 Jahren ganz, im übrigen iſt wegen der ſtrengen Sonntagsheiligungsbeſtimmungen eine genügende gewerbliche Sonntagsruhe geſichert.

Die Schweiz hat ſeit 1877 das Verbot der gewerblichen Sonntagsarbeit mit gewiſſen, ſich aus den Verhältniſſen ergebenden Ausnahmen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika gilt im weſentlichen das gleiche wie in England.

In Rußland iſt die Sonntagsarbeit durch Geſetz von 1897 für die Großinduſtrie und die Bergwerke verboten; durch Miniſterialerlaß kann das Verbot auf alle Werkſtätten ausgedehnt werden.

In Italien iſt ein Geſetzentwurf gegen die Sonntagsarbeit im Parlament 1905 abgelehnt worden, doch iſt in einem Teil der gewerblichen Betriebe tatſächlich wenigſtens teilweiſe Sonntagsruhe eingeführt.

Literatur: Schönberg, Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Bd. 2, 2. Halbbd., Tübingen 1898, S. 37, 60, 98 ff.; Stieda, Art. „Sonntagsarbeit“ im Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften, herausgegeben von Conrad, Elſter, Lexis und Löning, 2. Aufl., Bd. 6, S. 768 ff.; Biermer, Art. „Sonntagsarbeit“ im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, 2. Aufl., Bd. 2, Jena 1907, S. 847 ff.; Dammer, Handbuch der Arbeiterwohlfahrt, Bd. 2, Stuttgart 1903, S. 42, 79; Die Kommentare zur (deutſchen) Reichsgewerbeordnung und zum Kinderſchutzgeſetz.

Köhler.

Sonometer (Tonmeſſer), entweder Name des Monochords (ſ. Schall) oder Name eines von Hughes erfundenen Tonempfindungsmeſſers, ſ. v. w. Audiometer (ſ. d.).

A. Schmidt.

Sorgleine, ſ. Ruder, Bd. 7, S. 519.

Sortieren der Trübe. Trübe nennt man in der Aufbereitung (vgl. Bd. 1, S. 346) das Gemenge der kleinſten Körner (unter 2 mm) mit Waſſer. Das Sortieren der Trübe bedeutet die Trennung der Körner nach der Fallgeſchwindigkeit entweder im tiefen wagerechten oder im ſenkrecht aufſteigenden Waſſerſtrom. Die Einrichtungen heißen Stromapparate. Von den ſich ergebenden Produkten heißen die gröbſten Sande (früher auch Häuptel genannt, und zwar die größeren Röſchhäuptel, die kleineren Zähhäuptel), die feineren Mehle und die allerfeinſten Schlämme. Die Sande werden, um die durch das Sortieren vorbereitete Trennung zu vollenden, weiter auf Feinkornſetzmaſchinen (ſ. Setzarbeit) behandelt, die Mehle und Schlämme auf Herden (ſ. Herdarbeit).

Im wagerechten Waſſerſtrome (Fig. 1) beſchreiben die eingetragenen Körnchen um ſo ſteilere paraboliſche Kurven, je größer ihre Fallgeſchwindigkeit iſt, und es ſinken Körnchen von gleicher Fallgeſchwindigkeit auch an derſelben Stelle nieder. Nach den Geſetzen des freien Falles im Waſſer gilt, wenn die Durchmeſſer gleichſchnell fallender Körner d, d_1 und die ſpezifiſchen Gewichte $\varepsilon, \varepsilon_1$ ſind, die Formel $d : d_1 = \varepsilon_1 - 1 : \varepsilon - 1$. Man findet daher in einem Poſten ſortierter Körner neben größeren von ſpezifiſch niedrigerem Gewicht kleinere ſpezifiſch ſchwere. — Im aufſteigenden Waſſerſtrome fallen die Körnchen nieder, deren Fallgeſchwindigkeit größer iſt als die Waſſergeſchwindigkeit, während diejenigen Körnchen, deren Fallgeſchwindigkeit kleiner iſt, vom Waſſerſtrome mit fortgeführt werden. Der theoretiſch mögliche Grenzfall, daß Körner, deren Fallgeſchwindigkeit ebenſo groß iſt, wie die Geſchwindigkeit des aufſteigenden Waſſerſtromes, zur Schwebe gelangen, iſt für die Praxis unerheblich. — Die älteſten Einrichtungen (Mehl-, Rinnen-, Schlammführung) beruhen auf der Anwendung des wagerechten Waſſerſtromes in Gerinnen; die am Boden ſich anhäufenden Körner müſſen von Zeit



Fig. 1. Prinzip der Sortierung im wagerechten Waſſerſtrom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu Zeit mit der Schaufel ausgehoben und dann zur weiteren Verarbeitung wieder mit Waſſer angemengt werden. Rittinger gebührt das Verdienſt, die Spitzkäſten (Fig. 2) mit ununterbrochen ſelbſttätigem Austrag etwa 1845 in die Aufbereitung eingeführt zu haben. Das Gerinne beſteht aus mehreren, immer breiter werdenden Abteilungen, ſo daß die Geſchwindigkeit der Trübe allmählich abnimmt. An Stelle des ebenen Gerinnebodens tritt in jeder Abteilung eine umgekehrte Pyramide *p*, welche die niederfallenden Körner aufnimmt und durch ein unten anſchließendes, gebogenes Rohr A^1 mit Trübe in ein kleines Gerinne *g* austrägt. Führt man durch ein ſenkrecht bis in den tiefſten Teil des Spitzkaſtens hinabreichendes Rohr *r* friſches Waſſer zu, ſo entſteht hier ein aufwärts gerichteter Waſſerſtrom, der das feinſte Gut am Austreten hindert; die Körner werden dann ſtatt mit Trübe mit Klarwaſſer ausgetragen. Das Stromgerinne [1] beruht auf denſelben Grundſätzen. — Von den Vorrichtungen, bei welchen der aufſteigende Waſſerſtrom zur Anwendung gelangt, werden am meiſten die Spitzlutten

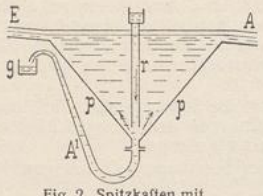


Fig. 2. Spitzkaſten mit Klarwaſſergegenſtrom.

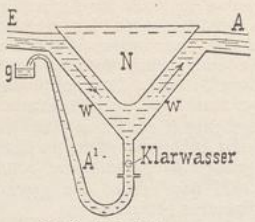


Fig. 3. Spitzlutte.

Fig. 4. Büttgenbachs Klaſſifikator.

(Fig. 3) benutzt und zwar vorzugsweiſe für Sande. In einen aus zwei ſenkrechten und zwei geneigten Wänden *w* gebildeten Kaſten wird von oben ein dreiſeitig prismatiſcher, an die ſenkrechten Wände dicht anſchließender Einſatz *N* eingeſenkt und feſtgeſtellt, ſo daß die bei *E* zu- und bei *A* abſtrömende Trübe durch einen rechteckigen Querſchnitt zunächſt abwärts, dann aufwärts ſtrömt. Auf dem letzteren Wege ſinken die ſchneller fallenden Körnchen im Trübeſtrom nieder und werden durch einen Bodenſchlitz, den die beiden Wände *w* zwiſchen ſich frei laſſen, und ein angebautes Rohr ausgetragen. In dem Bodenſchlitze kann durch ein ſeitlich einmündendes Rohr ein aufſteigender Klarwaſſerſtrom erzeugt werden, ſo daß wie bei den Spitzkäſten der Sand mit klarem Waſſer ausgetragen wird. Jede Spitzlutte gibt ein Produkt; um mehrere gleichfällige Sorten zu erzeugen, wird eine entſprechende Anzahl Spitzlutten hintereinander (Spitzluttengerinne) angewendet, bei denen durch entſprechende Einſtellung der Querſchnitte die Trübegeſchwindigkeit allmählich abnimmt. — Büttgenbach ordnet in ſeinem Klaſſifikator (Fig. 4) mehrere Spitzlutten übereinander an und läßt den Trübeſtrom mit abnehmender Geſchwindigkeit zwiſchen den geneigten Wänden aufſteigen. In jedem Trichter fällt eine gleichfällige Sorte nieder und wird in bekannter Weiſe ausgetragen. Aehnliche Apparate heißen wegen der Anordnung der einzelnen Gefäße übereinander Etagenſtromapparate.

Literatur: [1] Gaetzſchmann, Die Aufbereitung, Bd. 2, S. 237, Leipzig 1864 und 1872; vgl. a. die allgemeinen Werke über Aufbereitung, Bd. 1, S. 350. *Treptow.*

Sortiermaſchine, ſ. Getreidereinigungsmaſchine, Kartoffelſortiermaſchine u. ſ. w.

Sortierwage, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 619.

Sortierzylinder, ſ. Sichterei.

Sou, Kupfermünze im Wert von 5 Centimes franzöſiſcher Währung.

Souplieren (Geſchmeidigmachen) der Rohſeide vor dem Färben ſteht in einem gewiſſen Gegenſatz zum Entſchälen oder Abkochen der Rohſeide. Durch das Entſchälen des Seidengarnes, das für die Kette gewöhnlicher, wohl auch für den Schuß hochfeiner Gewebe beſtimmt iſt, ſoll ihm bis auf einen kleinen Reſt ſämtlicher Seidenleim (Sericin) entzogen werden. Durch das Souplieren aber, das von Pons in St. Chamond im Jahre 1820 zum erſtenmal ausgeführt wurde, ſoll nur ein Teil des Seidenbaſtes oder Leims von der Rohſeide abgezogen werden, ſo daß die Souplefeide, was den Glanz und das weiche Anfühlen der Faſer betrifft, zwiſchen gekochter und roher Seide in der Mitte ſteht.

Beim Entſchälen verlieren die japaniſche und chineſiſche Seide 18—22 % und die europäiſche 25—30 % ihres Gewichts; beim Souplieren aber gehen nur 5—10 % des Gewichts verloren, während gleichzeitig (vermutlich durch das Aufquellen des Sericins) die Faſer an Dicke zu-, an Länge aber und Feſtigkeit gegenüber der Rohſeide abnimmt. Von der abgekochten oder Cuiteſeide unterſcheidet ſich die Souple- oder Micuiteſeide überdies dadurch, daß letztere mehr metalliſche Beſchwerung aufzunehmen imſtande iſt als erſtere.

Das Souplieren zerfällt in das Entfetten und in das eigentliche Souplieren; zwiſchen die zwei Operationen wird bei gelber, für das Färben von hellen Nuancen beſtimmter Seide noch das Bleichen und Schwefeln eingeſchoben. Das Entfetten iſt nichts andres als ein ſehr vorſichtiges Abkochen, d. h. das rohe Garn wird 1—2 Stunden in einer 25—30° C. warmen

Seifenlösung umgezogen, die 10% (vom Seidengewicht) Seife gelöst enthält. Indem der Faden hier einen geringen Teil feines Sericins verliert, quillt er auf und wird für die nachfolgenden Operationen empfänglich gemacht. Die eventuell eingeschobene Bleiche besteht im vorsichtigen Behandeln des nach dem Entfetten abgerungenen Seidengarns mit 2,7° Bé starkem, also sehr schwachem Königswasser (5 Teile Salzsäure 20° Bé und 1 Teil Salpetersäure 34° Bé vermischt, 4—5 Tage bei 25—30° C. stehen gelassen, dann erst mit dem 15fachen Volumen Wasser verdünnt). Das Garn verweilt in der 20—25° C. warmen Säure 10—15 Minuten, bis es eine grünlichgraue, später wieder verschwindende Färbung zeigt, wohingegen ein längerer Aufenthalt die Seide bleibend gelb färben würde. Statt des Königswassers kann auch eine mit UnterSalpetersäuredämpfen gesättigte Schwefelsäure zum Bleichen genommen werden. Nach dem Bleichen wird sofort in Wasser gewaschen und mehrmals 6 Stunden lang in geschlossener Kammer geschwefelt, wobei man auf 10 kg Seide ungefähr $^1/_2$ kg Schwefel verbrennt. Durch das Schwefeln ist die Seide hart und spröde geworden und wird nun, ohne vorheriges Waschen, direkt aus der Schwefelkammer kommend, dem eigentlichen Souplieren unterzogen, d. h. sie wird unter Berücksichtigung ihrer Sorte und späteren Bestimmung durchschnittlich $1^1/_2$ Stunden lang in einer zwischen 90 und 100° C. gehaltenen Weinsteinlösung (3—4 g per Liter) umgezogen, die man auch schon mit Erfolg durch eine schwache heiße Natriumbisulfatlösung und versuchsweise durch verdünnte heiße Schwefel- oder Salzsäure oder durch kochendes Wasser ersetzt hat, ohne daß man sich bisher über die chemische Wirkung der einen wie der andern Flüssigkeit genaue Rechenschaft zu geben vermochte. Man weiß nur, daß die souplierte Seide, nachdem sie schließlich in lauwarmem Wasser gewaschen worden ist, warme saure Bäder besser verträgt als alkalische oder seifenhaltige Farbbäder, deren Temperatur deshalb nicht über 60° C. gehen darf, wenn nicht das Garn durch erheblichen Sericinverlust verdorben werden soll. Anderseits hat die Faser in der sauern Flüssigkeit eine größere Aufnahmefähigkeit für Beizen und Farblösungen erhalten. Die physikalische Wirkung der für die Faser nicht ungefährlichen Operation des Säuerns erkennt man an dem Glanz, der Weichheit und Elastizität des nunmehr aufgelaufenen und mehr breiten als runden Fadens, der sich sogar als weniger zäh wie eine vollkommen entschälte Seide erweist. Für ein Verfahren, ganz- oder halbseidene Stückware vor dem Färben zu souplieren, hat C. A. Köttgen in Crefeld im Jahre 1892 ein Patent erhalten (D.R.P. Nr. 67254). Er verwendet wie bei den Garnsträhnen kochend heiße, schwach angesäuerte Bäder, wobei der Stoff nur ca. 5% an Gewicht verliert und der zuvor steife, rohe oder teilweise entbastete Seidenfaden im Gewebe geschmeidig wird, an Umfang zunimmt und im Aussehen dem vollständig entbasteten Faden möglichst nahe kommt. Wie in der Garnstrangfärberei die souplierten Seiden nach der Färbung gerieben oder chevilliert werden (s. Appretur), so erteilt Köttgen auch der im Stück souplierten Seidenware nach dem Färben durch Scheuern größere Geschmeidigkeit und größeren Glanz.

Literatur: Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; Herzfeld-Schneider, Das Färben und Bleichen, Berlin 1905, 2. Teil. *(Kielmeyer) R. Möhlau.*

Souterrain, s. v. w. Kellergeschoß.

Sovereign, englische Goldmünze, s. v. w. Pfund Sterling (s. d.).

Sozojodole sind Salze der Sozojodolsäure (Dijod-p-phenolsulfonsäure) ($C_6H_2J_2OH \cdot SO_3H + 1^1/_2\, H_2O$). Sie dienen in der Chirurgie als Wundbehandlungsmittel von antiseptischen Eigenschaften, so insbesondere das Aluminium- und Ammoniumsalz und das Kaliumsalz. Ferner das Natriumsalz, dann das Blei- und Zinksalz. Das Lithiumsalz dient zum innerlichen Gebrauch gegen Gelenkrheumatismus an Stelle der salizylsauern Salze. *Bujard.*

Spachtel (Spatel) ist ein flaches, aus Holz oder Stahlblech gefertigtes, im letzten Fall mit Handgriff versehenes Werkzeug mit gerader Streichkante, das zum Ausbreiten und Glattstreichen dickflüssiger Massen dient.

Um die Luft zwischen letzterer und der zu bestreichenden Fläche vollständig zu entfernen, ist meist mehrmaliges Bestreichen der Fläche mit dem Spachtel nötig. Beim eigentlichen Spachteln von Gußsachen, Holz u. s. w. wird eine kittartige, alle Unebenheiten ausfüllende Masse aufgetragen, die man nach dem Trocknen mit Glaspapier so weit abreibt, daß eine ganz glatte Oberfläche bestehen bleibt, die dann mit Oelfarbe u. s. w. weiter behandelt wird. *E. Treiber.*

Spalt (Fleischteil), s. Leder, Bd. 6, S. 93; s. a. Wassermotoren.

Spaltbarkeit oder Blätterbruch, die Eigenschaft der Kristalle in bestimmten Richtungen oder Flächen, ein Minimum der Kohärenz zu zeigen und parallel diesen Flächen sich loszulösen.

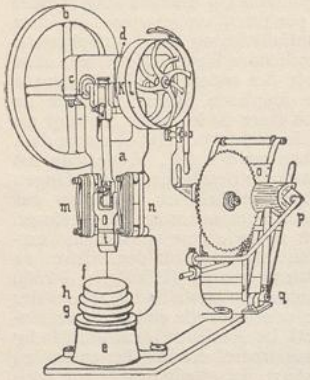
Die Spaltfläche ist vollkommen eben und gewissen natürlichen Kristallflächen parallel; man bezeichnet die Lage der Spaltflächen nach der Lage der letzteren. Leichte Spaltbarkeit beeinträchtigt die Festigkeit des Minerals und Gesteins, in letzterem besonders dann, wenn das spaltende Mineral in großen Kristallen im Gestein vorhanden ist. Von den wichtigeren Mineralien spaltet Glimmer am leichtesten, sehr leicht Kalkspat, auch Feldspat, Schwerspat u. s. w., nahezu unspaltbar ist Quarz. *Leppla.*

Spalten, Spaltmaschinen. Spalten ist die trennende Bearbeitung vorzugsweise solcher Körper, bei welchen die Trennung mittels eines eindringenden Keiles in Richtung der Fasern oder Schichten erfolgt; so vor allem beim Holz und holzartigen Gebilden, aus Schichten bestehendem Gestein u. s. w. Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allgemeinernd wird Spalten auch auf die Trennung homogener Körper, Leder, Eisen, Stahl u. s. w., angewendet.

Zum Spalten von Holz für die Verwendung als Brennholz dienen die Brennholzspaltmaschinen, die mittels eines durch ein Kurbelgetriebe oder durch einen schwingenden Hebel auf und ab bewegten stählernen Spaltbeiles die Trennung des untergehaltenen Holzklotzes in der Faserrichtung in beliebig kleine Scheite bewirken. Fig. 1 zeigt die Ausführung einer Brennholzspaltmaschine von Krumrein & Katz, Feuerbach-Stuttgart. Im oberen Teil des Hohlgußständers *a*, der, um den Stoß des Beiles aufzunehmen, kräftig ausgebildet ist, ist die mit Schwungrad *b* versehene, von einem Riementrieb mit Voll- und Leerscheibe *k l* angetriebene Kurbelwelle in den Lagern *c* und *d* gelagert. Das Schwungrad hat den Zweck, den stark schwankenden Kraftbedarf der Maschine einigermaßen auszugleichen. Von der Kurbelwelle aus wird durch eine Pleuelstange das in auswechselbaren Führungen *m* und *n* laufende Spaltbeil *i* angetrieben. Zur Abschwächung des Stoßes befindet sich im unteren Teil *e* des Maschinengestells ein Holzklotz *f* mit verschieden hohen Ansätzen *g* und *h* zum Auffetzen verschieden langer zu spaltender Holzstücke. Die Umdrehungszahl bezw. Hubzahl beträgt 120 pro Minute. Der Kraftbedarf etwa 1 PS. Meist steht mit der Spaltmaschine eine Kreissäge oder Bandsäge in Verbindung, die die langen Holzscheite auf die Länge des Spaltholzes zersägt. Im vorliegenden Fall ist die Kreissäge an der Rückseite der Maschine angebaut und mit besonderem Antrieb versehen. Die Holzscheite werden in die Schneidlade *o* gelegt, wobei die Länge des abzusägenden Klotzes durch einen Anschlag *p* begrenzt wird, und dann durch Schwingen der Lade um ihren Drehpunkt *q* in den Bereich der Kreissäge gebracht. Eine andre Anordnung von Holzspaltmaschinen besitzt tiefliegenden Kurbelantrieb, von welchem aus eine Schubstange an das eine Ende eines doppelarmigen Hebels angreift, dessen andres auf und ab schwingendes Ende das Spaltbeil trägt. In ähnlicher Anordnung werden solche Maschinen auch mit zwei Spaltbeilen an jedem Ende des Hebels gebaut, wobei dann der Kurbelantrieb an einem Fortsatz der Hebelnabe angreift. Letztere Maschinen sind dann meist noch mit verstellbaren Tischen ausgestattet. Außer in Sägewerken, Brennholzhandlungen u. s. w. werden solche Holzspaltmaschinen in Holzschleifereien angewandt. Auch in fahrbarer Anordnung werden Holzspaltmaschinen gebaut, wobei meist ein Benzinmotor die Energie für das Spaltwerk wie auch für das Fahrwerk liefert.



Holzspaltmaschinen werden ferner zur Herstellung von kleinen Holzstiften (Schuhstiften und ähnliches) verwendet. Hierbei werden die zu verarbeitenden Ahornholzstämmchen mittels Kreis- oder andrer Säge in Scheiben von der Stärke gleich der Länge der Stifte zerteilt. Auf einer Hobelmaschine werden sodann auf die eine Stirnseite einer solchen Scheibe in zwei aufeinander senkrechten Richtungen dreieckige Nuten gehobelt, nach welchen die Scheibe zunächst in Streifen, hernach weiter in Stifte gespalten wird. Von Wichtigkeit ist hierbei, daß das meist senkrecht auf und ab bewegte Spaltmesser stets genau in die Mitte der Nute trifft, da sonst fehlerhafte Stifte mit einseitiger Spitze entstehen.

Aehnliche Maschinen hat man auch zum Spalten andrer Stoffe gebaut, z. B. wird Würfelzucker durch Spalten einzelner aus den Zuckerbroten geschnittener Streifen erzeugt.

In der Strohgewebeindustrie finden Strohspaltmaschinen zum Spalten der als Einschuß dienenden Strohfasern Anwendung. Man bedient sich hierzu eines kleinen stählernen Werkzeuges, woran rund um eine Spitze strahlenförmig drei bis zwölf dünne, scharfe Messer sitzen. Man steckt beim Spalten diesen Stift in das Innere des Strohhalmes und schiebt den Strohspalter zunächst nur so weit vor, daß man den gespaltenen Halm hinter dem Werkzeug fassen kann, worauf man den Halm rasch gänzlich darüber hinwegzieht. Die so entstehenden Streifen haben eine Breite von 0,8—1,5 mm. Allerdings entstehen bei Anwendung dieses Spaltwerkzeuges bei verschiedenem Halmdurchmesser verschieden breite Streifen, die außerdem nach dem Ausbreiten schräg abgeschnittene Kanten haben. Man begegnet diesen Uebelständen durch folgende Arbeitsweise: Der Halm wird zunächst seiner Länge nach einfach aufgeschlitzt, dann durch Walzen völlig geglättet und nun mittels eines geraden Kammes mit scharfen Zähnen gespalten. Das so gespaltene, zu Decken, Matten, Strohhutgeweben u. s. w. zu verarbeitende Stroh führt den Namen Reißstroh.

Zum Spalten von Leder (aus dem Aescher, halb oder ganz gar gegerbt) werden Lederspaltmaschinen verwendet, auf welchen die Häute in einen gleichmäßig dicken Teil (Narben) und einen ungleichen (Spalte) gespalten werden. Die Haut wird von zwei sich entgegengesetzt drehenden Walzen erfaßt, deren eine aus einzelnen Scheiben besteht, die bei etwaigen Verdickungen in der Haut nachgeben können und damit in den Bereich eines hin und her gehenden scharfen Stahlmessers geschoben. Bei einzelnen Konstruktionen wird das Leder durch eine Aufwickelwalze gegen das Messer gezogen, was jedoch nur bei widerstandsfähigem Material, dessen Narben nicht so leicht platzen, möglich ist. Vorzuziehen sind die Bandmesserspaltmaschinen, bei denen das Spalten durch ein über zwei Scheiben laufendes, durch einen Schleifapparat ständig geschärftes Stahlband geschieht. Der Schnitt solcher Bandmesserspaltmaschinen ist viel gleichmäßiger und feiner als es mit den andern Maschinen möglich ist. Näheres hierüber in den Katalogen der Firmen (z. B. Maschinenfabrik Moenus, A.-G., Frankfurt a. M.); vgl. a. Leder.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber Eisenspaltwerke zur Darstellung der feinsten Sorten Quadrateisen durch Zerschneiden von Flachstäben s. Scheren. *E. Treiber.*

Um den in der Kerbe der Getreidekörner sich festsetzenden Staub u. s. w. zu entfernen, wurden die Körner früher der Längsrichtung nach mittels scharfer, schnell umlaufender, mit scharfen Rippen versehener Scheiben getrennt und die Teile nachher durch Bürstmaschinen bearbeitet; die Methode hat sich aber nicht bewährt. Dagegen sind bei der Graupenfabrikation Spaltmaschinen üblich, deren drehbare Messer die Getreidekörner senkrecht zur Länge in zwei oder drei Teile zerlegen. *Arndt.*

Spaltungsweiche, Weiche zur Abzweigung der Ueberholungs- und Güterzugsgleise vom durchgehenden Hauptgleis am Anfang des Bahnhofs (s. d.).

Spanbrecher, s. Hobeln, Bd. 5, S. 67.

Spandach, 1. Bezeichnung für Ziegeldach, bei welchem zur Schließung der offenen Stoßfugen Späne oder Schindeln (Spließen) untergeschoben sind; 2. s. v. w. Schindeldach.

Die erforderlichen Dachspäne sind aus Kiefern- oder Eichenholz gefertigt, 0,90 m lang, 0,12—0,15 m breit und 1—2 cm dick; sie werden auf Spaltlatten mit 5—6 cm langen Spannägeln befestigt bei einer Lattweite von 16 cm und 4—5facher Deckung. *Weinbrenner.*

Spandrille, Spandrillmauer, s. Brücken, Bd. 2, S. 349.

Spannbalken (Spannriegel), s. Hängewerke, Bd. 4, S. 735.

Spannbleche, s. Schraubstock.

Spannen, 1. s. Blechbearbeitung; 2. s. v. w. Aufspannen, Einspannen von Arbeitsstücken oder Werkzeugen; 3. Spannen des Wassers, s. Werkkanäle; 4. im Bergbau, s. Loskorb. *A. Widmaier.*

Spannketten, bei Hängebrücken die geraden Zugglieder, welche von den Auflagerungspunkten der Hängeträger auf den Pylonen zu der Verankerung führen. Zur Regulierung ihrer Länge erhalten sie bei kettenförmiger Ausführung Spannschlösser; s. Hängebrücken. *Melan.*

Spannkraft wurde von Helmholtz und nach ihm vorübergehend auch von andern die potentielle Energie (s. Bd. 3, S. 449, 450) genannt; vgl. Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, Berlin 1847, S. 14. *Weyrauch.*

Spannkreuz (Fadenkreuz), im Kettenwirkstuhle ein Rahmen mit Leitungsrolle für die Kettenfäden.

Spannrahmen, eine in der Tuchfabrikation verwendete Vorrichtung zum Spannen (Recken) und Trocknen des nach dem Walken gewaschenen Tuches oder solcher Gewebe, die ihrer Farbe wegen die hohen Wärmegrade der Trockenmaschinen nicht vertragen.

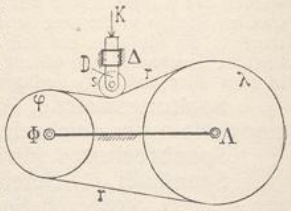
Der gewöhnliche Spannrahmen besteht aus je zwei verschiebbaren Lang- und Querhölzern von etwa gleicher Länge und Breite wie das zu trocknende Gewebe, das durch Aufstechen auf Spitzen oder eiserne Häkchen (Klaviere, Klippen) oder durch Einklemmen der Zeugkanten in Zangen zwischen den Rahmen befestigt und durch geringe Vergrößerung des Abstandes der gegenüberliegenden Rahmenteile angespannt wird. Die einfachste Form ist der wagerechte Spannrahmen, wie er zum Spannen und Trocknen von Gardinenstoffen, Tüll, Spitzen und andern leichten Geweben dient. Solche Trockenrahmen finden entweder im Freien oder in besonderen Trockenräumen Aufstellung. Hierbei wird die Luft unter dem Spannrahmen durch Dampfheizung erwärmt und oberhalb desselben durch Ventilatoren stetig in Bewegung gehalten. Eine Verbindung zweier Rahmen von verschiedener Spannbreite, wobei beide dieselben Querlaufschienen für das Spannen benutzen, wird Doppelsystem genannt. In senkrechter Anordnung werden fahrbare Spannrahmen in großer Anzahl (zehn Stück auf 3 m Breite) nebeneinander aufgestellt. Solche Rahmen besitzen unten Laufrollen, oben Leitrollen; die Langhölzer werden durch einen Kniehebelmechanismus in Verbindung mit Schraubenspindel und Handrad gleichzeitig nach außen bewegt, wobei das Tuch gleichmäßig von seiner Mitte aus gespannt wird. Feine baumwollene (gestärkte) Gewebe werden, um die Maschen zu öffnen und den Stoff weich zu halten, auch in schwingenden Rahmen getrocknet, in welchen durch Verschiebung der Langhölzer die Schußfäden gegen die Kettenfäden kleine Winkelverdrehungen erleiden. Den Spann- und Trockenmaschinen (Dampftrockenmaschinen mit Walzen, Spiralspann- und Trockenmaschinen u. s. w.) gegenüber haben die Spannrahmen den Vorteil, daß beim Fertigmachen der Tuche eine genaue Länge und Breite eingehalten werden kann. *E. Treiber.*

Spannriegel, s. Hängewerke, Bd. 4, S. 735.

Spannring, Mauerlatte eines runden Daches oder Helmes, findet sich besonders an den holländischen Windmühlen, aus zwei kreisförmig gebogenen Hölzern gebildet, welche, an den Fugbalken oder Spannriegel geschmiegt, mit eisernen Nägeln hieran befestigt sind; er wird durch 14 Stichbalken unterstützt, welche in die Fugbalken verzapft und auf den Oberring verkämmt sind, und bildet so die untere Schwelle für die Bohlensparren der Haube. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spannrolle iſt eine in der Figur dargeſtellte Rolle *s* mit beweglichem Achſenlager *D*, das beiſpielsweiſe ſich in einer feſten Hülſe *Δ* verſchiebt. Dieſe Rolle *s* hat den Zweck, daß ſie durch eine auf das Achſenlager wirkende Kraft *K* gegen einen Riemen *r* gedrückt wird und dieſen Riemen dadurch ſtets ſtraff geſpannt hält, damit mittels desſelben die Uebertragung der Drehung von einer der beiden im feſten Gliede *ΦΛ* gelagerten Riemenſcheiben *Φφ*, *Λλ* auf die andre bei ſchlaffem Riemen ermöglicht und mit dem Auslöſen der Kraft *K* verhindert wird. *Burmeſter.*

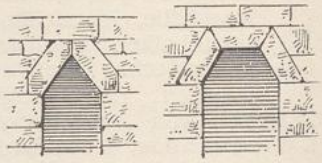


Spannrollen dienen zum Anſpannen laufender Treibriemen und Seile.

Ihren Durchmeſſer wählt man gewohnheitsmäßig zu klein, ſo daß ſie den Riemen auch im loſen Trum ſtark biegen und auf dem Zapfen bald auslaufen. Spannrollen für Werkzeugmaſchinen ſind in [1] behandelt; über Lenixſpannrollen ſ. Bd. 7, S. 436, Fig. 6.

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen 1905/06, S. 242—245. *Lindner.*

Spannſchicht, oberer Abſchluß einer Oeffnung durch zwei, höchſtens drei über die Weite geſtellte Steine, iſt nur für kleine Weiten anwendbar (ſ. nebenſtehende Figuren). *Weinbrenner.*



Spannſtab, ſ. Weberei.

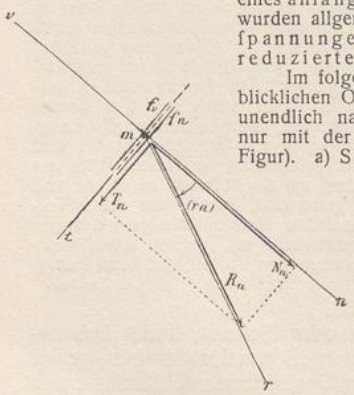
Spannſtock, ſ. Amboß, Bd. 1, S. 171.

Spannung eines gasförmigen oder flüſſigen Körpers wird mitunter der ſpezifiſche Druck *p* (Druck pro Flächeneinheit) desſelben genannt. Näheres ſ. Druck, Bd. 3, S. 111; Gaſe, gasförmige Körper, Bd. 4, S. 275; Dampf, auch geſättigter und überhitzter, Bd. 2, S. 537, 539, 544, u. ſ. w.

Spannung im Gegenſatz zu Preſſung ſ. Druck, Druckkraft, Bd. 3, S. 111.

Spannungen. In jedem Schnitte durch einen Körper kann man ſich zwei Flächen zuſammenhängend denken, auf deren Elemente im allgemeinen Kräfte von gleicher Größe, aber entgegengeſetzten Richtungen wirken. Dieſe Flächenkräfte, bezogen auf die Flächeneinheit, heißen Spannungen.

Die reſultierenden Spannungen oder Totalſpannungen laſſen ſich in Komponenten normal und tangential der Fläche zerlegen (ſ. die Figur), welche Normalſpannungen und Tangentialſpannungen heißen. Die Normalſpannungen ſuchen die im Schnitte zuſammenhängenden Flächenelemente auseinander zu ziehen oder gegeneinander zu drücken und werden deshalb in Zugſpannungen und Druckſpannungen unterſchieden, die Tangentialſpannungen ſuchen jene Flächenelemente längs einander zu verſchieben und werden deshalb auch Schubſpannungen genannt. Für vollkommene Flüſſigkeiten (Bd. 3, S. 111; Bd. 5, S. 544) exiſtieren weder Zugſpannungen noch Schubſpannungen. Die Spannungen erweiſen ſich, abgeſehen von gewiſſen Unſtetigkeitsſchnitten (Riſſe, Gelenke, Gleitflächen u. ſ. w.) als ſtetige Funktionen des Orts ihrer Flächenelemente, und zwar des augenblicklichen oder eines anfänglichen Orts. Näheres in [8], S. 32, 86; in Bd. 3, S. 389, 390, wurden allgemeine Beziehungen für dieſelben gegeben. Ueber Hauptſpannungen, Hauptſchubſpannungen ſ. Bd. 4, S. 790, 791, über reduzierte Hauptſpannungen, Bd. 3, S. 717.



Im folgenden mögen die Spannungen als Funktionen des augenblicklichen Orts ihrer Flächenelemente gelten. Für alle einem Punkte *m* unendlich naheliegenden Flächenelemente ändern ſich die Spannungen nur mit der Richtung *n* ihrer von *m* ausgehenden Normalen (ſ. die Figur). a) Spannungsellipſoid. Trägt man von einem Punkte *m* die Totalſpannungen R_n aller *m* anliegenden Flächenelemente nach Größe und Richtung an, ſo liegen die Endpunkte der R_n auf einem Ellipſoide, für welches die Halbachſen gleich den Abſolutwerten der Hauptſpannungen (ſ. d.) und die Totalſpannungen für je drei zueinander ſenkrechte Flächenelemente konjugierte Halbmeſſer ſind. Bezeichnen X_n, Y_n, Z_n die Komponenten von R_n in den Richtungen *x*, *y*, *z* rechtwinkliger Koordinatenachſen parallel den Hauptſpannungen *A*, *B*, *C*, dann iſt die Gleichung des Spannungsellipſoids für den Koordinatenurſprung *m*:

$$\frac{X_n^2}{A^2}+\frac{Y_n^2}{B^2}+\frac{Z_n^2}{C^2}=1. \qquad 1.$$

Sind zwei Hauptſpannungen numeriſch gleich, ſo iſt das Spannungsellipſoid ein Rotationsellipſoid, deſſen Rotationsachſe die Richtungslinie der dritten Hauptſpannung bildet. Sind alle drei Hauptſpannungen numeriſch gleich, dann iſt das Spannungsellipſoid eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kugel. Diefen Fall hat man bei vollkommenen Flüffigkeiten. Näheres über das Spannungsellipfoid [8], S. 38, [9], S. 31, 33, andre Darftellungen des Spannungszuftandes [2], [7], [9], S. 34, [14], [16]. b) Stellungsfläche. Es feien wie unter a) die Totalfpannungen R_n aller Flächenelemente bei einem Punkte m von diefem aus nach Größe und Richtung angetragen. Als Stellungsfläche bezeichnet man eine Fläche von der Art, daß die Tangentialebene in jedem ihrer Punkte, welcher von der Richtung einer Totalfpannung R_n getroffen wird, parallel dem durch R_n ergriffenen Flächenelement ift. Für Koordinatenachfen von m aus in den Richtungen der Hauptfpannungen A, B, C ift die Gleichung diefer Fläche zweiter Ordnung um m:

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = \pm K^2, \qquad 2.$$

worin K^2 eine beliebige pofitive Zahl, deren Vorzeichen in 2. wie die fpezielle Form der Stellungsfläche davon abhängt, ob die drei Hauptfpannungen von gleichen oder verfchiedenen Vorzeichen find. Haben zwei Hauptfpannungen gleichen Zahlenwert, dann ift die Stellungsfläche eine Rotationsfläche, deren Rotationsachfe in die Richtungslinie der dritten Hauptfpannung fällt. Sind alle drei Hauptfpannungen gleich groß, fo wird die Stellungsfläche eine Kugel, konzentrifch dem zur Kugel gewordenen Spannungsellipfoide (vollkommene Flüffigkeiten). Näheres über die Stellungsfläche f. [8], S. 40, [9], S. 31, 33. c) Spannungsellipfe [8], S. 45. In manchen Fällen ift von vornherein bekannt oder angenommen, daß alle einer beftimmten Ebene parallelen Flächenelemente in einem Körper nur durch Normalfpannungen oder überhaupt nicht beanfprucht werden (bei der Biegung gerader und einfach gekrümmter Stäbe in gewöhnlichen Fällen die Flächenelemente parallel der Biegungsebene, bei Unterfuchung des Erddrucks auf Stützmauern die Flächenelemente parallel dem Mauerquerfchnitt u.f.w.), während allein die Spannungen auf Flächenelemente fenkrecht jener Ebene intereffieren. Die eine Achfe des Spannungsellipfoids liegt dann fenkrecht zur fraglichen Ebene und alle intereffierenden Spannungen fallen in die letztere, weshalb die Unterfuchung auf diefe Spannungsebene befchränkt werden kann. Trägt man von einem Punkte m aus die Totalfpannungen R_n aller Flächenelemente fenkrecht zur Spannungsebene nach Größe und Richtung an, fo liegen die Endpunkte der R_n auf einer Ellipfe, für welche die Halbachfen gleich den Abfolutwerten der Hauptfpannungen und die Spannungen für je zwei zueinander fenkrechte Flächenelemente konjugierte Halbmeffer find. (Diefe Spannungsellipfe ftellt den Durchfchnitt des Spannungsellipfoids mit der Spannungsebene dar.) Die Flächenelemente, welche durch Hauptfchubfpannungen (f. d.) affiziert werden, halbieren die Winkel zwifchen den Achfen der Spannungsellipfe. Bezeichnen X_n, Y_n die Komponenten von R_n in den Richtungen x, y rechtwinkliger Koordinatenachfen parallel den Hauptfpannungen A, B, dann ift die Gleichung der Spannungsellipfe für den Koordinatenurfprung m:

$$\frac{X_n^2}{A^2} + \frac{Y_n^2}{B^2} = 1. \qquad 3.$$

Bei gleichen A, B ift die Spannungsellipfe ein Kreis. Näheres über die Spannungsellipfe f. [11], [13], III, S. 33.

Literatur: [1] Lamé, Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides, Paris 1866, S. 13, 53, 60 u. f. w. — [2] Culmann, Die graphifche Statik, Zürich 1866, S. 226. — [3] Winkler, Die Lehre von der Elaftizität und Feftigkeit, Prag 1867, S. 3, 7, 10 u. f. w. — [4] Kirchhoff, Vorlefungen über mathematifche Phyfik, Mechanik, Leipzig 1877, S. 110, 126, 162, 370, 388 u. f. w. — [5] Klein, Theorie der Elaftizität, Akuftik und Optik, Leizig 1877, S. 1. — [6] Grashof, Theorie der Elaftizität und Feftigkeit, Berlin 1878, S. 5, 9, 12 u. f. w. — [7] Mohr, Ueber die Darftellung des Spannungszuftands und Deformationszuftands eines Körperelements und über die Anwendung derfelben in der Feftigkeitslehre, Zivilingenieur 1882, S. 113. — [8] Weyrauch, Theorie elaftifcher Körper, Leipzig 1884, S. 6, 29, 32, 86, 116, 132 u. f. w. — [9] Derfelbe, Aufgaben zur Theorie elaftifcher Körper, Leipzig 1885, A 9, 10, 15—22 u. f. w. — [10] Neumann, Vorlefungen über die Theorie der Elaftizität, Leipzig 1885, S. 8, 26, 60 u. f. w. — [11] Ritter, Anwendungen der graphifchen Statik, I. Die im Innern eines Balkens wirkenden Kräfte, Zürich 1888, S. 8, 31 u. f. w. — [12] Voigt, Kompendium der theoretifchen Phyfik, Leipzig 1895, S. 233, 330 u. f. w. — [13] Foeppl, Vorlefungen über technifche Mechanik, III, Leipzig 1900, S. 1, 399 u. f. w.; V, Leipzig 1907, S. 1, 259 u. f. w. — [14] Jung, Zufammenhang verfchiedener Abbildungen der elaftifchen Spannungsverteilung, Technifche Blätter 1903, S. 114. — [15] Brauer, Feftigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 13. — [16] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der technifchen Mechanik, Berlin 1906, S. 187. — [17] Love, Lehrbuch der Elaftizität, deutfch von Timpe, Leipzig und Berlin 1907, S. 86, 133, 147 u. f. w.

Weyrauch.

Spannungen, fchiefe, f. Schiefe Spannungen und Spannungstrajektorien.

Spannungsabfall, f. Strom, elektrifcher.

Spannungsdifferenz, elektrifche (Potentialdifferenz), f. Maßfyftem, abfolutes, Bd. 6, S. 329, und Galvanismus, Bd. 4, S. 242.

Spannungsellipfe, geometrifch abgeleitet.

Es fei $a\,b\,c$ (Fig. 1) ein unendlich kleines Element eines von äußeren Kräften beanfpruchten Körpers; a und b feien die beiden Hauptfchnitte und σ_1 und σ_2 die beiden Hauptfpannungen. Die auf

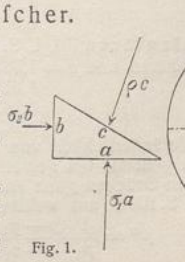


Fig. 1.

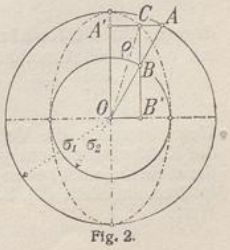


Fig. 2.

die Schnittfläche c wirkende Spannung fei ϱ. Multipliziert man σ_1 mit a, σ_2 mit b und ϱ mit c, fo erhält man drei Kräfte, die miteinander im Gleichgewicht ftehen. Man findet daher die Spannung ϱ, wenn man die Spannungen $\sigma_1 a : c$ und $\sigma_2 b : c$ zufammenfetzt. Dies ift in der Fig. 2 gefchehen: Man zeichnet mit den Halbmeffern σ_1 und σ_2 zwei Kreife und zieht durch den Mittelpunkt O eine Linie OBA, die auf c fenkrecht fteht. Dann ift aus einfachen geometrifchen Gründen $OA' = \sigma_1 a : c$ und $OB' = \sigma_2 b : c$, folglich $OC = \varrho$. Wiederholt man diefe Zeichnung für verfchiedene Richtungen von c, fo liegen die Endpunkte der ϱ alle auf einer Ellipfe, die man „Spannungsellipfe" nennt. Man erkennt leicht, daß ϱ ftets kleiner als σ_1 und größer als σ_2 ift; die beiden Hauptfpannungen ftellen alfo die größte und kleinfte aller Spannungen dar. Ferner zeigt fich, daß die Spannungsellipfe nur von der abfoluten Größe der Hauptfpannungen abhängt und unverändert bleibt, auch wenn man das Zeichen einer oder beider Hauptfpannungen wechfelt. Ueberträgt man diefe Betrachtungen auf den Raum, fo gelangt man zum Spannungsellipfoid.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, 2. Aufl., Zürich 1875; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, Zürich 1888, 1. Teil *(† W. Ritter) Mörfch.*

Spannungsellipfoid, f. Spannungsellipfe und Spannungen.

Spannungskoeffizient. Wirkt auf die ganze Oberfläche eines Körpers lediglich ein gleichmäßig verteilter Normaldruck und es findet bei konftantem Volumen eine Aenderung der Temperatur ftatt, wobei die Drücke pro Flächeneinheit p_0, p den Temperaturen 0 und t^0 entfprechen, fo heißt

$$\beta = \frac{1}{p_0}\frac{\partial p}{\partial t} \qquad 1.$$

der Spannungskoeffizient bei t^0. Diefer bedeutet hiernach auch annähernd die Druckänderung pro Einheit des Druckes bei 0^0 $\frac{\Delta p}{p_0}$ durch $\Delta t = 1^0$ Temperaturänderung (gewöhnliche Definition).

Wird anftatt des im allgemeinen veränderlichen Spannungskoeffizienten β ein mittlerer Spannungskoeffizient β' eingeführt, der von 0 bis t die gleiche Druckänderung $p - p_0$ bedingt wie der variable Koeffizient β, fo hat man

$$p = p_0 (1 + \beta' t), \qquad \beta' = \frac{1}{t}\left(\frac{p}{p_0} - 1\right) \qquad 2.$$

und wenn die Drücke p, p_1 den Temperaturen t, t_1 entfprechen und β', β'_1 die mittleren Spannungskoeffizienten von 0 bis zu diefen Temperaturen bezeichnen:

$$\frac{p}{p_1} = \frac{1 + \beta' t}{1 + \beta'_1 t_1}, \qquad 3.$$

worin für β', β'_1 vielfach der gleiche Mittelwert gefetzt wird. Beziehungen zwifchen dem Spannungs-, dem Ausdehnungs- und Kompreffionskoeffizienten f. [4], [5], [6], S. 495, [11], S. 589, [16], S. 72.

Für Gafe ift unter Vorausfetzung des Boyle-Gay-Luffacfchen Gefetzes (f. d.) der Spannungskoeffizient gleich dem Ausdehnungskoeffizienten (f. d.) und konftant, $\beta = \beta' = \alpha$ [16], S. 75, wobei oft nach Regnaults Vorfchlag (Poggendorffs Annalen 1842, LV, S. 564) $\alpha = 0{,}003665$ und noch häufiger $\alpha = 1/273 = 0{,}003663$ gefetzt wird. Regnault felbft gibt auf Grund feiner Verfuche für Anfangsfpannungen nahe einer Atmofphäre folgende Mittelwerte von 0 bis 100° [3], I, S. 91:

für	α	β
Atmofphärifche Luft	$0{,}003670 = 1 : 272{,}48$	$0{,}003665 = 1 : 272{,}85$
Waffer ftoff	$0{,}003661 = 1 : 273{,}15$	$0{,}003667 = 1 : 272{,}70$
Kohlenoxyd	$0{,}003669 = 1 : 272{,}55$	$0{,}003667 = 1 : 272{,}70$
Stickftoff		$0{,}003668 = 1 : 272{,}63$
Stickftoffoxydul	$0{,}003719 = 1 : 268{,}89$	$0{,}003676 = 1 : 272{,}03$
Kohlenfäure	$0{,}003710 = 1 : 269{,}54$	$0{,}003688 = 1 : 271{,}15$
Cyan	$0{,}003719 = 1 : 257{,}93$	$0{,}003829 = 1 : 261{,}16$
Schwefelige Säure	$0{,}003903 = 1 : 256{,}21$	$0{,}003845 = 1 : 260{,}08$

und fpeziell für atmofphärifche Luft [3], I, S. 110:

mit $p_0 = 0{,}144$ Atmofphären und	$p = 0{,}196$ Atmofphären	$\beta = 0{,}0036482 = 1 : 274{,}11$
0,350	0,520	$0{,}0036542 = 1 : 273{,}66$
1,000		$0{,}0036650 = 1 : 272{,}85$
2,208	3,008	$0{,}0036710 = 1 : 272{,}03$
2,821	3,847	$0{,}0036894 = 1 : 271{,}05$
4,810	6,569	$0{,}0037091 = 1 : 269{,}61$

dagegen für die Kohlenfäure [3], I, S. 112:

mit $p_0 = 0{,}998$ Atmofphären und	$p = 1{,}361$ Atmofphären	$\beta = 0{,}0036856 = 1 : 271{,}33$
1,186	1,619	$0{,}0036943 = 1 : 270{,}69$
2,293	3,142	$0{,}0037523 = 1 : 266{,}50$
4,735	6,262	$0{,}0038598 = 1 : 259{,}08$

Wenn hiernach die Veränderlichkeit von β für die fchwerftkondenfierbaren Gafe (zu welchen die Kohlenfäure nicht gehört), bei gewöhnlichen Drücken, nicht groß ift, fo treten doch auch für diefe Gafe bei hohen Drücken ganz andre β ein. Amagat hat Verfuche bis $p_0 = 280$ Atmofphären angeftellt ([9], S. 1041), aus welchen er u. a. folgende β' von 0 bis nahe 100° und die Werte

$$\beta'' = \frac{1}{p_1}\frac{p - p_1}{t - t_1} \text{ in } p = p_1 [1 + \beta'' (t - t_1)] \qquad 4.$$

von etwa $t_1 = 100$ bis $t = 200°$ berechnete. Wir fügen die alsdann nach 2., 4. durch

$$\frac{1}{200}[(1 + 100\beta')(1 + 100\beta'') - 1]$$

ausgedrückten mittleren Spannungskoeffizienten von 0 bis 200° bei (vgl. die entſprechenden Ausdehnungskoeffizienten α', Bd. 4, S. 313).

Für		$p_0 =$	100	200	300	400	500	600	700 Atmoſphären
Atmoſphäriſche Luft	0 bis 100°	$100\,000\,\beta' =$	462	552	600	617	615	620	
	100 „ 200°	$100\,000\,\beta'' =$	319	351	364	360			
	0 „ 200°	$100\,000\,\beta' =$	464	548	591	600			
Waſſerſtoff	0 „ 100°	$100\,000\,\beta' =$	373	383	383	380	379	365	530
	100 „ 200°	$100\,000\,\beta'' =$	267	269	272	268	267		
	0 „ 200°	$100\,000\,\beta' =$	340	378	380	375	374		
Stickſtoff	0 „ 100°	$100\,000\,\beta' =$	462	537	583	595	596	597	
	100 „ 200°	$100\,000\,\beta'' =$	315	349	359	364			
	0 „ 200°	$100\,000\,\beta' =$	461	537	576	588			
Sauerſtoff	0 „ 100°	$100\,000\,\beta' =$	492	613	697	731	740		
	100 „ 200°	$100\,000\,\beta'' =$	315	357	374	372			
	0 „ 200°	$100\,000\,\beta' =$	481	594	666	687			

wonach der Spannungskoeffizient mit dem Drucke erheblich wächſt, aber mit der Temperatur nur wenig veränderlich iſt. Ueber β, β' bei Drücken von 1 bis 0,08 Atmoſphären ſ. [8], [11], S. 130, über den Spannungskoeffizienten nach der Zuſtandsgleichung von van der Waals [11], S. 127, [15], S. 131.

Für Queckſilber von $p_0 = 1$ Atmoſphäre und $t = 0°$ ergab ſich $\frac{\partial p}{\partial t} = 46{,}21$ ([11], S. 595), wonach für $\Delta t = 1°$ der Druck um etwa $\Delta p = 46{,}21$ Atmoſphären zunehmen würde. Für Waſſer hat Amagat die $\frac{\partial p}{\partial t}$ und $\frac{\partial p}{p\,\partial t}$ bei Anfangsdrücken p_0 von 1 bis 896 Atmoſphären und Temperaturen von 0 bis 100° und dann bei Anfangsdrücken von 1 bis 2508 Atmoſphären und Temperaturen von 0 bis 48,85° in Tabellen zuſammengeſtellt [10], S. 781. Beiſpielsweiſe fand er für $p_0 = 1$ Atmoſphäre

von	0—10°	10—20°	20—30°	30—40°	40—50°	50—60°	60—70°	70—80°	80—90°	90—100°
$\frac{\partial p}{\partial t} =$	0,27	3,1	5,8	7,9	10,1	12,3	12,7	14,3	15,5	16,6.

Mit Rückſicht hierauf folgt aus

$$\Delta p = \int_t^{t+\Delta t} \frac{\partial p}{\partial t}\, dt \qquad 5.$$

die bei konſtantem Volumen eintretende Druckerhöhung des Waſſers
von 0 bis 50°: $\Delta p = 10\,(0{,}27 + 3{,}1 + 5{,}8 + 7{,}9 + 10{,}1) = 272$ Atmoſphären,
von 50 bis 100°: $\Delta p = 10\,(12{,}3 + 12{,}7 + 14{,}3 + 15{,}5 + 16{,}6) = 714$ Atmoſphären,
alſo von 0 bis 100°: $\Delta p = 272 + 714 = 986$ Atmoſphären.

Reſultate für andre Flüſſigkeiten ſ. [9], S. 1238, die $\frac{\partial p}{\partial t}$ für Gaſe [9], S. 1041, [13].

Für iſotrope feſte Körper hat man [7], [16], II, S. 380:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 2}\,\alpha E, \qquad \beta = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 2}\,\frac{\alpha E}{p_0}, \qquad 6.$$

worin E der Elaſtizitätsmodul (ſ. d.), α der lineare Ausdehnungskoeffizient (ſ. d.), ε der Elaſtizitätsquotient (ſ. d.). Setzt man beiſpielsweiſe für Eiſen $\varepsilon = 4$, $\alpha = 0{,}000012$ und pro Quadratmeter $E = 20000000$ t, ſo folgt aus 6. $\frac{\partial p}{\partial t} = 480$, jeder Grad Temperaturerhöhung erzeugt eine Druckzunahme von etwa 480 t pro Quadratmeter oder 48 kg pro Quadratzentimeter, [7], S. 173, [16], S. 381.

Literatur: [1] Magnus, Ueber die Ausdehnung der Gaſe durch Wärme, Poggendorffs Annalen 1842, LV, S. 1. — [2] Regnault, Unterſuchung über die Ausdehnung der Gaſe, ebend. 1842, LV, S. 391, 557; 1842, LVII, S. 115. — [3] Derſ., Relations des expériences etc., Paris 1847 (zugleich Bd. 21 der Mémoires de l'Académie des sciences), S. 15. — [4] Zeuner, Grundzüge der mechaniſchen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 539. — [5] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, I, Leipzig 1875, S. 121, 123, 133. — [6] Rühlmann, Handbuch der mechaniſchen Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1876, S. 466. — [7] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, A. 66, 67, 103. — [8] Melander, Ueber die Ausdehnung der Gaſe bei niedrigen Drücken, Wiedemanns Annalen 1892, XLVII, S. 135. — [9] Amagat, Sur les lois de dilatation à volume constant des fluides. Coefficient de pression. Comptes rendus etc. 1892, CXV, S. 1041, 1238. — [10] Derſ., Dilatation de l'eau sous pression constante et sous volume constant, Comptes rendus 1893, CXVI, S. 779 (ſ. a. S. 946). — [11] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 103, 122, 125, 589. — [12] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik, II 2, Von der Wärme, Braunſchweig 1898, S. 107, 112, 120. — [13] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 215, 216. — [14] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 14, 138, 140, 145, 152, 441. — [15] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 110, 114, 116, 120, 131, 134, 472. — [16] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 70, 75, 126, 129; II, Stuttgart 1907, S. 380.

Weyrauch.

Spannungskurven, ſ. Spannungstrajektorien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spannungsmeſſer [1], eine beſonders konſtruierte Federwage zur Innehaltung eines beſtimmten Zuges (gewöhnlich von 8—10 kg) bei der Längenmeſſung mittels des Stahlmeßbandes.

Das eine Ende des Spannungsmeſſers wird in den Bandring eingehängt, das andre durch den Meßgehilfen ſo ſtark angezogen, daß die Marke an der Kolbenſtange die gewünſchte Spannung zeigt. — S. a. Dehnungsmeſſer.

Literatur: [1] Brathuhn, Lehrbuch der Markſcheidekunſt, 4. Aufl., Leipzig 1908. *Haußmann.*

Spannungsreihen, elektriſche, ſ. Galvanismus, Bd. 4, S. 242.

Spannungstrajektorien. Denkt man ſich in irgend einem Punkte eines Körpers die Richtung einer Hauptſpannung (ſ. d.) oder Hauptſchubſpannung (ſ. d.) beſtimmt und beginnt damit eine Linie, der man nach beiden Seiten fortſchreitend ſtets die Richtungen der entſprechenden Hauptſpannung oder Hauptſchubſpannung in denjenigen Punkten gibt, welche die Linie nacheinander durchſchreitet, ſo erhält man eine Trajektorie der betreffenden Spannung. Die Linien zuſammen werden Spannungstrajektorien genannt.

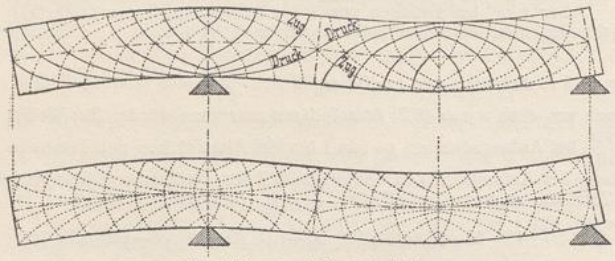


Fig. 1 (oben) und Fig. 2 (unten).

Man hat dieſelben beſonders für gerade und einfach gekrümmte ſtabförmige Träger ermittelt. Bei horizontalen Balken beiſpielsweiſe (Bd. 1, S. 503, 507, 518, Bd. 2, S. 55) verlaufen die Trajektorien des größten Zugs und Drucks (Fig. 1) die äußerſte Druck- bezw. Zugfaſer unter 90°, ſchneiden die neutrale Schicht unter 45° und legen ſich, ſoweit die Stablänge zuläßt, aſymptotiſch an die äußerſte Zug- bezw. Druckfaſer. Die Trajektorien des größten poſitiven und negativen Schubs (Fig. 2) verlaufen die beiden äußerſten Faſern unter 45° und ſchneiden die neutrale Schicht unter 90° oder legen ſich aſymptotiſch an dieſelbe. Alle Trajektorien des größten Zugs oder Drucks ſchneiden alle ihnen begegnenden Trajektorien des größten Drucks oder Zugs unter 90° und alle ihnen begegnenden Trajektorien des größten Schubs unter 45° (Fig. 3). Die Trajektorien des größten Zugs und Drucks bilden die Spuren derjenigen Flächen, deren Elemente den größten Druck oder Zug erleiden. Da längs dieſer Flächen keine Schubkräfte wirken (Bd. 4, S. 791), ſo wäre ein Balken auch widerſtandsfähig, wenn er nur aus getrennten Faſern in den Richtungen der Flächen beſtünde (Fig. 4), womit er dem Fachwerkträger (Bd. 3, S. 533, 543) nahe käme, deſſen Glieder ebenfalls nur Zug oder Druck erleiden. Vgl. Paulifche Träger, Bd. 7, S. 54. Bei ſtarken Beanſpruchungen prägen ſich die Spannungstrajektorien mitunter aus. So entſpricht die Andeutung in Fig. 5 Schlagverſuchen mit einem Blechbalken von Tetmajer (Mitteil. d. Materialprüfungsanſtalt in Zürich, 4. Heft, 1890, S. 102). Auch gewiſſe zuerſt durch H. v. Meyer hervorgehobene Faſerbildungen in Knochen und Bäumen hat man mit Culmann entſprechend den Spannungstrajektorien (der Normalſpannungen) verlaufend gefunden ([4], [5], [6], [9], S. 128).



Fig. 3.

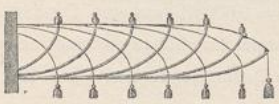


Fig. 4.

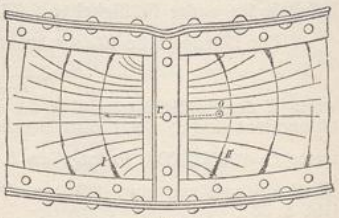


Fig. 5.

Literatur: [1] Lamé, Leçons sur les coordonnées curvilignes, Paris 1859, S. 272 (vgl. [8]). — [2] Rankine, A manuel of applied mechanics, London 1864, S. 342 (14. Aufl., 1895, S. 342). — [3] Culmann, Die graphiſche Statik, Zürich 1866, S. 235 und Taf. 10, 11. — [4] Meyer, Die Architektur der Spongioſa, Archiv f. Anatomie u. Phyſiologie u. wiſſenſchaftl. Medizin, Leipzig 1867, S. 615. — [5] Wolff, Ueber die innere Architektur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage vom Knochenwachstum, Archiv f. pathologiſche Anatomie und Phyſiologie und für kliniſche Medizin, 1870, L, S. 389. — [6] Meyer, Die Statik und Dynamik des menſchlichen Knochengerüſtes, Leipzig 1873. — [7] Weyrauch, Allgem. Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, Leipzig 1873, S. 17 und Taf. 1. — [8] Weingarten, Zur Theorie der ifoſtatiſchen Flächen, Crelles Journal f. reine und angew. Mathematik 1881, XC, S. 18. — [9] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, I. Die im Innern eines Balkens wirkenden Kräfte, Zürich 1888, S. 22, 75, 109, 123, 128 und Taf. 3—5. — [10] Geitel, Die innere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konſtruktion der Knochen im Lichte der Graphoſtatik und des Transformationsgeſetzes des Herrn Prof. Dr. Julius Wolff, Glafers Annalen 1896, XXXIX, S. 173. *Weyrauch.*

Graphiſche Ableitung.

Beſitzt der Körper parallele Schnittflächen, auf die keine oder bloß normale Spannungen einwirken, ſo läßt ſich die Unterſuchung der Spannungskurven auf die Ebene beſchränken; in dieſem Falle iſt ihre Ableitung verhältnismäßig einfach. — Es ſei $a\,b\,c$ (Fig. 6) ein unendlich kleines, rechtwinkeliges Körperelement von der Länge Eins; $\sigma_1\,\sigma_2\,\sigma_3$ und $\tau_1\,\tau_2\,\tau_3$ ſeien die auf die drei Schnittflächen wirkenden normalen und tangentialen Spannungen. Multipliziert man jede der ſechs Spannungen mit der ihr entſprechenden Länge, ſo bekommt man ſechs Kräfte, die unter ſich im Gleichgewicht ſtehen. In der Fig. 7 ſind dieſe Kräfte zu einem geſchloſſenen Kraftеck $A\,B\,C\,D\,E\,F$ zuſammengeſetzt. Da die Schubſpannungen für zwei aufeinander ſenkrechte Schnitte ſtets gleich groß ſind, ſo iſt $\tau_1 = \tau_2$. Verlängert man $C\,D$ und $E\,F$ bis G, ſo verhält ſich $D\,G : D\,E = a : b$; folglich iſt $D\,G = \tau_2\,a = \tau_1\,a$. Ferner hat der Punkt H, in welchem ſich $B\,C$ und $A\,F$ ſchneiden, von B den Abſtand $\sigma_2\,a$, weil $B\,H : A\,B = a : b$. Aendert man die Richtung von c, indem man a feſthält und b wachſen läßt, ſo bleiben die Punkte $B\,C\,D\,G$ und H feſt, weil ihre gegenſeitigen Entfernungen nur von der Länge a und den Spannungen $\sigma_1\,\sigma_2\,\tau_1$ und τ_2 abhängen. Da ferner die Kräfte $E\,F$ und $F\,A$ beſtändig aufeinander ſenkrecht ſtehen, ſo beſchreibt der Punkt F, während c ſich dreht, einen Kreis mit dem Durchmeſſer $G\,H$. Die Koordinaten des Punktes F in bezug auf das Achſenkreuz O ſind aus Aehnlichkeitsgründen gleich $\sigma_3\,a$ und $\tau_3\,a$. Man ſieht, daß σ_3 ſeinen größten und ſeinen kleinſten Wert erreicht, wenn F nach K bezw. L gelangt (Maximal- und Minimalſpannung). Die Richtung des Schnittes c wird in dieſem Falle durch $G\,K$ bezw. $G\,L$ beſtimmt (Hauptſchnitte). Die Spannung τ_3 wird für dieſe Schnitte gleich Null. Gelangt F nach M und N, ſo wird τ_3 ein Maximum bezw. ein Minimum. Die Schnittrichtungen $G\,M$ und $G\,N$, für welche dies eintrifft, bilden mit den Hauptrichtungen Winkel von 45°.

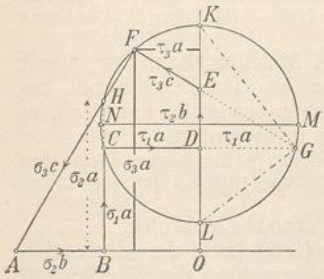


Fig. 7.

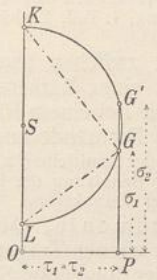


Fig. 8.

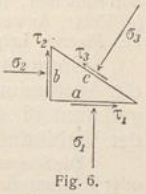


Fig. 6.

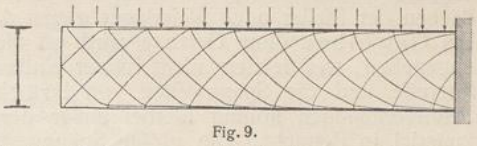


Fig. 9.

Um die Richtungen der Hauptſchnitte raſch zu finden, verfährt man nach Fig. 8: Man ſetzt $a = 1$, trägt von einem beliebigen Punkte O aus in einem beliebigen Maßſtabe $O\,P = \tau_1 = \tau_2$, $P\,G = \sigma_1$, $P\,G' = \sigma_2$ auf und legt durch G und G' einen Halbkreis mit dem Mittelpunkte S; dann ſind $G\,K$ und $G\,L$ die Richtungen der Hauptſchnitte und $O\,K$ und $O\,L$ die Hauptſpannungen. Bei dieſer Zeichnung kann O außerhalb oder innerhalb des Halbkreiſes fallen. Im erſteren Falle haben die beiden Hauptſpannungen gleiches Zeichen; im letzteren Falle haben die beiden Hauptſpannungen ungleiches Zeichen.

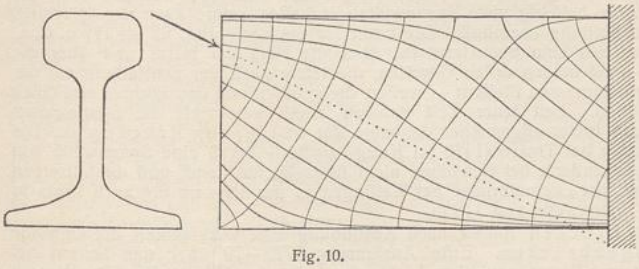


Fig. 10.

Die Fig. 9—11 ſtellen drei Beiſpiele von Spannungskurven dar; ſie ſind nach dem durch Fig. 8 dargeſtellten Verfahren und auf Grund der nach den üblichen Feſtigkeitsformeln berechneten Spannung $\sigma_1\,\sigma_2$ und τ gezeichnet worden. Fig. 9 zeigt die Kurven für einen einſeitig eingeſpannten Blechbalken mit gleichförmig verteilter lotrechter Belaſtung, Fig. 10 für eine eingeſpannte Eiſenbahnſchiene, auf deren Endfläche eine ſchiefe Kraft wirkt, Fig. 11 für einen zylindriſchen Stab, der an ſeinem Ende von einer Kraft zugleich auf Biegung, Abſcheren und Drehung beanſprucht wird. Selbſtverſtändlich kann von den unendlich vielen Kurven ſtets nur eine beſchränkte, beliebig herausgegriffene Zahl gezeichnet werden. — Die Spannungskurven kommen auch in der Natur vor, vor allem bei den Knochen der Säuge-

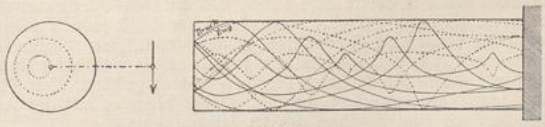


Fig. 11.

tiere, und zwar besonders deutlich bei den Hüftknochen. Zersägt man einen solchen Knochen, so zeigt sich, daß die Knochensubstanz im Innern den Spannungskurven entsprechend verteilt ist, d. h. in Fasern oder Schichten, die sich stets unter rechten Winkeln kreuzen. Andre Beispiele aus der Natur bilden die Gletscher mit ihren Spalten und blauen Bändern und die Euplectella in den ostasiatischen Gewässern.

Literatur: [1] Culmann, Graphische Statik, 2. Aufl., Zürich 1875. — [2] Wolff, Architektur der Knochen, Berlin 1870. — [3] Heim, Handbuch der Gletscherkunde, Stuttgart 1885. — [4] Ritter, Anwendungen der graphischen Statik, 1. Teil, Zürich 1888. — [5] Keller, C., Das Leben des Meeres, Leipzig 1895, S. 50. *(† W. Ritter) Mörsch.*

Spannungsverbindung besteht zwischen zwei Maschinenbauteilen, wenn die Verbindung von vornherein mit einer stärkeren als der Betriebskraft angespannt ist, so daß im Betriebe, auch bei einem Richtungswechsel der Kraft, in der Verbindungsstelle keine elastische Formänderung mehr eintritt.

Die Spannungsverbindung wirkt entweder unmittelbar, z. B. mit fest angezogenen Schrauben oder Schrumpflaschen, oder mittelbar unter Benutzung der Reibung zwischen den verspannten Flächen als Keilverbindung, Vernietung oder Verankerung. *Lindner.*

Spannungszeiger, s. Meßinstrumente, elektrotechnische.

Spannweite oder Stützweite ebener Träger (s. d.) heißt der Horizontalabstand zweier unmittelbar aufeinander folgender Stützpunkte, die Strecke, auf welche der Träger allein, ohne Unterstützung durch Pfeiler oder Widerlager, den auf ihn wirkenden Lasten und sonstigen Aktivkräften (s. d.) zu widerstehen hat. Von der Spannweite ist zu unterscheiden die im allgemeinen etwas kleinere Lichtweite, das heißt der Horizontalabstand zwischen den Grenzflächen der Pfeiler oder Widerlager gegen den freien Raum (lichten Raum) hin. Bei Gewölben ohne Gelenke wird oft die Lichtweite anstatt der Spannweite angegeben, weil letztere nicht immer eindeutig bestimmt ist. Von besonderem Interesse sind die Spannweiten von Brücken und Dachkonstruktionen. Selbstverständlich kommt hierbei außer der Belastung wesentlich das Trägermaterial in Betracht. Die größte Spannweite einer beliebigen ausgeführten Anlage, 2400 m, hatte die 1895 erstellte Telephonleitung von Murg nach Quinten über den Walensee in der Schweiz, welche jedoch 1898 zum drittenmal durch den Sturm zerstört und dann nicht mehr erneuert wurde [18], S. 633.

Es ist klar, daß mit der Spannweite einer Konstruktion, wenn auch nicht mit dieser allein, die dem Ingenieur entgegenstehenden Schwierigkeiten wachsen, während z. B. die Länge einer Brücke, welche beliebig viele Spannweiten enthalten kann, zwar die Quantität, aber nicht die Qualität der Leistung beeinflußt. Die unter Trajans Regierung, 98 bis 117 n. Chr., entstandenen Brücken über den Tajo bei Alcantara, über die Nera bei Narni und über die Donau unterhalb Orsova — die beiden ersten Gewölbe, die letzte nach der Darstellung auf der Trajanssäule Holzbogen mit steinernen Pfeilern — weisen die größten von den Römern erreichten Spannweiten auf, etwa 36 m. Seit jener Zeit nahmen zuerst vereinzelt die Spannweiten steinerner Brücken und später allgemeiner diejenige der hölzernen Brücken zu. Die 1370—77 erbaute Addabrücke bei Trezzo (1416 im Kriege zerstört) besaß eine Spannweite von 72 m, welche über fünf Jahrhunderte bei Gewölben nicht ihresgleichen fand, und die hölzernen Brücken erlangten 1779 mit der Limmatbrücke bei Wettingen in der Schweiz die auch heute in Holz nicht überschrittene Spannweite von 119 m.

Die gußeisernen Brücken sollten nach Ausbildung und Wirksamkeit die Gewölbe ersetzen, waren also Bogenbrücken. Erste Ausführung 1773—79 über den Severn bei Coalbrookdale in England mit Bogen von 31 m Lichtweite. Bei der 1796 vollendeten Brücke über den Wear bei Wearmouth erreichten sie bereits die Spannweite von 72 m, welche auch später durch Gußeisenbrücken nur einmal, bei der 1814—19 erbauten Southwarkbrücke in London, mit 73 m etwas übertroffen wurde. — Die ersten eisernen Balkenträger kamen 1801 durch Boulton und Watt in dem Gebäude einer Spinnerei in Salford zur Verwendung. Sie bestanden ebenfalls aus Gußeisen, hatten etwas über 4 m Spannweite und verhältnismäßig günstigen Querschnitt (annähernd I-Form mit schmalem Flansch unten). — Hängebrücken wurden im Anschluß an die in China bis ins 3. Jahrhundert unsrer Zeitrechnung zurück verfolgbaren Seilbrücken zunächst derart angeordnet, daß die Geh- oder Fahrbahn auf flach gespannte schmiedeeiserne Ketten gelagert war. Im Jahre 1796 jedoch führte Finlay über den Jakobs-Creek zwischen Town und Greenburgh in den Vereinigten Staaten die erste Hängebrücke im heutigen Sinne mit 21 m Spannweite aus, indem er die Fahrbahn durch Tragstangen an eisernen Ketten aufhing, die ihrerseits durch Pfeiler (Pilonen) gestützt, über diese weg nach abwärts geführt und in Widerlagern verankert wurden. Dabei blieb es mit der Anwendung des Schmiedeeisens bei Brücken bis zum Beginne des 19. Jahrhunderts.

Das „eiserne Jahrhundert" brachte eine gewaltige Entwicklung der eisernen Brücken. In Fig. 1, 2, 3 sind die Spannweiten der eisernen Balkenbrücken (Bd. 1, S. 503, 507, 518, 526; Bd. 2, S. 333; Bd. 4, S. 361) Bogenbrücken (Bd. 2, S. 141, 143, 153, 155, 161) und Hängebrücken (Bd. 4, S. 710, 718, 726; Bd. 5, S. 249) im 19. Jahrhundert dargestellt, und zwar derart, daß die Jahre 1800—1900 auf der wagerechten Abszissenachse angedeutet und bei den einzelnen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jahren die bis dahin erreichten Spannweiten als Ordinaten angetragen sind.*) In den wachsenden Größen dieser Ordinaten hat man also ein Bild des Wachstums der Spannweiten von Balkenbrücken, Bogenbrücken und Hängebrücken in dem fraglichen Zeitraum [18]. In Fig. 4 sind die drei Darstellungen vereinigt, so daß die scharf gezeichnete obere Grenzlinie ein Bild des Wachstums der Spannweiten aller eisernen Brücken im 19. Jahrhundert liefert. Wir entnehmen daraus eine Zunahme aufs Siebenfache, von 72 m auf die Spannweiten der zwei Hauptöffnungen der Forthbrücke in Schottland von 521,2 m [6], [9].

Fig. 1 und 4 lassen erkennen, daß zu Anfang des 19. Jahrhunderts noch keine eisernen Balkenbrücken bestanden. Warum? Es gab noch kein Walzeisen, so daß man auf Gußeisen und geschmiedete Stäbe angewiesen war. Ein belasteter Balken wird aber stark auf Biegung beansprucht, gegen welche das Gußeisen nur geringe Widerstandsfähigkeit bietet, besonders wenn noch Stöße und Erschütterungen hinzukommen. Auch wußte man nicht, welche Form und Gliederung eisernen Balken zu geben sei, es fehlte an der Theorie. Diese wurde erst in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts durch Männer wie Navier, Telford, Hodgkinson genügend ausgebildet. Im Jahre 1805 wurden die ersten Eisenbahnschienen gewalzt, welche jedoch ihres ungeeigneten Querschnittes wegen die gebräuchlichen Gußeisenschienen nicht zu verdrängen vermochten. Erst 1825 folgten brauchbare Walzeisenschienen und fanden sofort bei der 1822—25 erbauten Darlington-Eisenbahn Verwendung. Inzwischen waren 1820 auf dem Eisenwerk Tipton bei Birmingham die ersten aus Walzeisenstäben zusammengesetzten Träger, Blechträger, hergestellt worden, die zur Unterstützung eines Schiffsdeckes dienten. Im Jahre 1830 wurde die erste Dampfeisenbahn für Personen- und Güterverkehr, Liverpool—Manchester, eröffnet, und damit war auch für die Entwicklung der eisernen Brücken eine neue Epoche angebrochen.

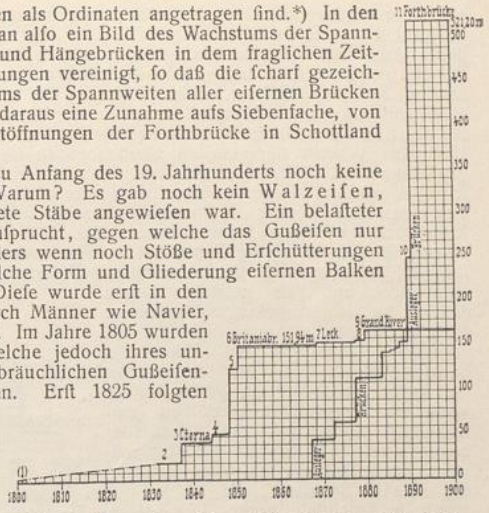


Fig. 1. Spannweiten eiserner Balkenbrücken. 1800—1900.

(1)	Deckenträger in Salford bei Manchester	England	4,3 m	1801
2	Chukabrücke bei Lugos	Ungarn	19,0 „	1833
3	Czernabrücke bei Mehadia	„	42,2 „	1837
4	Brücke über die Ouse	England	51,8 „	1847
5	Brücke über die Conwaybucht	„	125,6 „	1848
6	Britaniabrücke	„	151,9 „	1850
7	Leckbrücke bei Kuilenburg	Holland	154,4 „	1868
8	Ohiobrücke bei Cincinnati	Ver. Staaten	157,0 „	1877
9	Grand Riverbrücke bei Galt	Kanada	167,6 „	1879
	Auslegerbrücken:			
	Regnitzbrücke bei Bamberg	Deutschland	45,1 „	1867
	Donaubrücke bei Vilshofen	„	64,5 „	1872
	Kentuckybrücke, südl. Cincinnati	Ver. Staaten	114,3 „	1877
	Niagarabrücke	„	143,2 „	1883
	St.-John-River-Brücke bei St. John	Kanada	145,7 „	1885
	Kentucky- und Indiana-Brücke	Ver. Staaten	147,2 „	1886
	Jubileebrücke bei Hooghly	Ostindien	164,6 „	1887
10	Indusbrücke bei Sukkur	„	249,9 „	1889
11	Forthbrücke bei Queensferry	Schottland	521,2 „	1890
(12)	St. Lorenzstrombrücke bei Quebec (eingestürzt im Baue 1907)	Kanada	548,9 „	

Die Darstellungen der Spannweiten von Balkenbrücken Fig. 1 und 4 enthalten zwei Stellen besonders auffallender Zunahme. An der einen Stelle, gegen das Jahr 1850, gehen die Balkenbrücken plötzlich über die Bogenbrücken hinaus, an der andern Stelle, um das Jahr 1890, überspringen sie sogar die Hängebrücken, für welche die Verhältnisse zur Bewältigung größter Spannweiten besonders günstig liegen (s. unten und Bd. 4, S. 710, 711). Beidemal steigt die Spannweite auf etwa das Dreifache der vorher erreichten. Das muß natürlich besondere Gründe haben. Der erste Sprung von 52 m auf die Spannweite von 152 m der Britaniabrücke [1], [2] wurde durch Anforderungen der englischen Admiralität an die Eisenbahnbrücken über die Conwaybucht und die Menaimeerenge und hierdurch veranlaßte umfassende Versuche von Fairbairn und Hodgkinson mit eisernen Trägern herbeigeführt; für den zweiten Sprung von 168 m auf die Spannweite von 521 m der Forthbrücke waren die Verwendung des Stahls und die durch die Theorie bedingte Anwendung der Auslegerbrücken (Bd. 4, S. 361) maßgebend. — Für die Hängebrücken erlangte besondere Bedeutung die Einführung der Drahtseile anstatt der Stabketten mit der Brücke bei Pittsburg in Amerika 1815, deren zwei Kabel von 124,4 m Spannweite allerdings nur aus je drei Drähten von 9,5 mm Stärke bestanden. Durch die erstmalige Anwendung des Gußstahldrahtes bei Hängebrücken, mit der Brooklynbrücke über den East-River in New York [5], wurde die größte Spannweite einer Hängebrücke im 19. Jahrhundert erreicht, 486,3 m (vgl. Bd. 4, S. 711, 718, 720).

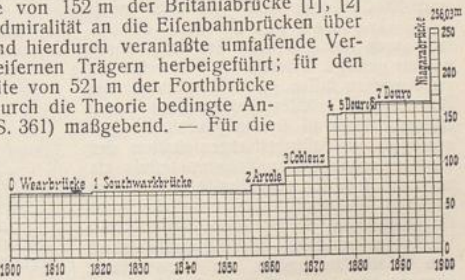


Fig. 2. Spannweiten eiserner Bogenbrücken. 1800—1900.

0	Wearbrücke bei Wearmouth	England	72,8 m	1796
1	Southwarkbrücke in London	„	73,5 „	1819
2	Arcolebrücke in Paris	Frankreich	79,6 „	1856
3	Rheinbrücke bei Coblenz	Deutschland	98,1 „	1864
4	Mississippibrücke bei Saint Louis	Ver. Staaten	158,9 „	1874
5	Maria-Pia-Brücke über den Douro	Portugal	160,0 „	1877
6	Garabitbrücke bei Saint Flour	Frankreich	165,7 „	1884
7	Brücke Luiz I. über den Douro	Portugal	172,5 „	1885
8	Niagarabrücke bei Clifton	Ver. Staaten	256,0 „	1898

Bald nach Beginn des 20. Jahrhunderts stand eine erhebliche weitere Zunahme der Spannweiten eiserner Balkenbrücken, auf 548,8 m, durch die seit 1902 im Bau

*) Literatur s. [18], S. 619—627. Bei Vergleichen ist zu beachten, daß in manchen Veröffentlichungen auch bei Brücken mit einfachen (nicht kontinuierlichen) Trägern die Horizontalabstände zwischen den Mitten aufeinander folgender Pfeiler anstatt der Spannweiten angegeben sind, in älteren Schriften auch mitunter die Lichtweiten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

begriffene Auslegerbrücke über den St. Lorenzſtrom bei Quebec (Kanada) in Ausſicht (vgl. Bd. 4, S. 363, und [27], [29]), deren Fertigſtellung jedoch durch ihren 1907 erfolgten Einſturz [29], [30] in die Ferne gerückt iſt. Die Hängebrücken haben mit der 1903 vollendeten Williamsburgbrücke über den Eaſt-River in New York [21], [22] eine geringe Zunahme der Spannweiten, bis 487,7 m, erfahren. Bei den eiſernen Bogenbrücken iſt die Spannweite von 256,0 m der 1898 dem Verkehr übergebenen Straßenbrücke über den Niagara bei Clifton [14], [15] bis jetzt nicht überſchritten worden. Dagegen konnten die Gewölbebrücken endlich über die Spannweite von 72 m der Addabrücke bei Trezzo hinauskommen. Die 1900—03 erbaute Brücke über das Pétruſſetal bei Luxemburg [19], [20] beſitzt am Fuße der (als verlorene Widerlager) unmittelbar auf Fels geſetzten Bogen 84,6 m, an den ausgekragten Kämpfern 72 m Lichtweite, während die 1903—05 erſtellte Syratalbrücke bei Plauen in Sachſen [26] am Fuße der bis auf den Fels geführten Bogen die größte der bis heute bei ausgeführten Gewölben (einſchließlich Betonbogen und Eiſenbetonbogen) erreichte Lichtweite von 90 m aufweiſt. Beide Brücken ſind ohne Gelenke, die erſte in Sandſtein, die zweite in Bruchſtein hergeſtellt. Neuerdings iſt die Gmündertobelbrücke im Kanton Appenzell hinzugekommen [35] mit einem eiſenarmierten Betonbogen ohne Gelenke von 79 m Lichtweite und 79,64 m Spannweite.

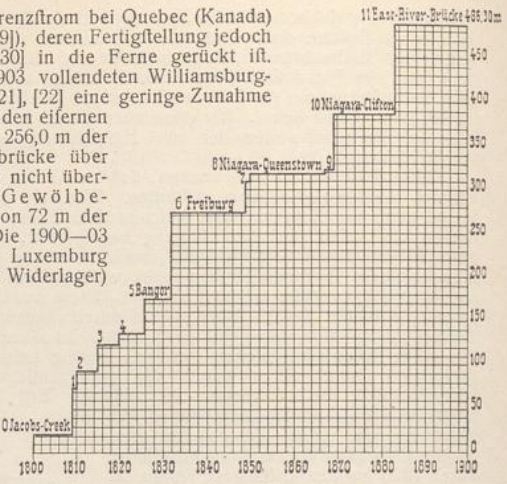


Fig. 3. Spannweiten eiſerner Hängebrücken. 1800—1900.

0	Brücke über den Jakobs-Creek	Ver. Staaten	21,3 m	1796
1	Merrimakbrücke oberhalb Newbury-Port	„	74,4 „	1809
2	Brücke über den Katarakt des Schuylkill	„	93,4 „	1811
3	Schuylkillbrücke bei Philadelphia	„	124,4 „	1815
4	Tweedbrücke oberhalb Norham Ford	England	136,8 „	1820
5	Brücke über die Menaimeerenge bei Bangor	„	176,7 „	1826
6	Saanebrücke bei Freiburg	Schweiz	272,3 „	1834
7	Ohiobrücke bei Wheeling	Ver. Staaten	307,8 „	1849
8	Niagarabrücke bei Queenstown	„	317,8 „	1850
9	Ohiobrücke bei Cincinnati	„	322,2 „	1867
10	Niagarabrücke bei Clifton	„	386,5 „	1869
11	Eaſt-River-Brücke bei Brooklyn, New York	„	486,3 „	1883
(12)	Eaſt-River-Brücke bei Williamsburg, New York	„	487,7 „	1903

Von projektierten Brücken ſeien erwähnt der Entwurf „Freie Bahn“ einer Gewölbebrücke von 113 m Lichtweite [17] aus Klinkern mit Sandſteinverkleidung für eine Straßenbrücke über den Neckar bei Mannheim, das Projekt eines Betonbogens mit Eiſeneinlagen bei Manhattan, New York, von 215 m Lichtweite und 221 m Spannweite zwiſchen den Kämpfermitten [34], das Projekt der eiſernen Hell-Gate-Bogenbrücke von 298 m Spannweite über den Eaſt-River in New York [31], deſſen Ausführung genehmigt iſt, und das noch dem 19. Jahrhundert angehörende bekannte Lindenthalſche Projekt einer Hängebrücke über den North-River in New York [7], [12] mit 945 m Spannweite für anfangs 8, ſpäter 14 Eiſenbahngleiſe und Straßenverkehr, deſſen Anlagekoſten ſamt Grunderwerb u. ſ. w. damals zwiſchen 170 und 400 Millionen Mark geſchätzt wurden.

Grenzen der Spannweiten. Man hat mehrfach nach den Grenzen der erreichbaren Brückenſpannweiten gefragt. Hierbei ſind in erſter Linie Hängebrücken ins Auge zu faſſen. Die Möglichkeit der Bewältigung größter Spannweiten durch Hängebrücken iſt ſowohl durch die hervorragenden Feſtigkeitseigenſchaften des für ſie verwendbaren Trägermaterials als auch durch deſſen vorteilhafte Ausnutzung bedingt. Während für Balkenbrücken und Bogenbrücken meiſt Schweißeiſen und Flußeiſen von 3500—4500 kg Zugfeſtigkeit pro Quadratzentimeter zur Verwendung kam, wird jetzt ein zu Brückenkabeln geeigneter Gußſtahldraht mit Feſtigkeiten von 12000—15000 kg pro Quadratzentimeter hergeſtellt (vgl. Bd. 4, S. 711, 720; Bd. 5, S. 251). Hierzu kommt, daß ſich die Beanſpruchung nach der Theorie annähernd gleichmäßig

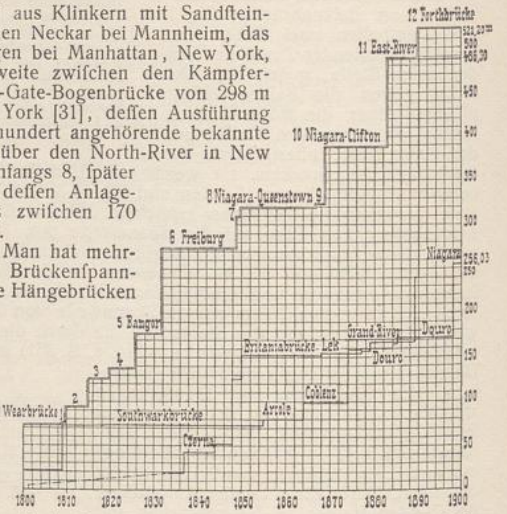


Fig. 4. Spannweiten eiſerner Brücken überhaupt. 1800—1900.

0	Wearbrücke bei Wearmouth	England	72,8 m	Bogenbrücke	1796
1	Merrimakbrücke oberhalb Newbury-Port	Ver. Staaten	74,4 „	Hängebrücke	1809
2	Brücke über den Katarakt des Schuylkill	„	93,4 „	„	1811
3	Schuylkillbrücke bei Philadelphia	„	124,4 „	„	1815
4	Tweedbrücke oberhalb Norham Ford	England	136,8 „	„	1820
5	Brücke über die Menaimeerenge bei Bangor	„	176,7 „	„	1826
6	Saanebrücke bei Freiburg	Schweiz	272,3 „	„	1834
7	Ohiobrücke bei Wheeling	Ver. Staaten	307,8 „	„	1849
8	Niagarabrücke bei Queenstown	„	317,8 „	„	1850
9	Ohiobrücke bei Cincinnati	„	322,2 „	„	1867
10	Niagarabrücke bei Clifton	„	386,5 „	„	1869
11	Eaſt-River-Brücke bei Brooklyn, New York	„	486,3 „	„	1883
12	Forthbrücke bei Queensferry	Schottland	521,2 „	Auslegerbrücke	1890
(13)	St. Lorenzſtrombrücke bei Quebec (eingeſtürzt im Baue 1907)	Kanada	548,9 „		

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf den Querſchnitt verteilt, ſo daß die Widerſtandsfähigkeit im Gegenſatze zu gebogenen Stäben nicht nur an gewiſſen Stellen ausgenutzt werden kann. Selbſtverſtändlich ſind auch bei Hängebrücken um ſo größere Spannweiten erreichbar, je weniger fremde Laſt die Kabel oder Ketten aufzunehmen haben, für eine Fußgängerbrücke beiſpielsweiſe erheblich größere als für eine Eiſenbahnbrücke. Die größte überhaupt mögliche Spannweite erhält man unter der Annahme, daß die Kabel nur ihr eignes Gewicht zu tragen haben. Wenn nun wie bei dem Lindenthalſchen Entwurfe die Tiefe des Kabelſcheitels unter den Stützpunkten ein Zehntel der Spannweite und die Beanſpruchung pro Quadratzentimeter gleich σ kg gewählt werden, ſo findet ſich jene äußerſte Grenzſpannweite $L = 0{,}932\,\sigma$ m und beiſpielsweiſe für $\sigma = 4000$ kg $L = 3730$ m [18], S. 631. Bei dem Pfeilverhältnis ein Achtel würde man $L = 1{,}112\,\sigma$ m und mit $\sigma = 4000$ kg $L = 4450$ m erhalten, aber allerdings auch entſprechend höhere Stützpfeiler (Pilonen), die ſchon beim Pfeilverhältnis ein Zehntel erheblich den Eiffelturm überragen $\left(\frac{3730}{10} = 373\,\text{m}\right)$.

Die erwähnte äußerſte Grenzſpannweite hat ſich ohne Rückſicht auf Verkehrslaſt, Winddruck, Schnee- und Eisdruck u. ſ. w. ergeben. Die wirklich erreichbare Spannweite wird alſo, da letztere Einwirkungen ſelbſt bei einzelnen Drähten eine Rolle ſpielen, ſtets bedeutend kleiner ſein. So hätte dem Pfeilverhältnis von drei Vierzigſtel des obenerwähnten Telephondrahtes von Murg nach Quinten eine äußerſte Grenzſpannweite $L = 0{,}762\,\sigma$ m, alſo für $\sigma = 4000$ kg $L = 3050$ m und bis zum Bruche bei der anfänglichen Zugfeſtigkeit von 14 000 kg pro Quadratzentimeter ſogar $L = 10\,670$ m entſprochen. Die Anlage wurde aber ſchon bei 2400 m Spannweite dreimal durch den Sturm zerſtört, das letztemal, obſchon die Zugfeſtigkeit auf 17 500 kg pro Quadratzentimeter erhöht und ein Kabel aus drei Drähten von 2 mm Stärke hergeſtellt worden war. Der Erbauer, Herr v. Schopfer, bemerkt hierzu [18], S. 683: „Der Draht wird nämlich durch den Wind emporgehoben und nachher fallen gelaſſen. Dies veranlaßt gegen die Enden Zwicke, wie wenn mit der Peitſche geknallt wird, welchen das ſtärkſte Material nicht zu widerſtehen vermag.“

Da nun von Brücken auch eine bedeutende Verkehrslaſt aufzunehmen iſt, ſo muß für ſie die erreichbare Grenzſpannweite noch geringer ausfallen. Ihr Wert wird von der Größe der Verkehrslaſt und andern allgemeinen und lokalen Bedingungen abhängen. Die größte Spannweite für Anlagen mit Verkehrslaſt wies die für den Bau einer italieniſchen Feſtung zwiſchen Briancon und Oulx am Mont Genèvre ausgeführte ſchwebende Seilbahn auf [25], S. 33. „Zwei parallele Lauffeile überwinden bei 4 km Länge eine Höhe von 1825 m, wobei zwei Spannungen von 1250 m Länge und 600 bezw. 700 m Höhenunterſchied vorkommen.“ Anläßlich der Frage der Ueberbrückung des Hudſon (North-River) in New York holte der Kriegsminiſter der Vereinigten Staaten ein Gutachten einer Kommiſſion von Fachmännern ein [11], [18] über die größte praktiſch erreichbare Spannweite von Hängebrücken unter der Vorausſetzung, daß der Verkehr mit Wahrſcheinlichkeit hinreiche, die Koſten einzubringen. Den Berechnungen wurde eine Eiſenbahnbrücke mit ſechs Gleiſen zugrunde gelegt, deren 16 Kabel vom Pfeilverhältnis ein Achtel aus je 6000 Gußſtahldrähten mit 2040 qcm Metallquerſchnitt (Drahtſtärke 6,58 mm) beſtehen und durch ein Drittel der Zugfeſtigkeit von 12 650 kg pro Quadratzentimeter beanſprucht werden ſollten. Wenn dann zunächſt die Koſtenfrage ausgeſchieden, alſo nur techniſche Geſichtspunkte berückſichtigt wurden, ſo ergab ſich, daß bis zu einer Spannweite von 1320 m gegangen werden könnte. Bezüglich der Koſten und ihrer Deckung durch den Verkehr konnte die Kommiſſion nicht zu allgemeinen Schlüſſen gelangen, weshalb ſie es vorzog, die Frage unter örtlichen Beſchränkungen zu prüfen. Das Ergebnis war, daß eine ſechsgleiſige Eiſenbahnbrücke über den Hudſon in New York von etwa 975 m erforderlicher Spannweite ſehr wohl ausgeführt und ihre Anlagekoſten durch den Verkehr gedeckt werden könnten. Dieſe Anlagekoſten waren von der Kommiſſion auf mindeſtens 92 Millionen, vom New Yorker Bauausſchuß bei leichter, jedoch reichlich genügender Konſtruktion auf 124 Millionen, von einem durch den Präſidenten der Vereinigten Staaten eingeſetzten Ausſchuß auf 140 Millionen Mark geſchätzt worden [18], S. 638.

S. a. Balkenträger, Bd. 1, S. 506, Blechträger, Bd. 2, S. 54, Bogenträger, Bd. 2, S. 143, Brücken, ſteinerne, Bd. 2, S. 348, Gelenkträger, Bd. 4, S. 362, Hängebrücken, Bd. 4, S. 717.

Literatur: [1] Fairbairn, An account of the construction of the Britania and Conway Tubularbridges, London 1849 (Auszug: Allg. Bauztg. 1849, S. 175). — [2] Clarke, The Britania and Conway Tubularbridges, London 1852 (Angaben hieraus von Culmann: Allg. Bauztg. 1852, S. 172). — [3] Derſ., On iron bridges of very large span, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers 1878. — [4] Am Ende, On the weight and limiting dimensions of girder bridges, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers 1881, LXIV, S. 243. — [5] Szen, Die Eaſt-Riverbrücke, insbeſondere die Baugeſchichte derſelben, Deutſche Bauztg. 1883, S. 547, 560 (ſ. a. Schweiz. Bauztg. 1883, I, S. 148, und Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 98, 118). — [6] Barkhauſen, Die Forthbrücke, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 912. — [7] Lindenthal, The economic conditions of long span bridges with special reference to the proposed North-River-Bridge at New York, Pittsburg 1889. — [8] Mehrtens, Ueber den Plan einer Eiſenbahnbrücke zwiſchen England und Frankreich, Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 458, 471, 489 (Nach Pont sur la Manche, Avant-Projets de MMr. Schneider, Usines du Creusot, et Hersent, entrepreneur de travaux publics, Paris und London 1889; Oeffnungen von 100 bis 500 m). — [9] Struckel, Die Forthbrücke bei Queensferry, Allg. Bauztg. 1890, S. 65, 73, 84. — [10] Mehrtens, Weitgeſpannte Strom- und Talbrücken der Neuzeit, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1890, S. 357, 366, 376, 383, 391, 407. — [11] Report of board of Engineer officers as to the maximum of span practical for suspension bridges, Washington 1894 (Auszug in [18], S. 630, 634). — [12] Lindenthal, Die projektierte Brücke über den Hudſon (North-River) bei New York, Annalen f. Gewerbe u. Bauweſen 1896, II, S. 93, 113. — [13] Krohn, Die neue Rheinbrücke zwiſchen Bonn und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beuel, Deutſche Bauztg. 1898, S. 645, 657, 669 (größte Bogenſpannweite in Deutſchland, 187,9 m). — [14] Barkhauſen, Die Bogenbrücke über die Niagaraſtromſchnellen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 1105. — [15] Kunz, Die neue Straßenbrücke über den Niagarafluß, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899, S. 465. — [16] Théry, Notes sur la construction du viaduc du Viaur, Annales des ponts et chaussées 1899, I, S. 57 (Bogenſpannweite 220 m). — [17] Landsberg, Wettbewerb für eine Straßenbrücke über den Neckar bei Mannheim von 1901, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1901, S. 335. — [18] Weyrauch, Ueber die Zunahme der Brückenſpannweiten im 19. Jahrh., Zeitſchr. f. Bauw. 1901, S. 465, 617. — [19] Dutreux, Le nouveau pont du Luxembourg, Le génie civil 1901/02, S. 185. — [20] Degener, Die neue Straßenbrücke bei Luxemburg, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1902, S. 461 (ſ. a. Schweiz. Bauztg. 1902, XXXIX, S. 281). — [21] Bernhard, Die Williamsburgbrücke über den Eaſt-River in New York, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1213, 1308 (ſ. a. 1901, S. 317). — [22] Dirkſen, Die drei neuen Eaſt-Riverbrücken, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1904, S. 117, 136, 141. — [23] Mörſch, Die Iſarbrücke bei Grünwald, Schweiz. Bauztg. 1904, XXXXIV, S. 263, 279 (Betonbogen mit drei Gelenken von 70 m Spannweite). — [24] Vergleichende Zuſammenſtellung der Hauptdaten eiſerner Brücken über 200 m Spannweite, Schweiz. Bauztg. 1905, XLV, S. 302. — [25] Abt, Drahtſeile und große Seilſpannweiten, ebend., 1905, XLVI, S. 30. — [26] Förſter, Die Syratalbrücke im Voigtlande, ebend., 1905, XLVI, S. 195. — [27] Horowitz, Die größte Auslegerbrücke der Welt, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 711. — [28] Leibbrand, Fortſchritte im Bau weitgeſprengter flacher maſſiver Gewölbe, Bauztg. f. Württemberg u. f. w. 1906, S. 399, 407. — [29] Barkhauſen, Die Kragträgerbrücke über den St. Lorenzſtrom bei Quebec in Kanada, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 361, 459, 718 (Einſturz S. 1598). — [30] Contag, Der Einſturz der Brücke über den St. Lorenzſtrom bei Quebec, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1907, S. 580 (ſ. a. Zimmermann, S. 595, Engeſſer, S. 609 ſowie 624). — [31] Hilgard, Die Hell-Gate-Brücke der New Yorker Verbindungsbahn über den Eaſt-River, Schweiz. Bauztg. 1907, L, S. 190 (ſ. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1280). — [32] Engeſſer, Ueber weitgeſpannte Wölbebrücken, Zeitſchr. f. Arch. und Ingenieurweſen 1907, S. 403. — [33] Mehrtens, Eiſenbrückenbau, I, Leipzig 1908, S. 414, 418, 498, 602, 615, 656, 684, 698, 712, 726. — [34] Ein Projekt zu einer Betonbrücke mit 215 m Spannweite (Lichtweite), „Armierter Beton“ 1908, S. 27 (nach Engineering News vom 21. XI. 1907). — [35] Mörſch, Die Gmündertobelbrücke bei Teufen im Kanton Appenzell, Schweiz. Bauztg. 1909, LIII, S. 81, 95, 122. *Weyrauch.*

Spannwerksbrücken, ſ. Brücken, hölzerne.

Spant, Spantintegralkurve, Spantenriß, -ſkala, ſ. Schiffszeichnung.

Sparbecken (Sparkammer, Sparweiher, Seitenbecken, Seitenkammern), ein bezw. mehrere mit waſſerdichten Wänden und Boden verſehene Becken neben der Kammerſchleuſe (ſ. d.), in welchen bei der Entleerung der Schleuſenkammer ein Teil des Waſſers zurückgehalten werden kann, das dann bei der Füllung in die letztere wieder zurückgeführt wird.

Dadurch iſt es in jenen Fällen, wo das Waſſer für die Speiſung der Schiffahrtskanäle ſchwer zu beſchaffen iſt, möglich, den Waſſerverbrauch für die Schleuſungen zu vermindern. In Fig. 1, die den Querſchnitt einer Kammerſchleuſe von der Grundrißfläche F darſtellt, ſeien $a_1\, a_2 \ldots$ die einzelnen Sparbecken von der Grundfläche f. Jede obere mit y bezeichnete Waſſerſchicht der Kammerſchleuſe werde in das nächſt untere Sparbecken mit der Waſſerhöhe z abgelaſſen und liege der Waſſerſpiegel $h\,i$ des letzteren in der gleichen Höhe mit dem unteren Niveau der zugehörigen Schleuſenſchicht (Ausſpiegelung). Beim Entleeren des Sparbeckens a_1 z. B. füllt ſich dann die gleiche Schicht y', ſo daß $y_1 = y$ und nach erfolgter Ausſpiegelung $c'\,d'$ gleich hoch mit $h'\,i'$ wird. Es wird daher durch das Sparbecken $h\,i\,h'\,i'$ die Schicht $c\,d\,e\,f$ zur Füllung der tieferen Schicht $c'\,d'\,e'\,f'$ der Kammer wieder verwendet. Dasſelbe wiederholt ſich bei den andern Sparbecken. In der Regel werden die Sparbecken ſymmetriſch zu beiden Seiten der Schleuſe derart angelegt, daß die Waſſerſchichten die gleiche Höhe z behalten und die Waſſerfläche f auf beide Seiten verteilt wird. Aus Fig. 1 iſt auch zu entnehmen, daß nur die unterſte Schicht $k\,l\,k'\,l'$ der Schleuſenkammer in Sparbecken nicht mehr zur Aufſpeicherung gelangen kann und daher bei der Füllung der Schleuſe aus der oberen Haltung beſchafft werden muß. Es ſei nun H das Schleuſengefälle, n die Anzahl der Sparkammern, v das Verhältnis der Grundflächen $F:f$, dann iſt $F \cdot y = f \cdot z$, alſo $z = v \cdot y$. Aus Fig. 1 folgt $H = (n+1)\,y + z = y\,(n+v+1)$. Sonach iſt das Verhältnis der erſparten Waſſermenge zur ganzen Schleuſenfüllung $E:H = n:(n+v+1)$, alſo $E = H \cdot n:(n+v+1)$ und die erſparte Schleuſenwaſſermenge $A = H \cdot n:(n+v+1) \cdot F$.

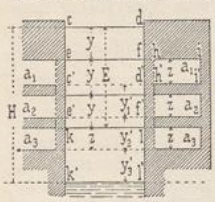


Fig. 1.

Praktiſch iſt nur die Anwendung von einer oder zwei Sparkammern, d. i. in einer oder in zwei Höhen, weil ſonſt für das Füllen und das Entleeren mehrerer derſelben der Zeitaufwand als Verluſt an Schleuſungszeit zu groß würde; in den genannten Fällen beträgt, wenn $v = 1$, alſo die Flächen der Seitenbecken gleich mit der Grundfläche der Schleuſenkammer, die Erſparnis $^1/_3$ bezw. $^2/_4$ oder 33 bezw. 50 %.

Will man dagegen neben der Anzahl der Becken auch noch deren Oberfläche vergrößern, ſo würde zwar nach dem Vorſtehenden die Waſſererſparnis noch zunehmen, aber nicht in dem Maße, daß der Nutzen dem größeren Aufwande an Koſten und Zeit entſprechen würde.

Um bei den Sparſchleuſen die größere Zeitdauer für das Füllen und Entleeren der Schleuſenkammer gegenüber den gewöhnlichen Kammerſchleuſen zu verringern, wird in der Praxis nicht die volle Ausſpiegelung der Waſſerſtände zwiſchen der Kammer und den Spar-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

becken abgewartet. In diefen Fällen ift dann, wenn z. B., wie in Fig. 2, für eine Kammerfchleufe mit zwei Sparbecken $F = f$ und h das Schleufengefälle ift, die Waffererfparnis nicht mehr $F \cdot h : 2$, fondern $F(h : 2) - e$. Für den üblichen Fall $e = 0{,}1$ m beträgt dann die Erfparnis 0,484 der ganzen Schleufenfüllung. Um den Abfluß des Waffers aus dem Becken nicht durch die zu große Reibung auf der Sohle und an den Wänden des Beckens zu verzögern, werden die Becken tiefer als erforderlich angelegt und erhalten außerdem noch ein Sohlengefälle gegen die Schleufenkammer. In neuerer Zeit werden auch zwei nebeneinander liegende Kammerfchleufen (Zwillingsfchleufen) als Sparfchleufen verwendet, fo daß die eine Kammer immer als Sparbecken für die andre dient, wodurch bei voller Ausfpiegelung 50% Waffer erfpart werden kann; eine folche Zwillingsfchleufe befitzt jedoch eine um etwa 30% geringere Leiftungsfähigkeit als zwei einzelne Schleufen mit eignen Sparbecken.

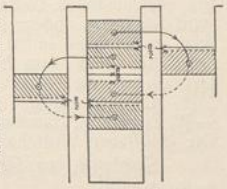


Fig. 2.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften 1906, 3. Teil, Bd. 8. — [2] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1896, S. 57. — [3] Debauve, Des eaux comme moyen de transport, Paris 1878, Bd. 10. — [4] Annales des ponts et chaussées 1886, Bd. 2. — [5] Zentralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 303; 1898, S. 485. *Pachnik.*

Sparbogen, kleine, auf dem Hauptbogen einer gewölbten Brücke aufftehende und zu deffen Achfe parallele Gewölbe, welche als Erfatz einer vollen Ueberfchüttung oder Uebermauerung eine Verminderung der auf den Hauptbogen wirkenden Laften und eine Erfparnis an den Stirnmauern bezwecken; f. Brücken, fteinerne. *Melan.*

Spardeckfchiff, f. Schiffbau, Bd. 7, S. 653.

Sparkalk, eine Mifchung von Lehm und Kalkmörtel; von dem Gebrauch desfelben ift entfchieden abzuraten.

Sparren, f. Dachftuhl, Bd. 2, S. 513.

Spateifenftein (Eifenfpat, Siderit, Flinz, Stahleifenftein, Stahlftein, Blauerz), Mineral, kohlenfaures Eifenoxydul, $FeCO_3$ (62,07% FeO oder 48,3% Fe, felten rein).

Kriftallifiert hexagonal-rhomboedrifch wie Kalkfpat; auch derb, traubig und nierenförmig-fphäroidifch (Sphärofiderit). Selten farblos und durchfichtig, meift blaßgelb, bräunlich, grünlich oder fchwarz. Glas- bis perlmutterglänzend; gut fpaltbar, fpröde. Härte 4, fpez. Gew. 3,7—3,9; unfchmelzbar. Löslich in Säuren unter Entweichen von Kohlenfäure. Verwittert leicht zu Eifenoxydhydrat (Brauneifenerz). Häufig auf Erzgängen und als Flöze und Stöcke in kriftallinen Schiefern und alten Schichtgefteinen (Müfen in Weftfalen, Eifenerz in Steiermark, Kärnten u. f. w.). Kohleneifenftein, ein fehr kohlen- und tonhaltiger, fchwarzer dickfchiefriger, glanzlofer Spateifenftein (35—78% $FeCO_3$), Flöz bildend im Steinkohlengebirge (Weftfalen, Banat, England u. f. w.). Die reinen und tonigen Spateifenfteine werden in großen Maffen ausgebeutet und zur Darftellung von Eifen und Stahl viel verwendet (f. Roheifen). *Leppla.*

Spaten, f. Schaufel.

Spatgänge nennt der fächfifche Bergmann folche Gänge, welche nach dem in zweimal 12 Stunden eingeteilten fächfifchen Bergkompaß zwifchen Stunde 6 und Stunde 9 ftreichen, d. h. von OSO gegen WNW.

Literatur: Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. f. w., 4. Aufl., 1907, S. 9. *Treptow.*

Speckdach (gefpicktes Dach), Stroh- oder Rohrdach, bei dem diefe Stoffe mit Lehm gemengt werden, um die leichte Brennbarkeit zu vermindern. Die Firfteindeckung (Speckfirft) erfolgt mittels Hohlziegeln, die in Lehm fatt eingedrückt werden. Die Ueberfälzung der Ziegel ift durch Kalkmörtel zu dichten. *Weinbrenner.*

Speckdamm, f. Pütten, Bd. 7, S. 273.

Speckftein (Steatit), f. Talk.

Speicher (Schütt- oder Kornböden) dienen in der Landwirtfchaft zur Aufbewahrung des Kornes.

Man hat auf Unterbringung mindeftens der halben Ernte zu rechnen, fchüttet das Korn 0,5 m hoch auf und läßt ein Viertel der Bodenfläche für den Verkehr frei, kann alfo auf 1 qm Bodenfläche 4 hl Getreide fchütten. Die lichte Stockwerkshöhe foll von Fußboden bis Unterkante Unterzug 2 m betragen. Die Gewichte der Kornarten fchwanken zwifchen 43 und 84 kg/hl. Der ftatifchen Berechnung der Decke hat man die fchwereren Kornarten und eine größere Schüttthöhe, bis zu 90 cm, zugrunde zu legen. Man rechnet meift 850 kg/qm einfchließlich Eigengewicht. Im Aufbau find die Wände maffiv, Decken von Holzbalken und entweder gefpundeter, 3,5 cm ftarker rauher Dielung ohne Einfchubdecke zu halten oder mit Einfchubdecke, darüber Sandfchüttung und Gipseftrich. Die Stützen find Doppelpfoften, welche die Unterzüge umklammern (vgl. Fachwand, Bd. 3, S. 533, Fig. 3) und durch fämtliche Gefchoffe in einem Stück durchgehen. Fenfter werden der Lüftung wegen nicht immer verglaft, meift mit Läden oder Jalouften diebesficher verfchloffen. Die Fenfterfohlbank foll unmittelbar über der Kornfchüttung, alfo 60—65 cm über Fußboden liegen. Zur Abhaltung von Vögeln bei offenen Läden bringt man innen Drahtgeflechtverfchluß an. Treppen follen nicht fteiler als 19 : 25 cm und 1,2—1,3 m breit fein. Das Treppenhaus ift maffiv zu umfchließen und erhält nach jedem Gefchoß eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verschließbare Tür. Kornaufzüge werden meist außen angebracht. Man benutzt verlängerte, mit Kopfband unterstützte Dachpfetten als Ausleger, um einen Flaschenzug daran zu befestigen, der die Kornsäcke direkt von dem unterfahrenden Wagen abhebt. Im Innern werden zu beiden Seiten der mittleren Verkehrswege 60 cm hohe Wände aus gespundeten Brettern aufgestellt, welche die verschiedenen Getreidesorten voneinander trennen. Das Erdgeschoß der Speichergebäude wird häufig zu andern Zwecken, z. B. Schirrkammer, Holzraum, Spritzenhaus u. dergl. benutzt, weil es weniger leicht trocken zu halten ist als die oberen Geschosse. Ein Raum des Erdgeschosses nahe dem Eingang enthält meist die Kornwage. S. a. Bodenspeicher, Silospeicher, Massentransport; über „schwimmende Speicher" s. Schiffsbekohlung.

Literatur: [1] v. Tiedemann, L., Das landwirtschaftliche Bauwesen, 2. Aufl., Halle a. S. 1891. — [2] Engel, Fr., Handbuch des landwirtschaftl. Bauwesens, 7. Aufl., Berlin 1885. — [3] Wanderley, Die ländlichen Wirtschaftsgebäude, Karlsruhe 1887. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Speigat, an Bord der Schiffe, heißen die Wasserabläufe der Decks nach außenbords.

Sie bestehen aus Ablaufrohren, welche oben an eine Oeffnung des Decks, die meistens mit einer Gräting bedeckt ist, unten an eine runde Oeffnung in der Außenhaut anschließen. Letztere Oeffnung erhält meistens eine Rückschlagklappe. Bei Decks unterhalb der Wasserlinie werden die Ablaufrohre in die Bilge oder in das Hilfslenzrohr geleitet. *T. Schwarz.*

Speise, Schmelzen aus Metallen mit Arsen und Antimon, die als Zwischenprodukte bei Hüttenprozessen entstehen und die bei einem körnigen oder blättrigen Gefüge oft metallähnlichen Glanz besitzen.

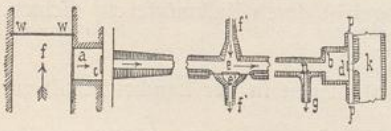
Man unterscheidet Blei-, Kupfer-, Kobalt- und Nickelspeisen, von denen die beiden letzten bei der Gewinnung der betreffenden Metalle (s. d.) eine Rolle spielen. Bei der Kupferverhüttung wird die Speise oft erzeugt, um einen eisen- und antimonfreien Rohstein zu erhalten; die Speisen werden dann für sich auf Kupfer verarbeitet. Die Speisen nehmen auch häufig noch andre Metalle auf, z. B. Eisen, Wismut, Molybdän, Gold, Silber u. s. w. *Beckert.*

Speise (Mauerspeise), s. v. w. Mörtel (s. d.).

Speisebassin, s. Sammelteiche.

Speisegraben (Zubringer, Rigole) ist ein Kanal, der das Wasser einem Schiffahrtskanale (s. d.) oder sonst irgendeiner Verwendungsstelle mit natürlichem Gefälle zuführt, und zwar entweder von einem Wasserlaufe oder von einem Sammelweiher aus.

Die bedeutendsten derselben, die unmittelbar die Scheitelstrecke eines Schiffahrtskanales speisen, heißen Hauptspeisegräben, solche, die in die tieferen Haltungen einmünden, sekundäre Speisegräben. Von letzteren gilt die Regel, daß die Anlage mehrerer kleiner Gräben im allgemeinen vorteilhafter ist als die eines großen wegen leichterer Wasserentnahme aus den Flüssen. Die Speisegräben für Schiffahrtskanäle sollen zunächst den Maximalverbrauch der zugehörigen Haltungen decken, d. h. derjenigen Haltungen, die bis zum allfällig nächst unteren Zubringer vorkommen, und gleichzeitig den eignen Wasserverlust (vgl. Schiffahrtskanäle). Ueberdies sollen sie solche Wassermengen zu führen imstande sein, daß sie im Bedarfsfalle auch den einen oder andern benachbarten Zubringer ersetzen und endlich die trockengelegten Haltungen in kürzester Zeit wieder füllen können. Das Querprofil und Gefälle der Zubringer berechne man, unter Annahme einer mittleren Geschwindigkeit von 0,4—0,7 m pro Sekunde, in der Regel mit der Bedingung eines vorteilhaftesten Querprofils (s. Querprofil für Flüsse und Kanäle). Unter 0,3 m pro Sekunde soll die Geschwindigkeit im Zubringer nie sinken, damit sein Profil durch den sonst wegen der geringen Wassertiefe sich einstellenden starken Graswuchs nicht verlegt werde. Um letzteres zu verhindern, müssen die Zubringer öfters geräumt werden, was am besten durch das Herausreißen der Wasserpflanzen geschieht. Am Anfange *a* (vgl. die nebenstehende Figur) des Speisegrabens, d. i. an der Ableitungsstelle aus dem durch das Wehr *w* aufgestauten Flusse *f* sowie am Ende *b* desselben, vor der Einmündung in den Schiffahrtskanal *k*, sollen Ablagerungsbassin, Schlammbassin *a*, *b* angeordnet sein, im Bedarfsfalle auch inzwischen, wo sich leicht Erbreiterungen ergeben. Fernere Bauten an Speisegräben sind die Speise- oder Einlaßschleusen *c* am Anfange und *d* am Ende derselben sowie auch allenfalls an Kreuzungen *e* der Rigolen mit Wasserläufen *f*; an diesen letzteren Speisepunkten kommen dann, wenn der Bach unterführt wird, zugleich Sperrschleusen vor, die das Bachwasser im Bedarfsfalle aufstauen und in den Speisegraben zwingen. Bei diesbezüglichen Niveaukreuzungen aber gibt es nur Sperrschleusen *e'*, deren Fachbaum in der Höhe der Kanalsohle und deren Schützenoberkante etwa um 0,1 m über dem Normalspiegel der Rigole angeordnet wird. Die Einlaßschleuse *d* in den Schiffahrtskanal befindet sich auf der Außenseite des Leinpfades. In dieser Nähe ist noch eine Ablaßschleuse *n*, die das überschüssig zugeführte Wasser in einen Entlastungsgraben *g* abziehen läßt, und die auch zur Entleerung des Speisegrabens, gleich wie die Sperrschleuse *e'* benutzt werden kann. Für gewöhnlich haben die Zubringer der Lateralkanäle nur eine geringe Längenentwicklung, während die Zubringer, die zur Speisung der Scheitelhaltung der Schiffahrtskanäle dienen, oft eine Länge von 20—30 km erreichen und infolgedessen auch schwierige Kunstbauten erheischen. So kommen im Zubringer d'Jonne (Kanal du Nivernais) mehrere Aquädukte vor, von denen der bei Montreuillon über 33 m hoch und 145 m lang ist; beim Zubringer du Noirrieu (Canal de St. Quentin)



ist wiederum ein Tunnel von 13,8 km Länge zur Ausführung gelangt. Vielfach werden die Zubringer gleich derart profiliert, daß sie auch schiffbar sind und dann gleichzeitig Stich- oder Zweigkanäle darstellen. Hierbei soll die Geschwindigkeit im Zubringer, um die Schiffahrt nicht zu behindern, nicht mehr als 20 cm/sec betragen. Wo es möglich ist, können auch kleinere, natürliche Wasserläufe ganz oder teilweise als Zubringer benutzt werden. Behufs Verminderung der eignen Wasserverluste werden die künstlichen Zubringer hinsichtlich der Dichtung ihres Profils gleich den Schiffahrtskanälen (s. d.) behandelt.

Literatur: [1] Deutsche Bauztg. 1874, S. 2. — [2] Debauve, Des eaux comme moyen de transport, Bd. 10, Paris 1878. — [3] Zeitschr. für Bauwesen 1882, Taf. 45. — [4] Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1886, S. 337, Taf. 23. — [5] Annales des ponts et chaussées 1880, Bd. 2. — [6] Canaux par F. B. de Mas, Paris 1904. — [7] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 3, Der Wasserbau, Leipzig 1895. *Pollak.*

Speisekammer (Speisegaden, -gewölbe), Raum zur Aufbewahrung von Lebensmitteln.

Sie liegt fachgemäß in der Nähe der Küche oder im Kellergeschoß. Nötig ist eine möglichst gleichmäßige kühle Temperatur, daher Nähe eines Kamins zu vermeiden; die beste Lage ist gegen Norden, um Sonnenwirkung abzuhalten. Es ist für Zutritt frischer Luft und Fernhaltung von Ungeziefer, als Insekten, Mäusen u. s. w., Sorge zu tragen. *Weinbrenner.*

Speiseöl, s. Olivenöl, Oelfabrikation.

Speiserufer, s. Kaffelspeiserufer.

Speisevorrichtung, jede Vorrichtung, die einer Müllereimaschine das zu bearbeitende Gut zuführt. Für die Zerkleinerungsmaschinen ist besonders eine höchst regelmäßige Speisung nötig. Für Mahlgänge (s. d.) dient als Speisevorrichtung der Rüttelschuh (s. d.) oder der Zentrifugalaufschütter, für Walzenstühle fast ausnahmslos Speisewalzen. Näheres hierüber s. Goffe. *Arndt.*

Speisewagen, s. Eisenbahnwagen.

Speisewalze, s. Goffe.

Speisewassererzeuger, s. Frischwassererzeuger.

Speisewasserreiniger, s. Kesselspeisewasserreiniger, Wasserreinigung.

Speißkobalt (Smaltin, Smaltit, Mineral, Arsenkobalt), $CoAs_2$ (28,2 % *Co*, 71,8 *As*), nebst etwas Eisen und Nickel sowie Schwefel.

Kristallisiert regulär (Würfel), aber auch rhombisch als Safflorit. Derb, baumförmig, körnig, dicht, stengelig. Zinnweiß bis grau, metallglänzend, dunkel anlaufend; undurchsichtig. Spröde; Härte $5^1/_2$; spez. Gew. 6,4—7,3, wachsend mit steigendem Eisengehalt. Schmelzbar; beim Erhitzen entweicht Arsen. Löst sich mit roter Farbe in Salpetersäure unter Abscheidung von arseniger Säure. Verwittert zu roter Kobaltblüte. Meist in Erzgängen des Urgebirges mit andern Arsenerzen zusammen. Viel benutzt zur Herstellung blauer Farben (Smalte), ferner in der Email-, Glas- und Porzellanmalerei; als Nebenprodukt liefert er arsenige Säure und Nickel. *Leppla.*

Spektralanalyse. Gegenstand der Spektralanalyse ist die Unterscheidung der chemischen Körper nach ihrem Verhalten in Beziehung auf das Licht verschiedener Wellenlänge, sei es, daß sie im glühenden Zustande auf die Wellenlänge des von ihnen emittierten Lichtes geprüft werden, sei es, daß das von ihnen im glühenden oder im kalten Zustande absorbierte Licht der Prüfung unterliegt. Im Zusammenhang mit dieser nächsten Aufgabe steht die Ausdehnung der Untersuchung auf das Verhalten gegen die infraroten und die ultravioletten Strahlen, die Prüfung der Unterschiede des Verhaltens bei Veränderung der Temperatur und der Konzentration und endlich die Lehre von den Gesetzmäßigkeiten, welche die denselben oder verwandte Körper charakterisierenden Lichtwellenlängen erkennen lassen.

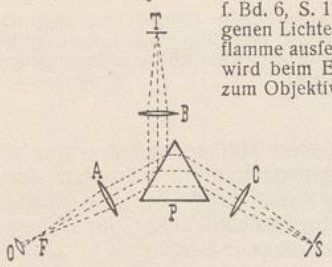
Sowohl für die Lehre von der Emission im allgemeinen als auch für die Erscheinungen der Lichtabsorption und ihre technische Bedeutung für die Warenprüfung verweisen wir auf die Art. Emission und Absorption. Auch die Mittel, gemischtes Licht in seine homogenen Bestandteile zu trennen, Spektra zu erzeugen, das Prisma und die Gitter, wurden in den Art. Farben, Prisma, Lichtbeugung behandelt.

Als Mittel, um Körper in den Zustand der Lichtemission überzuführen, dient zunächst der Bunsenbrenner, der eine Temperatur bis gegen 2400° C. zu erzeugen vermag, bei der sich die Metallsalze von *Na, K, Li, Cs, Rb*, auch solche von *Ca, Ba, Sr*, so zersetzen, daß die Dämpfe der freien Metalle in den Zustand des Glühens geraten und die diesen charakteristischen Linienspektra zeigen. Für die Salze der Schwermetalle genügt diese Temperatur nicht; man bedient sich des Knallgasgebläses mit etwa 3000° C. oder am besten des elektrischen Bogenlichts mit 4000—5000°. Die beiden Kohlenstifte stehen sich senkrecht gegenüber, die unten stehende positive Kohle erhält eine kleine Höhlung, in die man die zu prüfende Probe der Metallverbindung bringt. Die Metalloide, besonders die farblosen durchsichtigen Gase, bringt man im verdünnten Zustand in Geißlersche Röhren, denen man in der Mitte eine kapillare Verengung gibt. Beim Durchgang der Entladungen eines Funkeninduktors oder der Funken einer Influenzmaschine zeigt sich der verengte Rohrteil im Licht der betreffenden Substanz,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wobei man es in der Hand hat, durch Erhöhung der Funkenſpannung die Entladungstemperatur zu ſteigern. Freilich iſt der Thermometergrad für die Temperatur elektriſch erregter Molekel und Atome bis jetzt von zweifelhafter Beſtimmbarkeit. Um Metallſpektra in Geißlerſchen Röhren zu erzeugen, kann man die Elektroden aus den betreffenden Metallen herſtellen. Diejenigen Verbindungen, die ſich in der Flamme des Bunſenbrenners oder im elektriſchen Lichtbogen nicht zerſetzen, liefern die den Verbindungen charakteriſtiſchen Bandenſpektra.

Die Anordnungen zur optiſchen Unterſuchung des emittierten Lichts glühender Körper oder des durch Abſorption durchſichtiger Körper veränderten Lichts heißen **Spektralapparate, Spektroſkope, Spektrometer, Spektrographen.** Kirchhoff und Bunſen, die Begründer der Spektralanalyſe [1], haben dem Spektralapparat die durch beiſtehende ſchematiſche Figur erläuterte Geſtalt gegeben. Das zu prüfende Licht dringt durch eine mittels Mikrometers breiter oder feiner einſtellbare Spalte *S* in das Kollimatorrohr mit der Kollimatorlinſe *C*, durch welche die vom Spalt divergierenden Strahlen in parallele Richtung gebracht werden, wie wenn der Spalt in unendlicher Entfernung ſtünde. Ueber ein Mittel der Lichtverſtärkung ſ. Bd. 6, S. 171 (Zylinderlinſen). Die Figur entſpricht dem Fall homogenen Lichtes, wie wenn der Spalt nur etwa das gelbe Licht der Natriumflamme ausſenden würde. Das Licht dringt parallelſtrahlig ins Prisma und wird beim Eintritt und Austritt gebrochen, ſo daß es parallelſtrahlig zum Objektiv *A* des Fernrohrs *OA* gelangt, das auf unendlich eingeſtellt dem hinter dem Okular *O* ſtehenden Auge ein ſcharfes Bild der Spalte liefert, das aber auch auf einer in die Brennebene *F* des Objektivs gebrachten photographiſchen Platte aufgefangen werden kann. Mit dieſer Vorrichtung verſehen, wird der Apparat zum Spektrograph. Für jede ſtärker oder ſchwächer gebrochene andre Lichtſorte fällt das Bild auf eine andre Stelle der Brennebene *F*, in der ſo das weiße Licht glühender feſter oder flüſſiger Körper ein kontinuierliches Spektrum erzeugt.



Um den Ort einer hellen Linie eines Linienſpektrums, eines Streifens eines Bandenſpektrums, einer dunkeln Linie oder eines Schattens eines Abſorptionsſpektrums ſicher zu beſtimmen, bedient man ſich des Skalenrohrs *TB* mit einer feinen, auf Glas photographierten Teilung *T*, deren Fernrohrbild infolge Reflexion der Strahlen an der einen Prismenfläche ſich mit dem Bilde des Spektrums deckt. Bei ſehr genauen Ortsbeſtimmungen der Spektrallinien bedient man ſich der Vergleichsſpektra, indem man Linien bekannter Wellenlänge, alſo bekannten Orts im Spektrum, zugleich erzeugt und die Abſtände der zu prüfenden Linien mit den Abſtänden der bekannten vergleicht. Hierfür dient das von Kirchhoff eingeführte Vergleichsprisma, das durch Totalreflexion das Licht einer ſeitlichen Lichtquelle auf die eine Spalthälfte wirft, während die andre Spalthälfte das zu prüfende Spektrum liefert.

Zur Verſtärkung der Diſperſionskraft des Spektralapparats hat ſchon Kirchhoff die Zahl der Prismen, die nacheinander vom Licht zu durchlaufen ſind, auf die Zahl vier erhöht; man iſt aber in dieſer Vermehrung noch viel weiter gegangen zugleich unter Anwendung des Kunſtgriffs, mittels Totalreflexion die Strahlen zum zweiten- oder gar zum dritten- und viertenmal zum Durchlaufen desſelben Prismenſatzes zu bringen. Da hierbei durch ſelbſttätige Mechanismen dafür geſorgt werden muß, daß für jede Einſtellung die einzelnen Prismen von den Strahlen unter gleichen Eintritts- und Austrittswinkeln (Minimum der Ablenkung) durchlaufen werden, ſo ſind bei ſehr verſtärkter Diſperſion nur je ganz beſchränkte Gebiete des geſamten Spektrums der gleichzeitigen Unterſuchung zugänglich.

In dem Spektroſkop mit gerader Durchſicht ſind Prismen verſchiedener Subſtanz mit abwechſelnd entgegengeſetzt wirkender Ablenkung ſo geſtellt, daß die Geſamtablenkung für einen Strahl mittlerer Wellenlänge zu Null wird, dagegen eine möglichſt große Differenz der Farbenzerſtreuung übrig bleibt. Brownings oder beſſer Hofmanns, des erſten Erfinders, Taſchenſpektroſkop iſt nach dieſem Prinzip gebaut unter Erſparung der Kollimatorlinſe. Man kann indeſſen die Geradſichtigkeit auch durch Spiegelung erreichen; vgl. [2], S. 402.

Einen ganz beſonders wichtigen Fortſchritt für die Spektralanalyſe bietet der Erſatz der Prismen durch Gitter zur Erzeugung der Spektra. Die mittels der Prismen erzeugten Spektra ſind nicht nur in der relativen Ausdehnung der einzelnen Spektralgebiete von der Subſtanz des Prismas abhängig, ſie ſind zugleich durch die abſorbierenden Eigenſchaften der Prismenſubſtanz beeinflußt, ſo daß man z. B. für die Unterſuchung des infraroten Gebiets Prismen aus Steinſalz, Flußſpat, Sylvin ſtatt der Glasprismen verwenden muß. Die Konkavgitter von Rowland in Baltimore mit 20000 feinen parallelen Diamantritzen pro engliſchen Zoll und einer 0,00000002 mm Abweichung nicht überſteigenden Konſtanz des Abſtandes der Ritzen [2], S. 672, geſtatten es, die genannten Nachteile der Prismen zu vermeiden, die Anwendung der Kollimation, überhaupt jeder Linſe zu erſparen und die ſtärker zerſtreuten Beugungsſpektra höherer Ordnung von jenen niederer Ordnung in der Beobachtung zu trennen. Sie ſcheinen beſonders in der Spektralanalyſe der Geſtirne und in der photographiſchen Methode der Beobachtung die Prismen allmählich ganz zu verdrängen. Zur Theorie dieſer Konkavgitter verweiſen wir auf [2], S. 673 ff. Die photographiſche Methode der Spektralbeobachtung iſt es beſonders, die das Studium des ultravioletten Gebiets des Spektrums bis auf eine ſehr weite Ausdehnung (Wellenlänge 100 $\mu\mu$) ermöglicht. Aber auch das infrarote Gebiet iſt ihr zugänglich geworden durch Vogels Erfindung der optiſchen Senſibiliſatoren [4], Farblöſungen, welche die Lichtempfindlichkeit für dieſe Farben erzeugen. Abney fand eine Bromſilbergelatineemulſion, welche die Lichtempfindlichkeit der photographiſchen Platte bis 2,7 μ erweiterte ($1\,\mu = 0{,}001$ mm, $1\,\mu\mu = 0{,}001\,\mu$).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein weiteres Mittel zum Studium des infraroten Gebiets bietet die Eigenſchaft phosphoreſzierender Subſtanzen, durch infrarote Strahlen ihre Phosphoreſzenz zu verlieren. In einem Abſorptionsſpektrum auf phosphoreſzierendem Schirm bleiben die dunkeln Linien leuchtend. Beſonders aber hat das Langleyſche Bolometer geſtattet, die Unterſuchungen des Spektrums weit über das Gebiet des ſichtbaren Teiles hinaus zu erweitern.

Unter den wiſſenſchaftlichen Errungenſchaften, die man der Spektralanalyſe verdankt, ſtehen obenan die Entdeckungen neuer chemiſcher Elemente. Das Rubidium und Cäſium wurden durch Bunſen entdeckt, ſpäter durch Crookes das Thallium, durch Reich und Richter das Indium, durch Lecoq de Boisbaudran das Gallium, wozu noch weiterhin kommen das Germanium, Scandium, Helium, dieſes als irdiſcher Stoff, nachdem es zuvor in der Sonnenkorona entdeckt war, mit den andern Edelgaſen Argon, Krypton, Neon, Xenon. Für unſre aſtrophyſikaliſchen und aſtronomiſchen Kenntniſſe war die Spektralanalyſe von größter Bedeutung. Die Unterſcheidung des weißleuchtenden Körpers der Sonne von der ihn bedeckenden Chromoſphäre, die durch die Dämpfe der in ihr enthaltenen Metalle die Fraunhoferſchen Linien als Abſorptionslinien erzeugt, verdanken wir Kirchhoff. Als ſchmaler Saum der Sonnenſcheibe zeigt dieſe Schicht bei Sonnenfinſterniſſen dieſelben Linien als helles Emiſſionslinienſpektrum. Die Elemente *Na, Mg, Ca, Sr, Ba, Fe, Co, Ni, Cr, Zn, Mn, Ti, H* und *He* ſind mit Sicherheit in der Chromoſphäre erkannt, von andern iſt ein Teil der ihnen charakteriſtiſchen Wahrſcheinlichkeit nachgewieſen. Auch die Fixſterne zeigen ſolche Abſorptionsſpektra und werden nach der Beſchaffenheit dieſer von Secchi in vier, von Vogel in drei Typen geteilt, den weißen Typus mit ſehr zarten dunkeln Linien und mit Abſorptionsbändern des Waſſerſtoffs, den gelben Typus mit Spektren nach Art der Sonne, den roten Typus mit Linien auch von Schwermetallen, wie *Hg, Bi*, und beſonderem Vorherrſchen der dunkeln Linien und Bänder im Blau und Violett als Zeichen der niedrigeren Temperatur. Das Spektroſkop hat ferner über die Natur der Sternnebel Aufſchluß verſchafft, indem es diejenigen, die ein kontinuierliches Emiſſionsſpektrum zeigen, als Sternhaufen, diejenigen mit Streifenſpektren als leuchtende Gasmaſſen (Stickſtoff und Waſſerſtoff) zu erkennen gibt. Auch die Natur der Kometen wurde etwas erhellt, indem man in ihrem Lichte das Bandenſpektrum des Kohlenſtoffs erkannte, wie es die Kohlenwaſſerſtoffe geben. Endlich iſt noch der Gebrauch des Spektroſkops zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit der Himmelskörper in Richtung der Geſichtslinie hervorzuheben. Nach dem Dopplerſchen Prinzip hat die Bewegung einer Lichtquelle in Richtung des Viſionsradius die Wirkung einer Vergrößerung der Wellenlänge bei der Entfernung, einer Verkleinerung bei der Annäherung. Daraus ergibt ſich für ein Linienſpektrum die Verſchiebung aller Linien gegen das rote bezw. violette Ende um einen der Geſchwindigkeit entſprechenden Betrag; durch Anwendung eines doppelten Spektroſkops mit gerader Durchſicht, welches das Bild zweier entgegengeſtellter Spektren erzeugt und für eine beſtimmte Linie nach irdiſcher Lichtquelle eingeſtellt wird, läßt ſich die Verſchiebung derſelben Linie beim aſtronomiſchen Objekt erkennen und meſſen. Nach dieſer Methode laſſen ſich nicht nur Fixſterngeſchwindigkeiten, ſondern auch die Rotationsgeſchwindigkeit der Sonne durch Einſtellen auf den rechten und linken Rand, die Geſchwindigkeiten verſchiedener Teile des Saturnrings bemeſſen.

In betreff der wiſſenſchaftlichen Erfolge für das Gebiet der Optik ſelbſt, für die allmähliche Aufhellung der Geſetze der molekularen Schwingungen der Körper, für die von Zeeman entdeckte Zweiteilung der Spektrallinien im magnetiſchen Felde, für die geſetzmäßigen Beziehungen zwiſchen den Wellenlängen der demſelben Element zugehörigen Linien, für die korreſpondierenden Serien der Linien verwandter Elemente verweiſen wir auf das Werk [3], von dem [2] in der Hauptſache einen Auszug bildet.

Literatur: [1] Kirchhoff, G., und Bunſen, R., Chemiſche Analyſe durch Spektralbeobachtungen, Neuabdruck herausg. von Oſtwald, Leipzig 1896. — [2] Kayſer, Spektralanalyſe, Winkelmann, Handbuch der Phyſik, 6, 2, Leipzig 1906, S. 654—746. — [3] Kayſer, Handbuch der Spektroſkopie, Leipzig 1900, 1, S. 373 ff. und 489 ff. — [4] Vogel, H. W., Die Photographie farbiger Gegenſtände, Berlin 1885, 1. Abhandlung: Bericht der Deutſchen Chemiſchen Geſellſchaft 1873. — [5] Derſ., Praktiſche Spektralanalyſe irdiſcher Stoffe, 2. Aufl., Nördlingen 1888; vgl. auch deſſen Handbuch der Photographie, 2. Teil, Berlin 1894; 3. Teil, Berlin 1897 und 1899. *A. Schmidt.*

Spektrograph, Spektroſkop, Spektrometer, Spektrum, ſ. Spektralanalyſe.

Spelter, ſ. v. w. Zink (ſ. d.).

Spencemetall, eine ſchwärzliche, bei etwa 150° ſchmelzende Maſſe, welche aus mit vielem Schwefel zuſammengeſchmolzenen Schwefelmetallen, beſonders Schwefeleiſen, beſteht und zu Gußformen u. ſ. w. verwendet wird. *Beckert.*

Spermaceti, ſ. v. w. Walrat (ſ. d.).

Sperrhaken, ſ. Amboß, Bd. 1, S. 171, Fig. 5, und Schloß.

Sperrhorn, ſ. Amboß, Bd. 1, S. 171, Fig. 4.

Sperrkegel, -draht, -ſtahl, ſ. Draht, Bd. 2, S. 16.

Sperrklinken greifen in Sperräder (ſ. d.) und verhindern in laufenden Geſperren die Rückdrehung, in ruhenden Geſperren die Bewegung in beiden Richtungen; als Schaltklinken treiben ſie das Rad, um ſeinen Zapfen ſchwingend.



Fig. 1.

Die Klinken, auch Sperrkegel genannt, legen ſich in die Verzahnung entweder durch ihr Eigengewicht wie der Sperrhaken, Fig. 1, *a* (mit beſonderem

Griff zum Ausheben) oder durch Federdruck (Fig. 1, *b*). Das ratſchende Geräuſch beim Vorwärtsgang vermeiden die ſtummen Gefperre (Fig. 2); hier werden die Klinken durch eine auf der Radnabe mit Reibung auffitzende Klemme aus der Verzahnung ausgehoben und hochgehalten, ſolange ſich das Rad vorwärts dreht, beim Rückgang aber wieder eingelegt. Doppelklinken (Fig. 3) zum Umlegen für Schaltung in der einen oder andern Richtung kommen an Werkzeugmaſchinen zur Anwendung;

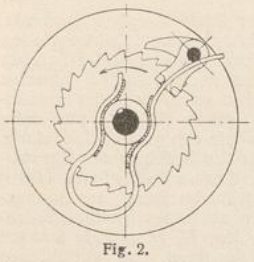


Fig. 2.

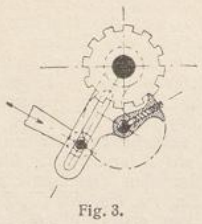


Fig. 3.

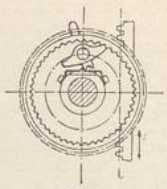


Fig. 4.

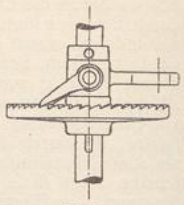


Fig. 5.

die innerhalb der Klinke liegende Feder drückt einen Stift gegen die an dem Drehzapfen angefeilten Flächen, ſo daß beim Ausheben der Klinke die Feder ſtärker geſpannt wird. In der Schaltdoſe (Fig. 4) an Hobelmaſchinen läßt ſich die Doppelklinke an einem außen ſitzenden Knebel umſtellen, ſo daß ſie den außen verzahnten Kranz der Doſe vorwärts, rückwärts oder gar nicht ſchaltet, während ſie von der auf- und abwärts geſteuerten Zahnſtange um den Zapfen ſchwingend bewegt wird. Am Kronrad (Fig. 5) einer Bohrmaſchine iſt die Klinke innen kürzer als am äußeren Umfang. Der gerade geführte Sperrzahn (Fig. 6) dient zur Einſtellung des Steuergetriebes an Drehbänken. Für leicht gehende Umſtellungen genügt die abgefederte Kugel (Fig. 7); genauere Einſtellung gibt eine dachförmige Zuſchärfung von 90° Keilwinkel. — S. a. Reibungsſchaltwerk, Bd. 7, S. 396, Fig. 1 und 2, Hemmräder und Uhren.

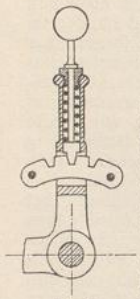


Fig. 6.

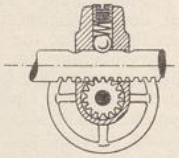


Fig. 7.

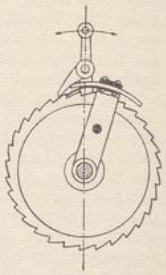


Fig. 8.

Die Klinke ſoll möglichſt tangential zum Radumfang gerichtet ſein und muß trotz ihrer Knickbeanſpruchung ſo viel gekrümmt werden, daß nur die Spitze auf den Rückenflanken der Zähne aufliegt. Zur feineren Abſchaltung, als der Zahnteilung entſpricht, ſetzt man an Meßapparaten mehrere ſchmale Klinken nebeneinander, z. B. fünf, die um je ein Fünftel der Teilung verſchieden lang ſind. Selbſtfedernde Klinken vertragen nur einen geringen Druck, z. B. an Zählwerken und Schraubenſicherungen (ſ. Bd. 7, S. 806, Fig. 10). Schalträder erfordern, wenn der Rücklauf nicht durch Reibung verhindert wird, außer der Schaltklinke noch eine Sperrklinke, wie ſolche als Stahlblattfeder in Fig. 8 eingeſetzt iſt, wobei je nach der Einſtellung des überdeckenden Bügels das Maß der Schaltung geregelt werden kann.

Literatur: [1] Reuleaux, Der Konſtrukteur, Braunſchweig 1882/89, S. 600—689. — [2] Lehrbücher über Hebemaſchinen, z. B. Ernſt, Beſſel, Bethmann. — [3] Lehrbücher über Werkzeugmaſchinen, z. B. Fiſcher, Hülle, Ruppert. — [4] Werkſtattstechnik 1908, S. 61—66, Fiſcher über Schaltwerke.

Lindner.

Sperrmechanismen bewirken eine Bewegung nur in einem Sinne und hemmen ſie im andern. In den meiſten Fällen wird dies durch Sperräder (ſ. d.) erreicht. Dieſe Mechanismen werden auch laufende Sperrwerke genannt.

Bei dem in Fig. 1 und 2 dargeſtellten Sperrwerke, das aus drei Gliedern beſteht, iſt das Glied ΦF als feſt zu betrachten. Das Sperrad $\Phi\varphi$ kann ſich nur in dem Sinne des Pfeiles um ſeine Achſe Φ drehen, denn die Drehung im entgegengeſetzten Sinne wird durch die Klinke Fk verhindert, die ſich um die Achſe F dreht. In Fig. 1 hat die Stützfläche des Zahnes die Richtung $\varkappa u$, die auf $\varkappa F$ ſenkrecht ſteht. In Fig. 2 iſt die Stützfläche $\varkappa$ des Zahnes nach der

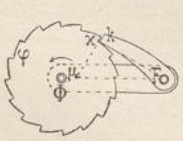


Fig. 1.

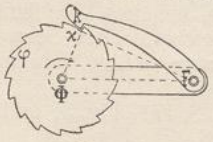


Fig. 2.

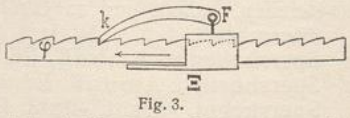


Fig. 3.

Achſe Φ gerichtet und es iſt $\varkappa F$ ſenkrecht auf $\Phi\varkappa$. Bei dem in Fig. 3 dargeſtellten dreigliedrigen Sperrwerke kann das Glied φ, das durch eine Zahnſtange vertreten iſt, ſich in bezug auf das als feſt betrachtete Glied Ξ nur in der Richtung des Pfeiles verſchieben, denn die entgegengeſetzte Verſchiebung wird durch die Klinke Fk verhindert, die in F drehbar an das Glied Ξ angeſchloſſen iſt. Ausführliches in [1].

Literatur: [1] Reuleaux, Ueber die Sperrwerke und ihre Anwendungen, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1877, 56. Jahrg., S. 17.

Burmeſter.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sperräder verhindern den Rücklauf eines Triebwerkes durch Abſtützung gegen die Sperrklinke (ſ. d.).

Man wählt den äußeren Radius R oder die Zähnezahl z reichlich groß, damit die mögliche Rückfallſtrecke und die Anſchlaggeſchwindigkeit klein ausfallen. Zur Berechnung der Teilung t in Zentimeter nimmt man an, daß der aus dem Moment $M = PR$ der Welle berechnete Zahndruck P an der Spitze eines Zahnes wirke mit dem Biegungsmoment $Ph = {}^1/_6\, b\, a^2\, s$. Für eine Zahnhöhe $h = 0{,}35\, t$, die Radbreite $b = 0{,}7\, t$ und eine ſchräg vom Zahngrunde ausgehende Bruchlinie von $a = 0{,}40\, t$ bis $0{,}45\, t$ folgt hieraus $t = \sqrt{16\, P/s}$ oder $t = \sqrt[3]{100\, M/z\, s}$. Die Spannung ſetzt man, je nach der mit einem Bruch verbundenen Gefahr, s = 100 bis 300 kg/qcm für Gußeiſen. Die Druckflanke der Zähne wird unterſchnitten, etwa 1 : 3 bis 1 : 4 gegen den Radius geneigt, damit die Klinke ſicher bis auf den Zahngrund einfällt, und zum Ausheben das Getriebe erſt angedreht und widergehalten werden muß. Bei geringer Belaſtung (vgl. D.R.P. Nr. 105487) verhütet man die Aushebung ohne Andrehen ſogar mit hakenförmiger Unterſchneidung der Zähne. Die Rückenflanken werden leicht gewölbt. *Lindner.*

Sperrſchiff, ſ. Schwimmtor.

Sperrſteine (Auslegeſteine) dienen zur teilweiſen Abſperrung einer Steinſchlagſtraße.

Sie werden beim Flickbetrieb (ſ. d.) für die Straßenunterhaltung erforderlich, um die Fuhrwerke zu zwingen, die friſch beſchotterten Stellen nicht zu vermeiden, ſondern ſie einzufahren. Bei der „Kreuzſperre" werden die Sperrſteine in täglich wechſelnden Abſtänden von 50 bis 100 m abwechſelnd von beiden Straßenkanten aus in die Straße hineinragend verlegt, ſo daß in Schlangenlinien gefahren werden muß. Bei der „Parallelſperre" werden die Steine nur auf einer Seite ausgelegt. — Dieſes beim Deckenbetrieb (ſ. d.) ganz fortfallende Verfahren der Straßenabſperrung wird ſtets als ein Verkehrshindernis empfunden und kann ſogar, wenn die Sperrſteine nicht rechtzeitig vor Eintritt der Dunkelheit entfernt werden, zu Unglücksfällen Veranlaſſung geben. *L. v. Willmann.*

Sperrſtock (Sperrkopf), bei hydrauliſchen Maſchinen die als ſelbſtändiger Teil ausgebildete Steuerung, welche die Abſchluß- bezw. Steuerorgane für das Druckwaſſer enthält. *A. Widmaier.*

Sperrzeichen, ſ. Merkzeichen.

Spezialwagen, ſ. Eiſenbahnwagen und Eiſenbahnbetrieb.

Spezifiſch, eine auf die Einheit bezogene Eigenſchaft.

Spezifiſche Dampfmenge, das Gewicht x des reinen Dampfes in der Gewichtseinheit (1 kg), Gemiſch von Flüſſigkeit und ihrem geſättigten Dampfe, d. h. auch das Verhältnis des Dampfgewichts Gx zum Geſamtgewicht G jenes Gemiſchs. Näheres ſ. Dampf, geſättigter, Bd. 2, S. 542. *Weyrauch.*

Spezifiſche Flächenkräfte, ſ. Flächenkräfte; vgl. Druck, Aeußere Kräfte, Aeußere Arbeit, Elaſtizitätslehre (allgemeine) u. ſ. w.

Spezifiſche Maſſe, die Maſſe der Volumeneinheit eines Körpers. Näheres ſ. Dichtigkeit, Bd. 2, S. 740; Maſſe, Bd. 6, S. 317.

Spezifiſche Maſſenkräfte werden die Maſſenkräfte pro Maſſeneinheit genannt (ſ. Aeußere Kräfte, Bd. 1, S. 103; Maſſe, Bd. 6, S. 317).

Spezifiſcher Druck, der Druck auf die Flächeneinheit. Näheres ſ. Druck, Druckkraft, Bd. 3, S. 111.

Spezifiſches Gewicht, das Gewicht γ der Volumeneinheit eines Körpers, d. h. auch der reziproke Wert des Volumens v pro Gewichtseinheit oder des ſpezifiſchen Volumens desſelben (ſ. d.), $\gamma = 1/v$. Näheres ſ. Dichtigkeit.

Wird als Volumeneinheit das Kubikmeter, als Gewichtseinheit das Kilogramm gewählt, ſo laſſen ſich aus den Tabellen der Dichtigkeiten δ, Bd. 2, S. 741, 742, die entſprechenden ſpezifiſchen Gewichte $\gamma = 1000\, \delta$ ſofort entnehmen. Die ſpezifiſchen Gewichte von Gaſen und Dämpfen ergeben ſich aus den betreffenden Beziehungen zwiſchen dem ſpezifiſchen Drucke p, dem ſpezifiſchen Volumen v und der Temperatur T (Zuſtandsgleichung, ſ. z. B. Bd. 2, S. 243 und S. 544; Bd. 4, S. 276/278) oder aus Tabellen, welche durch Interpolation auf Grund von Verſuchsreſultaten erhalten wurden (für geſättigten Waſſerdampf ſ. Bd. 2, S. 540). Häufig wird der Ausdruck ſpezifiſches Gewicht im Sinne von Dichtigkeit hinſichtlich des Waſſers aufgefaßt (ſ. hierüber Bd. 2, S. 740), in welchem Falle die in den Tabellen Bd. 2, S. 741, 742, angeführten Werte δ die ſpezifiſchen Gewichte ſelbſt bedeuten. *Weyrauch.*

Spezifiſches Volumen, das Volumen v der Gewichtseinheit eines Körpers, d. h. auch der reziproke Wert des Gewichts γ der Volumeneinheit oder des ſpezifiſchen Gewichts desſelben, $v = 1/\gamma$. Durch die im Art. Spezifiſches Gewicht erwähnten Tabellen und Beziehungen werden alſo auch die ſpezifiſchen Volumina der betreffenden Körper bekannt. Näheres ſ. Bd. 2, S. 740. *Weyrauch.*

Spezifiſche Wärme. Wird der Gewichtseinheit verſchiedener Körper unter gleichen Verhältniſſen (Anfangstemperatur, Druck u. ſ. w.) die gleiche Wärme-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

menge zugeführt, ſo zeigt ſich ihre Temperaturerhöhung im allgemeinen keineswegs gleichgroß; man braucht z. B. ſehr verſchiedene Wärmemengen, um die Temperatur der Gewichtseinheit verſchiedener Körper um 1^0 zu erhöhen. Dieſe letztere Wärmemenge wird gewöhnlich ſpezifiſche Wärme genannt. Genauer bedeutet die ſpezifiſche Wärme c eines Körpers an irgend einer Stelle einer Zuſtandsänderung das Verhältnis der Wärmezufuhr pro Gewichtseinheit dQ zur Temperaturänderung dt an dieſer Stelle,

$$c = \frac{dQ}{dt}. \qquad 1.$$

Kann dies Verhältnis für die Wärmezufuhr Q während der Temperaturänderung $\Delta t = 1^0$ als konſtant gelten, dann ergibt ſich die erwähnte gewöhnliche Definition. Wird an Stelle der im allgemeinen veränderlichen ſpezifiſchen Wärme c eine mittlere ſpezifiſche Wärme c' eingeführt, welche von t_1 bis t dieſelbe Wärmezufuhr Q bedingt wie c, ſo hat man:

$$c' = \frac{Q}{t - t_1}, \quad \text{für } t_1 = 0 \quad c' = \frac{Q}{t}. \qquad 2.$$

Der erſte Ausdruck führt mit $t - t_1 = 1^0$ ebenfalls auf die gewöhnliche Definition der ſpezifiſchen Wärme. Die ſpezifiſche Wärme wird auch mitunter Wärmekapazität genannt oder, da ſie ſich auf die Gewichtseinheit bezieht, ſpezieller Gewichtskapazität, im Gegenſatze zu der auf die Volumeneinheit bezogenen Raumkapazität (ſ. d.). Da in 1. ſowohl $dQ = 0$ als $dt = 0$ werden kann (und in 2. ſowohl $Q = 0$ als $t - t_1 = 0$), ſo erkennt man, daß die ſpezifiſche Wärme auch für einen beſtimmten Körper je nach der Art der Zuſtandsänderung ſehr verſchiedene Werte annehmen kann. Wenn alſo Zahlenwerte ſpezifiſcher Wärmen ohne nähere Bezeichnung gegeben werden, ſo gilt als bekannt, mit welchem Falle man es zu tun hat. Ueber „wahre ſpezifiſche Wärmen“ ſ. den folgenden Artikel.

Die ſpezifiſchen Wärmen ſind in erſter Linie durch Verſuche zu beſtimmen (Methoden ſ. u. a. [21], S. 444, 507; [37], S. 154, 208). Ergibt ſich hierbei, daß eine Erwärmung der Gewichtseinheit von 0 bis t^0 unter gegebenen Verhältniſſen die Wärmemenge erfordert:

$$Q = a\,t + b\,t^2 + c\,t^3 + \ldots, \qquad 3.$$

worin $a, b, c \ldots$ von t unabhängige poſitive oder negative Größen bedeuten, ſo hat man unter jenen Verhältniſſen nach 1. die ſpezifiſche Wärme:

$$c = a + 2\,b\,t + 3\,c\,t^2 + \ldots, \qquad 4.$$

und nach 2. die mittlere ſpezifiſche Wärme von 0 bis t^0:

$$c' = a + b\,t + c\,t^2 + \ldots. \qquad 5.$$

In dieſer Weiſe werden veränderliche c, c' gewöhnlich ausgedrückt. Die mittlere ſpezifiſche Wärme c' von t_1 bis t iſt dann zufolge 2. beſtimmt durch

$$Q = c'(t - t_1) = a(t - t_1) + b(t^2 - t^2) + c(t^3 - t_1^3) + \ldots, \qquad 6.$$

wonach bei Verwendung zweier Glieder:

$$c' = a + b(t + t_1) = (a + b\,t_1) + b\,t, \qquad 7.$$

und bei Verwendung dreier Glieder:

$$c' = a + b(t + t_1) + c(t^2 + t\,t_1 + t_1^2) = (a + b\,t_1 + c\,t_1^2) + (b + c\,t_1)\,t + c\,t^2. \qquad 8.$$

Hat man ein Gemiſch verſchiedener Körper der ſpezifiſchen Wärmen $c_1, c_2 \ldots$ oder der mittleren ſpezifiſchen Wärmen $c_1', c_2' \ldots$, und es wird angenommen (die Berechtigung hierzu iſt durch Verſuche zu erweiſen), daß die Temperaturerhöhung des Gemiſches ebenſoviel Wärme erfordert als unter gleichen Verhältniſſen die Temperaturerhöhung der Beſtandteile, ſo gelten für das Gemiſch vom Gewichte $G = G_1 + G_2 + \ldots$:

$$c = \frac{1}{G}\,\Sigma\,G\,c, \qquad c' = \frac{1}{G}\,\Sigma\,G\,c', \qquad 9.$$

worin die Summen Σ alle Beſtandteile umfaſſen.

Am häufigſten intereſſiert die ſpezifiſche Wärme für Körper, auf deren Oberfläche nur ein gleichmäßig verteilter Normaldruck wirkt (z. B. der Atmoſphärendruck), und zwar kommen hier beſonders zwei Werte in Frage: die ſpezifiſche Wärme bei konſtantem Drucke, bezeichnet c_p, und die ſpezifiſche Wärme bei konſtantem Volumen, bezeichnet c_v; man pflegt zu ſetzen:

$$k = \frac{c_p}{c_v}. \qquad 10.$$

Die gewöhnliche, auch hier zu verwendende Wärmeeinheit, Kalorie genannt (ſ. d.), iſt die ſpezifiſche Wärme reinen Waſſers von $t = 0^0$ unter konſtantem Drucke von $p = 1$ Normalatmoſphäre (vgl. Druck, Bd. 3, S. 112), wobei wie im folgenden als Gewichtseinheit das Kilogramm dient und die Temperatur nach Celſius gemeſſen wird. Die größte bekannte ſpezifiſche Wärme c_p iſt diejenige des Waſſerſtoffs, nämlich nach Regnault $c_p = 3{,}4090$, für Waſſer von 0^0 hat man $c_p = 1$, die meiſten c_p ſind weit kleiner als 1.

Feſte Körper. Für dieſe pflegt nur die ſpezifiſche Wärme bei dem konſtanten Drucke der Atmoſphäre beſtimmt und auch bei Erwärmung unter andern Verhältniſſen verwendet zu werden, da die Abweichungen je nach den äußeren Kräften u. ſ. w. meiſt gering ſind. So erhielt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Voigt [17] unter anderm für Eiſen $k = 1{,}0081$, für Aluminium 1,0295, für Zinn 1,0860, für Kupfer 1,0918, für Nickel 1,1063 (Berechnung von k, c_v ſ. [36], II, S. 379, 383). Aus der großen Anzahl bekannter Werte von c_p ſind in der Tabelle S. 176 einige angeführt, weitere ſ. [29], S. 383, 387, 399, ſodann [1], [4], [18], [21], S. 576, [37], S. 178, u. ſ. w. Im allgemeinen wächſt die ſpezifiſche Wärme feſter Körper mit der Temperatur. Zur Darſtellung der Verſuchsreſultate genügen gewöhnlich zwei Glieder von 3.—5.

Für	Temperaturen	a	b	Beobachter
Aluminium	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,2116	0,0000475	Naccari
„	„ „ „ 600°	0,2220	0,00005	Richards
Antimon	„ „ „ 320°	0,04864	0,0000084	Naccari
Blei	14 bis 172°	0,0286	0,000019	Bède
„	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,02973	0,0000068	Naccari
Cadmium	„ „ „ 320°	0,05461	0,0000119	„
Eiſen	15 bis 247°	0,1053	0,000071	Bède
„	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,10442	0,0000537	Naccari
Graphit	über 1000°	0,355	0,00012	Violle
Kobalt	890 bis 1150°	0,0124	0,00004	Pionchon
Kupfer	15 „ 247°	0,0910	0,000023	Bède
„	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,09205	0,0000106	Naccari
„	„ „ „ 900°	0,0939	0,00001778	Richards
Nickel	„ „ „ 320°	0,10427	0,0000473	Naccari
„	0 bis 230°	0,10836	0,00002233	Pionchon
„	400 „ 1150°	0,099	0,00003375	„
Platin	0 „ 1177°	0,0317	0,000006	Violle
„	0 „ 1200°	0,0323	0,0000041	Pouillet
Silber	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,05449	0,0000107	Naccari
Zink	16 bis 213°	0,0865	0,000044	Bède
„	gewöhnliche Temperatur bis 320°	0,09070	0,0000222	Naccari
Zinn	15 bis 213°	0,0500	0,000044	Bède

Dagegen fand Pionchon beiſpielsweiſe für Kobalt von 0 bis 890° $a = 0{,}10584$, $b = 0{,}000022867$, $c = 0{,}000000021943$ und für Nickel von 230 bis 400° $a = 0{,}18349$, $b = -0{,}000282$, $c = 0{,}000000466666$. Sehr kompliziert veränderlich wäre nach Pionchon die ſpezifiſche Wärme des Eiſens ([10], S. 1123), nämlich

von 0 bis 660° $c = 0{,}11012 + 0{,}00005063\,t + 0{,}000000164\,t^2$
„ 660 „ 720° $c = 0{,}57803 - 0{,}00287196\,t + 0{,}000003585\,t^2$
„ 720 „ 1000° $c = 0{,}218$; von 1050 bis 1200° $c = 0{,}19887$.

Regnault [2] und Schütz [12] fanden für Metallegierungen, Schütz auch für verſchiedene Amalgame und Winkelmann [16] für verſchieden zuſammengeſetzte Gläſer die Beziehungen [6] annähernd beſtätigt. Doch kommen beiſpielsweiſe für Legierungen auch Abweichungen vor [37], S. 194.

Flüſſige Körper. Auch für dieſe pflegen die bei konſtantem Drucke einer Atmoſphäre beſtimmten ſpezifiſchen Wärmen für beliebige Fälle der Erwärmung verwendet zu werden. In der Tabelle S. 176 und 177 ſind einige Werte angeführt, weitere ſ. [29], S. 383, 395, 399, [21], S. 576, [37], S. 196, u. ſ. w. Im allgemeinen wächſt die ſpezifiſche Wärme der Flüſſigkeiten mit der Temperatur, doch kommt auch das Gegenteil vor, z. B. bei Queckſilber und nach neueren Verſuchen auch bei Waſſer. In der Technik wird für Waſſer gewöhnlich die von Regnault auf Grund ſeiner Verſuche zwiſchen 17 und 190° gegebene Beziehung verwendet:

$$c = 1 + 0{,}00004\,t + 0{,}0000009\,t^2, \qquad c' = 1 + 0{,}00006\,t + 0{,}0000003\,t^2,$$

doch ſtimmt dieſe ſchlecht mit neueren Ergebniſſen überein, die freilich auch ihrerſeits im Widerſpruch miteinander ſtehen [21], S. 505, [37], S. 165. Winkelmann ([37], S. 173) ſuchte dem vorhandenen Material zwiſchen 0 und 100° gerecht zu werden durch die Formel:

$$c = 1 - 0{,}0006684\,t + 0{,}00001092\,t^2, \qquad c' = 1 - 0{,}0003342\,t + 0{,}00000364\,t^2.$$

Man erhält z. B.

für $t =$	0	10	20	30	40	60	80	100	150	200°
nach Regnault	$c = 1{,}0000$	1,0005	1,0012	1,0020	1,0030	1,0056	1,0089	1,0130	1,0262	1,0440
	$c' = 1{,}0000$	1,0002	1,0005	1,0009	1,0013	1,0023	1,0035	1,0050	1,0097	1,0160
nach Winkelmann	$c = 1{,}0000$	0,9970	0,9910	0,9898	0,9907	0,9992	1,0164	1,0424	(1,1454)	(1,3031)
	$c' = 1{,}0000$	0,9970	0,9948	0,9933	0,9925	0,9931	0,9966	1,0030	(1,0318)	(1,0788)

Weitere Werte und Formeln für Waſſer ſ. [19], [20], [21], S. 486, [29], S. 393, und [37], S. 165; Formeln für Aceton, Aether, Alkohol, Chlorkohlenſtoff, Chloroform, Schwefelkohlenſtoff bis zum Siedepunkt von Regnault ſ. Flüſſigkeitswärme, Bd. 4, S. 99. — Für Queckſilber fand Winkelmann [7] bei Verſuchen von 19 bis 142°:

$$c = 0{,}03336 - 0{,}0000069\,t, \qquad c' = 0{,}03336 - 0{,}00000345\,t,$$

und Milthaler [11] bei Verſuchen von 0° bis 200°

$$c = 0{,}33266 - 0{,}0000092\,t, \qquad c' = 0{,}033266 - 0{,}0000046\,t.$$

Tabelle für Queckſilber [29], S. 394. — Die ſpezifiſche Wärme eines Körpers in flüſſigem Zuſtande iſt im allgemeinen größer als diejenige in feſtem Zuſtande. — Vgl. in Tabelle S. 176 und 177 Waſſer, Blei, Zinn u. ſ. w. Die ſpezifiſchen Wärmen der Flüſſigkeitsgemiſche laſſen ſich nicht ohne weiteres nach 9. berechnen, ſie ergeben ſich z. B. für alkoholhaltige Gemiſche weſentlich größer, während 9. in andern Fällen gut ſtimmte [5], [21], S. 629, [37], S. 202.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Körper	Zuſtand	Temperaturen	Spezifiſche Wärme c_p	Beobachter
Aether $C_4H_{10}O$	flüſſig	0	0,5290	Regnault
„	„	30	0,5467	„
„	gasförmig	69 bis 224	0,4797	„
Alkohol C_2H_6O	flüſſig	16 „ 40	0,6120	Schüller
„	gasförmig	108 „ 220	0,4534	Regnault
Aluminium	feſt	0	0,2220	Richards
„	„	600	0,2820	„
„	„	15 bis 97	0,2122	Regnault
„	„	20 „ 100	0,2145	Voigt
Benzol C_6H_6	„	— 30	0,3130	Pickering
„	flüſſig	10	0,3350	Ferche
„	gasförmig	116 bis 218	0,3754	Regnault
Blei	feſt	0 „ 100	0,0351	Tomlinſon
„	flüſſig	340 „ 350	0,0402	Perſon
Bronze 88 Cu + 12 Sn	feſt	20 „ 100	0,0874	Voigt
Eiſen	„	0 „ 100	0,1130	Tomlinſon
„	„	0 „ 100	0,1098	Dulong & Petit
„	„	0 „ 300	0,1218	„ „ „
„	„	1400	0,4031	Byſtröm
Glas	„	14 bis 99	0,1977	Regnault
„	„	12 „ 100	0,1990	Bunſen
Glockenmetall, ſpröde	„	15 „ 98	0,0858	Regnault
„ weich, 80 Cu + 20 Sn	„	14 „ 98	0,0862	„
Gold	„	0 „ 100	0,0324	Violle
Gneis	„	17 „ 99	0,1726	Bartoli
Granit	„	20 „ 100	0,203	„
Graphit	„	10,8	0,1604	Weber
„	„	61,3	0,1930	„
„	„	977	0,4670	„
Gußeiſen	„	21 bis 99	0,1159	Voigt
Holzkohle	„	0 „ 99	0,1935	Weber
Kadmium	„	0 „ 100	0,0548	Bunſen
„	„	18 „ 99	0,0549	Voigt
„	„	18	0,0551	Reichsanſtalt *)
„	„	100	0,0565	„
Kupfer	„	21 bis 99	0,0923	Voigt
„	„	0 „ 100	0,0949	Dulong & Petit
„	„	0 „ 360	0,104	Leverrier
„	„	780 „ 1000	0,118	„
Marmor, weiß	„	16 „ 98	0,2158	Regnault
„ grau	„	23 „ 98	0,2099	„
Meſſing	„	20 „ 100	0,0917	Voigt
„ rot	„	0	0,0899	Lorenz
„ gelb	„	0	0,0883	„
Nickel	„	18	0,1063	Reichsanſtalt *)
„	„	100	0,1159	„
„	„	14 bis 97	0,1092	Regnault
„	„	21 „ 99	0,1084	Voigt
„	„	1000	0,1607	Pionchon
Palladium	„	18	0,0585	Reichsanſtalt *)
„	„	100	0,0616	„
Petroleum	flüſſig	21 bis 58	0,511	Fiſcher
Platin	feſt	0 „ 100	0,0323	Bunſen
„	„	0 „ 100	0,0335	Dulong & Petit
„	„	0 „ 300	0,0355	„ „ „
Queckſilber	„	— 78 „ — 40	0,0319	Regnault
„	flüſſig	0	0,0334	Naccari
„	„	100	0,0328	„
„	„	250	0,0321	„
Silber	feſt	0 bis 100	0,0559	Bunſen
„	„	0 „ 260	0,0565	Leverrier
„	flüſſig	907 „ 1100	0,0748	„
Stahl, hart	feſt	20 „ 98	0,1175	Regnault
„ weich	„	20 „ 98	0,1165	„
„ von Krupp	„	21 „ 100	0,1138	Voigt
Terpentinöl	flüſſig	0	0,4106	Regnault
„	„	160	0,5068	„
„	gasförmig	179 bis 249	0,5061	„
Waſſer, Eis	feſt	— 30 „ 0	0,505	Perſon
„	flüſſig	0	1,0000	

*) Einheit der 15°-Kalorie. Vgl. Kalorie, Bd. 5, S. 301.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Körper	Zuſtand	Temperaturen	Spezifiſche Wärme c_p	Beobachter
Wismut	feſt	18	0,0292	Reichsanſtalt*)
„	„	100	0,0303	„
„	„	17 bis 99	0,0304	Voigt
„	flüſſig	280 „ 380	0,0363	Perſon
Zink	feſt	19 „ 99	0,0916	Voigt
„	„	0 „ 100	0,0935	Bunſen
„	„	18	0,0921	Reichsanſtalt*)
„	„	100	0,0952	„
Zinn	„	18	0,0524	„
„	„	100	0,0564	„
„	„	19 bis 99	0,0551	Voigt
„	flüſſig	250 „ 350	0,0637	Perſon
„	„	1100	0,0758	Pionchon

Gasförmige Körper. Bei dieſen iſt c_p weſentlich größer als c_v, z. B. für atmoſphäriſche Luft unter gewöhnlichen Verhältniſſen $c_p = 0{,}23751$, $c_v = 0{,}16844$, $k = 1{,}41$. Für Gaſe (Bd. 4, S. 275), welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze $pv = RT$ folgen (Bd. 2, S. 243), ergibt ſich nach der Wärmetheorie die Differenz der ſpezifiſchen Wärmen c_p, c_v konſtant (Bd. 4, S. 276):

$$c_p - c_v = AR, \qquad 11.$$

während c_p, c_v ſelbſt von der Temperatur abhängen können. Für atmoſphäriſche Luft und andre ſchwerſt kondenſierbare Gaſe (H_2, N_2, O_2, CO, NO) werden ſie jedoch auf Grund von Verſuchen meiſt innerhalb gewiſſer Grenzen konſtant angenommen, womit die ſpezifiſche Wärme auch für alle polytropiſchen Zuſtandsänderungen konſtant wird (Bd. 7, S. 189). Bezüglich ſehr niedriger Temperatur ſ. [22], bezüglich ſehr hoher Temperatur ſ. unten. Man pflegt c_p durch Verſuche zu beſtimmen und c_v, k durch Rechnung zu erhalten [36], I, S. 147, [37], S. 216. Entſprechende Werte nach Regnault ſind unter Raumkapazität gegeben (Bd. 7, S. 364). Weitere Werte von c_p ſ. [21], S. 507, [29], S. 406, [37], S. 208, von k [29], S. 407, [37], S. 225, direkte Beſtimmung von k [21], S. 538, 551, [37], S. 216, 219, erſte direkte Beſtimmung von c_v [14], [21], S. 536, [37], S. 228. Für Gasgemiſche können die Formeln 9. Verwendung finden.

Bei gasförmigen Körpern, welche nicht zu den ſchwerſt kondenſierbaren gehören, zeigte ſich c_p ſchon bei Verſuchen bei Regnault [3], Wiedemann [6], [8] u. a. erheblich von der Temperatur abhängig. So fand Wiedemann:

für	c_p bei 0°	bei 100°	bei 200°	Zuwachs von 0 bis 200°
Kohlenſäure	0,1952	0,2169	0,2387	22,28 %
Aethylen	0,3364	0,4189	0,5015	49,08 „
Stickſtoffoxydul	0,1983	0,2212	0,2442	23,15 „
Ammoniak	0,5009	0,5317	0,5629	12,38 „

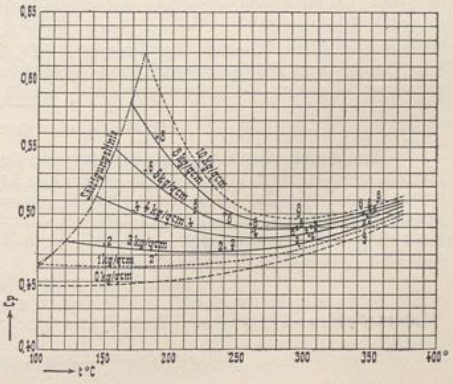
Später wurden Verſuche bis etwa 2000° angeſtellt und damit ſelbſt für die ſchwerſt kondenſierbaren Gaſe eine merkliche Abhängigkeit der ſpezifiſchen Wärmen von der Temperatur erwieſen. Beiſpielsweiſe konnten Holborn und Henning [32], [39] die Ergebniſſe ihrer Verſuche bei gewöhnlichem Atmoſphärendruck in der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt ausdrücken:

für Stickſtoff von 0 bis 1400°: $c_p = 0{,}2350 + 0{,}000038\ t$,
„ Kohlenſäure „ 0 „ 1400°: $c_p = 0{,}2010 + 0{,}0001484\ t - 0{,}000000054\ t^2$,
„ Waſſerdampf „ 110 „ 820°: $c_p = 0{,}4460 + 0{,}0000856\ t$
„ „ „ 110 „ 1400°: $c_p = 0{,}4686 - 0{,}0000424\ t + 0{,}000000132\ t^2$.

Die letzte Gleichung ergibt

bei t =	100	200	300	400	600	800	1000	1200	1400	(1600°)
„ c_p =	0,466	0,465	0,468	0,473	0,491	0,519	0,558	0,608	0,668	(0,739)

Für Waſſerdampf haben Knoblauch und Jakob [31], [38] auch die Veränderlichkeit von c_p mit dem Drucke unterſucht. Bei $p = 2$ bis 8 Neuatmoſphären (zu 10000 kg pro 1 qm oder 735,5 mm) von Sättigungsnähe bis $t = 350°$ nahm c_p entſprechend nebenſtehender Figur mit wachſendem Drucke zu und mit wachſender Temperatur von Sättigung aus zunächſt ab und nach Durchgang durch ein Minimum wieder zu. Für techniſche Zwecke wurden die ſpezifiſchen Wärmen c_p unter Vorbehalt bis 20 Neuatmoſphären und 400° extrapoliert und die mittleren ſpezifiſchen Wärmen c_p' von Sättigung bis t berechnet. Die beiden Tabellen ſind in folgendem gegeben. Weiteres über die ſpezifiſchen Wärmen c_p, c_v des Waſſerdampfes ſ. [36], II, S. 97—114.



*) Einheit der 15°-Kalorie. Vgl. Kalorie, Bd. 5, S. 301.

A. Spezifiſche Wärmen c_p des überhitzten Waſſerdampfes (nach Knoblauch und Jakob).

Temperatur in Celſ.-Gr. t	Druck p in Neuatmoſphären (kg pro qcm) und dazugehörige Sättigungstemperatur t'											
	$p=0$ $t'=$	1 99,09	2 119,57	4 142,82	6 157,94	8 169,46	10 178,87	12 186,98	14 194,00	16 200,32	18 206,07	20 at 211,34°
t'		0,463	0,480	0,513	0,548	0,583	0,621	0,660	0,704	0,751	0,807	0,865
100°	0,447	0,463	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	0,447	0,463	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	0,447	0,462	0,480	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	0,447	0,462	0,479	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	0,448	0,462	0,477	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	0,448	0,462	0,476	0,510	—	—	—	—	—	—	—	—
160	0,449	0,461	0,475	0,506	0,545	—	—	—	—	—	—	—
170	0,449	0,461	0,474	0,502	0,536	0,582	—	—	—	—	—	—
180	0,450	0,462	0,474	0,498	0,528	0,566	0,618	—	—	—	—	—
190	0,451	0,462	0,473	0,495	0,520	0,552	0,594	0,648	—	—	—	—
200	0,451	0,462	0,472	0,492	0,513	0,538	0,572	0,613	0,664	0,751	—	—
210	0,452	0,462	0,472	0,489	0,507	0,526	0,553	0,583	0,616	0,668	0,750	—
220	0,454	0,463	0,472	0,487	0,502	0,517	0,535	0,558	0,582	0,614	0,662	0,731
230	0,455	0,464	0,472	0,486	0,497	0,509	0,522	0,538	0,557	0,578	0,607	0,649
240	0,457	0,465	0,472	0,485	0,494	0,503	0,512	0,523	0,536	0,552	0,570	0,596
250	0,458	0,466	0,473	0,484	0,491	0,499	0,506	0,514	0,522	0,532	0,544	0,559
260	0,460	0,467	0,473	0,483	0,490	0,496	0,502	0,508	0,514	0,520	0,527	0,535
270	0,462	0,468	0,474	0,483	0,489	0,494	0,499	0,504	0,508	0,513	0,517	0,522
280	0,464	0,470	0,475	0,483	0,488	0,493	0,497	0,501	0,505	0,508	0,511	0,514
290	0,467	0,472	0,477	0,484	0,489	0,493	0,497	0,500	0,503	0,506	0,508	0,510
300	0,470	0,474	0,478	0,485	0,490	0,493	0,497	0,500	0,502	0,504	0,506	0,508
310	0,473	0,477	0,481	0,487	0,491	0,495	0,498	0,500	0,502	0,504	0,506	0,507
320	0,476	0,480	0,483	0,489	0,493	0,496	0,499	0,502	0,503	0,505	0,507	0,508
330	0,479	0,483	0,486	0,491	0,495	0,499	0,501	0,503	0,505	0,507	0,508	0,510
340	0,483	0,486	0,489	0,494	0,498	0,501	0,503	0,505	0,507	0,509	0,510	0,511
350	0,487	0,490	0,492	0,497	0,500	0,503	0,506	0,508	0,509	0,511	0,512	0,513
360	0,491	0,494	0,496	0,500	0,503	0,506	0,508	0,510	0,512	0,513	0,514	0,516
370	0,495	0,498	0,500	0,503	0,506	0,509	0,511	0,513	0,514	0,516	0,517	0,518
380	0,499	0,502	0,504	0,507	0,511	0,512	0,514	0,516	0,517	0,519	0,520	0,521
390	0,504	0,506	0,508	0,511	0,513	0,515	0,517	0,519	0,520	0,522	0,523	0,524
400	0,509	0,511	0,512	0,515	0,517	0,519	0,521	0,522	0,523	0,525	0,526	0,527

B. Mittlere ſpezifiſche Wärmen c_p' des überhitzten Waſſerdampfes von Sättigungstemperatur t' bis Temperatur t (nach Knoblauch und Jakob).

$p=$ $t'=$	1 99,09	2 119,57	4 142,82	6 157,94	8 169,46	10 178,87	12 186,98	14 194,00	16 200,32	18 206,07	20 at 211,34°
$t=$ 100°	0,463	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	0,462	0,478	0,515	—	—	—	—	—	—	—	—
200	0,462	0,475	0,502	0,530	0,560	0,597	0,635	0,677	(0,751)	—	—
250	0,463	0,474	0,495	0,514	0,532	0,552	0,570	0,588	0,609	0,635	0,664
300	0,464	0,475	0,492	0,505	0,517	0,530	0,541	0,550	0,561	0,572	0,585
350	0,468	0,477	0,492	0,503	0,512	0,522	0,529	0,536	0,543	0,550	0,557
400	0,473	0,481	0,494	0,504	0,512	0,520	0,526	0,531	0,537	0,542	0,547

Weitere ſpezifiſche Wärmen für Dämpfe ſ. [29], S. 406, [37], S. 234. Die ſpezifiſchen Wärmen von Dampf- und Flüſſigkeitsgemiſchen (geſättigte Dämpfe) kommen als ſolche nicht zur Verwendung. Bei den Bezeichnungen Bd. 2, S. 542, hätte man:

$$c_p = \infty, \qquad c_v = \frac{d\,(q + \varrho\, x)}{d\,t}.$$

Annahmen von Avogadro, Dulong und Petit, Neumann, Joule. Die bisher angeführten Beziehungen ergaben ſich unabhängig von den Atom- und Molekularverhältniſſen. Wird für Gaſe neben dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze $pv = RT$ das Geſetz von Avogadro als gültig angenommen (bei gleichem Drucke und gleicher Temperatur enthalten gleiche Volumen aller Gaſe gleichviel Moleküle, vgl. Bd. 4, S. 279), ſo liefert 11. für ein Gas vom Molekulargewicht m und den ſpezifiſchen Wärmen c_p, c_v:

$$m\,(c_p - c_v) = m\,c_v\,(k-1) = A\,R_0\,m_0\,, \qquad 12.$$

worin $R_0\,m_0$ die Werte von R, m für irgend ein Bezugsgas bedeuten. Mit den Werten für Waſſerſtoff $R_0 = 422{,}591$, $m = 2$, und dem mechaniſchen Wärmeäquivalent $1/A = 424$ folgt:

$$m\,(c_p - c_v) = 1{,}9934, \text{ abgerundet } c_v = c_p - \frac{2}{m}, \qquad 13.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche Formeln häufig Verwendung finden. Nach Verſuchen über die Verbrennung explofibler Gasgemiſche von Mallard und Le Chatelier bis über 2000° mit Benutzung von Reſultaten von Sarrau, Vieille, Regnault und Wiedemann wären beſonders bei hohen Temperaturen ausgedrückt [9]:

für Kohlenſäure $mc_v = 6{,}50 + 0{,}00774\,t$, und mit $m = 44$ $c_v = 0{,}148 + 0{,}000176\,t$,
„ Waſſerdampf $mc_v = 5{,}78 + 0{,}00562\,t$, „ „ $m = 18$ $c_v = 0{,}321 + 0{,}000318\,t$,

und damit nach 13.:

für Kohlenſäure $mc_p = 8{,}50 + 0{,}00774\,t$, und mit $m = 44$ $c_p = 0{,}193 + 0{,}000176\,t$,
„ Waſſerdampf $mc_p = 7{,}78 + 0{,}00572\,t$, „ „ $m = 18$ $c_p = 0{,}432 + 0{,}000318\,t$.

Für die ſchwerſt kondenſierbaren Gaſe (O_2, H_2, N_2, CO u. ſ. w.) ſollen ſein:

$$mc_v = 4{,}76 + 0{,}00244\,t, \qquad mc_p = 6{,}76 + 0{,}00244\,t.$$

Auf ähnlichem Wege wie Mallard und Le Chatelier fand ſpäter Langen [28]

für Kohlenſäure $mc_v = 6{,}7 + 0{,}0052\,t$, und mit $m = 44$ $c_v = 0{,}152 + 0{,}000118\,t$,
„ Waſſerdampf $mc_v = 5{,}9 + 0{,}0043\,t$, „ „ $m = 18$ $c_v = 0{,}328 + 0{,}000239\,t$,

womit nach 13. wären:

für Kohlenſäure $mc_p = 8{,}7 + 0{,}0052\,t$, und mit $m = 44$ $c_v = 0{,}263 + 0{,}000118\,t$,
„ Waſſerdampf $mc_p = 7{,}9 + 0{,}0043\,t$, „ „ $m = 18$ $c_v = 0{,}439 + 0{,}000239\,t$.

Für die ſchwerſt kondenſierbaren Gaſe erhielt Langen in gleicher Weiſe

$$mc_v = 4{,}8 + 0{,}0012\,t, \qquad mc_p = 6{,}8 + 0{,}0012\,t.$$

Zu beachten iſt, daß bei Ableitung von mc_v vom Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze und bei Ableitung von mc_p auch von der auf dieſem und dem Avogadroſchen Geſetze beruhenden Beziehung 13. Gebrauch gemacht wurde, welche bei gewöhnlicher Temperatur ſchon für Kohlenſäuren nicht immer genügen, für Waſſerdampf aber im allgemeinen nicht als gültig angeſehen werden können. Vom Drucke fanden c_p, c_v ſowohl Mallard und Le Chatelier als Langen unabhängig. Uebrigens iſt dieſe Abhängigkeit bei hohen Temperaturen auch nach Knoblauch und Jakob gering.

Dulong und Petit entnahmen Verſuchen mit feſten Körpern 1819: Das Produkt aus Atomgewicht und ſpezifiſcher Wärme (die Atomwärme ac) iſt für alle Elemente gleichgroß. Neumann fügte 1831 anläßlich von Verſuchen mit Mineralien hinzu: Bei chemiſch ähnlich zuſammengeſetzten Körpern iſt das Produkt aus Molekulargewicht und ſpezifiſcher Wärme (die Molekularwärme mc) gleichgroß. Joule kam 1844 zu dem Schluſſe: Die Molekularwärme einer Verbindung iſt gleich der Summe ihrer Atomwärmen ($mc = \Sigma nac$ mit $m = \Sigma na$, wenn n die Anzahl der Atome vom Atomgewicht a). Dieſe Beziehungen ſind jedoch mit Vorſicht zu verwenden, da ſie nur mit Einſchränkungen annähernde Gültigkeit beſitzen [15], [21], S. 613, 621, 624, [35], [37], S. 186, 190, 192, 231, auch wenn unter c immer die ſpezifiſche Wärme bei konſtantem Volumen verſtanden wird, welche übrigens bei feſten und flüſſigen Körpern nur wenig von derjenigen bei konſtantem Drucke c_p abzuweichen pflegt. Beiſpielsweiſe zeigt Gleichung 12., daß unter Vorausſetzung des Boyle-Gay-Luſſacſchen und Avogadroſchen Geſetzes das Dulong-Petitſche Geſetz nur für diejenigen Gaſe gilt (bezüglich c_v und c_p), für welche k den gleichen Wert hat (vgl. Raumkapazität und [29], S. 407, [37], S. 231).

Literatur: [1] Gehler, Phyſik. Wörterbuch, X, Leipzig 1841, S. 666, 1168 (ältere Verſuche). — [2] Regnault, Die ſpezifiſchen Wärmen der einfachen und zuſammengeſetzten Körper, Poggend. Ann. 1841, LIII, S. 88 (nach Annales de chimie et de physique 1841, I). — [3] Regnault, Relation des expériences entreprises etc. pour déterminer les principales lois et données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur, II, Paris 1862 (Waſſer ſ. I, Paris 1847, S. 730, und [2]). — [4] Kopp, Ueber die ſpezifiſchen Wärmen der ſtarren Körper, Annalen der Chemie und Pharmazie, 3. Suppl.-Bd., 1864/65, S. 1, 289. — [5] Schüller, Unterſuchung über die ſpezifiſchen Wärmen der Flüſſigkeitsgemiſche, Poggend. Ann., 5. Erg.-Bd., 1871, S. 116, 192 (Löſungen ſ. 1879, CXXXVI, S. 70). — [6] Wiedemann, Ueber die ſpezifiſche Wärme der Gaſe, Poggend. Ann. 1875, CLVII, S. 1. — [7] Winkelmann, Ueber die Abhängigkeit der ſpezifiſchen Wärme des Queckſilbers von der Temperatur, Poggend. Ann. 1876, CLIX, S. 152. — [8] Wiedemann, Ueber die ſpezifiſche Wärme der Dämpfe und ihre Aenderung mit der Temperatur, Wiedem. Ann. 1877, II, S. 195. — [9] Mallard und Le Chatelier, Sur les températures de combustions et les chaleurs spécifiques des gaz aux températures élevées, Annales des mines 1883, IV, S. 379 (die angegebenen neueren Zahlen ſ. Wiedem. Ann., Beiblätter 1890, S. 364, vgl. Comptes rendus etc. 1884, IIC, S. 601, 770, und 1887, CIV, S. 1780). — [10] Pionchon, Recherches calorimétriques sur les chaleurs spécifiques et les changements d'état aux températures élevées, Comptes rendus 1886, CIII, S. 1122 (ſ. a. 1886, CII, S. 1454; 1888, CVI, S. 1344). — [11] Milthaler, Ueber die Veränderlichkeit der ſpezifiſchen Wärme des Queckſilbers mit der Temperatur, Wiedem. Ann. 1889, XXXVI, S. 897. — [12] Schütz, Ueber die ſpezifiſchen Wärmen von leicht ſchmelzbaren Legierungen und Amalgamen, Wiedem. Ann. 1892, XLVI, S. 177. — [13] Leverrier, Sur les chaleurs spécifiques des métaux, Comptes rendus 1892, CXIV, S. 907. — [14] Joly, On the specific heats of gases at constant volumes, Philosophical Transactions 1891, A, CLXXXII, S. 73; 1894, A, CLXXXV, S. 943 (vgl. [21], S. 538). — [15] Richarz, Ueber das Geſetz von Dulong und Petit, Wiedem. Ann. 1893, IIL, S. 708. — [16] Winkelmann, Ueber die ſpezifiſchen Wärmen verſchieden zuſammengeſetzter Gläſer, Wiedem. Ann. 1893, IL, S. 401. — [17] Voigt, Die ſpezifiſchen Wärmen c_p und c_v einiger quaſi-iſotroper Metalle, Wiedem. Ann. 1893, IL, S. 709. — [18] Kosmann, Die ſpezifiſchen Wärmen der Metalle, „Stahl und Eiſen“ 1894, I, S. 216 (nach Richards). — [19] Lüdin, Die Abhängigkeit der ſpezifiſchen Wärme des Waſſers von der Temperatur, Zürich 1895 (Diſſertation). — [20] Pernet, Ueber die Aenderung der ſpezifiſchen Wärme des Waſſers mit der Temperatur und die Beſtimmung des abſoluten Wertes des mechaniſchen Wärmeäquivalents, Feſtſchrift der Naturforſchenden Geſellſchaft in Zürich, 1896, S. 121. — [21] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 444/643. — [22] Linde, Ueber die Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

änderlichkeit der ſpezifiſchen Wärme der Gaſe, Sitzungsberichte der Bayr. Akad. d. Wiſſenſch. 1897, S. 485 (ſ. a. S. 337). — [23] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik, II, Von der Wärme, Braunſchweig 1898, S. 299. — [24] Behn, Ueber die ſpezifiſche Wärme einiger Metalle bei tiefen Temperaturen, Ann. d. Phyſ. 1898, LXXI, S. 237. — [25] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I, Leipzig 1900, S. 112, 119, 137, 147. — [26] Jäger und Dieſſelhorſt, Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung, Wärmekapazität und Thermokraft einiger Metalle, Abhandl. d. Phyſik.-techn. Reichsanſtalt, 1900, S. 269 (ſ. insbeſondere S. 393). — [27] Gaede, Ueber die Aenderung der ſpezifiſchen Wärme der Metalle mit der Temperatur, Phyſik. Zeitſchr. 1902/03, IV, S. 105. — [28] Langen, Unterſuchungen über die Drücke, welche bei Exploſion von Waſſerſtoff und Kohlenoxyd in geſchloſſenen Gefäßen entſtehen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 622. — [29] Landolt-Börnſteins Phyſik.-chem. Tabellen, Berlin 1905, S. 383. — [30] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 15, 172. — [31] Knoblauch und Jakob, Ueber die ſpezifiſche Wärme des überhitzten Waſſerdampfes für die Drücke bis 8 Atmoſphären und Temperaturen bis 350° C., Sitzungsber. d. Bayr. Akademie d. Wiſſenſch. 1905, S. 841. — [32] Holborn und Henning, Ueber die ſpezifiſche Wärme des überhitzten Waſſerdampfes, Ann. d. Phyſik 1905, XVIII, S. 739. — [33] Stücker, Neue Beſtimmungen der ſpezifiſchen Wärmen einiger Metalle bei höheren Temperaturen, Sitzungsber. d. Oeſterr. Akad. d. Wiſſenſch. 1905, CXIV 2a, S. 657. — [34] Thomas, Beſtimmung der ſpezifiſchen Wärme von Helium und über die Atomwärmen von Argon und Helium, Marburg 1905 (Diſſertation, vgl. Beiblätter z. d. Ann. d. Phyſik 1907, S. 644). — [35] Lämmel, Notizen über die Atomwärmen feſter Elemente, Ann. d. Phyſik 1905, XVI, S. 551; 1907, XXIII, S. 61 (ſ. a. Wiegand, Zum Geſetz von Dulong und Petit, Ann. d. Phyſik 1907, XXIV, S. 601). — [36] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 60, 146, 158, 213, 241; II, Stuttgart 1907, S. 16, 18, 97, 379, 383. — [37] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 154. — [38] Knoblauch und Jakob, Ueber die Abhängigkeit der ſpezifiſchen Wärme c_p des Waſſerdampfes von Druck und Temperatur, Forſchungsarbeiten, herausg. vom Ver. deutſch. Ingenieure, Heft 35 und 36, Berlin 1906, S. 109. — [39] Holborn und Henning, Ueber die ſpezifiſche Wärme von Stickſtoff, Kohlenſäure und Waſſerdampf bis 1400°, Ann. d. Phyſik 1907, XXIII, S 809. — [40] Oberhoffer, Ueber die ſpezifiſche Wärme des Eiſens, Halle 1907 (Diſſertation, ſ. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 1196. — [41] Koch, Ueber das Verhältnis der ſpezifiſchen Wärme $c_p : c_v = k$ in trockener, kohlenſäurefreier atmoſphäriſcher Luft als Funktion des Druckes bei den Temperaturen 0° und −79,3° C., Annalen d. Phyſik 1908, XXVI, S. 551, und XXVII, S. 311. — [42] Fürſtenau, Ueber das Verhältnis der ſpezifiſchen Wärme der Gaſe (k) und ſeine Abhängigkeit von der Temperatur, Ann. d. Phyſik 1908, XXVII, S. 735. *Weyrauch.*

Spezifiſche Wärme, wahre. Der Ausdruck wird häufig für die ſpezifiſche Wärme $c = \frac{dQ}{dt}$, im Gegenſatze zur mittleren ſpezifiſchen Wärme $c' = \frac{Q}{t - t'}$, angewendet (ſ. Spezifiſche Wärme), hat aber auch die folgende Bedeutung. In manchen Werken kommt der Ausdruck in beiden Bedeutungen vor.

Wird der Gewichtseinheit (1 kg) eines Körpers eine Wärmemenge dQ zugeführt, ſo kann hierdurch eine Aenderung dU ſeiner inneren Energie eintreten (Bd. 3, S. 449; Bd. 5, S. 197; Wärmetheorie), äußere Arbeit geleiſtet werden (Bd. 1, S. 102) u. ſ. w. Bezeichnet dH denjenigen Teil von $A\,dU = dH + A\,dJ$ ($1/A = 424$ mechaniſches Wärmeäquivalent), welcher als Wärme im Körper bleibt (während $A\,dJ$ zur Ueberwindung von Widerſtänden dient), und es iſt mit der Zufuhr dQ eine Temperaturänderung dt verbunden, ſo wird nach Rankine $c_w = \frac{dH}{dt}$ die wahre ſpezifiſche Wärme genannt. Für ein ideales Gas (ſ. Bd. 4, S. 277; Bd. 5, S. 544) würde dieſelbe mit der ſpezifiſchen Wärme bei konſtantem Volumen c_v übereinſtimmen. Vgl. Disgregation, Bd. 2, S. 778, und Clauſius, Abhandlungen über die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1864, S. 258. *Weyrauch.*

Sphäre, ſ. v. w. Kugel.

Die Bezeichnung Sphäre kommt in der Aſtronomie und Geodäſie für die ſcheinbare Himmelskugel, an deren Fläche die Sterne zu ſtehen ſcheinen, aber noch häufiger in Zuſammenſetzung mit andern techniſchen Bezeichnungen vor, z. B. ſphäriſche Aſtronomie, ſphäriſcher Exzeß, Sphäroid, in der Optik als ſphäriſche Abweichung, Sphärometer u. ſ. w. Im Altertum und Mittelalter ſprach man auch von verſchiedenen Sphären (in dieſem Falle Kugelſchalen), auf denen ſich die Sonne, die Planeten und die Fixſterne um die Erde bewegen ſollten. Daraus entſtanden die Bezeichnungen Sphärenmuſik, -harmonie u. ſ. w. *Ambronn.*

Sphäriſche Dreiecke, Sphäriſcher Exzeß, ſ. Dreiecksberechnung, vgl. Geodätiſche Dreiecke und Triangulierung.

Sphäroid, kugelähnlicher Körper; ſ. Erde, Flächen zweiten Grades.

Sphärolith, eine radialſtrahlige, außen kugelige Form der Aggregation von Geſteinen, beſonders von glasartigen (Obſidian, Pechſtein, Rhyolit u. ſ. w.). Sphärolithfels, ein aus erbſengroßen Sphärolithen zuſammengeſetzter Liparit. *Leppla.*

Sphäroſiderit, ſ. Spateiſenſtein.

Sphalerit, ſ. v. w. Zinkblende (ſ. d.).

Sphen, ſ. v. w. Titanit (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sphinx, in der griechiſchen Sage eine Tiergeſtalt mit weiblichem Kopf, Brüſten und Flügeln (Fig. 1). Bei den Aegyptern das Symbol der Fruchtbarkeit und der göttlichen Herrſchermiſſion, wurde ſie mit männlichem Kopf ohne Flügel meiſt liegend (Fig. 2) dargeſtellt.



Fig. 1.



Fig. 2 (Vatikan-Muſeum, Rom).

Die berühmteſte iſt die bei der Pyramide des Cheops, 50 m lang und 20 m hoch. Auch wurden ſie in langen Reihen zu den Seiten des Tempelzugangs aufgeſtellt. ***Weinbrenner.***

Spiauter, ſ. Antimonlegierungen, Zinnlegierungen; auch ſ. v. w. Zink.

Spickdamm, ſ. v. w. Buhne (ſ. d.).

Spicker, ſehr große Nägel.

Spiegel, Körper mit glatten ſpiegelnden Oberflächen.

Unter Anwendung des Grundgeſetzes der Reflexion (ſ. Licht) laſſen ſich die Geſetze ſowohl des ebenen als der gekrümmten Spiegel, Konvex- und Konkavſpiegel, geometriſch herleiten. Aus der Gleichheit des Reflexionswinkels und des Einfallswinkels folgen für den ebenen Spiegel die Sätze: Die von einem leuchtenden Punkte auf den Spiegel fallenden Strahlen werden ſo reflektiert, als ob ſie von einem Punkte hinter dem Spiegel herkämen, dem Bildpunkt, der zu dem erſten Punkt gegen die Spiegelebene ſymmetriſch liegt. Der ebene Spiegel erzeugt von dem vor der Spiegelebene liegenden Raum ein gegen die Spiegelebene ſymmetriſches ſcheinbares Bild. Bild und Gegenſtand zeigen ſcheinbar eine Vertauſchung von rechts und links, tatſächlich eine Vertauſchung von vorn und hinten. Hält man die Richtung des einfallenden (oder diejenige des reflektierten) Strahles feſt unter Drehung des Spiegels um eine zur Ebene der Strahlen (Einfallsebene) ſenkrechte Achſe, ſo dreht ſich der reflektierte (bezw. einfallende) Strahl um einen doppelt ſo großen Winkel als der Spiegel. Dieſe erſteren Sätze, die trotz ihrer Beſtätigung durch den täglichen Gebrauch des Spiegels bei den gewohnheitsmäßigen Geſichtswahrnehmungen beſonders dann unbeachtet bleiben, wenn mangels einer Umrahmung des Spiegels deſſen Gegenwart der Wahrnehmung entgeht, bilden die Erklärung mannigfacher optiſcher Täuſchungen und Zauberkünſte, die auf einer Verwechſlung des wirklichen und des geſpiegelten Raumes beruhen. Der letztere Satz gibt die Erklärung für wiſſenſchaftlich-techniſche Verwendungen des Spiegels bei der Spiegelableſung und bei der photographiſchen Regiſtrierung kleiner Richtungs-, Form- oder Längenänderungen, wie ſolche beſonders bei den erdmagnetiſchen Beobachtungen ſowie bei den Elektrometern und Spiegelgalvanometern und bei ſelbſtregiſtrierenden Seismometern zur Anwendung kommen. Die feſte Verbindung zweier ebener Spiegel liefert den weiteren Satz: Der Winkel des doppeltreflektierten Strahls mit dem einfallenden Strahl iſt gleich dem doppelten Winkel der Spiegel, ein Satz, der bei Apparaten wie Winkelſpiegel, Spiegelſextant, Heliotrop ſeine Anwendung findet. Das durch doppelte Reflexion entſtandene Bild bleibt ſtehen, wenn die Spiegelverbindung um die Schnittlinie der Spiegel gedreht wird. Ueber die durch vielfache Reflexion an zwei im Winkel ſtehenden Spiegeln erzeugten Bilder vgl. Kaleidoſkop. Von den gekrümmten Spiegeln geben die ſphäriſchen und paraboliſchen, letztere nur für Gegenſtände, die ſich in der Paraboloidachſe befinden, Bilder, die den Objekten um ſo ähnlicher ſind, je kleinere Dimenſionen die Objekte haben, während Kegelſpiegel, Zylinderſpiegel vollkommen verzerrte Bilder liefern. Zeichnungen ſolch verzerrter Bilder können umgekehrt als Objekte dienen, die im Kegelſpiegel oder Zylinderſpiegel richtig proportionierte Bilder erzeugen, ſogenannte katoptriſche Anamorphoſen. Die Bilderverzerrungen bei ſphäriſchen Spiegeln haben ihren Grund teilweiſe in der ſogenannten ſphäriſchen Aberration (ſ. Aberration, ſphäriſche), beſonders aber in der Verſchiedenheit des Abſtandes verſchiedener Teile des Gegenſtandes vom Spiegel, weil jedem andern Maß des Abſtandes ein andres Maß der Bildvergrößerung entſpricht. Die Beziehungen zwiſchen gegenſeitiger Lage von Gegenſtand und Bild zum Spiegel und zwiſchen Gegenſtandsgröße und Bildgröße laſſen ſich in folgende Formeln faſſen:

$$1.\ f = r/2, \qquad 2.\ 1/a + 1/b = 1/f \quad \text{und} \quad 3.\ \alpha = b/a,$$

in welchen r den Krümmungsradius des Spiegels, f die Brennweite, a die Gegenſtandsweite, Entfernung des Gegenſtands vom Spiegel, b die Bildweite und α das Größenverhältnis von Bild und Gegenſtand bezeichnet, und zwar entſprechen poſitive Werte von r und f dem Konkavſpiegel, negative dem Konvexſpiegel; poſitive Werte von b ſind die Bildweiten reeller Bilder, die in dem Raume vor dem Spiegel auf ſeiten des Gegenſtandes entſtehen, negative Werte von b ſind Bildweiten ſcheinbarer oder virtueller Bilder, die hinter dem Spiegel zu ſtehen ſcheinen. Negative Werte von α entſprechen aufrechten, d. h. mit dem Gegenſtande gleichgerichteten Bildern, poſitive Werte von α umgekehrten Bildern. Zum geometriſchen Beweiſe von Satz 1. mag Fig. 1 dienen: Von einem unendlich fernen Punkte A ſei durch den Kugelmittelpunkt nach dem Spiegel ein Strahl AMS gezogen, derſelbe wird in ſich ſelbſt reflektiert.

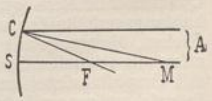


Fig. 1.

Ein andrer von A ausgehender Strahl treffe den Spiegel in C. Er wird in einer ſolchen Richtung CF reflektiert, daß das Einfallslot CM den Winkel ACF halbiert. Man erkennt, daß das Dreieck MCF gleiche Winkel bei M und C bekommt und daß F um ſo genauer in die Mitte von MS fällt, je kleiner das in Betracht kommende Spiegelſtück SC iſt, je weniger bei kleiner Oeffnung des Spiegels die ſphäriſche Aberration in Betracht kommt. Bei einem paraboliſchen Spiegel mit Brennpunkt F gehen alle dem Strahl MFS parallelen Strahlen nach der Reflexion

durch F Zum Beweis der Sätze 2. und 3. vgl. Fig. 2: Es ſei MFS die Achſe des Spiegels, AA' ein Licht ausſendendes Objekt im Abſtande $A'S = a$ vom Spiegel. Nach Satz 1. geht der achſenparallele Strahl AC nach der Reflexion in der Richtung CF zurück und umgekehrt, der Brennpunktſtrahl AFD in der der Achſe parallelen Richtung DB. Ein von A durch M gezogener Strahl würde in ſich ſelbſt reflektiert werden und, wie die Figur zeigt, ebenfalls durch B gehen. B iſt der reelle Bildpunkt von A, in welchem die von A ausgehenden Strahlen nach der Reflexion ſich ſchneiden. Bezeichnet man die Verhältniſſe der Achſenabſtände $AA' : SD$ oder $CS : BB'$ mit α, SB' mit b und SF mit f, ſo erkennt man aus den ähnlichen Dreiecken der Figur: $\alpha = (a-f) : f = f : (b-f)$, woraus die Beziehungen 2. und 3. ſich durch Umformung ergeben. Die Rollen von AA' und BB' in der Figur ſind vertauſchbar, das Objekt BB' würde

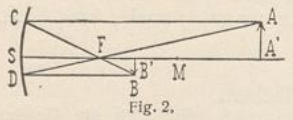


Fig. 2.

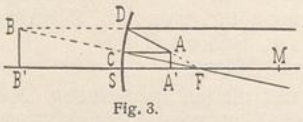


Fig. 3.

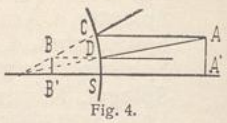


Fig. 4.

ein Bild AA' erzeugen. Die Fig. 3 und 4 zeigen zwei nicht umkehrbare Fälle von Bilderzeugung, Fig. 3 durch einen Konkavſpiegel, wenn ein Gegenſtand, innerhalb Brennweite ſtehend, ein aufrechtes, ſcheinbares Bild erzeugt, Fig. 4 durch einen Konvexſpiegel, der bei jeder Lage des Gegenſtandes nur ein aufrechtes, verkleinertes, ſcheinbares Bild zu erzeugen imſtande iſt. Eine Umkehrung dieſer zwei Fälle gelingt nur, wenn man den Spiegel Strahlen reflektieren läßt, welche von einem andern bilderzeugenden Mittel, Linſe oder Spiegel, herkommen und hinter dem Spiegel ein reelles Bild erzeugen würden. Für den Konkavſpiegel ſind folgende Verwendungen zu unterſcheiden:

1. $a < f$, b folglich negativ, das Bild ſcheinbar aufrecht, vergrößert, Gebrauch als Toiletteſpiegel.

2. $a = f$, $b = \infty$, es kommt kein Bild zuſtande, die Lichtquelle im Brennpunkt erzeugt ein paralleles Strahlenbüſchel, deſſen Intenſität nicht wie bei divergenten Büſcheln mit der Entfernung abnimmt, Gebrauch als Reflektor für elektriſches Bogenlicht, z. B. auf Leuchttürmen.

3. $a < 2f$, aber $> f$, der Gegenſtand erzeugt in einer Entfernung $b > 2f$ ein reelles, umgekehrtes, vergrößertes Bild. Gebrauch als Zauberſpiegel, indem man das kleine, dem Zuſchauer verdeckte und verkehrt unterhalb der Spiegelachſe angebrachte Objekt zur Erzeugung eines Bildes im Luftraum vor dem Spiegel benutzt. Das letztere iſt nur von ſolchen Richtungen ſichtbar, von denen aus der Spiegel im Hintergrund des Bildes ſteht.

4. $a = 2f$ gibt auch $b = 2f$, das umgekehrte Bild ſteht in gleicher Größe am Orte des aufrechten Gegenſtandes.

5. $a > 2f$ gibt $b < 2f$ aber $> f$. Das verkleinerte, umgekehrte reelle Bild ſteht um ſo näher beim Brennpunkt, je weiter der Gegenſtand entfernt iſt. Gebrauch beim Spiegelteleſkop ſ. den Art. Fernrohr. Im Fall aſtronomiſcher Objekte fällt das Bild in die genaue Entfernung f, denn

6. $a = \infty$ gibt $b = f$. Entſprechend der obigen Gleichung 3. wird für ſehr großes a das Bild nicht unendlich klein, falls das Objekt eine im Vergleich zu ſeiner Entfernung nicht verſchwindend kleine Ausdehnung hat. Das unter einem Winkel φ erſcheinende Objekt erzeugt ein Bildchen vom Durchmeſſer $f \operatorname{arc} \varphi$, die Bilder der Spiegelfernröhren ſind alſo um ſo größer, je größer die Brennweite des Spiegels iſt.

Scheinbar ebene Spiegel ſind die japaniſchen und chineſiſchen Zauberſpiegel, Bronceplatten mit Relieffiguren auf der Rückſeite; die Vorderſeite bildet einen ſchwach konvexen Spiegel, der als ſolcher das Sonnenlicht in divergenten Strahlen auf eine Wand reflektiert. Die verdickten Stellen der Platte beſitzen infolge eines Kunſtgriffs beim Schleifen eine verminderte Konvexität, reflektieren das Licht mit verminderter Divergenz und erzeugen auf der Wand im dunkleren Lichtbild des Spiegels die helleren Bilder der Relieffiguren der Rückſeite des Spiegels. Betreffs der Literatur vgl. den Art. Licht. S. a. Waſſerſpiegel. *Aug. Schmidt.*

Spiegelableſung, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

Spiegelapparate, ſ. Dehnungsmeſſer, Bd. 2, S. 697.

Spiegeleiſen, Bezeichnung für die 5—30% Mangan enthaltenden, zur Gattung des weißen Roheiſens (ſ. d.) gehörigen Eiſenlegierungen (ſ. d.). Sie weiſen ein Bruchgefüge mit ſpiegelnden, bei manchen Sorten bis zu mehreren Quadratzentimetern großen Flächen auf, deren Größe vom Mangangehalt und von den Abkühlungsverhältniſſen abhängig iſt. Man unterſcheidet bisweilen Grobſpiegel mit großen Spiegelflächen, Mangangehalt zwiſchen 6—15%; Kleinſpiegel mit kleinen Spiegelflächen; Halbſpiegeleiſen mit ſchmalen Spiegelflächen und ſtrahlenförmigem Gefüge der Bruchfläche; Saumſpiegel mit Graphitausſcheidung am Rande der Spiegelflächen. Das Spiegeleiſen iſt hart und ſpröde; in geſchmolzenem Zuſtand iſt es ſehr dünnflüſſig. Seine Herſtellung erfolgt aus manganhaltiger, phosphorarmer Beſchickung im Hochofen (ſ. Roheiſen). Es wird als Zuſatz bei verſchiedenen eiſenhüttenmänniſchen Verfahren verwendet; vgl. Eiſen, Eiſenlegierungen, Flußeiſen, Schweißeiſen, Stahl. *A. Widmaier.*

Spiegelfeld, ein durch Umrahmung mittels Profilen oder Stabwerk von der übrigen Fläche abgegrenztes, meiſt in der Mitte angeordnetes Decken- oder Wandfeld. Der Spiegel einer Decke ruht meiſt auf einer ringsumführenden Wölbung (ſogenannte Voute) in Form eines Viertelkreiſes. In reicherer Aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bildung auf einer Reihe dreieckiger Walmen, die mit Stichkappen und Lunetten (ſ. Bd. 6, S. 244, und die Figur) abwechſeln. Ein glänzendes Beiſpiel bietet die Halle der Farneſina zu Rom mit Deckengemälden von Raffael (vgl. nebenſtehende Figur). *Weinbrenner.*



Deckenmalereien von Raffael in der Halle der Farneſina.

Spiegelfolien, ſ. Blech, Bd. 2, S. 46, und Folien.

Spiegelgalvanometer, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

Spiegelhypſometer von Fauſtmann, ſ. Freihandinſtrumente.

Spiegelkreuz, ein doppelter Winkelſpiegel zum Einrichten von Punkten in geraden Linien (ſ. Winkelſpiegel); 2. Spiegelkreuz beim Gaußſchen Heliotropen (ſ. d., Bd. 5, S. 35). († *Reinhertz*) *Hillmer.*

Spiegelmetall, ſ. Nickellegierungen.

Spiegelſchleuſe, ſ. Stauanlagen und Triften.

Spiegelſextant, ſ. Spiegel- und Prismeninſtrumente.

Spiegeltelefkop, ſ. Fernrohr.

Spiegel- und Prismeninſtrumente oder allgemein Reflexionsinſtrumente dienen zur Meſſung von Winkeln, indem man von den Prinzipien der Reflexion des Lichtes an Spiegelflächen oder der totalen Reflexion in Prismen Gebrauch macht.

Die Veränderung der Stellung der reflektierenden Flächen zueinander wird mittels Kreisbogens meßbar gemacht. Dieſe Inſtrumente haben den Vorteil, daß ſie keiner feſten Aufſtellung bedürfen und man mit ihnen in der Lage iſt, Winkel in beliebigen Ebenen zu meſſen. Sie eignen ſich daher vornehmlich zu Meſſungen auf See, wo feſte Aufſtellung unmöglich iſt. Die Reflexionsinſtrumente können ſo eingerichtet ſein, daß man mit ihnen Winkel beliebiger Größe (0—180°) meſſen kann (Oktant, Sextant, Prismen- oder Spiegelkreis) oder daß ſie nur, wie es in der niederen Geodäſie häufig und an Bord in einzelnen Fällen vorkommt, zur Abſteckung oder zum Einviſieren in Winkel von 45°, 90° oder genau zwiſchen zwei Punkte (Winkel von 180°) eingerichtet ſind (Winkelſpiegel, Prismenkreuz u. ſ. w.). Die Reflexionsinſtrumente der erſteren Art können in der aſtronomiſchen Navigation und zu aſtronomiſchen Zeit- und Ortsbeſtimmungen an Land, in letzterem Falle mit Benutzung eines ſogenannten künſtlichen Horizontes (ſ. d.) gebraucht werden.

Die Erfindung der Spiegelſextanten (als den am weiteſten verbreiteten Vertreter dieſer Gattung von Inſtrumenten hier als typiſch angeführt) wird dem Engländer Hadley zugeſchrieben, der 1742 der Royal Society in London eine Beſchreibung und ein ſolches Inſtrument (einen Oktanten) vorlegte [1]. Tatſächlich ſcheint auch Newton ſchon 50 Jahre früher auf eine ähnliche Idee gekommen zu ſein, denn er hatte, wie ſich nach dem Tode von Hadley herausſtellte, dieſem ſchon 1699 eine Skizze zu einem Spiegelinſtrument eingereicht, welche aber in Vergeſſenheit geraten war, da ſeine Angaben ein zu unförmliches Inſtrument bedingt hätten. (Ueber nähere Angaben betreffend die Erfindungsgeſchichte iſt zu vergleichen Wolf, Handbuch der Aſtronomie II, S. 53—56). Die Theorie der Reflexionsinſtrumente, welche für alle Formen im weſentlichen dieſelbe bleibt, mag nachſtehend am Sextanten erläutert werden. In Fig. 1 u. 2 ſind S_1 und S_2 zwei Spiegel, von denen S_2 (großer Spiegel) mit ſeiner reflektierenden Fläche im Zentrum des Kreisſektors TMT um eine zu dieſem ſenkrechte Achſe beweglich

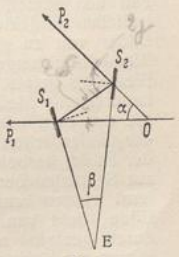


Fig. 1.

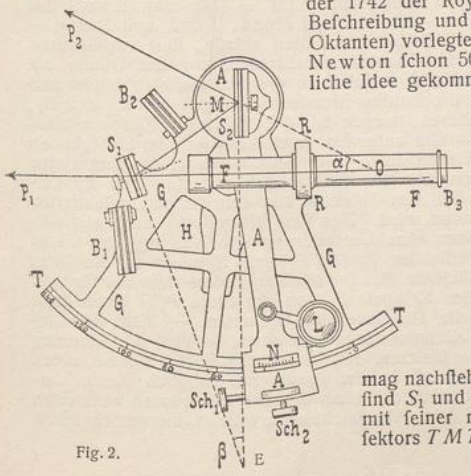


Fig. 2.

angebracht und mit ſeiner ſpiegelnden Fläche nach links gerichtet iſt; feſt mit ihm verbunden und daher gleichzeitig mit um dieſelbe Achſe beweglich iſt die Alhidade A. Der Spiegel S_1 (kleiner, feſter Spiegel) iſt auf dem Sektor ſelbſt befeſtigt und kann zur Ebene des Sextanten vermittelſt entſprechender Schrauben ſenkrecht geſtellt werden. Die obere Hälfte dieſes Spiegels iſt unbelegt, während die untere nach der Seite des Fernrohres F hin als Spiegel wirkt. Befindet ſich nun z. B. in der Richtung nach P_1 ein Objekt, ſo wird man dieſes im Fernrohr durch den unbelegten Teil des Spiegels S_1 hindurch wahrnehmen können. Licht, welches aus der Richtung von P_2 kommt, wird bei der ſkizzierten Stellung des Spiegels S_2 an dieſem reflektiert nach S_1 gelangen und von da gleichfalls in das Fernrohr reflektiert werden. Man wird alſo in dieſem gleichzeitig ein Bild von P_1 und von P_2 wahrnehmen und beide Bilder werden durch geeignete Stellung von S_2 und damit der Alhidade A zur Deckung gebracht werden können unter der Vorausſetzung, daß die Ebenen der beiden Spiegel ſenkrecht zur Sextantenfläche und parallel zur Umdrehungsachſe des Spiegels S_2 und der Alhidade ſtehen. Iſt die Koinzidenz der Bilder, von denen jedes mit Benutzung der entſprechenden Hälfte des Fernrohrobjektivs zuſtande kommt, hergeſtellt, ſo iſt leicht einzuſehen, daß die Drehung des großen Spiegels von einer beſtimmten Lage, der Nullſtellung, aus ein Maß für die Größe des Winkels ſein wird, unter dem ſich die beiden Viſierlinien nach P_1 und P_2 am Orte des Beobachters ſchneiden. Die Nullſtellung wird auf der Teilung da anzuſetzen ſein, wo der Nullpunkt der Ableſevorrichtung (Vernier) ſteht, wenn die beiden Spiegelflächen parallel, alſo die Richtungen nach P_1 und P_2 ebenfalls parallel ſind, d. h. im Fernrohr derſelbe ſehr weit entfernte Gegenſtand am gleichen Orte des Geſichtsfeldes abgebildet wird. Die Beziehungen zwiſchen den einzelnen Richtungen ſind dann folgende, wenn man ſetzt $\sphericalangle O S_1 S_2 = 2\delta$ und $\sphericalangle S_1 S_2 P_2 = 2\gamma$:

Aus Dreieck $O S_1 S_2$: $\alpha + 2\delta + (180^0 - 2\gamma) = 180^0$; $\quad \alpha = 2\gamma - 2\delta$,

„ „ $S_1 S_2 E$: $\beta + (90^0 + \delta) + (90^0 - \gamma) = 180^0$; $\quad \beta = \gamma - \delta = \alpha/2$.

Danach iſt alſo der Drehungswinkel des Spiegels S_2 von ſeiner Nullſtellung aus gleich der Hälfte desjenigen Winkels, unter dem die Objekte in P_1 und P_2 vom Beobachter aus erſcheinen. — Iſt daher die Teilung auf dem Limbus des Inſtruments ſo eingerichtet, daß man an ihm bei Bezifferung des betreffenden Bogens mit ſeinem doppelten Winkelwert ſofort die Drehung der Alhidade A ableſen kann, ſo kann der Winkel α mit einem ſolchen Inſtrumente beſtimmt werden, falls die Nullangabe des Limbus mit der Parallelſtellung der beiden Spiegel zuſammenfällt. Iſt das nicht der Fall, ſo muß eben derjenige Punkt auf der Teilung beſtimmt werden, der der Parallelſtellung von S_1 und S_2 entſpricht; die Differenz gegen Null nennt man die Indexkorrektion, ſie muß der Ableſung hinzugefügt werden, wenn man bei Parallelität der beiden Spiegel, alſo bei Koinzidenz der beiden Bilder eines ſehr entfernten Objektes, an der Teilung eine Stelle ablieſt, die von der Null aus nach rechts, alſo außerhalb der Teilung von 0 bis 120^0, liegt. Abzuziehen iſt die Korrektion, wenn man bei der erwähnten Stellung der Spiegel eine Angabe am Inſtrument ablieſt, die links der Null, alſo innerhalb der eigentlichen Teilung liegt. Um im erſteren Fall ableſen zu können, ſind die Teilungen auf derartigen Inſtrumenten immer noch um einige Grade über Null hinaus fortgeſetzt, alſo dahin, wo dann 359^0, 358^0 u. ſ. w. zu ſtehen kommen würde. — Bei den ſpäter zu beſprechenden Vollkreiſen hat man auch die Einrichtung getroffen, daß man die Teilung zu beiden Seiten der Null fortgeſetzt hat. Benutzt man dann das Inſtrument einmal mit Teilung nach unten (rechts) und dann zu einer zweiten Meſſung mit Teilung nach oben (links), ſo wird aus dem Mittel beider Reſultate der Indexfehler eliminiert. Das Verfahren läßt ſich aber nur bei beſonders dazu eingerichteten Inſtrumenten anwenden, iſt aber ſehr empfehlenswert z. B. bei Meſſung genauer Monddiſtanzen. — Das Fernrohr hat wegen der Anwendung des Inſtruments in freier Hand nur eine geringe Vergrößerung (4—10fach), daher ein großes Geſichtsfeld; eine Markierung der Mitte des Geſichtsfeldes iſt nur dadurch herbeigeführt, daß aus vier ſtarken Drähten ein Quadrat von etwa $^1/_2$—1^0 Seitenlänge gebildet wird, in deſſen Raum die Koinzidenzen zu bewerkſtelligen ſind. Eine Abweichung von dieſer Regel in zur Sextantenebene ſenkrechtem Sinne würde gleichbedeutend ſein mit einer ſtärkeren Neigung des Fernrohres gegen dieſe Fläche, was in jedem Fall den gemeſſenen Winkel zu groß erſcheinen laſſen würde [2]. — Da man ſowohl bei irdiſchen Objekten als auch bei aſtronomiſchen — Sonne und Mond, Mond und Sterne — Bilder von zu großer oder ſehr verſchiedener Helligkeit erhalten würde, ſind verſchiedene Blendeinrichtungen vorgeſehen. Einmal kann für Sonnenbeobachtungen vor das Okular ein Blendglas geſetzt werden, welches beide Lichtbüſchel natürlich in gleicher Weiſe abblendet und dadurch die Meſſung von Fehlern, die durch die beiden Blendeinrichtungen bei B_1 und B_2, die aus zwei oder mehr farbigen Gläſern beſtehen, wegen nicht beſtehender Planparallelität der Gläſerflächen bedingt werden, frei macht. — Um außerdem noch Ausgleich der Helligkeiten der Bilder herbeizuführen, iſt das Fernrohr bei R in einen Ring eingeſchraubt, der durch eine zur Sextantenebene ſenkrechte Führung und Schraube der erſteren genähert und von ihr entfernt werden kann, wodurch bald ein größerer Teil des Objektivs von dem doppelt reflektierten Bilde, bald von dem direkt geſehenen ausgenutzt wird. Der Ring R geſtattet auch zugleich durch geeignet angebrachte Korrektionsſchrauben eine Veränderung der Neigung des Fernrohres zur Sextantenebene (ſ. oben). Da die Mitte des großen Spiegels S_1 nicht in die Viſur nach dem Objekte P_1 fällt, wird für nähere Objekte der Indexfehler anders ſein als für ſehr entfernte oder cöleſtiſche, denn der Abſtand des Spiegels S_2 von der Linie $P_1 O$ kann dann nicht vernachläſſigt werden, man nennt das die Parallaxe des Sextanten. — Fällt die Umdrehungsachſe der Alhidade A nicht mit dem Teilungszentrum zuſammen, ſo wird die Ableſung am Limbus einen ſogenannten Exzentrizitätsfehler beſitzen, den ſchlimmſten Fehler der Sextanten und Oktanten. Eine Beſtimmung dieſes Fehlers iſt in der Praxis nur möglich durch Vergleichung der Angaben des zu prüfenden Inſtruments mit einer Anzahl von genau bekannten Winkeln möglichſt verſchiedener Größe. Zwei ſolcher Vergleichungen würden theoretiſch ſchon

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

genügen, man macht aber meiſt viel mehr (6—10). Die ſeefahrenden Nationen beſitzen beſondere Inſtitute (Deutſchland die Deutſche Seewarte in Hamburg), in denen die Prüfungen der Reflexionsinſtrumente ſyſtematiſch vorgenommen werden [3]. Auf beſonderen Atteſten werden die Fehlertabellen dann den Käufern übermittelt. Wichtige und umfangreiche Erfahrungen ſind auf dieſe Weiſe über die zweckmäßige Einrichtung und Beſchaffenheit ſolcher Inſtrumente gewonnen worden [3], [4]. Wegen der verſchiedenen Arten von Oktanten und Sextanten, die man im Laufe der Jahre gebaut hat, um bald die eine oder andre Verbeſſerung oder einen bequemeren Gebrauch (Doſenſextanten) zu erzielen, muß hier auf die Literatur, beſonders auf [5] verwieſen werden. Dahin gehören auch die Konſtruktionen zur Ausſchaltung der Kimm als Horizont und zur Vermeidung der Fehler, die durch unrichtige Annahmen über Kimmtiefe bedingt werden. Dazu iſt beſonders zu vergleichen die Beſchreibung der Apparate von Reitz, Fleurais [8] und in neuerer Zeit von Pulfrich und Kohlſchütter [12]. Um den ſchlimmſten Fehler des Sextanten (ſ. oben), die Exzentrizität, unſchädlich zu machen, iſt man ſchon im 18. Jahrhundert dazu übergegangen, Vollkreiſe an die Stelle der Sektoren zu ſetzen, ſo daß die Teilung an zwei diametral ſtehenden Verniers abgeleſen werden kann, wodurch bekanntlich der Exzentrizitätsfehler faſt vollſtändig eliminiert werden kann [6]. Tob. Mayer (1752) und Borda (1787) bauten ſolche Inſtrumente, welche außerdem ſo eingerichtet waren, daß man an ihnen das Verfahren der ſogenannten Repetition der Winkelmeſſung ausführen konnte. Es wurde das durch meßbares Verſtellen des Spiegels S_1, der dann etwas anders angeordnet war, bewirkt. Dieſe Konſtruktionen (vgl. [7]) haben ſich nicht bewährt und ſind nur ſelten in Gebrauch gekommen, dagegen hat die Form, welche Piſtor & Martins 1845 den Vollkreiſen gegeben haben [11], weite Verbreitung gefunden. Sie ſetzten zugleich an die Stelle des „kleinen" Spiegels S_1 ein totalreflektierendes, gleichſchenkeliges Prisma [8]. Die Reflexion findet dann an der Grundfläche desſelben in der in Fig. 3 angedeuteten Weiſe ſtatt. Dieſe „Prismenkreiſe" haben den Vorzug, daß mit ihnen Winkel bis 180° gemeſſen werden können, daß die Beſchaffenheit der Bilder namentlich bei großen Winkeln viel beſſer iſt als bei den Sextanten (dafür iſt bei ſehr kleinen Winkeln allerdings das Umgekehrte in gewiſſem Maße der Fall) und daß endlich der Exzentrizitätsfehler wegfällt, wie oben ſchon geſagt. — Nach Piſtor & Martins haben namentlich Wegener und beſonders Wanſchaff in Berlin, dann auch Hamburger Mechaniker, die im übrigen ſehr gute Sextanten liefern (Plath, Hechelmann), ſolche Prismenkreiſe gebaut. Leider iſt ihre Einführung in den Seefahrtskreiſen noch immer nicht in genügender Weiſe gefördert, da der Seemann nur ſchwer von dem alten Gebrauch des Sextanten, an dem er beſonders den größeren Kreisdurchmeſſer bei gleicher Handlichkeit des Inſtruments ſchätzt, abzubringen iſt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Vollkreiſe, mögen ſie nun die Prismenreflexion oder den Spiegel (Spiegelkreiſe) benutzen, ganz erhebliche Vorzüge beſitzen. — Beſonders der Umſtand, daß bei allen dieſen Inſtrumenten die ſogenannte Parallaxe (ſ. oben) noch einen Mangel bedeutet, da der Indexfehler dadurch für verſchieden entfernte Objekte ſich ändert, hat dazu geführt, daß man auch Reflexionsinſtrumente gebaut hat, bei denen die beiden reflektierenden Flächen zur Achſe des Inſtruments konzentriſch liegen (ſolche Inſtrumente ſind noch vor Piſtor & Martins, von Steinheil und ſpäter auch von Wegener gebaut worden [9]). Zwei übereinander liegende, total reflektierende Prismen (bei Steinheil rechtwinklige, bei Wegener nur gleichſchenkelige) bewirken die Viſur nach den beiden Objekten. Ihr Drehungswinkel — Winkel zwiſchen den reflektierenden Flächen — iſt dann gleich dem halben Winkel zwiſchen den beiden Objekten. Dieſe Inſtrumente eignen ſich auch bei Gebrauch auf Stativ gut für terreſtriſche (horizontale) Meſſungen. Betreffs Konſtruktion dieſer Inſtrumente muß auch auf die Werke [8] verwieſen werden. — Mit einiger Verkennung der Leiſtungsfähigkeit der genannten Reflexionsinſtrumente hat man auch ſolche [10] gebaut, bei denen die Kreisableſung mittels Schraubenmikroſkope ausgeführt wird. Solche Inſtrumente ſind höchſtens bei Benutzung ſehr ſicherer Stative mit Vorteil zu gebrauchen. Im allgemeinen iſt der Gebrauch von Stativen eher unbequem, als der Beobachtung förderlich, mit Ausnahme vielleicht bei Meſſungen von Monddiſtanzen (ſ. d.).

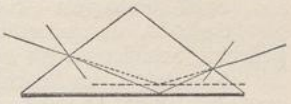


Fig. 3.

Literatur: [1] Philosoph. Transact. 1731, S. 147, und 1732, S. 341. — [2] Encke, Ueber den Spiegelſextanten, Berl. Aſtron. Jahrbuch 1830, S. 292 (Geſammelte Abhandl., herausgegeben von Gravelius); Bohnenberger, Anleitung zur geogr. Ortsbeſtimmung u. ſ. w., Göttingen 1795. — [3] Eylert, Der Sextant, Aus dem Archiv der Deutſchen Seewarte, 1881, Nr. 4. — [4] Annalen der Hydrographie, 6. Jahrg., S. 380 ff. — [5] Jordan, Grundzüge der aſtron. Zeit- und Ortsbeſtimmungen, Berlin 1885, S. 154 ff.; Ambronn, L., Handbuch der aſtron. Inſtrumentenkunde, 1898, II, S. 796 ff. — [6] Bezüglich der Beſtimmung der Exzentrizität vgl. Jordan, ebend., Ambronn, L., II, S. 790 ff., und die Handbücher der ſphär. Aſtronomie. — [7] Ambronn, L., II, S. 798 ff. — [8] Hunaeus, Jordan, Ambronn, in den angegebenen Werken. — [9] Hunaeus, Praktiſche Geometrie, Hannover 1868, S. 153 ff. — [10] Ambronn, L., II, S. 810. — [11] Berliner Gewerbe-, Induſtrie- und Handelsblatt 1845, Bd. 14, S. 17 ff. — [12] Annalen der Hydrographie, 1903, 31. Jahrg., S. 533 ff.; Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1904, 24. Jahrg., S. 225 ff. — Im übrigen mag noch auf die folgenden Werke, welche neben vielen andern über den Gebrauch der Reflexionsinſtrumente und ihre Korrektur u. ſ. w. handeln, hingewieſen werden: Beſſel (Unterſuchung der Sextanten betreffend), Abhandlungen, Bd. 2, S. 166 ff., Wislicenus, Handbuch der geographiſchen Ortsbeſtimmungen, Leipzig 1891. — Caſpari, Aſtronomie pratique, Paris 1888, Bd. 1, S. 187 ff., ziemlich ausführliche Theorie; Handbuch der Navigation und Handbuch der nautiſchen Inſtrumente, beide herausgegeben vom Reichsmarineamt. *Ambronn.*

Spiegelwand, 1. Wand, an welcher der Spiegel aufgehängt iſt, meiſt ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fenſterpfeiler, deſſen dunkle Wirkung dadurch aufgehoben wird. 2. Eine ganz aus Spiegeln gebildete Wand. *Weinbrenner.*

Spiekerhaut, eine Bekleidung der Außenhautbeplankung hölzerner Schiffe mit dünnen Planken, zum Schutz gegen Eis u. ſ. w. mit Spiekernägeln.

Spielraum muß zwiſchen gegenſeitig bewegten Maſchinenteilen gegeben werden, wenn ſonſt Klemmungen zu befürchten ſind, auch zwiſchen ruhenden Teilen mit Rückſicht auf Wärmeausdehnungen. — S. a. Meßwerkzeuge.

Da der Spielraum zwangloſe Bewegungen zuläßt, daher auch Stöße veranlaßt, beſchränkt man ihn möglichſt nach Maßgabe der Genauigkeit der Ausführung; z. B. verſchwindet er bei Kreuzkopfführungen gegenüber den Führungen an Aufzügen ſowie bei ſorgfältig geſchnittenen Verzahnungen gegenüber unbearbeitet bleibenden Zähnen. Für die Schmiere (an Zapfen) beträgt der Zwiſchenraum etwa 0,05—0,10 mm. — Ueber Stöße im Kurbelgetriebe als Folge des Zapfenſpielraumes ſ. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1893, S. 10—14. *Lindner.*

Spiere, ein behauenes und gehobeltes, nicht ſtarkes Rundholz zum Ausbringen von Segeln (Leeſegelſpiere) oder Auftakeln von Blöcken zum Uebernehmen von Gegenſtänden (Kohlenſpiere). *T. Schwarz.*

Spierentonne, ſ. Bojen, Bd. 2, S. 228.

Spießglanz, ſ. v. w. Antimon (ſ. d.).

Spießglanzbleierz, ſ. v. w. Bournonit (ſ. d.).

Spießglanzbutter (Antimonbutter), ſ. Antimonchloride.

Spill (Pumpen-, Spakenſpill), ſ. Ankerſpill.

Spiloſit, durch Berührung mit Diabas veränderte, grüne, harte, dunkelgefleckte Schiefer; wenn geſtreift Desmoſit (Harz).

Spindel, 1. im Maſchinenbau: Hauptwelle von Drehbänken (ſ. d.), Bohrmaſchinen (ſ. d.), Fräsmaſchinen (ſ. d.) u. ſ. w.; Schraubenſpindel (lange Bewegungsſchraube) der Spindelpreſſen, ſ. Preſſen, Leitſpindel der Drehbänke (ſ. d.); 2. in der Formerei: Schablonenſpindel, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 361, Fig. 30, Kernſpindel ebend. S. 358; 3. in der Textilinduſtrie: Spindeln zum Spinnen, ſ. Spinnerei, Spindeln der Webſchützen, ſ. Weberei; 4. in der Nadelfabrikation: ſ. Bd. 6, S. 557; 5. in der Uhrmacherei: Spindel der Unruhe; 6. von Aräometern (ſ. d.); 7. ſ. Triften. *A. Widmaier.*

Spindelklöbchen, Stielklöbchen zum Einſpannen der Unruheſpindel ſamt Unruhe oder einer ähnlichen Uhrwerkwelle ſamt Rad; ſ. Bd. 3, S. 674, Fig. 5.

Spindelmaß (Spindellehre) zum Meſſen der Länge von Spindeln für Taſchenuhren u. dergl. Es iſt ein rechteckiges, dünnes Meſſingblech mit Skalen an beiden Längsrändern. Die Teilſtriche ſind durch ſchräge Linien begrenzt und mit Zahlen verſehen, die ihre Länge in Nummern ausdrücken.

Spindelpreſſe, ſ. Preſſe, Bd. 7, S. 211.

Spindelſtock (Spindelkaſten) bezeichnet bei Werkzeugmaſchinen den die Hauptſpindel und ihren Antrieb enthaltenden Teil, ſ. z. B. Bohrmaſchinen, Drehbänke, Fräsmaſchinen u. ſ. w.; Hilfsvorrichtung bei Fräs- und Schleifmaſchinen, ſ. Bd. 4, S. 184, Fig. 114—116. *A. Widmaier.*

Spindeltor, ein ungleich zweiflügeliges Tor, zum Verſchluß einer möglichſt großen Oeffnung in einem Ebbetor dienend, welch letzteres bei einer Schleuſe das zeitweilig höhere Binnenwaſſer zurückzuhalten hat.

Der Zweck des Spindeltores iſt, durch plötzliches Oeffnen desſelben eine heftige Strömung des höheren Waſſers von innen nach außen zu erzeugen, um hierdurch eine Spülung des Außenfleets, d. i. ein Wegſchwemmen der in dieſem abgelagerten Sinkſtoffe, zu bewirken.

Spinell, Mineral, in der Hauptſache Aluminium-Magneſium-Oxyd, $MgAl_2O_4$ (71,95 % Al_2O_3, 28,05 % MgO).

Kriſtalliſiert regulär, beſonders in Oktaedern und Rhombendodekaedern. Farblos, oft gefärbt, rot in allen Tönen, blau, violett, blauſchwarz, grün; glasglänzend, durchſichtig; muſchelig brechend. Spröde; Härte 7½—8; ſpez. Gew. 3,5—3,8. Wird beim Glühen farblos, beim Erkalten wieder rot, nicht aber grün. Sehr ſchwer ſchmelzbar; unlöslich in Säuren; mit ſauerm ſchwefelſauerm Kali geſchmolzen, wird er zerlegt. Man unterſcheidet unter den verwandten Arten: Ceylonit, Pleonaſt (noch Eiſenoxydul und Eiſenoxyd enthaltend), ſchwarz, dunkelgrün durchſcheinend. — Chloroſpinell (mit Eiſenoxyd), ſmaragdgrün durch Kupfer. — Zinkſpinell (Zink-Aluminium-Oxyd), grünlichſchwarz; ſpez. Gew. 4,33—4,35. — Hercynit (Eiſenoxydul-Aluminium-Oxyd), dunkelgrün bis ſchwarz, undurchſichtig. — Rubinſpinell (chemiſch wie Spinell), hellrot mit Stich ins Blaue und Violette, dem Rubin ähnlich; die ſchönſten, blut- bis kochenilleroten Steine werden als „goutte de sang", die roſenroten, etwas violetten als Rubis-Balais oder Balasrubin, die gelbroten, hyacinthroten und orangegelben als Rubicelle oder Eſſigſpinell bezeichnet. Wegen ihrer ſchönen Färbung, großen Härte und ſchönen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Glanzes werden die farbigen Spinelle als Edelſteine in Brillantformen geſchliffen; die dem Rubin in der Farbe am ähnlichſten ſind auch die wertvollſten und mit Rubin beinahe gleichwertig; die grünen und blauen Spinelle ſind minderwertiger, werden aber auch als Edelſteine benutzt. Vorkommen in Ober-Birma, Ceylon, Afghaniſtan, Auſtralien, Braſilien u. ſ. w. *Leppla.*

Spinnerei [1], Inbegriff der Arbeiten, mittels welcher durch Zuſammendrehen mehr oder weniger kurzer Rohfaſern (als Baumwolle, Flachs, Schafwolle, Seidenabfälle u. ſ. w.) ein beliebig langer Faden (Garn) gebildet wird.

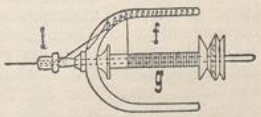
Hiervon unterſcheidet ſich das Zwirnen dadurch, daß es in dem Zuſammendrehen zweier oder mehrerer nebeneinander gelegter Fäden zu einem einzigen dickeren Faden beſteht. Im technologiſchen Sinne iſt deshalb die ſogenannte Seidenſpinnerei, inſofern es ſich bei ihr um die Vereinigung von mehreren Rohſeidenfäden zu einem Faden handelt, und die ſogenannte Glasſpinnerei nicht als „Spinnerei“ zu bezeichnen, doch iſt auch für ſie dieſe Bezeichnung im allgemeinen Sprachgebrauch gang und gäbe, während z. B. die Florettſeidenſpinnerei als Spinnerei auch im technologiſchen Sinne zu bezeichnen wäre.

Der Vorgang beim Spinnen zerfällt in drei Teile: das Ausziehen oder die Anordnung der ſpinnbaren Faſern zu einem Bändchen; das Zuſammendrehen, Drehen, Drellieren, wodurch die neben- und aneinander gereihten Faſern vereinigt werden und der Faden Rundung und Feſtigkeit erhält; das Aufwickeln oder Aufwinden des Geſponnenen, damit es ſich nicht verwirrt und bei der Fortſetzung der Arbeit nicht hinderlich wird. Das Ausziehen kann mit der Hand oder mit mechaniſchen Vorrichtungen geſchehen; zum Drehen und Aufwickeln dient eine Spindel.

Das älteſte und einfachſte Spinngerät iſt die Handſpindel, welche aus einem rund gedrehten Stück Holzes beſteht, das mit einem ſchwereren ringförmigen Schwungkörper (Wirtel) verſehen iſt. Der entſprechend vorbereitete Spinnſtoff wird an einen hölzernen Stock (Rocken, Wocken, Kunkel) gebunden. Die linke Hand zieht die Faſern aus und ordnet ſie zur Bildung eines gleichförmigen Fadens nebeneinander; die Rechte wird zur Bewegung der Spindel gebraucht. Das erſte Ende des Fadens wird an die Spindel geknüpft, die von oben geſehen in Rechtsdrehung verſetzt wird und dadurch das über ihr befindliche Fadenende nach Art des rechtsgängigen Schraubenganges (Rechtsdraht, Rechtsdrall) zuſammendreht. Hat man ſo weit geſponnen, daß die Spindel den Fußboden berührt, wird das Spinnen unterbrochen, und man wickelt das geſponnene Stück Faden auf die Spindel oberhalb des Wirtels auf, befeſtigt es wieder an der oberen Spitze mittels einer einfachen Schlinge und ſetzt das Spinnen fort, bis von neuem das Aufwickeln nötig wird; es geſchieht dies nach Löſen der Schleife und dem Abwinden der oberen ſteilen Schraubenwindungen, dem ſogenannten Abſchlagen. So geht Spinnen, Abſchlagen, Aufwinden, Auffchlagen periodiſch weiter. Genau nach demſelben Prinzip arbeitet heutzutage noch die moderne Muleſpinnmaſchine, der Selbſtſpinner (Selfactor), mit ſeinen regelmäßig wiederkehrenden vier Perioden, aber unter Benutzung von aufrechtſtehenden, etwas nach hinten geneigten Spindeln. Die Spindel kann weiter wagerecht mit langem freitragendem Ende für die Garnmaſſe, den Garnkötzer, drehbar gelagert ſein, wobei dann die Spindel durch einen beſonderen Schnurwirtel mittels eines Handrades in Umdrehung geſetzt wird (Handrad, Handſpinnrad). Auch dabei wird abwechſelnd geſponnen und aufgewickelt. Je nachdem eine Perſon arbeitet oder mehrere wird der Faden während des Spinnens entweder geneigt zur Spindel gehalten oder axial zur Spindel.

Das Spinnen kann ferner auf dem ſogenannten Seilerrad erfolgen. Bei ihm wird das eine Fadenende an einen wagerecht gelagerten Haken (Dreheiſen) befeſtigt und durch dieſen in raſche Umdrehung verſetzt, während der Seiler, rückwärts ſchreitend, die Anordnung der durch das Spinnen zu vereinigenden Faſern bewirkt; hierbei werden ſehr lange Fäden horizontal ausgeſpannt erhalten, welche in analoger Weiſe zu Seilen weitervereinigt werden können (vgl. Seilfabrikation).

Die Beſtrebungen, Spinnen und Aufwickeln fortlaufend, gleichzeitig, alſo nicht abſetzend auszuführen, haben zur Erfindung des bekannten Tretrades, der Urahne der Flügel- und der Ringſpinnmaſchine, geführt. Bei ihm wird das eigentliche Rad (die Trift) mittels eines an die Radkurbel eingehängten Knechtes durch einen Tritt in Umdrehung geſetzt. Neben dem Rade (bei den ſogenannten Bockrädern) oder über demſelben (bei den Galgenrädern) befindet ſich die Spindel (ſ. die Figur), an der wieder die eiſerne Spindel ſelbſt, der hölzerne Flügel *f* und die Spule (Rolle) *g* unterſchieden werden müſſen. Die Spindel bildet an einem ihrer Enden ein kurzes Rohr *l*, das nach innen zwei einander gegenüberſtehende ſchräge Ausgänge hat. Der geſponnene Faden tritt durch die Oeffnung am Ende der Spindel ein, kommt durch einen der Seitenausgänge wieder hervor und geht über den Flügel nach der Spule, die ihn aufwickelt. Der Flügel, die Gabel *f*, iſt ein auf der Spindel befeſtigtes gabelförmiges Holzſtück, deſſen beide Schenkel mit einer Reihe Drahthäkchen befetzt ſind, damit man über letztere den Faden auf eine beliebige Stelle der Spule einlaufen laſſen kann. Die Spule *g* (bobine franzöſiſch; pirn engliſch) ſteckt loſe auf der Spindel und iſt inſofern von deren Drehung unabhängig. — In der Einrichtung des Tretrades kommen mehrere Abweichungen vor, entweder wird nur die Flügelſpindel angetrieben und die Spule gebremſt (Urahne der Flügel- oder Waterſpinnmaſchine), oder es wird die Spule angetrieben und der Flügel gebremſt (Urahne der Ringſpinnmaſchine), oder endlich werden beide mit verſchiedener Geſchwindigkeit angetrieben (Vorfahre der Flügelvorſpinnmaſchine, des Flyers); im letzteren Falle kommt wieder voraneilender Flügel oder voraneilende Spule (Fig. 1) in Betracht. Die Relativbewegung zwiſchen Flügel und Spule iſt jedoch immer abhängig von der Geſchwindigkeit, mit der der Faden von der Spinnerin



zugeführt wird und mit der er ſich auf die Spule aufwickelt, während er durch die Umdrehung des Flügels ſeine Drehung, ſeinen Drall, ſeinen Draht erhält. — Die Konſtruktion des Tretrades wird dem Bürgermeiſter Johann Jürgen in Watenbüttel bei Braunſchweig im Jahre 1530 zugeſchrieben. Doch ſind ähnliche Vorrichtungen, die gleichfalls ein fortgeſetztes gleichzeitiges Spinnen und Aufwickeln ermöglichen, ſchon vorher bekannt geweſen (vgl. z. B. hinterlaſſene Skizze Leonardo da Vincis einer zweiſpindligen Flügelſpinnmaſchine). Neuere eiſerne Trittſpinnräder der Firma Oskar Schimmel & Co., vgl. [2].

Beim Spinnen des Garnes auf der Muleſpinnmaſchine iſt das Garn der geringſten Inanſpruchnahme ausgeſetzt, da es einfach während des Zuſammendrehens zwiſchen der Spindelſpitze und dem Liefer- bezw. Streckwerke frei hängt, bei der Flügel- und der Ringſpindel muß dagegen der Faden entweder die gebremſte Spule oder die gebremſte Fliege (Fadenöſe, Traveller) bewegen. Die Muleſpinnmaſchine wird deshalb trotz der infolge der abſetzenden Spinnweiſe verringerten Leiſtung beſonders für weichgedrehte Garne (Mulegarne) verwendet, die Waterſpinnmaſchine (Flügel- und Ringſpinnmaſchine) dagegen beſonders für die hartgedrehten, die Watergarne.

Die Arbeiten, welche in der Maſchinenſpinnerei mit den Rohſtoffen vorgenommen werden, ſind in der Regel die folgenden: Reinigung und Auflockerung, Bildung eines Bandes, Ausſcheiden kurzer Faſern, Doppeln und Strecken, Vorſpinnen, Feinſpinnen, Vollendungsarbeiten.

Die Bildung eines Bandes, eines fortlaufend lockeren Körpers aus loſe aneinander liegenden Faſern, ſtellt den erſten Schritt zur Bildung eines Fadens dar; es wird hauptſächlich durch das Krempeln oder Kratzen erzielt, durch welches die büſchel- oder flockenweiſe Anordnung der Faſern aufgehoben wird und dieſelben innerhalb eines fortlaufenden Vließes oder Bandes gleichförmig angeordnet werden.

Die Faſerſtoffe ſtellen immer ein Gemenge von mehr oder weniger langen Einzelfaſern dar. Die gleichmäßigſten Garne wird man aber aus tunlichſt gleichlangen Elementen erzielen, für feinere Geſpinſte folgt deshalb ein Ausſcheiden kurzer Faſern durch das Hecheln (bei Flachs, Hanf u. dergl.), durch das Kämmen (bei Baumwolle, Schafwolle, Werg), durch das Dreſſieren (bei der Florettſeide).

Doppeln (Doublieren, Duplieren) und Strecken werden meiſt miteinander verbunden; durch das Doppeln (Aufeinanderlegen der Bänder) wird eine Vergleichmäßigung der Bänder erzielt, durch das Strecken (gleichmäßiges Auseinanderziehen der Länge nach) aber ein Parallellegen der Faſern.

Bei dem Vorſpinnen werden die Bänder (gebotenenfalls ſchrittweiſe) verdünnt zu einem fehr lockeren und groben Faden (Vorgeſpinſt, Lunte), entweder ohne Zuhilfenahme der Drehung oder mit Zuhilfenahme einer ſchwachen oder auch einer vorübergehenden (ſogenannten falſchen) Drehung. Das Verfeinern der Bänder kann dabei entweder wieder durch Strecken der Länge nach erfolgen (bei Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute, Florettſeide, in der Kammgarnſpinnerei u. ſ. w.) oder aber auch durch Teilen der Breite nach (Florteiler der Streichgarnſpinnerei, Vigogne, Imitatgarne, Aſbeſt, Abfälle der Flachs- und Hedeſpinnerei u. ſ. w.).

Durch das Feinſpinnen werden die Vorgeſpinſtfäden in noch höherem Grade ausgezogen oder geſtreckt und verfeinert, wobei ſie gleichzeitig die vollſtändige Drehung (Drall, Draht) empfangen, ſo daß nun fertiges Garn dargeſtellt iſt. In den Spinnereien folgt ſchließlich noch die Zurichtung der Garne für den Handel, das Haſpeln, Sortieren und Verpacken. Näheres vgl. die Art. Baumwollſpinnerei, Flachs-, Hanf-, Jute-, Kammgarn-, Seiden-, Streichgarnſpinnerei, Papiergarne.

Die Feſtigkeit der Geſpinſte iſt in beſtimmter Weiſe von ihrer Drahtgebung abhängig, und zwar ſteigt am Anfange die Feſtigkeit mit der Drehung ſehr langſam, dann raſcher und ſchließlich wieder langſamer, bis plötzlich von einem beſtimmten Punkte an (kritiſcher Torſionsgrad) die Feſtigkeit wieder abnimmt (vgl. E. Müllers Geſetz in [3]). Meiſt bleibt man in der Praxis ziemlich weit unter dem kritiſchen Drehungsgrade.

Für gleiche Verwendungszwecke dienende Garne werden im allgemeinen als geometriſch ähnliche Körper, alſo mit gleichem Schraubenſteigungswinkel außen hergeſtellt. Es entſpricht das dem bekannten Geſetz, daß man die Drehung auf die Längeneinheit proportional der Wurzel aus der Garneinheitsnummer nimmt (vgl. z. B. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 612). Ueber die beim Zuſammendrehen bezw. Aufdrehen der Geſpinſte eintretende Längenänderung, die namentlich bei dem Zwirnen derſelben zu berückſichtigen iſt, vgl. [4].

Die Beſtimmung der Feinheit der Garne, der Garnnummer, erfolgt in der Regel ſo, daß angegeben wird, welches Längenausmaß (z. B. Anzahl der Kilometer, oder Anzahl der 840 Yards, Anzahl der 300 Yards u. ſ. w.) zur Erfüllung eines beſtimmten Gewichtes (z. B. 1 kg, 1 Pfund engl. u. ſ. w.) nötig iſt; der umgekehrte Fall, daß die Nummer angibt, welches Gewicht nötig iſt, um ein beſtimmtes Längenmaß zu bilden, kommt bei den Geſpinſten aus kurzen Faſern wohl nur bei der Jutenumerierung nach dem ſchottiſchen Syſtem vor (Nr. = N. 1 Pfund engl. auf 14400 Yards). Angeſtrebt wird als internationale Numerierung diejenige, welche angibt, welche Anzahl von Kilometern des Geſpinſtes auf 1 kg gehen. Da die meiſten Faſerſtoffe hygroſkopiſch ſind, iſt es üblich, das Gewicht auf einen beſtimmten normalen Feuchtigkeitsgehalt zu reduzieren (vgl. Konditionieranſtalten, Bd. 5, S. 595).

Um bei den Feſtigkeitsunterſuchungen der Garne beim Vergleich den Materialaufwand zu berückſichtigen, drückt man die Feſtigkeit derſelben aus in ſogenannter Reißlänge. Dieſe ſtellt diejenige Fadenlänge dar, welche durch ihr Eigengewicht den Bruch des Fadens bewirken würde. Ueber die Beziehungen, welche zwiſchen der Reißlänge, dem Einheitsgewicht und der bei den homogenen Materialien üblichen Feſtigkeitswertziffer (Kilogramm/Quadratmillimeter) beſtehen, vgl. [5].

Spezielle Lehrinſtitute für Spinnerei beſitzen Reutlingen (Württ.), Mülhauſen i. E., M.-Gladbach.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Allgemeine Werke über Spinnerei: Brüggemann, H., Die Spinnerei, ihre Rohſtoffe, Entwicklung und heutige Bedeutung (im Erſcheinen begriffen) Stuttgart 1897; Haußner, H., Mech. Technologie der Faſerſtoffe, I. Teil, Wien-Leipzig 1906; Müller, E., Handbuch der Spinnerei, 6. Aufl., Leipzig 1892; Reiſer und Spennrath, Handbuch der Weberei (Bd. 1, 1. Abt., Die Herſtellung der Garne), München 1894; Zipſer, J., Die textilen Rohmaterialien und ihre Verarbeitung zu Geſpinſten, 2. Aufl., Wien-Leipzig 1909; Spezialwerke vgl. die betreffenden Artikel. — [2] Kirchhoffs techn. Blätter 1901, S. 8. — [3] Civilingenieur 1880, S. 137. — [4] Ebend. 1883, S. 369, und Leipz. Monatſchr. f. Textilinduſtrie 1904, S. 302. — [5] Müller, E., Handbuch der Spinnerei, 6. Aufl., Leipzig 1892, S. 28. *E. Müller.*

Spinnfafern (Textilfafern), gewiſſe pflanzliche und tieriſche Gewebselemente oder Ausſcheidungen, die mittels des Spinnprozeſſes (bei der Rohſeide mittels des Filierens) zu einem Faden (Garn-, Geſpinſtfaden) vereinigt werden können. Von dem einzigen aus dem Mineralreich ſtammenden Spinnſtoff, dem Chryſotil oder Serpentinaſbeſt, iſt hier abgeſehen. Die wichtigſten Eigenſchaften, welche die Anwendung der Faſern zu Spinnmaterialien ermöglichen, ſind die Feſtigkeit, Länge, Feinheit, Geſchmeidigkeit und Dauerhaftigkeit. Die Pflanzenſpinnfaſern ſind entweder Gebilde der Oberhaut (Haare) oder ſie ſind Gewebsbeſtandteile des Stammes, wie die Baſtfaſern verſchiedener dikotyler Pflanzen (Flachs, Hanf, Jute), die Faſerbündel monokotyler Gewächſe (Manilahanf) oder ganze Gefäßbündel (Pitafaſer, Coir u. ſ. w.) und Gruppen von ſolchen (Piaſſave) [6], [7]. Die tieriſchen Spinnfaſern ſind die als Haare bezeichneten Horngebilde der Epidermis höherer Tiere oder Exkretionen der Spinndrüſen von Schmetterlingsraupen und Muſcheln, die tieriſche Seide genannt werden, oder endlich Sehnenfaſern.

Die Erfahrungen, die man durch die Studien des Färbungsprozeſſes der Faſern gewonnen hat und welche die chemiſche Struktur der die Faſern zuſammenſetzenden Stoffe zum Teil aufgeklärt haben, laſſen ſich auch für die Erkennung von Faſergruppen verwerten; insbeſondere erſcheinen die Doppelfärbungen geeignet, in einem Gewebe verſchiedene Faſerarten ſofort ſichtbar zu machen. Suida [1] hat gezeigt, daß die Färbevorgänge bei der Celluloſe (Baumwolle) wohl größtenteils auf Diſſoziationsvorgängen, Adſorptionserſcheinungen, Kapillaritätswirkungen oder Löſungserſcheinungen, kurz auf phyſikaliſchen Urſachen beruhen, daß dagegen bei der Wolle und Seide die Färbung ein chemiſcher Vorgang iſt, indem in den animaliſchen Faſern die aktiven ſauern Atomgruppen die Farbbaſen der baſiſchen Farbſtoffe chemiſch binden; die baſiſchen Atomgruppen dieſer Faſern binden anderſeits die Säure des baſiſchen Farbſtoffes, worin ſie durch Aſchenbeſtandteile der Faſern unterſtützt werden. (Suida.) Vgl. insbeſondere [2]–[4]. Weiters wurde gefunden [5], daß bei gleichzeitigem Färben von Wolle und Seide in einem Bade mit Farbſtoffgemiſchen die Seide ſich der mehr baſiſchen, die Wolle der mehr ſauern Farbſtoffe bemächtigt, wodurch ſchöne Doppelfärbungen erzielt werden, z. B.: mit Fuchſin *S* + Pikrinſäure wird Wolle gelb, Seide mittelrot; mit Methylgrün + Orange II-Säure wird Wolle grünlich orange, Seide dunkelgrün; mit Brillantgrün + Kriſtallponceauſäure wird Wolle bordeauxrot, Seide grünlichblau; hier wurden nur loſe Faſern verwendet. In Geweben heben ſich die Farben ſchärfer und ſchöner voneinander ab. Für die Praxis (zur raſchen Orientierung) wird ſich nach Suida eine Färbemethode, die man für hiſtologiſche Präparate braucht, beſonders empfehlen. Taucht man ein Strähnchen Seide und ein ſolches aus Wolle gleichzeitig in eine Miſchung von 5 Teilen konzentrierter wäſſeriger Pikrinſäurelöſung und 1 Teil konzentrierter wäſſeriger Löſung von Säurefuchſin (Van Gieſon-Miſchung) kalt während fünf Minuten ein und wäſcht die Strähnchen hierauf gründlich mit Waſſer, ſo erſcheint die Wolle rein gelb, die Seide tief orangebraun gefärbt. Oder man wendet eine Miſchung von Kriſtallponceauſäure und Alkaliblau an, in der die Wolle ſchön rot, die Seide blau gefärbt wird.

Pflanzenſpinnfafern.

A. Haarbildungen. — Baumwolle. Das Samenhaar (Fig. 1) verſchiedener Gossypiumarten, insbeſondere G. barbadense, das die beſte Sorte, die Sea Island oder lange Georgia, liefert; von G. hirsutum ſtammt Upland; G. herbaceum, arboreum, religiosum. Einzellig, an einem Ende offen, am andern ſpitz kegelförmig oder mehr oder weniger abgerundet; bandartig, häufig korkzieherartig gedreht, bis 5 cm lang (meiſt aber nur 3—4 cm), 12—40 μ breit, das Lumen meiſt breit, bei Sea Island ſchmal. Beſteht größtenteils aus Celluloſe, beſitzt wie jedes Oberhautgebilde eine Cuticula; die innerſte Schicht beſteht aus Eiweißkörpern. In Kupferoxydammoniak löſt ſich die Celluloidſchicht tonnenförmig, die Cuticula bleibt in Ringen (und Fetzen), das innerſte Häutchen als ein darmähnlich gewundener Schlauch zurück, der aber ſchließlich auch in Löſung geht (Fig. 2). Querſchnitte ſtets einzeln, elliptiſch, eiförmig, auch gekrümmt, nach Behandlung mit Jod und Schwefelſäure breit elliptiſch gequollen, außen dunkelblau, innen heller. Tote Baum-

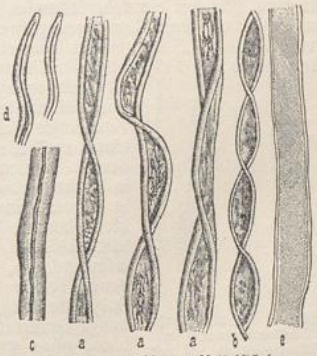


Fig. 1. Baumwolle. *a* Mittelſtücke von reifen Haaren. *b* Schwächeres Haar mit fehr regelmäßiger Drehung. *c* Sehr ſtark verdickte Partie eines Haares. *d* Endſtücke. *e* Tote Baumwolle.

wolle (Fig. 1, *e*) ſind die unreifen, ſehr dünnen, meiſt zuſammengeknäuelten, Knoten bildenden Haare; halbreife ſolche, deren Wand noch nicht die volle Stärke erreicht hat [8]—[10]. Für die Güte der Baumwolle iſt die Länge von großer Bedeutung; danach gibt es fünf Hauptſorten: 1. Sea Island, 2. ägyptiſche (Mako), 3. braſilianiſche und peruaniſche, 4. nordamerikaniſche (ausgenommen Sea Island) und 5. oſtindiſche (Surate). Sea Island iſt die vollkommenſte und egalſte Sorte, hat den kleinſten Querſchnitt, ſeidigen Glanz und zeigt die Windung in regelmäßiger Aufeinanderfolge ([23], S. 55). Die ägyptiſche Baumwolle, Mako oder Jumel, gleicht der vorigen, enthält noch feinere Faſern; die beſte Qualität heißt Gallini. Garne von gleichen Nummern, aus amerikaniſcher und aus Mako dargeſtellt, verhalten ſich in der Feinheit verſchieden, letztere ſind feiner; ſie haben ſchmälere Faſern, und die große Gefchmeidigkeit derſelben geſtattet ein enges Aneinanderſchließen der Faſern im Spinnprozeß, wodurch das Garn dichter und widerſtandsfähiger wird. Der Glanz und eine Vergrößerung der Feſtigkeit (angeblich bis 40 %) wird erreicht durch das Mercerifieren (ſ. d., Bd. 6, S. 362/63). Mercerifierte Baumwolle (Fig. 3) zeigt mikroſkopiſch folgendes: Die Faſer gleicht einem ziemlich geraden, runden, glatten Stabe, das Lumen iſt entweder in ſeiner ganzen Länge ſichtbar (*a*), erſcheint aber verſchieden breit, meiſt zu einem Faden reduziert, oder es iſt nur in kleinen Strecken deutlich (*b*, *c*), ſo daß es eine Strichelreihe bildet. In Cuoxam quillt ſie gleichmäßig auf, ohne Tonnen zu bilden (Fig. 3 *d*) und eine darmähnliche Einrollung des Innenſchlauches findet nicht ſtatt, denn einer ordentlich mercerifierten Baumwolle fehlt die Cuticula, wie ich zuerſt (1901) nachgewieſen habe; freilich iſt ſie oft noch, wenigſtens ſtellenweiſe, vorhanden, wo das Reagens nicht angegriffen hat. Mit Baumwolle und Sulfitcelluloſe (50 %) gemiſchtes Spinnmaterial heißt Silvalin und wird als Erſatz für Jute zu Säcken verwendet, die ſich brauchbar erwieſen haben. Die bei der Gewinnung der Baumwolle abfallende kurze Grundwolle wird zu Filzen, Polſtermaterial, Schießbaumwolle, Papier u. ſ. w. verwendet [24]. Die Seidigkeit der Baumwolle hängt von der mehr oder weniger glatten Cuticula ab, die Feinheit von der Größe des Querſchnitts. Ueber Kultur, Verbreitung, handelstechniſche Verhältniſſe ſ. [11]. Verwendung zu Garnen, Zwirnen, Geweben und zu Charpie. Urſprünglich verſtand man unter letzterer in Deutſchland gezupfte alte Leinwand, in England ein weiches, auf einer Seite wolliges Gewebe mit Baumwolleinſchlag. Heute iſt gewöhnlich Baumwollwatte, das von Schiffſtauen erhaltene Werg (Stuppa, Oakum), ferner Kapok als Charpie gebräuchlich. Pflanzendunen, Kapokwolle ſ. Polſtermaterialien (Bd. 7, S. 179), Pflanzenſeide ſ. ebendaſelbſt.

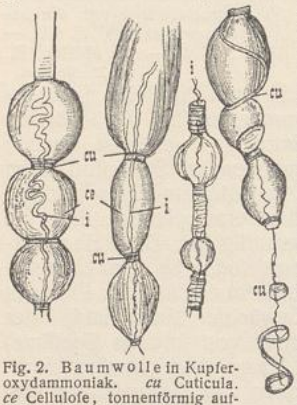


Fig. 2. Baumwolle in Kupferoxydammoniak. *cu* Cuticula. *ce* Celluloſe, tonnenförmig aufgequollen, in der Figur rechts ſchon zerfloſſen, während die Cuticula in Geſtalt von Ringen (*cu*) zurückbleibt. *i* Innenſchlauch.



Fig. 3. Mercerifierte Baumwolle. *a*, *b*, *c* In Waſſer. *d* In Kupferoxydammoniak. *e* Kontur des Lumens in Cuoxam mit abwechſelnder Erweiterung und Verengerung.

B. Baſtfaſern, Faſerbündel, Gefäßbündel. — Flachs, Leinenfaſer beſteht aus den Baſtfaſern der Leinpflanze (Linum usitatissimum). Die techniſche Faſer ſetzt ſich je nach der Feinheit aus wenigen bis zwanzig und mehr anatomiſchen Faſern, d. i. Faſerzellen, zuſammen, daher im Querſchnitt immer Gruppen von Zellen zu ſehen ſind. Geringere, mangelhaft gereinigte Sorten enthalten noch andre Gewebe des Leinſtengels. Die Baſtfaſerzellen ſind farblos, bis auf ein ſehr ſchmales Lumen verdickt, in feine ſpitze Enden auslaufend (Fig. 4), mit Quetſch- und Demolierungsſtreifen verſehen, die am Kontur oft Knoten bilden — nach v. Höhnel [12] Folgen des Wachstumsprozeſſes (Rindendruck), nach Schwendener [13] aber nur durch die Präparation bedingte Erſcheinungen. In Garn und Leinwand zeigen die Faſern oft breitgequetſchte Partien (Fig. 4, *B*). Faſt vollſtändig frei von Lignin (nur beſtimmte Stellen ſind nach v. Höhnel [14] verholzt); in Jod und verdünnter Schwefelſäure treten drei Schichten auf: eine äußere dunkelblaue, zerfließende Mantelſchicht, ein längsgeſtreifter dunkelblauer Schlauch, der am Lumen mit einem gelben Saume abſchließt; in ſtarker Schwefelſäure quillt die ganze Zellenwand in blauer, wulſtiger Maſſe auf, der Innenſchlauch bleibt längere Zeit reſiſtent. In Kupferoxydammoniak tritt blaſiges Auftreiben und Zerfließen der Celluloſewand ein, der Innenſchlauch bleibt als gewundener Faden zurück. Querſchnitte: ſcharfeckige Polygone mit geraden Seiten in lockerem Zuſammenhang. Lumen ſehr klein, in Jod und Schwefelſäure blau, ohne gelbe Außenlamelle (Fig. 5), ſtets mit (gelbgefärbtem) Inhalt. Faſern aus den unteren Teilen des Stengels haben ähnliche Querſchnitte wie Hanf [6], [7]. Das bei der Gewinnung abfallende Werg (Heede, Tors) wird zu Werg oder Tow-

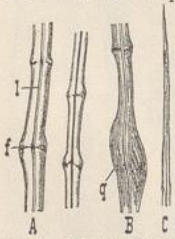


Fig. 4. Flachs (Baſtzellenfragmente in Längsanſicht). *A* faſt unverſehrt. *B* Stark gequetſcht. *C* Endſtück. *f* Querfalten. *l* Lumen. *q* Spiralige Quetſchſtreifung.

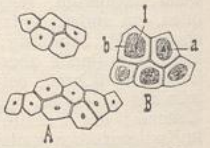


Fig. 5. Flachs (Baſtzellenquerſchnitte). *A* In Waſſer, *B* Nach Behandlung mit Jod und Schwefelſäure. *a* Dunkelblau zerfließender Saum. *b* Innere, geſchichtete, lichtblaue Partie. *l* Lumen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

garn ([23], S. 72) verarbeitet. Eine neue Methode zur Unterscheidung von Flachs und Hanf i. bei letzterem. Ueber Mikroskopie der Flachsfasern von verschiedenen Stellen des Stengels vgl. a. [25].

Hanf, die Bastfasern der Hanfpflanze (Cannabis sativa). Die männliche Pflanze (Sommer-, Staubhanf oder Hanfhahn) liefert die feinsten Fasern; die weibliche (Winterhanf, Bästling, Bösling, Hanfhenne) wird bis zur Samenreife gezogen, also zu einer Zeit geerntet, in der die Fasern sehr stark verholzt und brüchig sind. Berühmt sind die feinen italienischen (Bologneser) Hanfe; Algier liefert Sorten bis zu 3 m Länge. Bastfasern 16—50 μ dick, schwach verholzt, Lumen ziemlich breit, Zellwände längsgestreift (geschichtet), sehr häufig mit Verschiebungen, Quetschfalten, Ausbauchungen; Enden teils stumpf, teils spitz, einfach oder mit einem oder zwei kurzen stumpfen Seitenästchen versehen, also verzweigt (Fig. 6). v. Höhnel zeigt in [14], daß die nordischen Hanfe nur selten verzweigte, meist einfache, die südlichen (italienischen, spanischen) dagegen meist verzweigte Enden besitzen. Auch die Verholzung steht mit der Verzweigung in geradem Verhältnis. In Kupferoxydammoniak quillt die Faser mächtig auf, die innerste Wandschicht bildet häufig einen vielfaltigen breiten Schlauch, Querschnitte in Gruppen, fest aneinander haftend, unregelmäßig, rundlich oder abgerundet polygonal (Fig. 7) mit spaltenförmigem, oft verzweigtem Lumen, in Jod und Schwefelsäure blau bis auf die gelbe Außenlamelle. In der Längsansicht sind Flachs und Hanf schwer voneinander zu unterscheiden. Cramer [15] zieht die im Hanfstengel an den Faserbündeln liegenden braunen (Gerbstoff-?) Schläuche (Fig. 5) zur Diagnose heran, ferner die kleinzellige Oberhaut und die außen rauhen Haare (Fig. 8, *h*); können diese im Hanfgarn gefunden werden, so ist die Diagnose leicht. Eine bequeme Methode zur Unterscheidung von Flachs und Hanf beruht auf der Auflösung der Fasern durch das Wiesnersche Schwefelsäure-Chromsäure-Gemisch [26]. Bei der Aufquellung bildet die Innenhaut beim Flachs einen sehr schmalen, plastisch hervortretenden, teils wellenförmig, teils unregelmäßig, fast blitzartig gewundenen Schlauch (vgl. 1—7 in Fig. 9); in Fasern von schon gebrauchter Leinwand erscheint der Innenschlauch gerade, aber rauh und gekörnelt; die Quetschfalten der Verdickungsschichten treten als weite Risse auf (vgl. 8—10 in Fig. 9). In Hanffasern entwickelt sich der Innenschlauch zu einer geraden, plastisch hervortretenden, niemals wellenförmig gewundenen Röhre (1 und 4 in Fig. 10), die an einem Faserabschnitt oder an einem Rißende (3 in Fig. 10) vor dem gänzlichen Zerfließen sich konisch ausweitet. Im Handel heißt der gebrochene Hanf Basthanf, der gehechelte Reinhanf, der wieder in Schuster- und Spinnhanf zerfällt.

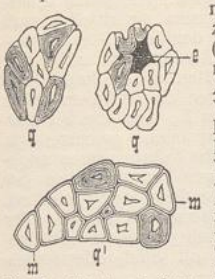


Fig. 7. Hanf. *q* Querschnitte der Bastfasern in Wasser, bei *e* eine Lücke. *q'* Querschnitt, mit Jod und Schwefelsäure behandelt. *m* Mittellamelle.

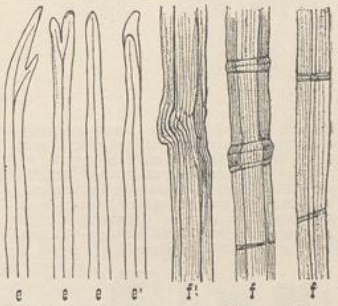


Fig. 6. Hanffaser. *f* Längsansichten, *f'* solche mit starker Quetschung. *e*, *e'* Enden. Bei *e'* liegt der Zahn vor dem Ende.

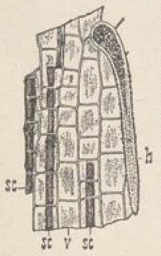


Fig. 8. Hanf. Partie der Oberhaut mit einem Haare *h* und mit darunter liegenden braunen Schläuchen *sc*.

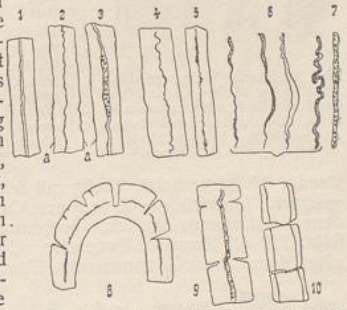


Fig. 9. Flachsfaserstück in verschiedenen Phasen der Einwirkung des Chromsäuregemisches. 1—6 Fasern aus unverarbeitetem Flachs. 7 Innenschlauch einer Flachsfaser aus gebrauchter Leinwand. 8 und 9 Flachsfasern aus gebrauchter Leinwand. 10 Faser von der Stengelbasis.

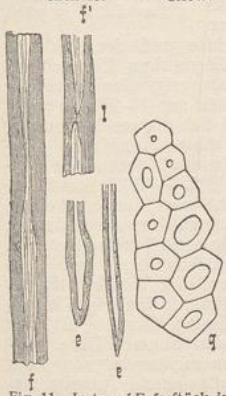


Fig. 11. Jute. *f* Faserstück in Längsansicht mit Lumenverengerungen, *f'* ein solches mit unterbrochenem Lumen bei *l*. *e* Endstücke. *q* Querschnitte.

Jute [27] stammt von mehreren ostindischen Arten der Tiliaceengattung Corchorus (C. capsularis, olitorius) und setzt sich nur aus Bastzellen zusammen. Diese sind gelblichgrau, glänzend, sehr lang, 17—23 μ breit, die Wände nicht geschichtet und verschieden mächtig, so daß an einer und derselben Faser das Lumen sehr verschieden weit, ja stellenweise ganz verschwinden kann (Fig. 11, *f'*). Enden abgerundet und verdickt. Verholzung sehr stark, daher die mit der Zeit entstehende Bräunung der Jutegewebe und die geringe Dauerhaftigkeit. Querschnitte (Fig. 11, *q*) in Gruppen fest zusammenhängend, Polygone mit ge-

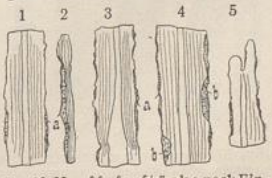


Fig. 10. Hanffaserstücke nach Einwirkung des Chromsäuregemisches. *a*, *b* Reste der Außenschicht. 5 Gabelende.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

raden Seiten, scharfen Ecken und verschieden großen Lumina. In Jod und Schwefelsäure goldgelb. Aus den Abfällen der Jute, des Flachses und Hanfes stellt man ein wolleähnliches, zu ordinärem Tuch verwendetes Produkt dar, die Kosmosfaser, Laine artificielle oder Kunstwolle (nicht zu verwechseln mit Shoddy und Mungo). — Gambohanf, Ambaree fibre, Bimlipatamhanf, Hibiscusfaser, die Bastfaser von Hibiscus cannabinus, der Jute sehr ähnlich, gelblichweiß bis graugelb, verholzt (aber nicht gleichmäßig), bis 6 mm lang, 14—20 μ breit, an den stumpfen, mitunter gegabelten, seltener spitzen Enden stark verdickt (Fig. 12, *e*); das Lumen sehr verschieden weit, mitunter verschwindend (Fig. 12, *f'''*). Querschnitte dicht zusammenhängend, polygonal scharfeckig, aber auch abgerundet; Lumina verschieden groß (Fig. 12, *q* und *q'*). Außenlamelle deutlich. Als Gambohanf werden auch die Fasern von Abelmoschus und Urena bezeichnet. Beide besitzen Kristallzellen, die der Jute fehlen.

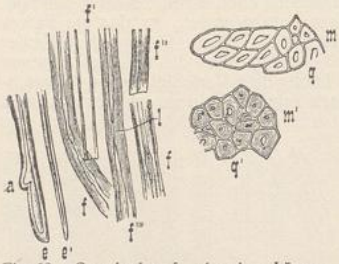


Fig. 12. Gambohanf. *f* und *e* Längsansichten. *f* Faserstück mit unregelmäßigem, *f'* mit sehr weitem, *f''* mit sehr engem, *f'''* mit bei *l* unterbrochenem Lumen. Bei *l* ist die Faser lumenlos, daher gänzlich verdickt. *e* Breites Faserende mit einer Abzweigung *a*. *e'* Schmales Faserende. *q* Querschnitte mit großem, *q'* mit sehr kleinem Lumen. *m* Mittellamelle.

Neffelfasern. Dazu gehören die Bastfasern unsrer gemeinen Brennessel, Urtica dioica *L.*, und die Ramie. Die gemeine Brennessel liefert sehr feine, geschmeidige, weiche, lange und hinlänglich feste Fasern, deren allgemeine Verwendung an der geringen Fasermenge in der Pflanze und der Schwierigkeit der Gewinnung scheitert. S. darüber besonders [16]. Die Fasern sind gerade oder schief gestreift, oft abgeplattet, durch plötzliche Verengerungen charakterisiert, die Enden oft löffel- oder spatelförmig. Nicht verholzt, häufig mit feinkörnigem Inhalt, Kristallzellen angelagert. Querschnitte in lockeren Gruppen, länglich, rundlich-eiförmig, denen des Hanfes ähnlich. Querdurchmesser 30—60 μ (nach J. Möller selbst 120 μ). Ramie, Raméfaser, Chinagras, Thou Ma von Böhmeria nivea *Gaud.* und B. tenacissima *Gaud.*, eine durch Länge, Festigkeit, Weichheit und Seidenglanz höchst ausgezeichnete Faser, die bis zu einem gewissen Grade die Eigenschaften der Baumwolle, des Flachses und der Seide in sich vereinigt. Die Gewinnung ist noch mit großen technischen Schwierigkeiten verknüpft; die frische Pflanze enthält nur 1—2 % an reiner Faser. Hieraus erklärt sich die verhältnismäßig geringe Verwendung dieser Spinnfaser. Ausführliches über Gewinnung, technische Verarbeitung u. s. w. s. [17], [27]—[29]. Reinst dargestellte Ramie besteht aus blendendweißen, sehr feinen, glänzenden Fasern; die Bastzellen sind 20—80 μ breit (die breitesten der technisch verwendeten Pflanzenfaserzellen), mit verschieden weiten Lumen, die Wände mit sehr auffälligen Falten, Spalten, Riffen (Fig. 13, *f*, *r*), nicht verholzt, die Enden (Fig. 13, *B*) dick abgerundet; in Jod und Schwefelsäure zeigt sich ein gelbgrüner Innenschlauch, von einer blauen, wulstigen Außenschicht spiralig umlagert (Fig. 13, *C*), Querschnitte (Fig. 14, *A*, *B*) teils einzeln, teils zu 4—8, länglich, unregelmäßig abgerundet polygonal, das Verhalten in Jod und Schwefelsäure (Fig. 14, *C*) sehr

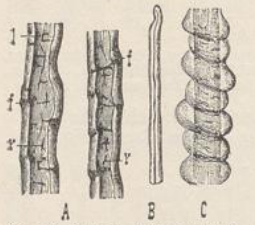


Fig. 13. Ramie (Längsansicht). *A* und *B* in Wasser, *C* nach Behandlung mit Kupferoxydammoniak. *A* Weitlumige Mittelstücke. *B* Endstück. *f* Quetschfalten. *r* Längsrisse. *l* Lumen.

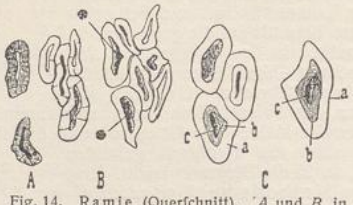


Fig. 14. Ramie (Querschnitt). *A* und *B* in Wasser. *A* Einzelquerschnitte mit Demolierungserscheinungen. *B* Querschnittgruppen (bei * gelber, granulöser Inhalt). *C* Nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure. *c*, *a* Tiefblauer, ungeschichteter Mantel. *b* Hellblaue, geschichtete Partie. *c* Lumen mit gelbgrünem Saum und goldgelbem Inhalt.

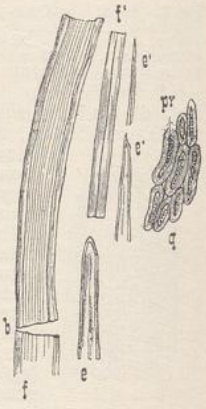


Fig. 15. Hopfenfaser. *f* Mittelstück einer breiten, *f'* einer schmalen Faser. *e* Ende der ersteren, *e'* Enden der schmalen Faser. *b* Bruchstelle. *q* Querschnitt. *pr* Inhalt.

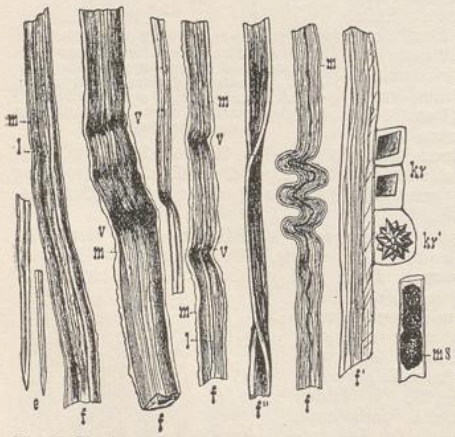


Fig. 16. Papiermaulbeerfaser von Broussonetia papyrifera. *f* Dickwandige Fasern. *e* Endstücke. *m* Scheidenartige Umhüllung. *l* Lumen. *v* Quetschfalten (Verschiebungen). *f'* und *f''* Bandartig dünnwandige Fasern, *f''* baumwollartig eingeschlagen. *ms* Stück eines Milchsaftschlauches. *kr* und *kr'* Oxalatkristalle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

charakteriſtiſch. Sehr ähnlich iſt die Roafafer von Pipturus argenteus [7]. Die aus Ramiegarn erzeugten leinwandartigen Gewebe heißen Grascloth.

Hopfenfafer von Humulus Lupulus *L.*, nach dem Nördlingenſchen Verfahren (Kochen der Hopfenſtengel in verdünnter Seifen- und Sodalöſung, Waſchen und Kochen in Eſſigſäure u. ſ. w., ſ. beſonders [18]) gewonnen, wird hauptſächlich als Papierſtoff verwendet. Die Baſtfaſern ſind tief rotbraun, die Zellen dünnwandig, glatt, 23—30 μ breit (Fig. 15, *f*), glatt brüchig, nicht verholzt; die Enden breit, abgerundet; ſeltener ſind dickwandige, ſchmale Zellen (Fig. 15, *f'*). Querſchnitte ſchmal-elliptiſch oder länglich, faſt immer deutlich geſchichtet (Fig. 15, *q*). Auch die Haken- und Amboshaare (Klimmborſten) der Hopfenepidermis kommen unter den Faſern vor.

Papiermaulbeer-, Tapa-, Kodzufafer, liefert ſehr weiche Gewebe und außerordentlich feſtes Papier; ſie ſtammt von Broussonetia papyrifera *Vent.* Die techniſche Faſer iſt ſchmutzigweiß oder gelblich, beſteht aus Baſtzellen und anlagernden Parenchymzellen, Milchröhren (Fig. 16). Die Baſtzellen ſind 1—2 cm und darüber lang, dickwandig oder baumwollähnlich flach und breitlumig, nicht verholzt; Enden ſpitz; Verſchiebungen, Demolierungserſcheinungen, wellenförmige Verkürzungen ſehr deutlich. Die Außenlamelle mit den damit verſchmolzenen Verdickungsſchichten [30] bildet eine loſe, ſcheidenartige Umhüllung, das wichtigſte Kennzeichen dieſer Faſer. Begleiter der Faſern ſind Parenchymzellen mit Kriſtallen und Milchſaftſchläuchen. Querſchnitte einzeln oder in Gruppen, ſchmaldreieckig, geſtreckt polygonal mit abgerundeten Ecken, deutlich geſchichtet (Fig. 17). Ueber den Rindenquerſchnitt ſ. [19]. Die Faſer vereinigt die Eigenſchaften des Flachſes mit denen der Baumwolle.

Sunn, Kalkutta-, Madras-, Bombay-, Conkaneehanf, brauner, indiſcher, oſtindiſcher Hanf, Ghore sun, Taag, Chin-pat, Chumeſe, Salfetti, von Crotalaria juncea *L.*, dient in der Heimat zu Geweben, in England, Frankreich und Amerika zu grobem Papier, zu Seilen und Packtuch.

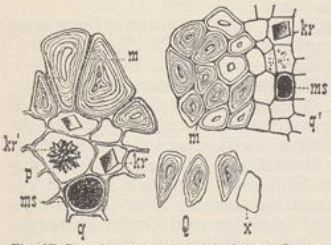


Fig. 17. Papiermaulbeerfafer. *q* Querſchnitte großer, *q'* Querſchnitte ſchmaler Faſern. *Q* Einzelquerſchnitte. *m* Scheidenartige Umhüllung, bei *x* dieſelbe nach dem Herausfallen des Faſerquerſchnittes. *ms* Milchsaftſchlauch. *kr*, *kr'* Oxalatkriſtalle. *p* Parenchymzellen.

Die grobe Faſer iſt dunkelflachsgrau, die feine gelblichgrau, glänzend; letztere beſteht nur aus Baſtfaſerzellen. Dieſe ſind 30—40 μ lang, 25—30 μ breit, teils glatt, teils geſtreift; das Lumen iſt breiter als die Wanddicke, die Enden halbkugelförmig abgerundet, ſehr ſtark verdickt. In Jod und Schwefelſäure bildet ſich ein in Körnchen ſich auflöſender Mantel, über dieſen fließt die blaue Celluloſemaſſe heraus, während ein grünlichgelber Innenſchlauch zurückbleibt. Querſchnitte dem Hanf ſehr ähnlich, eirundlich, rundlich-dreieckig; das weitere Lumen und die ſehr ſtarken Außenlamellen laſſen einigermaßen den Sunnhanf von unſerm Hanf unterſcheiden.

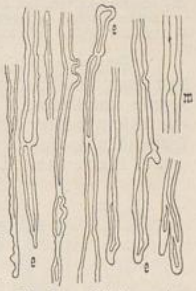


Fig. 18. Mitſumata. *e* Endſtücke. *m* Mittelſtück.

Pfriemenfafer. Die langen, binſenförmigen Zweige des ſpaniſchen Pfriemen, Spartium junceum *L.*, liefern eine für Papierfabrikation taugliche feine, weiche, weiße und feſte Faſer. Dieſe beſteht aus Baſtzellen zweierlei Art, aus ſchmalen, im Querſchnitt polygonalen, und aus breiten, weitlichtigen, im Querſchnitt länglichrunden Faſern. An allen Faſern ſind deutlich zwei verſchiedene Wandſchichten zu unterſcheiden, eine äußere, ſehr ſchmale, verholzte, und eine innere Celluloſemembran, das beſte Kennzeichen dieſes Rohſtoffes. Querſchnitte denen des Hanfes ähnlich, nur etwas kleiner, die Mittellamellen ſehr breit. Von der Pfriemenfafer iſt die Ginſterfafer, die vom Beſenginſter, Sarothamnus scoparius (Cytisus scoparius), herrührt, kaum zu unterſcheiden.

Die japaniſche Mitſumatafafer von Edgeworthia papyrifera *Miqu.* (Thymelaeaceae) iſt gegenwärtig auch für Europa wichtig geworden, da die daraus verfertigten feinſten Papiere allgemein verbreitet ſind. Die Faſer beſteht aus 4—18 μ breiten Baſtzellen, die höchſt unregelmäßig gebaut ſind (Fig. 18). Die Enden ſind meiſt abgerundet, verbreitert, ſelten ſpitz, häufig gabelig, gekröpft, mit Vorſprüngen verſehen; das Lumen iſt öfters unterbrochen, die Verdickung daher ſehr ungleichmäßig. Die Faſer iſt nicht verholzt und durch ihre Feinheit bei bedeutender Feſtigkeit höchſt ausgezeichnet ([6] und [31]).

Manilahanf, Muſa-, Bananenfaſer, Plantain fibre, Siam hemp, Menado hemp, Abaca, White rope, ſtammt von der auf den Philippinen einheimiſchen Musa textilis *Louis Née* (= M. mindanensis *Rumph.*), deren Scheinſtengel, von den Blattſcheiden und -ſtielen gebildet, dreierlei Faſern liefert: 1. Bandala, die von den äußerſten Partien kommenden gröbſten, zu Seilerwaren beſtimmten Faſern; 2. Lupis, die Faſern der nächſten Region, und 3. Tupoz, die der innerſten Teile, die feinſten und ſchwächſten. Manilahanf liefert die beſten Schiffstaue, iſt ſehr haltbar, zugfeſt und leicht. Die grobe Faſer iſt gegen 7 m, die feinere 1—2 m lang; ſie iſt etwas ſteif, ſehr zähe, glänzend, gelblich- bis bräunlichweiß und ſo glatt, daß ſie ſich mit einem Roßhaar vergleichen läßt. Sie iſt verholzt und beſteht aus Baſtfaſern, Parenchymzellen und Spiralgefäßen. Die Baſtfaſern ſind glatt, ziemlich dünnwandig (Fig. 19, *F*), die Enden ſpitz. Die Querſchnitte zeigen teils große weitlumige (Fig. 19, *q*), teils kleine dickwandige Zellen (Fig. 19, *q'*). Breite der Baſtfaſer 12—40 μ. Die Aehnlichkeit mit neuſeeländiſchem Flachs (der aber faſt nicht mehr im Handel erſcheint) und mit Pita iſt ſehr groß; von erſterem unterſcheidet ſich Manilahanf durch das weite Lumen, von letzterem durch die ſpitzen Enden. Begleitet ſind die Faſerzellen von verkieſelten Plättchen (Stegmata), die man in der Aſche leicht auffinden kann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

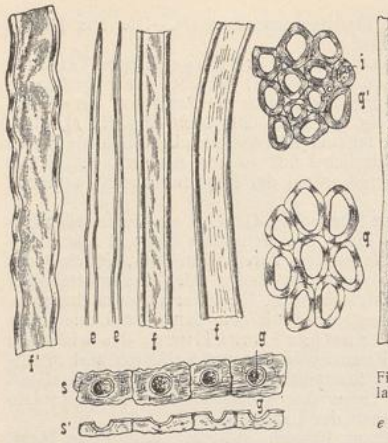


Fig. 19. Manilahanf. *f* Faferftücke in Längsanficht. *f'* Gequetfchtes Faferftück. *e* Endftücke (Spitzen). *q* Querfchnitte von gröberen, *q'* folche von feineren Fafern, bei *i* eine mit Eiweißkörpern verfehene Fafer. *s* Stegmata von der Fläche, *s'* von der Seite. *g* Vertiefung der Stegmata.



Fig. 21. Sifalhanf. *m* Stück einer langen, weitlichtigen, *m'* einer kurzen dickwandigen Fafer. *e* Endftücke. *kr* Oxalatkriftalle und Bruchftücke derfelben.

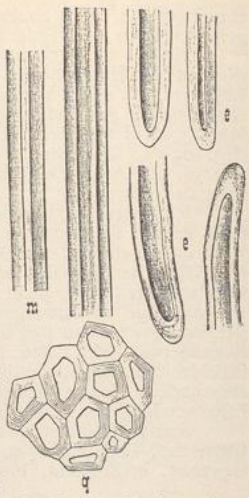


Fig. 20. Pitahanf von Agave americana. *m* Mittelftücke. *e* Enden. *q* Querfchnitte.

(Fig. 19, *s*, *s'*). Die Verfälfchungen mit Pita find nicht felten; letzterer hat nur die halbe Tragkraft.

Pita- und Sifalhanf. Die Pitafafer, Kampechehanf, fälfchlich auch Aloefafer genannt, ftammt größtenteils aus den Blättern der hundertjährigen Aloe, Agave americana *L.*, und wird in Mexiko gewonnen. Von Yucatan und Weftindien kommen die Fafern andrer Agavearten fowie der verwandten Fourcroya cubensis *Han.*, F. gigantea, die (nach dem Ausfuhrhafen Sifal) Sifalhanf oder Hanfgras, mexikanifches Gras, Seidengras, Henequen, Losquil genannt werden. Es fcheint im Handel eine fcharfe Unterfcheidung zwifchen Pita und Sifal (in Oefterreich „Fibris“ genannt) nicht gemacht zu werden. Pita (Fig. 20) befteht aus Baftfafern, Spiroiden und Oxalat führenden Parenchymzellen. Sehr ähnlich ift Sifal gebaut (Fig. 21), die Fafern zeigen mitunter Querfpalten. Die technifche Fafer ift grob, gelblich, ziemlich elaftifch und dient zu Seilerwaren, fehr billigen Schultafchen und Netzwaren, gefärbt als Surrogat für Roßhaar, in größter Menge aber zu Bürften. Die Baftfafern find höchft gleichförmig gebaut; Wände meift dünn, Lumen breit. Enden ftumpf und breit, oft verdickt (Breite 17—28 μ), ftark verholzt (Fig. 20, *m*, *e*); Querfchnitt fcharf polygonal (Fig. 20, *q*). Charakteriftifch für beide Fafern ift das Vorkommen der großen fäulenförmigen Kriftalle, die oft fchon mit freiem Auge fichtbar find (Fig. 21, *kr*).

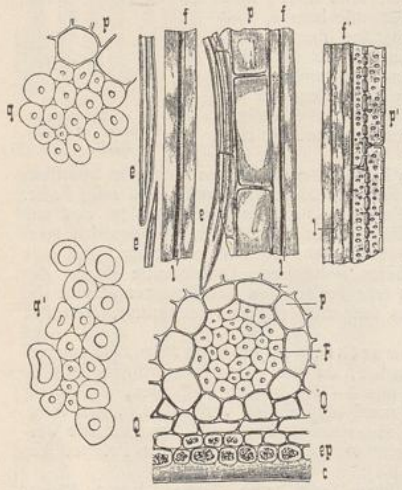


Fig. 22. Neufeeländifcher Flachs. *f* Faferftücke der ifolierten Baftbündel, *f'* des Gefäßbündels. *e* Endftücke. *p* Parenchym, das die ifolierten Bündel umgibt. *p'* Poröfe Elemente aus den Gefäßbündeln. *q* Querfchnitte der ifolierten Bündel. *q'* Querfchnitte von Baftzellen des Gefäßbündels. *Q* Querfchnitt durch ein Rohfaferbündel (*ep* Epidermis mit Cuticula *c*, *F* ifoliertes Baftbündel, *p* Blattparenchym).

Tampicohanf, Hondurasgras, Iftle, Ixtle heißen Fafern, die teils von Agavearten, teils von Bromelia Ananas, Bromelia Keratas abgeleitet werden.

Neufeeländifcher Flachs, die Blattfafern von Phormium tenax *Forst.*, hat an Bedeutung fehr eingebüßt und ift insbefondere vom Pitahanf verdrängt worden. Man kennt drei Spielarten, deren Fafern verfchiedene Güte befitzen: Harake von der Ebene, Paritanewha vom Gebirge, Tihore vom fruchtbarften Boden. Neufeeländifcher Flachs fieht dem Manilahanf ähnlich, ift ftark verholzt und befteht aus den fubepidermalen ifolierten Faferbündeln (Fig. 22, *Q*, *f*) oder aus den Gefäßbündeln des Blattes. Erftere haben glatte, ftark verdickte, fchmallumige Faferzellen mit meift fpitzen Enden; die Querfchnitte haften eng aneinander, find rund oder abgerundet-polygonal (Fig. 22, *f*, *e*), das Lumen fehr klein, rund. Die Baftfafern der Gefäßbündel (Fig. 22, *f'*, *q'*) find meift größer, haben dünne Wände und ein weiteres Lumen. An den Faferbündeln haften meift noch Parenchymzellen und felbft Epidermisblättchen (Fig. 22, *Q*). Neufeeländifcher Flachs ift der echten Aloefafer (Mauritiushanf) und der Sanfevieriafafer fehr ähnlich.

Sanfevieriafafer, Bowftringhemp, Bogenftranghanf, Moorva fibre, Muroa, Mazul, Murgavi, Goni, afrikanifcher Hanf, fälfchlich Aloehanf, eine ausgezeichnete, feite, dauerhafte Blattfafer von Sansevieria zeylanica *Willd.* (wohl auch S. guineensis *Willd.* u. f. w.). Faferzellen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchmal, mäßig verdickt, Enden ſpitz, Querſchnitte polygonal, ebenſo das Lumen; Jod und Schwefelſäure zeigen keine Außenlamelle an.

Aloehanf, Mauritiushanf, beſonders von Aloe perfoliatus gewonnen, iſt von der vorigen faſt nicht zu unterſcheiden.

Ananasfaſer, Silkgras, von Ananassa sativa, zeigt zweierlei Faſerzellen, ſehr dünne mit ſchmalem Lumen und ſehr ſpitzen Enden, und dickere, ſteife, ganz verholzte Faſern. Querſchnitte in feſten Gruppen, ſehr klein, Lumen meiſt punktförmig.

Yukkafaſer, Adamsnadel-, Bärgras-, ſpaniſche Bajonettfaſer, von Yucca gloriosa *L.*, Y. filamentosa *L.* u. ſ. w., zu Seilen, Matten, Zeitungspapier verwendet. Faſerzellen 10—11 *μ* dick, ſtark verholzt, mit linienförmigem Lumen, ſpitzen Enden. Querſchnitte dicht aneinander ſchließend, ſcharfeckig-polygonal, mit breiten Außenlamellen.

Pandanusfaſer, aus den Blättern von Pandanus odoratissimus und P. utilis *Bory*, für uns ohne Bedeutung; zu Flechtwerk, Kaffeeballeneinhüllung. Auf Mauritius heißt die Faſer von P. utilis Vacona oder Bacona.

Efpartofaſer, Alfafaſer, Halfafaſer. Die Blätter des zähen Federgraſes, Stipa tenacissima *L.* (und auch Ligaeum spartum *L.*), werden in Algier und Spanien geſammelt, zu Flechtwerk und Matten, bei uns zu dem ausziehbaren „Strohhalm“ der Virginiazigarre verwendet. Sie beſitzen ſehr feſte, ſchmale, ſtark verdickte Faſern, die in der Papierfabrikation Anwendung finden. An den Faſern haften häufig Oberhautgewebe mit kurzen, hakenförmig gekrümmten, verdickten, einzelligen Haaren (Fig. 23).

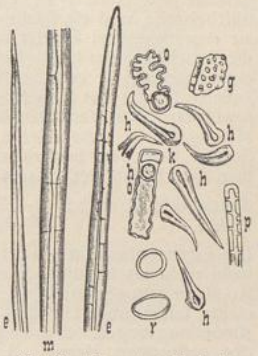


Fig. 23. Efpartocellulofe. *m* Mittelſtück. *e* Endſtücke der Faſern. *o* Oberhautzelle mit Kurzzelle (*k*) und Anſatzſtelle (*h*) einer Borſte. *g* Tüpfelgefäßſtück. *p* Poröſe Zelle. *h* Borſten.

Maisliefchenfaſer, von den Hüllen der Maisfruchtkolben ſtammend, iſt ein ausgezeichneter Papierrohſtoff, deſſen Verwendung beſonders in Amerika einen größeren Umfang erreichen ſoll. Die Faſern enthalten ſehr mächtige, verholzte Faſerzellen.

Palmenfaſern. Die Blätter der Palmen liefern zahlreiche Faſern, die meiſt zu Geflechten und als Polſtermaterialien Anwendung finden. Nur eine Faſerart ſtammt aus der Frucht, die Kokosfaſer, Coir, Kokosnußfaſer; ſie iſt gegen 3 dm lang, rötlichbraun, ſehr feſt, elaſtiſch, in Waſſer dauerhaft, leicht, beſteht aus 10—16 *μ* breiten, ſtarken, ziemlich dünnwandigen Baſtzellen, Spiroiden, poröſen Leitzellen und Stegmata. Coir iſt zu Matten, Teppichen, Bürſten, Seilen ſehr geſucht.

Piaſſavearten, grobe Faſern aus den Blattſcheiden ſüdamerikaniſcher und afrikaniſcher Palmen, erſcheinen in folgenden Sorten im Handel: 1. Bahia-Piaſſave, Monkeygrass, von Attalea funifera *Mart.*, über 1 mm dick, tiefbraun, matt, ſteifelaſtiſch, fiſchbeinähnlich, zu Bürſten, Beſen, Tauen, Matten allgemein verwendet. 2. Para-Piaſſave von Leopoldinia Piacaba *Wall.*, viel feiner als vorige, die geſuchteſte Qualität. 3. Kitul, Indiangut, Siamfaſer von Arenga saccharifera *Labill.*, tiefſchwarz, roßhaarähnlich. 4. Baſſine, Boraſſus-Piaſſave von Boraſſus flabelliformis *L.* 5. Madagaskar-Piaſſave von Dictyosperma fibrosum *Wright.* — Auch die Raffiafaſer wird hierhergezählt. Eine grobe Nachahmung beſteht aus dem braungefärbten, zerſpliſſenen Stuhlrohr (ſpaniſches Rohr). — Raffiafaſer, Raphia-, Bambuspalmenfaſer von verſchiedenen Raphiaarten, als Gärtnerbindemittel viel verwendet. — Befenpalmenfaſer von Thrinax argentea auf Panama liefert das Material für die ſpaniſchen oder Panamahüte [20].

Tieriſche Spinnfafern.

Wolle bezeichnet im techniſchen Sinne das Kleid gewiſſer Haustiere, insbeſondere des Schafes, iſt aber kein einheitlicher Begriff, indem ſie mehrere Haararten umfaſſen kann. Das tieriſche Haar wird in vier nicht ſtreng voneinander zu trennende Haupttypen geſchieden, in Borſten, Stichelhaare, Grannenhaare und Wollhaare. Borſten ſind ſtraffe, elaſtiſche, ziemlich dicke Bekleidungen des tieriſchen Leibes und haben in den Schweinsborſten, einem zu Bürſten verwendeten und geradezu unerſetzlichen Artikel, ihren Hauptvertreter. Stichelhaare ſind ſteife, kurze, markhaltige Haare, die einzeln auftreten (Augenbrauen, Spürhaare) oder die ganze Bedeckung der Haut liefern (Pferd). Grannenhaare nennt man die langen, ſchwach wellenförmig verlaufenden, faſt immer markhaltigen Haare, die den meiſten Pelzen das charakteriſtiſche Ausſehen verleihen. Wollhaare ſind endlich die gekräuſelten oder ſchlichten, in den meiſten Fällen markloſen, weichen, geſchmeidigen, meiſt in Büſcheln wachſenden kürzeren Haare, die das Unterkleid der meiſten Pelztiere liefern und das techniſch wertvollſte Glied der Wollearten darſtellen. Das tieriſche Haar iſt ein Gewebekomplex — zum Unterſchiede vom Pflanzenhaar — und aus der Markſchicht, Faſerſchicht und der Epidermis (Epidermiszellen, Epidermis- oder Cuticularſchuppen) zuſammengeſetzt. Die Faſerſchicht bildet einen feſten Zylinder, der innen das Mark enthält und außen von der Epidermis umſchloſſen wird. Allen tieriſchen Haaren iſt die Formbarkeit eigen, eine techniſch beſonders wertvolle Eigenſchaft, welche zum Teil in dem anatomiſchen Bau begründet iſt. Wird das Haar unter Einwirkung von warmem Waſſer durch Drücken und Kneten in eine beſtimmte Lage und Form gebracht, ſo behält es dieſelbe auch in trockenem Zuſtand bei, und darauf beruht die Möglichkeit, einen echten Filz zu bilden: darauf gründet ſich auch die Fabrikation des Tuches.

Schafwolle. Der größte Teil der im Handel vorkommenden Wollen ſtammt von veredelten Schafen, beſonders von den Abkömmlingen des ſpaniſchen Wander- oder Merinoſchafes, das in zwei Hauptraſſen, als Escurial- und als Negretti-(Infantados-)Schaf, gezüchtet wird. Von erſterem ſtammt das ſächſiſche Elektoral-, von letzterem das öſterreichiſche Imperial- und das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

franzöſiſche Rambouilletſchaf. Alle dieſe Schafraſſen beſitzen ein nur aus Wollhaaren beſtehendes Vlies. In England werden Schafraſſen mit feinen Grannenhaaren, die Leiceſter- und Newleiceſterſchafe, gezogen. Die ſogenannten Landſchafe haben eine grobe Wolle, die Woll- und Grannenhaare beſitzt. Die erſtgeſchorene Wolle zeigt noch die natürlichen Enden der Haare: Lammſpitzen. Wolle einjähriger Tiere, die Lammwolle, iſt wenig feſt und dient hauptſächlich zur Filzerzeugung; geringen Wert hat auch die Wolle kranker und gefallener Tiere (Sterblingswolle); Gerber- und Raufwolle iſt infolge der Kalkäſcherung brüchig und nur zu ſchlechtem Filz brauchbar, wird aber mitunter der Spinnwolle beigemiſcht, was zu deren Verſchlechterung beiträgt; ſie iſt leicht daran zu erkennen, daß die Haare ſtets die Wurzel (Zwiebel) beſitzen. Die geſamte Wolle, das Vlies, ſetzt ſich folgendermaßen zuſammen: Die Wollhaare wachſen büſchelweiſe, und ein ſolches Büſchelchen oder Strähnchen verklebt mit feinem benachbarten zu einer weiteren Einheit, dem Stäpelchen. Nach der Abſchur der Lammſpitzen beginnt die Kräuſelung der Haare beſonders intenſiv aufzutreten, und es bilden dann mehrere Stäpelchen einen gleichſinnig gerollten Körper, eine Locke, die als Stapel bezeichnet wird. Nach dem äußeren Kontur des Stapels (offener, geſchloſſener, kleinmaſſenteiliger, großmaſſenteiliger Stapel) ſowie nach dem Verhalten im Innern des Stapels (zu ſehen an einem Längsſchnitt: gewäſſert, klar, gefädelt, überbildet u. ſ. w.) unterſcheiden die Wollkenner mehr oder minder wertvolle Sorten. Beſonders bemerkenswert ſind folgende Eigenſchaften: 1. Feinheit; dieſe hängt von dem Querſchnitt des Haares ab und wird folgendermaßen klaſſifiziert:

Superelekta	Querſchn. 15—17 μ	Prima	Quer chnitt 20—23 μ	Tertia	Querſchnitt 27—33 μ
Elekta	„ 17—20 μ	Sekunda	„ 23—27 μ	Quarta	„ 33—40 μ.

Die ſogenannten Wollmeſſer (Eriometer) ſind durch die viel genauere mikroſkopiſche Meſſung wohl mehr als hinlänglich erſetzt. In der Praxis kann man die Feinheit durch die Zahl der Kräuſelungsbogen ermitteln, da zwiſchen beiden ein inniger Konnex beſteht: auf 1 cm Superelekta fallen über 11, Elekta 9—10, Prima 7—9, Sekunda 6—7, Tertia 5—6, Quarta 4—5 Kräuſelungsbogen. 2. Länge, als natürliche die des ungeſtreckten und als wahre die des geſtreckten Haares. 3. Art der Kräuſelung: Normalbogig, gedrängtbogig, hochbogig u. ſ. w. Gekräuſelte Wolle wird zu Streichgarn, ſchlichte meiſt zu Kammgarn verarbeitet. 4. Die ſogenannte Krimp- oder Krimpelfähigkeit (unwiſſenſchaftlich auch Krimpkraft genannt) wird als die Urſache des Eingehens der Wollſtoffe bezeichnet, wenn dieſelben von Feuchtigkeit beeinflußt werden. Genauere Verſuche von v. Höhnel [7] lehren, daß eine Tierfaſer nach dem Benetzen ſich ſtets verlängert, beim Trocknen verkürzt; eine einfache, ſtark gedrehte Tierfaſer zeigt nach dem Benetzen eine 1—2prozentige Verkürzung; daher werden auch naßgewordene Garne ſich ſtets verkürzen, und ein Gewebe wird dicker, aber ſchmäler und kürzer werden. 5. Unter Treue des Haares verſteht man den gleichmäßigen Verlauf des Längskonturs; ſind die Haare in einer Strecke plötzlich ſchmäler und ſchwächer, was eine Folge ſchlechter Ernährung oder krankhafter Zuſtände des Tieres iſt, ſo werden ſie „abgeſetzt“, „abſetzig“, „zweiwüchſig“ oder „untreu“ genannt. 6. Eine wichtige Eigenſchaft iſt der Glanz der Wolle; feinſte Streichwollen haben Edel- oder Silberglanz, ſchlichte Wollen mit ſtark hervortretender Faſerſchicht Seidenglanz, verhornte, gewiſſermaßen homogene (maſſive) Haare zeigen den wenig erwünſchten Glasglanz (ſogenannte Hundshaare; ſie nehmen keine Farbe an). Schill- oder auch Hundshaare heißen die in der Wolle vereinzelt vorkommenden Grannenhaare. 7. Ausgeglichenheit nennt man die Gleichartigkeit der Wolle in bezug auf Qualitätsbeſchaffenheit am Tierkörper; beſte Sorten liefern die Schultern, Rippen, Flanken, zweiter Güte ſind die Haare vom Nacken und Rücken. Ausführlicheres darüber in [21].



Fig. 24. Wolle. *a* Feinſte Imperialwolle (Merino) von einem zweijährigen Mutterſchaf; Wollhaar überbogig, Breite 11 μ. *b* Schill- oder Glanzwollhaar aus einer Lammwolle, ſtark verhornt, Epidermis ſehr undeutlich. *c* und *d* Ungariſche, geradbogige, grobe Wolle. *c* Grannenhaar. *d* Wollhaar mit Faſerſpalten *f* (die Lumina breiter Faſerzellen).

Merinowolle beſteht nur aus Wollhaaren. Dieſe (Fig. 24, *a*) ſind 13—25 μ breit, zeigen deutliche feine Längsſtreifung und beſitzen niemals ein Mark. Die Epidermisſchuppen liegen dachziegelförmig, umfaſſen ganz oder bis zur Hälfte den Haarzylinder; ihr freier Rand verläuft meiſt ſchief oder wellenförmig und tritt etwas vor, ſo daß das Haar am Längsrande gezackt erſcheint; wichtig zur Erkennung des Merinohaares iſt die Höhe des freien Schuppenteils und die Zahl der Schuppen auf eine beſtimmte Länge des Haares und auf eine (d. h. die dem Beſchauer zugekehrte) Seite bezogen. Bei Merinowolle kommen auf 100 μ im Mittel 10 Schuppen (Schwankungen 8—12); bei der Angorawolle fallen auf 100 μ 5 Schuppen [17], [18], [26]. Nur gegen die Haarſpitze iſt die Schuppenzahl veränderlich. Verhornte Haare zeigen in der Regel keine Epidermisſchuppen (Fig. 24, *b*). Die Grannenhaare der Landwollen (Fig. 24, *c*) beſitzen einen Markzylinder oder Markinſeln; die ſchmalen, ſchildförmigen Schuppen bilden ein Tafelnetz über der Faſerſchicht. Landwolle beſteht aus Grannen- und Wollhaaren, die beſonders zu Kammgarn verwendete Wolle der Leiceſterſchafe nur aus Grannenhaaren; über die Unterſcheidung derſelben von der fehr ähnlichen feineren Ziegenwolle ſ. unten.

Angorawolle, Kämelwolle, Mohair, fälſchlich Kamelhaar, das Wollkleid der Angoraziege. Schlicht oder ſchwach gekräuſelt oder anfangs gerade, gegen das freie Ende gelockt, rein weiß, feidig, mehrere Dezimeter lang, aus feineren (12 bis

20 μ breit) und gröberen (25—50 μ breit) Wollhaaren zuſammengeſetzt, mit vereinzelten markhaltigen Grannenhaaren, meiſt ohne Mark, die Epidermisſchuppen am freien Rande fein gezähnelt; auf 100 μ Länge kommen 5 Schuppen im Mittel (Fig. 25).

Kaſchmir-, Tibetwolle, Paſchmina, das Wollhaar der Kaſchmirziege, 12—30 μ breit, gegen 7 cm lang, grobfaſerig, Epidermiszellen gezähnelt, oft in einen ſcharfen Zahn vorgezogen. Auf 100 μ fallen 6—7 derſelben. Perſiſche Ziegen haben eine ähnliche Wolle. Chineſiſche Ziegen, deren Felle gegenwärtig viel verwendet werden, beſitzen eine aus viel Grannen- und weniger Wollhaaren zuſammengeſetzte Wolle. Wollhaare ſtark geſtreift, 30 μ und darüber breit, Epidermiszellen ſehr ſtark gezähnelt, zu 7 auf 100 μ.

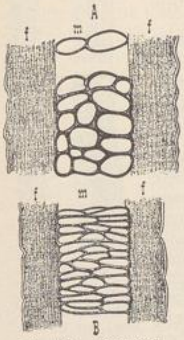


Fig. 27. Dieſelben Grannenhaare wie in Fig. 26, in Kalilauge erwärmt, *A* aus Schafwolle, *B* aus Ziegenwolle. Die Markzellen (*m*) kollenchymatiſch aufgequollen mit deutlichem Lumen; der körnige Inhalt iſt nicht gezeichnet. *f* Zerfließende Faſerſchicht.



Fig. 25. Kämelwolle oder Mohair (Angorawolle). *sp* Faſerſpalten.

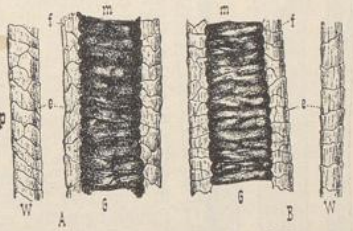


Fig. 26. *A* Aus Schafwolle: *G* Grannenhaar mit ſcheinbar querbreiten Markzellen, letztere mit Luft teilweiſe erfüllt, daher ſchwarz; *W* Wollhaar, 32 μ breit, 8 Oberhautzellen auf 100 μ. *B* Aus Ziegenwolle: *G* Grannenhaar mit querbreiten Markzellen, mit Luft erfüllt, daher ſchwarz; *W* Wollhaar, 20 μ breit, 6,5 Oberhautzellen auf 100 μ; *m* Mark; *f* Faſerſchicht; *e* Epidermis; die Grenzlinien der Epidermiszellen über dem Marke wurden nicht gezeichnet, um die Deutlichkeit des Bildes nicht zu vermindern.

Kuhhaare. Das Haarkleid der Kuh beſteht aus markfreien Wollhaaren und aus groben und feinen Grannenhaaren. Die groben Grannenhaare beſitzen einen ſehr breiten einreihigen Markzylinder mit ſchmalen Zellen und lufterfüllten (daher ſchwarzen) Spalten. Feine Grannenhaare haben Markinſeln und ſehr ſchmale Epidermiszellen (12 auf 100 μ). Haardicke: grobe Haare 120—130 μ, feine Grannenhaare 65—80 μ. — Unterſcheidung der Schafwolle, Ziegenwolle und Kuhhaare [32]. An Fig. 26 läßt ſich die große Aehnlichkeit der Grannenhaare aus Schaf- und Ziegenwolle erkennen. Erwärmt man die Haare in Kalilauge, ſo quellen die Haare mächtig auf, die Faſerſchicht zerfließt in farbloſe Streifen, und die ſcharf hervortretenden Markzellen bieten nun eine auffallende Differenz im Ausſehen (Fig. 27): die der Schafwolle ſind rund mit Verdickungen, die denen der Kollenchymzellen ähnlich ſehen (Fig. 27, *A*), die der Ziegenwollen bleiben langgeſtreckt und in ihrer urſprünglichen parallelen Anordnung (Fig. 27, *B*). In Fig. 28 iſt die Einwirkung der Kalilauge auf Leiceſterwolle und Kuhhaare abgebildet. Bei letzteren (Fig. 28, *C*) ſind die kleinen dünnwandigen Markzellen zu unterbrochenen Gruppen vereinigt, dazwiſchen die bedeutend vergrößerten Lufträume.

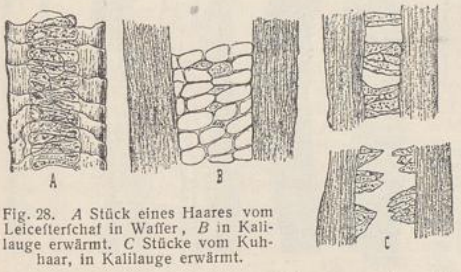


Fig. 28. *A* Stück eines Haares vom Leiceſterſchaf in Waſſer, *B* in Kalilauge erwärmt. *C* Stücke vom Kuhhaar, in Kalilauge erwärmt.

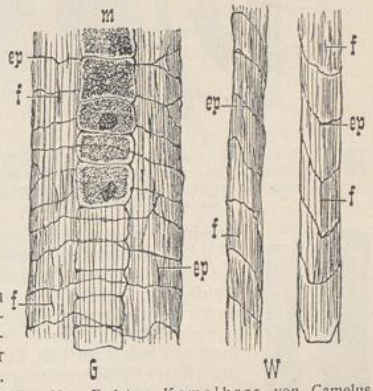


Fig. 29. Echtes Kamelhaar von Camelus bactrianus (Trampeltier). *G* Grannenhaar. *W* Wollhaare. *ep* Epidermisſchuppen. *f* Faſerzellen. *m* Markzellen mit Farbſtoffanhäufungen.

Kamelwolle, echtes Kamelhaar vom Dromedar und Trampeltier, beſteht aus Grannen- und Wollhaaren; erſtere ſind dunkelbraun bis ſchwärzlich, 40—100 μ breit, mit breitem Markzylinder (Fig. 29), die Epidermisſchuppen niedrig; in der Faſerſchicht Farbſtoffkörnchen (Fig. 29, *m*). Die Wollhaare ſind marklos, gekräuſelt, rötlich- oder gelblichbraun, 16—23 μ breit, fein längsſtreifig (Fig. 29, *W*). Die Schuppen hoch, am Rande oft ſpitz verlaufend.

Lamawollen, die Wolle der Kamelſchafe, ſind dadurch ausgezeichnet, daß auch die Wollhaare mitunter Mark enthalten. Man unterſcheidet Lama-, Vicunja- und Alpaco- oder Alpacawolle. Alle weiſen den gleichen Bau auf. Was bei uns als Vigognegarn vorkommt, iſt meiſt aus Baum- und Schafwolle gefertigt. Die Lamawolle des Handels iſt ein Gemiſch von echter Lama- und Alpacawolle. Die Grannenhaare ſind 68—80 μ breit, weich, ſchmutziggelb bis gelbbraun, mit breitem Markzylinder (Fig. 30 und 31). Ein wichtiges Kennzeichen der Lamawollen zeigt die Markröhre. Man beobachtet nämlich daſelbſt ſehr kurze zarte parallele Streifen, die ſich in dem körnigen Inhalt des Markes verlieren und den Rand der Markröhre

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wie höchſt fein gefägt erſcheinen laſſen. In Fig. 31 bei *c* deutlich zu ſehen. Wollhaare 14—18 μ breit, gelblich, ſehr glatt, mit glattrandigen Epidermisſchuppen, teils markfrei, teils mit Markinſeln (Fig. 30, *f* und *f'*). Ausführliches darüber in [7].

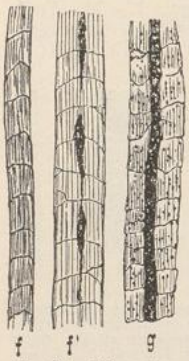


Fig. 30. Vicunjawolle. *f* Wollhaar. *f'* Haar, das den Uebergang zu Grannenhaaren zeigt. *g* Grannenhaar.

Eine grobe Prüfung auf Wollgarne beſteht in dem Verbrennen eines Muſters. Das Auftreten des bekannten unangenehmen Geruches von verbrannten Haaren kennzeichnet die Abſtammung. Miſchungen mit Pflanzenfaſern ſind nur mikroſkopiſch ſicher feſtzuſtellen.

Shoddy, Kunſtwolle heißen die verſpinnbaren Wollfaſern, die aus Wollumpen hergeſtellt ſind; ſie beſitzt etwa den vierten Teil des Wertes der Naturſchafwolle und wird häufig im Gemiſch mit dieſer verwendet. Shoddy im engeren Sinne iſt Kunſtwolle aus ungewalkten Wollſtoffen, Alpaca oder Extrakt ſolche aus Halbwollumpen, Mungo die von Tuchlumpen ſtammende Kunſtwolle. Zum Erkennen der Kunſtwolle im Garn und Gewebe iſt eine ſehr ſorgfältige und vergleichende Prüfung ſowie Erfahrung nötig; man hat hauptſächlich auf das Vorkommen fremder Faſern tieriſcher oder vegetabiliſcher Abſtammung, auf die Beſchaffenheit der Enden der Faſern und auf die Vielfärbigkeit zu achten. Durch die Zerreißung der Garnfäden entſtehen mehr oder weniger weitgehende Demolierungen der Haare, insbeſondere an den Enden; an dieſen wird die Faſerſchicht aufgelöſt, die Enden ſehen pinſelartig aus, man ſieht Riſſe an Knickſtellen, Partien mit inneren Durchbrechungen und Längsriſſen. An jenen Wollhaarſtücken, welche Trennungen in der Faſerſchicht aufweiſen und gequetſcht ſind, iſt auch die Epidermis nur mehr in Bruchſtücken vorhanden oder fehlt gänzlich (Fig. 32). — Die Vielfärbigkeit iſt ein untrügliches Merkmal der Kunſtwolle, zumal dann, wenn ſie durch die ſpäter applizierte Tuchfarbe gedeckt iſt; durch Behandlung mit Salzſäure läßt ſich meiſt die frühere Farbe wiederherſtellen.

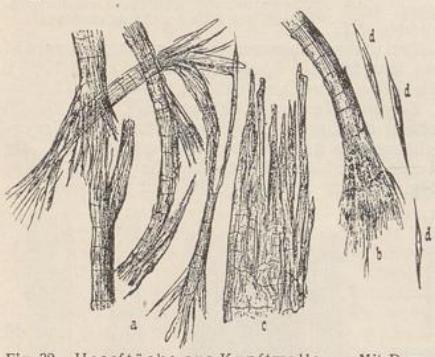


Fig. 32. Haarſtücke aus Kunſtwolle. *a* Mit Demolierungserſcheinungen im Verlaufe. *b* Typiſches Pinſelende. *c* Sehr breites Grannenhaar mit charakteriſtiſchen Einriſſen. *d* Iſolierte Faſerzellen.

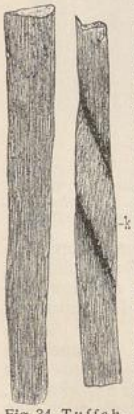


Fig. 34. Tuffahſeide (bei *k* der Abdruck eines Drüſenfadens, der ehemals darüber lag).

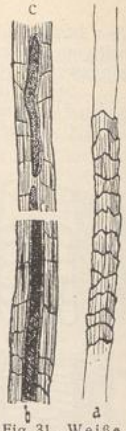


Fig. 31. Weiße Alpacawolle. *a* Wollhaar, 15 μ breit, auf 100 μ faſt 9 Schuppen. *b* Schmales Grannenhaar, 25 μ breit. *c* Uebergangshaar mit Markinſeln, 25 μ breit, bei *b* und *c* die Markröhre mit fehr feinen Streifchen verſehen.

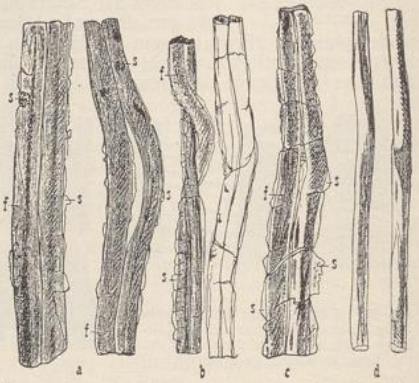


Fig. 33. Echte Seide. *a* Italieniſche feine Organſinſeide, ungekocht. *b* Floretſeide vom äußeren Fadengewirre des Kokons, *c* ſolche von der Dattel. *d* Feine Organſinſeide, gekocht. *f* Fibroin oder Drüſenfaden. *s* Sericinhülle.

Ein neuerdings in Verwendung gekommenes Material ſind Sehnenfaſern, die in Faſern aufgelöſten tieriſchen Sehnen (von Schlachttieren), die mit Wolle und Hanf verſponnen werden; ſie beſtehen aus verſchieden breiten, ſeidig glänzenden Bündeln und ſind ſehr zugfeſt [23], [32].

Seide (echte Seide, gemeine Seide) iſt der Geſpinſtfaden, aus dem die Seiden- oder Maulbeerſpinnerraupe (Bombyx Mori) den Kokon bereitet. In zwei langen Drüſen (Serikterien) findet ſich der Seidenfaſerſtoff oder das Fibroin vor, das in Geſtalt zweier Fäden, die aber durch den Leim oder das Sericin (aus den Sericindrüſen) zu einem Faden verkittet ſind, von dem Tiere hervorgeſponnen wird. Der Kokonfaden beſteht demnach aus den beiden Drüſenfäden und iſt nur im mittleren Teile der Kokonwand regelmäßig in Achterwindungen aufgehaſpelt. Der äußere Teil zeigt nur ein Fadengewirr; im innerſten Teil des Kokons, der ſogenannten Dattel, iſt infolge des überreichlichen Sericins die Gewinnung eines kontinuierlichen Fadens unmöglich. Der mittlere Kokonwandteil gibt einen kontinuierlichen Faden, und mehrere Kokonfäden zuſammen abgehaſpelt (was in der Seidenfilanda geſchieht) liefern die Rohſeide, Mataſſenſeide, Gregia, Grège, die nach der Provenienz, der Tierraſſe u. ſ. w. wieder in

verſchiedene Sorten unterſchieden wird. Demnach iſt die Rohſeide der einzige Faden, der nicht durch den Spinnereiprozeß gewonnen wird (von Darm-, Glasfäden und Metalldraht abgeſehen). Beſte Rohſeide wird filiert (mouliniert), und mehrere Rohſeidefäden zuſammengedreht geben die Organſinſeide. Von den Abfällen, die ſich bei der Rohſeidegewinnung ergeben, ſowie von verdorbenen und durchlöcherten Kokons erhält man Floret- oder Filoſellſeide, die zu einem Faden verſponnen werden muß und je nach der Herkunft verſchieden bezeichnet wird (Stami-, Stammſeide, Chappe, Schappe, Stumpen, Strazza, Purgierſeide, Struſi; ſ. Seidenſpinnerei). Der (ungekochte, nicht vom Sericin befreite) Kokonfaden aus der Mittelſchicht des Kokons (Fig. 33, *a*) erſcheint im Mikroſkop als ein Doppelfaden mit ziemlich parallelen Konturlinien, der ſtellenweiſe mit wulſtigen Maſſen, Vorſprüngen u. ſ. w. verſehen iſt. Dieſe Auflagerungen gehören der Sericinhülle an. Der aus der Dattel ſtammende Faden (Fig. 33, *c*) iſt ſo dicht in Sericin eingehüllt, daß letzteres als ein faltiger, wulſtiger, häufig mit Querriſſen verſehener Schlauch erſcheint. Die Querſchnitte der Drüſenfäden in den verſchiedenen Kokonſchichten ſind ungleich; die der Mittelſchicht rundlich oder halbrund, die der äußeren oder innerſten Schicht plattgedrückt oder dreieckig. Durch das Kochen (Degummieren, Schälen) wird das Sericin gelöſt, und der Kokonfaden zerfällt in feine beiden Drüſenfäden (Fig. 33); dieſe ſtellen maſſive, glatte, egale, ſelten etwas gequetſchte, 10—21 μ breite Stäbe vor. Ueber mikrochemiſche Eigenſchaften ſ. insbeſondere [7].

Tuffahſeide, Tuffor ſeide ſtammt von den Raupen indiſcher Spinner, wie Bombyx Selene, B. Mylitta, iſt graubraun, ſehr feſt und, wie auch die übrigen exotiſchen Seidenarten, durch die viel breiteren (40—60 μ) Drüſenfäden gekennzeichnet. Dieſe Fäden ſind ſcharf und ſehr dicht längsgeſtreift (Fig. 34); ſie beſtehen, wie v. Höhnel gezeigt, aus Fibrillen, die in einer Grundmaſſe eingebettet ſind. Tuſſah löſt ſich in gefättigter Chromſäure nicht, wohl aber echte Seide. Aehnlich verhalten ſich exotiſche Seiden vom Ailanthusſpinner u. ſ. w. Ueber Kunſtſeide ſ. d.

Literatur: [1] Suida, W., Ueber den Einfluß der aktiven Atomgruppen in den Textilfaſern auf das Zuſtandekommen von Färbungen, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiſſenſch., Bd. CXIV, Abt. II b, 1905, S. 43 ff. — [2] Gelmo, P., u. Suida, W., Studien über die Vorgänge beim Färben animaliſcher Textilfaſern, ebend., 1905, S. 427 ff. — [3] Dieſelben, 2. Mitteilung, ebend., 1906, S. 47 ff. — [4] Dieſelben, 3. Mitteilung, ebend., 1906, S. 997 ff. — [5] Suida, W., Studien über die Urſachen der Färbung animaliſcher Faſern, Hoppe-Seylers Zeitſchr. f. phyſiol. Chemie, 1906, Bd. 50, S. 174—203. — Ueber die Einteilung der Faſern: [6] Wiesner, Rohſtoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1903. — [7] v. Höhnel, Die Mikroſkopie der techniſch verwendeten Faſerſtoffe, 2. Aufl., Wien 1905. — [8] Hanauſek, T. F., Baumwolle, in Möller-Geißler, Realenzyklopädie, 2. Aufl., Wien 1904, Bd. 2, S. 590. — [9] Vetillard, M., Etudes sur les fibres textiles, Paris 1876. — [10] Kuhn, Die Baumwolle, ihre Kultur, Struktur und Verbreitung, Wien 1892 (mit vielen Literaturangaben), und Oppel, A., Die Baumwolle nach Geſchichte, Verarbeitung und Handel etc., Leipzig 1902. — [11] Semler, Tropiſche Agrikultur, Wismar 1888, Bd. 3, S. 481 ff. — [12] v. Höhnel, Pringsheims Jahrb. f. wiſſenſch. Botanik, XV, 1884, S. 311. — [13] Schwenderer, Ueber die „Verſchiebungen“ der Baſtfaſern im Sinne v. Höhnels, Bericht d. Deutſch. Botan. Geſellſch. 1894, S. 239. — [14] v. Höhnel, Zur Mikroſkopie der Hanf- und Flachsfaſer, Zeitſchr. f. Nahrungsmittelunterſ., Hygiene und Warenkunde 1892, VI, S. 30. — [15] Cramer, Programm des Züricher Polytechnikums 1881. — [16] Möller, J., Die Neſſelfaſer, Polyt. Ztg. 1883, Nr. 34 u. 35. — [17] Haffak, Die Ramiefaſer, Wien 1890; Textile Recorder 1897 (Maiheft). — [18] Jahresbericht der Wiener Handelsakademie 1882, Mitteil. a. d. Laboratorium u. ſ. w., S. 15—19 des Separatabdrucks. — [19] Realenzyklopädie, Wien 1889, Bd. 7, S. 652. — [20] Ebend., S. 621. — [21] Ebend., Bd. 10, S. 451, und Hanauſek, T. F., Materialienkunde, 3. Teil, 2. Aufl., Wien 1898. — [22] Jahresbericht der Wiener Handelsakademie 1888. — [23] Hanauſek, T. F., Lehrbuch der techniſchen Mikroſkopie, Stuttgart 1901. — [24] Schanz, Moritz, Die Baumwolle in den Verein. Staaten von Nordamerika, Beihefte zum Tropenpflanzer IX, Nr. 1, 1908. — [25] Herzog, Alois, Beiträge zur Kenntnis der Flachsfaſer, Oeſterr. Chem.-Ztg. 1898, I., S. 310—312 u. 335—336. — [26] Hanauſek, T. F., Eine neue Methode zur Unterſcheidung der Flachs- und Hanffaſer, Zeitſchr. f. Farbeninduſtrie 1908, Heft 7. — [27] Pfuhl, Die Jute und ihre Verwendung, Berlin 1888/91; Legatt, Theorie and Practice of Jute, Dundee 1893. — [28] Schulte im Hofe, Die Ramiefaſer und deren wirtſchaftliche Bedeutung für die deutſchen Kolonien, Berlin 1898. — [29] Michatte, Traité scientifique et industriel de la Ramie, Paris 1891/93, Bd. 2. — [30] Auer, Oeſterr. botan. Ztg. 1903, S. 353—356. — [31] Hanauſek, T. F., Winton, A. S. and Barber Kate, The Microscopy of Technical Products, New York 1907. — [32] Hanauſek, T. F., Techniſch-mikroſkopiſche Unterſuchungen, Mitteil. d. k. k. Technol. Gewerbemuſ., Wien 1906, S. 102 ff. — Eine Zuſammenſtellung der mikroſkopiſchen und mikrochemiſchen Kennzeichen der Faſerſtoffe ſowie deren Unterſcheidung mit Hilfe von polariſiertem Licht und Farbſtoffen bietet Behrens, H., Anleitung zur mikrochemiſchen Analyſe der wichtigſten organiſchen Verbindungen, Heft 2, Hamburg und Leipzig 1896, S. 9. Bezüglich der Handelsverhältniſſe iſt auf Sonndorfer, R., Technik des Welthandels, Wien 1905, 3. Aufl., zu verweiſen.

T. F. Hanauſek.

Spiralbohrer, ſ. Bohrer, Bd. 2, S. 181, 185 (Herſtellung); vgl. a. Schleifen.

Spirale, allgemein eine Kurve mit unendlich vielen Windungen.

a) Die archimediſche Spirale (Neoide) (Fig. 1) mit der Polargleichung $r = a\,\vartheta$ hat eine konſtante Polarſubnormale. Die Abſchnitte der Radienvektoren zwiſchen den einzelnen Windungen haben den konſtanten Wert $2\pi a$. Der Urſprung iſt ein Endpunkt, von dem aus die Kurve ſich in Windungen ins Unendliche entfernt. Der Krümmungsradius iſt $\varrho = \frac{a\,(1+\vartheta^2)^{\frac{3}{2}}}{2+\vartheta^2}$

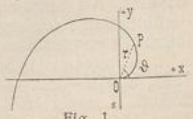


Fig. 1.

Die Sektorfläche iſt $\frac{a^2}{6}\vartheta^3$, die Bogenlänge $\frac{1}{2}a\left[\vartheta\sqrt{1+\vartheta^2}+l\left(\vartheta+\sqrt{1+\vartheta^2}\right)\right]$ ([3], [7]—[9]).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Die hyperbolifche Spirale hat die Polargleichung $r\vartheta = a$. Die Gerade $y = a$ ift eine Afymptote der Spirale, der Urfprung ein afymptotifcher Punkt. Die Polarfubtangente hat den konftanten Wert $-a$; der Krümmungsradius ift $\frac{r(1+\vartheta^2)^{\frac{3}{2}}}{\vartheta^3}$. Die Sektorfläche ift $\frac{a(a-r)}{2}$; die Bogenlänge $a\left\{\sqrt{2} - \frac{\sqrt{1+\vartheta^2}}{\vartheta} + l\frac{\vartheta+\sqrt{1+\vartheta^2}}{1+\sqrt{2}}\right\}$ ([3], [9], [13]).

c) Die parabolifche (Fermatfche) Spirale $r^2 = a^2\vartheta$ hat die Polarfubtangente $\frac{2r^3}{a^2}$ und die Polarfubnormale $\frac{a^2}{2r}$. Der Urfprung ift ein Endpunkt, wobei die x-Achfe Tangente ift; die Kurve ftrebt in unendlich vielen Windungen dem Unendlichen zu. Der Krümmungsradius ift $\frac{a^6}{2r(4r^4+3a^4)}$, die Fläche $\frac{1}{4}a^2\vartheta^2$ ([10], [13]).

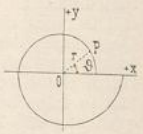


Fig. 2.

d) Der Lituus (Polarfpirale) $r^2\vartheta = a^2$ hat als Polarfubtangente $-\frac{2a^2}{r}$ als Polarfubnormale $-\frac{r^3}{2a^2}$. Die x-Achfe ift Afymptote, der Urfprung afymptotifcher Punkt. Für $\vartheta = \frac{1}{2}$ entfteht ein Wendepunkt. Die Fläche ift $a^2 l\frac{a}{r}$.

e) Die logarithmifche (gleichwinklige) Spirale $r = e^{m\vartheta}$ (Fig. 2). Der Winkel zwifchen Tangente und Radiusvektor ift $\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{m}$, alfo konftant. Die Polarfubtangente ift $\frac{r}{m}$, die Polarfubnormale $m \cdot r$. Der Krümmungsradius $\varrho = r\sqrt{1+m^2}$. Das Krümmungszentrum ift der Endpunkt der Polarfubnormale. Die Kurve hat den Urfprung als afymptotifchen Punkt (Pol); von diefem geht fie in unendlich vielen fich erweiternden Windungen ins Unendliche. Die Fläche ift $\frac{r^2-1}{4m}$, die Bogenlänge vom Urfprung aus $\frac{\sqrt{1-m^2}}{m}(r-1)$. Die Evolute, die Fußpunktkurve in bezug auf den Pol und die Brennlinien find wieder logarithmifche Spiralen ([9], [11]—[13]).

f) Die Côtesfche Spirale hat die Gleichung $r\cos n\vartheta = a$ ([4]).

g) Die Summenfpirale $r = a\,\mathfrak{Cof}\,n\vartheta$ und die Differenzfpirale $r = a\,\mathfrak{Sin}\,n\vartheta$, von denen die letztere durch den Urfprung geht, entfernen fich ebenfalls mit unendlich vielen Windungen ins Unendliche [11].

h) Dasfelbe gilt von der Paracykloide

$$x = a\cos\vartheta\,\mathfrak{Cof}\frac{a}{b}\vartheta + b\sin\vartheta\,\mathfrak{Sin}\frac{a}{b}\vartheta;\quad y = a\sin\vartheta\,\mathfrak{Cof}\frac{a}{b}\vartheta - b\cos\vartheta\,\mathfrak{Sin}\frac{a}{b}\vartheta$$

und der Hypercykloide

$$x = a\cos\vartheta\,\mathfrak{Cof}\frac{b}{a}\vartheta - b\sin\vartheta\,\mathfrak{Sin}\frac{b}{a}\vartheta;\quad y = a\sin\vartheta\,\mathfrak{Cof}\frac{b}{a}\vartheta + b\cos\vartheta\,\mathfrak{Sin}\frac{b}{a}\vartheta.$$

Die erftere hat in dem dem Urfprung am nächftgelegenen Punkt eine Spitze mit Tangente, die durch den Urfprung geht; die letztere fteht in dem am nächften beim Urfprung gelegenen Punkt auf dem Radiusvektor fenkrecht [16].

i) Die Kochleoide $r = \frac{a\sin\vartheta}{\vartheta}$ befteht aus unendlich vielen, immer kleiner werdenden Schleifen, welche die x-Achfe im Urfprung berühren. Sie ift der Ort des Schwerpunktes eines Kreisbogens, deffen einer Endpunkt im Urfprung liegt, während der andre beweglich ift ([14], [15]).

k) Die Klothoide $x = a\sqrt{2}\int_0^{\varphi}\frac{\cos\varphi}{\sqrt{\varphi}}d\varphi;\quad y = a\sqrt{2}\int_0^{\varphi}\frac{\sin\varphi}{\sqrt{\varphi}}d\varphi$. Die Krümmung ift der Bogenlänge umgekehrt proportional. Der Urfprung ift ein Wendepunkt; die zwei von ihm ausgehenden Zweige enden in afymptotifchen Punkten ([16]).

l) Die Poinfotfche Spirale $r\,\mathfrak{Cof}\,\vartheta = a$ geht von einem in den Urfprung fallenden afymptotifchen Punkt in unendlich vielen Windungen bis zu dem afymptotifchen Kreis $r = a$ ([13]).

Im weiteren Sinn nennt man auch die Loxodromen der Drehflächen, d. h. die Kurven auf denfelben, die alle Meridiane unter konftantem Winkel fchneiden, Spiralen.

Beifpiele: Die Zylinderfpirale, d. i. die Schraubenlinie (f. d.); die konifche Spirale auf dem Drehungskegel $\left(\frac{x}{a-z}\right)^2 + \left(\frac{y}{a-z}\right)^2 = \operatorname{tg}^2\alpha$ hat die Gleichungen $x = (a\operatorname{tg}\alpha - \beta t\sin\alpha)\cos\gamma t;\ y = (a\operatorname{tg}\alpha - \beta t\sin\alpha)\sin\gamma t;\ z = \beta t\cos\alpha$; die fphärifche Spirale (Kugelloxodrome) hat zur fenkrechten Projektion eine Poinfotfche Spirale, zur ftereographifchen Projektion eine logarithmifche Spirale. Die Bogenlänge der Loxodrome ift gleich der Differenz der Breiten der Endpunkte dividiert durch den Cofinus des konftanten Winkels. Als Spiralen werden auch die fogenannten Korbbogenkurven bezeichnet, die aus fich berührenden Kreisbogen zufammengefetzt find und deren Krümmung fich daher an den Zufammenfetzungsftellen fprungweife ändert ([17]).

Literatur: [1] Salmon, Analytifche Geometrie der höheren ebenen Kurven, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 379—382. — [2] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyfis, Bd. 1, 2. Aufl., Leipzig 1873, S. 93—95. — [3] Bergery, Géométrie des courbes appliquée aux arts, Metz 1843, S. 298—316. — [4] Sacchi, Sulla geometria analitica delle linee piane, Pavia 1854. — [5] Oldenburg, Ueber die Spiralen, Oberftein-Idar 1878. — [6] Bothe, Beiträge zur Kenntnis der Spiralen, Dresden 1867. — [7] Lehmann, Die archimedifche Spirale mit Rückficht auf ihre Gefchichte, Freiburg 1862. — [8] Scherling, Die archimedifche Spirallinie, Lübeck 1865. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[9] Michalitſchke, Die archimediſche, hyperboliſche und logarithmiſche Spirale, 2. Aufl., Prag 1892. — [10] Weyer, Ueber die paraboliſche Spirale, Leipzig 1894. — [11] Dittrich, Die logarithmiſche Spirale, Breslau 1872. — [12] Wentzel, Unterſuchungen über die logarithmiſche Spirale, Böhmiſch-Leipa 1879. — [13] Cabreira, Sur la géométrie des courbes transcendantes, Liſſabon 1896. — [14] Otto, Ueber einige Eigenſchaften der Schwerpunktskurve des Kreiſes, Jena 1872. — [15] Roever, Ueber Schwerpunktskurven, Göttingen 1873. — [16] Ceſàro, Lezioni di geometria intrinseca, Neapel 1896. — [17] Kuglmayr, Ueber Spiralen und ihr Tangierungsproblem, Wien 1889. *Wölffing.*

Spiralen (Transportſpiralen), ſ. Schnecken.

Spiralfeder, die mit der Unruhe verbundene Feder; ſ. Uhren.

Spiralflächen, Flächen, die eine Spiraltransformation, d. h. eine Rotation in Verbindung mit einer Aehnlichkeitstransformation geſtatten.

Die Differentialgleichung einer ſolchen iſt $(y+kx)\frac{\partial z}{\partial x}+(-x+ky)\frac{\partial z}{\partial y}=kz$. Das Integral derſelben entſteht, indem man eine beliebige homogene Funktion von r, z und $a e^{k\varphi}$ gleich Null ſetzt; dabei ſind r, φ und z gemiſchte Polarkoordinaten.

Literatur: Ebner, F., Zur Theorie der Spiralflächen, Roſtock 1895. *Wölffing.*

Spiralſieb, -trommel, ſ. Siebvorrichtungen.

Spiralwolf, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Spiralzylinder (Penney-Zylinder), ein Trommelſieb zum Sieben von Getreide u. dergl., das ſtatt der Siebbleche oder Siebgewebe einen Mantel beſitzt, der aus einem fortlaufend in eng aneinander liegenden Windungen ſpiraliſch um das Geſtell gewundenen Draht beſteht. Durch ſtärkeres oder geringeres Auseinanderziehen dieſer Spirale wird der Abſtand zwiſchen den einzelnen Windungen und damit die Feinheit der Abſiebung verändert. *Arndt.*

Spiriſche Linien, Kurven vierter Ordnung mit Doppelpunkten in den unendlich fernen Kreispunkten, mit einer Symmetrieachſe und zwei Doppelbrennpunkten.

Ihre Gleichung iſt $UW-V^2=0$, wenn $U=0$; $V=0$; $W=0$ Gleichungen von Kreiſen ſind. Eine ſpiriſche Linie iſt die Umhüllungslinie eines Kreiſes, deſſen Mittelpunkt ſich auf einem die genannten Doppelbrennpunkte zu Brennpunkten habenden Kegelſchnitt bewegt und der einen feſten Kreis orthogonal ſchneidet. Geht der Kegelſchnitt in eine Parabel über, ſo daß einer der Doppelbrennpunkte ins Unendliche fällt, ſo verwandelt ſich die Kurve in eine kataſpiriſche Linie, d. h. in eine zirkulare Kurve dritter Ordnung. Spiriſche Linien des Perſeus heißen die Schnitte des Wulſtes parallel zur Achſe. In der den Wulſt innerlich berührenden Schnittebene liegt als Schnittkurve die Hippopeda, von der die Lemniskate ein Spezialfall iſt und die einen Doppelpunkt beſitzt.

Literatur: Falke, J., Die Ringſchnitte, Arnſtadt 1867; Ritgen, A., Unterſuchungen über Ringſchnitte, Straßburg 1893. *Wölffing.*

Spiritusfabrikation, die fabrikmäßige Darſtellung hochprozentiger Alkohol-Waſſermiſchungen aus vergorenen Zuckerſäften. Die Gewinnung des ſogenannten Mineralſpiritus aus Acetylen durch Ueberführung in Aethylen, Aethylſchwefelſäure und Zerlegung der letzteren in Alkohol und Schwefelſäure hat vorläufig nur theoretiſches Intereſſe. In der Technik wird aller Alkohol durch Gärung (ſ. d.) zuckerhaltiger Flüſſigkeiten und Deſtillation derſelben gewonnen. Das Rohmaterial zur Alkoholfabrikation können liefern:

1. Flüſſigkeiten, die bereits Zucker enthalten, oder

2. Subſtanzen, die Stoffe enthalten, die in Traubenzucker überführbar ſind, vor allem die Stärkmehl führenden Knollen der Kartoffel und die Getreidekörner.

Von zuckerhaltigen Rohmaterialien kommt für Deutſchland und Oeſterreich-Ungarn faſt ausſchließlich die Melaſſe in Betracht; vgl. a. Franzbranntwein, Rum und [1].

Die Melaſſe (ſ. Zuckerfabrikation) enthält im Durchſchnitt 50% Zucker, größtenteils Rohrzucker, der zwar nicht direkt vergärbar iſt, aber von dem in der Hefe vorhandenen Invertin in die gärungsfähigen Zucker, Glukoſe und Fruktoſe zerlegt (invertiert) wird. Die Melaſſe wird, um eine Gärung zu ermöglichen, mit etwa dem dreifachen Gewicht Waſſer verdünnt, das mit der Melaſſe vermiſcht wird, indem man durch eine am Boden befindliche Dampfſchlange aus zahlreichen feinen Oeffnungen Dampf ausſtrömen läßt. Die Melaſſe enthält einen Ueberſchuß an Kalk und reagiert daher alkaliſch. Die Alkalität wird durch Titration genau beſtimmt, und nach dieſer Beſtimmung wird die Melaſſe mit Schwefelſäure, ſeltener mit Salzſäure verſetzt, ſo daß ein geringer Säureüberſchuß vorhanden iſt, der 0,05—0,075% betragen ſoll. Die ſo vorbereitete Melaſſenmaiſche wird bei ca. 20° C. in Gärung verſetzt, und zwar entweder direkt durch Bierhefe oder durch eine beſondere Hefenmaiſche, meiſt aus Darrmalz und Getreideſchrot hergeſtellt. Für die Gärungsführung und Deſtillation gilt daſſelbe wie für die Gärung der Kartoffelmaiſchen. Die Temperaturſteigerung der Melaſſenmaiſche während der Gärung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beträgt gewöhnlich nicht mehr als 12° C. Als Ausbeute an Alkohol werden 2600—3000 Literprozent aus 100 kg Melaſſe erhalten. Der Melaſſenſpiritus iſt ſchwerer zu rektifizieren als der Kartoffelſpiritus. Abnorme Gärungserſcheinungen kommen bei der Melaſſenmaiſche häufiger vor als bei Kartoffel- oder Getreidemaiſche; ſie äußern ſich meiſt in einem ſchwachen und zu ſpäten Beginnen ſowie einem langſamen Verlauf der Gärung. Von ſolchen abnormen Gärungen ſeien die Salpeterſäuregärung und die Schwergärigkeit erwähnt.

Bei der Salpeterſäuregärung entwickelt ſich aus den in jeder Melaſſe bald in größeren, bald in kleineren Mengen vorhandenen ſalpeterſauern Salzen Stickoxyd (NO), das an der Luft in die gärungshemmende Unterſalpeterſäure (NO_2) übergeht. Das Auftreten des Stickoxyds iſt auf eine Reduktion der ſalpeterſauren Salze durch den bei der infolge mangelhafter Reinlichkeit der Gärungsgefäße auftretenden Butterſäuregärung entſtehenden Waſſerſtoff zurückzuführen. Die Butterſäurebakterien ſpalten nämlich den Zucker in Butterſäure einerſeits ſowie Kohlenſäure und Waſſerſtoff anderſeits.

Die ſogenannte Schwergärigkeit äußert ſich meiſtens ſo, daß die anfangs eintretende Gärung allmählich nachläßt und vorzeitig aufhört. In den intenſivſten Fällen findet eine äußerſt geringe Anfangsgärung ſtatt, die nach wenigen Stunden aufhört. Ihre Urſache iſt häufig in dem Vorkommen von gärungshemmenden, durch Bakterientätigkeit entſtandenen flüchtigen Säuren zu ſuchen. Als Mittel gegen dieſe Gärungsfehler kommen in Betracht: Gründliche Reinigung der ganzen Betriebsanſtalt, Aufkochen der Melaſſe oder Ausfällen der Bakterien durch Tannin oder durch Eiweiß (3—4 Eier auf 100 kg Melaſſe), ferner Zuſätze von Flußſäure (ſ. unten Effronts Flußſäureverfahren). Die Rückſtände nach der Deſtillation, die ſogenannte Melaſſeſchlempe, findet zur Darſtellung von Pottaſche (ſ. d.) oder als Düngemittel (ſ. [2]) Verwendung.

Die Fabrikation des Spiritus zerfällt in denjenigen Fabriken, die ſtärkmehlhaltige Rohſtoffe verarbeiten, in drei Abſchnitte: 1. Das Maiſchen (Verzuckern der Stärke mit Malz oder Säure), 2. die Vergärung der Maiſche, 3. die Abſcheidung des Alkohols (Deſtillation). Bei Verwendung zuckerhaltiger Rohſtoffe fällt das Maiſchen fort, bei Verwendung alkoholhaltiger Rohſtoffe auch die Gärung.

Die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln. Nach J. König [3] iſt die prozentuale Zuſammenſetzung der Kartoffeln nach 239 Analyſen folgende:

	Waſſer	Stickſtoffſubſtanz	Fett	Stickſtofffreie Extraktſtoffe	Holzfaſer	Aſche	In der Trockenſubſtanz		
							Stickſtoffſubſtanz	Stickſtofffreie Extraktſtoffe	Stickſtoff
Minimum .	68,03	0,69	0,04	19,45	0,28	0,53	4,41	77,75	0,53
Maximum .	84,90	3,67	0,96	22,57	1,57	1,87	14,64	90,20	2,34
Mittel . .	74,93	1,99	0,15	20,86	0,98	1,09	7,94	83,16	1,27

Der größte Teil der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe (95—99%) beſteht aus Stärke nebſt geringen Mengen Rohrzucker (0,5—4,5%) ſowie dextrinähnlichen Stoffen. Von dem Geſamtſtickſtoffgehalt ſind 35—56% in Form von Aſparagin und Amidoſäuren vorhanden, auch Hexonbaſen (Arginin, Hyſtidin, Lyſin) wurden in Kartoffelknollen nachgewieſen. Für eine rationelle Spiritusfabrikation iſt eine Beſtimmung des Stärkegehaltes ſehr wichtig. Eine für den Betrieb genügend genaue Beſtimmung baſiert darauf, daß der Stärkegehalt der Kartoffeln mit dem ſpezifiſchen Gewicht derſelben wächſt. Behrend, Märker und Morgen [4] haben eine Tabelle ausgearbeitet, in der der Stärkegehalt für die verſchiedenen ſpezifiſchen Gewichte angegeben iſt. Zur Beſtimmung des ſpezifiſchen Gewichts dient hauptſächlich die Kartoffelwage von Reimann [6]. Die Kartoffeln müſſen vor der Verarbeitung einer gründlichen Reinigung durch Waſchmaſchinen unterzogen werden [5]; vgl. a. Stärkefabrikation. Um die Ueberführung der Stärke der Kartoffeln in Zucker und Dextrin mittels Malz (ſ. d.) möglichſt vollſtändig zu machen, werden die Kartoffeln vorher unter Druck erhitzt. Hierdurch kann die Diaſtaſe des Malzes leichter an die Stärke in den Zellen herantreten. Die Stärke ſelbſt wird dabei nicht nur verkleiſtert, ſondern in dem vorhandenen Waſſer gelöſt, bleibt auch beim Abkühlen noch eine Zeitlang gelöſt und wird in dieſer Form von der Diaſtaſe leicht und vollſtändig umgewandelt. Ueber die älteren Hochdruckapparate von Hollefreund und Bohm ſ. [6]. Den jetzt faſt ausſchließlich angewandten Apparat, den Henzedämpfer, zeigt Fig. 1 in der koniſchen Form von Paukſch mit dem Dampfventil *a* für Dampfzufuhr in den oberen Teil, in das Rohr *f*, mit dem Manometer *b*, dem Waſſereinlaß *c*, dem Sicherheitsventil *d*, dem Ausblaſeventil *i*, dem Dampfzuleitungsventil zur Spitze des Dämpfers *k*, dem Fruchtwaſſerableitungsventil *l* und dem Probierhahn *m*. Ueber dem Ausblaſerohr *h* befindet ſich ein einfacher oder verſtellbarer Doppelroſt als Steinfänger; durch das Armloch *g* können die angeſammelten Gegenſtände entfernt werden. Die Größe iſt ſo zu wählen, daß man auf 100 l Gärraum mindeſtens 130 l Henzeraum rechnet. Zur Vermeidung von Wärmeverluſten

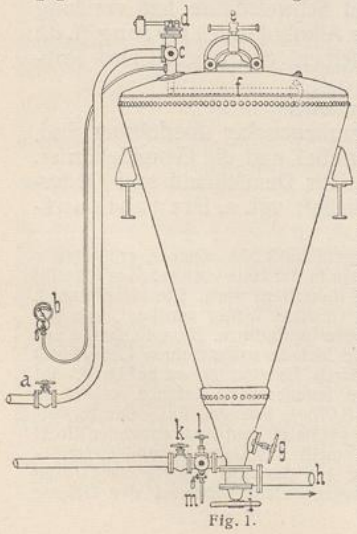


Fig. 1.

und zur Verminderung der Kondenſationswaſſerbildung wird der Henzedämpfer mit Wärmeſchutzmaſſe umgeben. Die Kartoffeln werden entweder aus einem darüber befindlichen Rumpf gewogen in den Dämpfer eingebracht oder der ganze Dämpfer hängt in einer Wiegevorrichtung. Sind die Kartoffeln eingefüllt, ſo wird durch das obere Rohr Dampf gegeben, nachdem das Mannloch geſchloſſen, das Ablaufrohr für das Kondenſations- und Fruchtwaſſer geöffnet iſt. Nach 10—20 Minuten ſind die Kartoffeln ſo weit durchgewärmt, daß mit dem Kondenſationswaſſer Dampf austritt. Der Kondenſationswaſſerhahn wird geſchloſſen und nun durch das Dampfrohr allein oder auch durch das untere weiter gedämpft, bis die Spannung von 3—3,5 Atmoſphären erreicht iſt, was in ca. 45 Minuten der Fall ſein ſoll. Nunmehr werden die Kartoffeln durch Oeffnen des Ausblaſerohres abgeblaſen und dadurch völlig zerkleinert. Für 1 Ztr. fehr ſtärkereiche Kartoffeln ſind 70, für ſtärkeärmere 80–85 l Henzeraum erforderlich. Die Kartoffeln paſſieren nun, bevor ſie in den Vormaiſchbottich gelangen, zunächſt einen Schlot, in dem über der Eintrittsſtelle ein kräftig wirkender Dampfſtrahlexhauſtor angebracht iſt. Ein der ausgeblaſenen Maſſe ſo entgegenkommender Luftſtrom kühlt dieſe durch die Berührung und durch ſtarke Verdunſtung auf die geeignete Temperatur ab. Bei neueren Konſtruktionen ging man bis auf 35 cm Höhe des Exhauſtors herab und hat den Schlot koniſch ſo erweitert, daß die Wände nicht verunreinigt werden. Die dadurch etwas verminderte Kühlwirkung wird durch gute Kühlvorrichtungen im Vormaiſchbottich aufgewogen. In den Vormaiſchbottich kommt daher, ohne daß man ein Verbrühen desſelben zu befürchten hätte, das Malz, faſt ausſchließlich Gerſtenmalz. Zuweilen wird es durch Hafermalz erſetzt, das zwar eine geringere diaſtatiſche Wirkung hat, aber nach praktiſchen Erfahrungen ſchnell und vollſtändig verlaufende Gärungen gibt. Da das Malz beim Darren ſelbſt bei niedriger Temperatur an verzuckernder Kraft einbüßt, wendet man Darrmalz in Kartoffelbrennereien wenig an, meiſt nur, wenn es gilt, ein beſonders konzentriertes und kräftiges Gärmittel herzuſtellen. Faſt ausſchließlich iſt Grünmalz im Gebrauch. Das beſte Rohmaterial iſt eine kleinkörnige, leichte Gerſte, die ſchnell quellreif wird und ein diaſtaſereiches Malz liefert. Wenn ſchon überall in der Brennerei peinlichſte Sauberkeit geboten iſt, ſo iſt dies ganz beſonders in der Mälzerei der Fall, da für unreine Gärungen faſt immer aus dem Malze ſtammende Infektionen verantwortlich zu machen ſind. Daher iſt das Rohmaterial ſorgfältig zu reinigen, und ſind Quellſtöcke und Malzkeller ſo zu halten, daß Schimmelpilze und Fäulnisorganismen nicht zur Entwicklung kommen können. Das Malz für die Brennerei muß ſo kalt und damit ſo langſam wie möglich geführt werden. Es erreicht die größte Diaſtaſemenge nicht, wie früher allgemein angenommen wurde, wenn der Graskeim drei Viertel der Länge des Korns erreicht hat, ſondern bei der zwei- bis dreifachen Länge des Korns. Es empfiehlt ſich, das Malz etwa 20 Tage bei 15° C. in 6 cm hoher Schicht zu führen. Hierzu iſt für 100 l Maiſchraum eine Tennenfläche von mindeſtens 15 qm erforderlich. Das Malz muß gut zerkleinert werden, wenn es wirkſam ſein ſoll. Hierzu dienen meiſtens Malzquetſchen, die aus zwei oder mehr verſtellbaren eiſernen Walzen beſtehen; die Walzen müſſen, wenn ſie gut wirken ſollen, entweder gleichgroß mit verſchiedener Umdrehungszahl oder verſchieden groß bei gleicher Umdrehungszahl ſein. Einen beſonderen Apparat zum Zerkleinern von Malz, einen ſogenannten Malzmilchapparat hat Bohm konſtruiert; derſelbe beſteht aus einem ſchmiedeeiſernen Einteiggefäß und einer Zentrifugalmühle, in der das Malz zerkleinert wird. Durch die paſſende Stellung eines Dreiweghahns wird das Malz ſo oft von der Mühle in das Einteiggefäß und umgekehrt geführt, bis eine feine Malzmilch erzielt iſt. Der genannte Malzmilchapparat iſt überall da am Platze, wo raſches Arbeiten erwünſcht iſt.

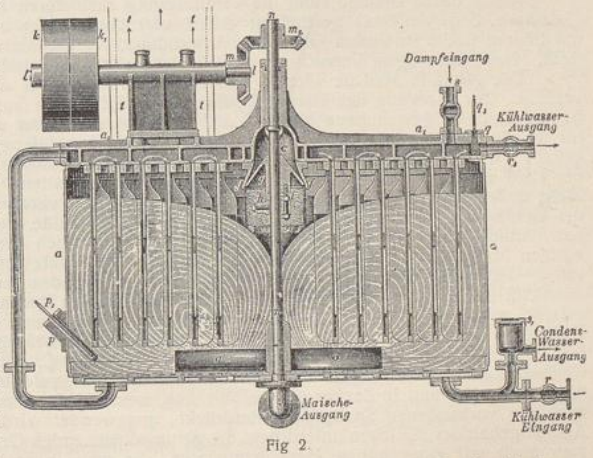


Fig 2.

Die Vormaiſchbottiche (Maiſchmaſchinen, Maiſchapparate) laſſen ſich in zwei Gruppen einteilen, je nachdem ſie nur zum Maiſchen dienen oder auch mit Vorrichtungen zum Kühlen verſehen ſind. Zur erſten Gruppe gehört der Apparat von Ellenberger [6], der dem Holländer der Papierfabrikation nachgebildet iſt. — Von den Apparaten, die gleichzeitig die Kühlung der Maiſche beſorgen, zeigt Fig. 2 die Hampelſche Maiſchmaſchine. Hampel vermeidet den Exhauſtor durch eine eigentümliche Ausblaſevorrichtung. Die Kartoffelmaſſe wird durch die Maiſchmühle *c* ausgeblaſen. Dieſe beſteht aus der feſtſtehenden glatten Mahlfläche *f*, gegen die der glatte Konus *g* arbeitet. Die Entfernung beider kann reguliert werden. Das Waſſer geht durch die feſtſtehenden Kühltaſchen, gegen die die Maiſche durch das Flügelrad *o* geſchleudert wird, das durch die auf *l* ſitzenden Riemenſcheiben *k*, k_1 und Zahnräder *m*, m_1 bewegt wird; p_1, q_1 ſind Thermometer in den Stutzen *p* und *q*. Dampfeingang bei *s*, Kühlwaſſereingang bei *r* und Ausgang bei r_1 ſind durch Hähne regulierbar. — Bei andern Maiſch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

apparaten dient der Kühlapparat gleichzeitig als Rührwerk; zahlreiche Konſtruktionen ſ. [6]. Für die Beurteilung der Maiſchapparate kommt es hauptſächlich darauf an, daß eine ſchnelle und gute Durchmiſchung der aus dem Henze ausgeblaſenen Maſſe mit dem Malz erreicht wird, und daß der Apparat ſowie etwaige Kühlvorrichtungen leicht und ſchnell an allen Stellen gereinigt werden können. Der Verbrauch an Kühlwaſſer darf bei einer guten Kühlvorrichtung 2—2,5 l Waſſer von 10° C. für 1 l Maiſche nicht überſteigen, um dieſe von der Maiſchtemperatur in 1,5—2 Stunden auf ca. 15° C. abzukühlen. — Beim Maiſchprozeß ſelbſt kommt es zunächſt darauf an, eine möglichſt vollſtändige Umwandlung der Stärke durch die Diaſtaſe zu erzielen. Die Stärke der Kartoffeln wird ſchon bei 56° C., die des Malzes erſt bei 65° gelöſt. Bei dem Verzuckerungsprozeß werden bei gutem Verlauf etwa 80% Maltoſe (Zucker) und 20% Dextrin gebildet. Die Maltoſe wird durch das in der Hefe vorhandene Ferment, die Glykaſe, raſch in die gärungsfähige Zuckerart, die Glykoſe, übergeführt. Die nebenher gebildeten Dextrine gehen erſt während der Gärung durch die nachwirkende Kraft der Diaſtaſe in Maltoſe über, die dann ihrerſeits wieder weiter in Glykoſe umgewandelt wird. Da ſomit der Diaſtaſe auch während der Gärung noch Arbeit zukommt, darf ihre Wirkungskraft während des Maiſchens nicht geſchädigt werden. Die beſte Temperatur für ihre Wirkſamkeit liegt zwiſchen 50 und 56° C., bei höherer Temperatur wird die Diaſtaſe geſchwächt. Es iſt beim Maiſchprozeß ferner eine Unterdrückung der ſtets vorhandenen gärungsſtörenden Organismen anzuſtreben, die erſt bei 65° C. vor ſich geht. Da nun nach den Erfahrungen in der Praxis die Diaſtaſe aber in zuckerreichen Flüſſigkeiten eine weit höhere Temperatur ertragen kann als in verdünnter Zuckerlöſung, ſo ergibt ſich für die Praxis folgendes Verfahren: Man gibt das ganze Malz mit dem Maiſchwaſſer in den Vormaiſchbottich, maiſcht ſchnell bis 50° C., dann langſam bis 60° C., und gegen das Ende laſſe man die Temperatur auf 65°, bei ſehr konzentrierten Maiſchen ſelbſt auf 68° ſteigen. Zur Erzielung von Maiſchen von 20—22° Balling muß man auf 100 l Maiſchraum 15 kg Stärke aus Kartoffeln einmaiſchen, wozu noch aus 3 kg Malzgerſte 1,6 kg Gerſtenſtärke kommen; zur Erzielung dickerer Maiſchen, etwa 26—28° Balling, nimmt man ca. 18 kg Stärke aus Kartoffeln. Während Verſuche ergeben haben, daß eine vollkommene Entfernung der feſten Beſtandteile, der Treber, aus der Maiſche dieſelbe ſchwer vergärbar macht, erweiſt es ſich vorteilhaft, einen Teil der Treber, namentlich die groben Stücke, und fremde Körper zu entfernen. Die Maiſche wird leichter beweglich, erfordert weniger Steigraum und kann konzentrierter hergeſtellt werden. Man verwendet daher vielfach Entſchalapparate. Verſchiedene Konſtruktionen ſ. [6]. Iſt die Verzuckerung beendet, was man daran erkennt, daß etwas filtrierte Maiſche mit Jodlöſung keine Blau- oder Rotfärbung mehr gibt, ſo wird ſie auf die Anſtelltemperatur herabgekühlt. Ueber die dazu verwendeten Apparate, die teilweiſe ſchon im Vormaiſchbottich liegen (ſ. oben), vgl. a. Bierbrauerei und [6].

Außer durch Diaſtaſe kann die Verzuckerung auch durch Kochen mit verdünnten Säuren (Salzſäure, Schwefelſäure) geſchehen; erſtere verzuckert beſſer als letztere. Die Verzuckerung mit Säuren findet in heißen Gegenden Anwendung, wo die Malzbereitung auf Schwierigkeiten ſtößt. Nach beendigter Verzuckerung wird die Säure größtenteils neutraliſiert.

Die gekühlte Maiſche wird in den Gärbottich geleitet und dort mit dem Gärmittel verſetzt. Zur Erregung der Gärung bediente man ſich früher ausſchließlich der bei der Bierbrauerei (ſ. d.) gewonnenen Hefe (ſ. d.). Jetzt wird faſt nur noch mit Kunſthefe gearbeitet, für welche zunächſt eine beſondere kleine Maiſche, das Hefengut (die Hefenmaiſche), hergeſtellt wird. Hierfür kann man alle die Materialien verwenden, welche die für die Ernährung der Hefe erforderlichen Stoffe in reichlichem Maße enthalten. Am geeignetſten erweiſt ſich Malz, deſſen Stärkemehl ſich bei der Maiſchung in Maltoſe verwandelt, und das die Eiweißſtoffe der Gerſte durch den Keimprozeß zum großen Teil in Amide, beſonders Aſparagin, verwandelt hat. Amide ſind aber das beſte Nährmittel für Hefe. Auch die für das Wachstum der Hefe nötigen Mineralſtoffe, Kali und Phosphorſäure, enthält Malz reichlich. Beſondere Sorgfalt iſt auf die Reinigung der verwendeten Materialien zu verwenden, um gärungſtörende Organismen möglichſt fernzuhalten. Während man früher hauptſächlich Darrmalz verwendete, hat man jetzt gelernt, aus Grünmalz brauchbare Hefenmaiſchen zu gewinnen. Da man erkannt hat, daß die Zuführung der Hefe am beſten in möglichſt konzentrierter Löſung vorgenommen wird, maiſcht man das Malz nicht nur mit Waſſer, ſondern bei 65—67° C. mit heißer, ſüßer Maiſche. Die Konzentration des Hefenguts ſoll 22—24 Saccharometergrade betragen, das Stärkemehl ſoll möglichſt gelöſt und in Zucker übergeführt ſein, weshalb die hohe Temperatur, welche zugleich auch die vorhandenen Spaltpilze unterdrückt, angewendet wird. Der dadurch erzielte hohe Alkoholgehalt der Maiſchen unterdrückt die gärungshemmenden Organismen. Dasſelbe bezweckt man auch mit einer hohen Maiſchtemperatur, die man in ſo konzentrierter Maiſche bis zu 66° C. ſteigern kann. Es hat ſich als vorteilhaft erwieſen, nach der Verzuckerung auf 75° C. anzuwärmen und 15 Minuten auf dieſer Temperatur zu laſſen (Anwärmapparate ſ. [6]). Für Maiſchung und Verzuckerung rechnet man 2 Stunden. Nach der Verzuckerung beginnt der wichtigſte Prozeß bei der Kunſthefeführung, nämlich die Säuerung. Trotz der geſchilderten Vorſichtsmaßregeln zur Unterdrückung gärungshemmender Organismen iſt es unerläßlich, für die Bildung eines für die leicht entſtehende, außerordentlich gärungshemmend wirkende Butterſäure ſowie für die Spaltpilze ſtarken Giftes zu ſorgen, das aber die Hefe nicht ſtört. Ein ſolches Gift iſt die Milchſäure. Eine reine Milchſäuregärung tritt ein, wenn man die Temperatur der Maiſche nicht unter 50° C. ſinken läßt. Bildet ſich beim Beginn der Kampagne in den erſten Maiſchen nicht genügend Milchſäure, ſo erzielt man dieſe durch Zuſatz von Reinkulturen von Milchſäurebazillen, wie man ſie z. B. vom Verein der Spiritusfabrikanten in Berlin oder landwirtſchaftlichen Hochſchulen beziehen kann. Man läßt die Säuerung ſo weit vorſchreiten, bis 20 ccm Maiſchefiltrat zur Neutraliſation 2,4—2,7 ccm Normalnatronlauge (entſprechend ca. 1% Milchſäure) erfordern. Je mehr Säure in der Kunſthefe, deſto weniger im Gärbottich.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hat man in den erſten Hefemaiſchen reine Milchſäure in genügender Menge erhalten, ſo ſiedelt ſich der Pilz in den Holzwandungen der Hefengefäße an, und es bedarf für die ferneren Maiſchungen keiner beſonderen Ausſaat. Mit Kupfer ausgeſchlagene Hefengefäße dürfen nicht verwendet werden. — Nachdem der erwähnte Säuregrad erreicht iſt, kühlt man die Maiſche auf die Anſtelltemperatur (für dünne Maiſchen ca. 15° C., für konzentriertere auf 18—20° C.). Kühlvorrichtungen ſ. [6]. Die ſo verarbeitete Maiſche wird in Gärung verſetzt, und zwar zum Beginn der Kampagne mit Preßhefe, am beſten mit einer Reinzuchthefe, z. B. der Raſſe II aus der Reinzuchtanſtalt des Vereins der Spiritusfabrikanten. Von der gärenden Maiſche wird, wenn die darin ſich vermehrende Hefe ihre volle Reife erlangt hat, ein Teil, nämlich ein Zehntel des Raumes der Hefenbottiche, abgenommen, die ſogenannte Mutterhefe, um damit das folgende Hefengefäß in Gärung zu ſetzen. Nach Abnahme der Mutterhefe wurde früher vielfach eine gleiche Menge heißer Maiſche zugeſetzt, das ſogenannte Auffrifchen oder Verſtellen der Maiſche. Bei Verarbeitung konzentrierter Maiſchen hat ſich dies als überflüſſig herausgeſtellt. Man läßt nach Abnahme der Mutterhefe die Kunſthefe weiter vergären, bis der Alkoholgehalt mindeſtens 8% beträgt, was einer Vergärung von 4—5 Saccharometergraden entſpricht. Dies pflegt nach 15—20 Stunden der Fall zu ſein. Dann kann man mit der Kunſthefe die große Maiſche in Gärung ſetzen. Ueber die Bereitung der Kunſthefe ſ. [6]. — Von weiteren Verfahren, die dazu dienen, ſchädliche Nebengärungen zu vermeiden, ſei noch erwähnt das Effrontſche Flußſäureverfahren. — Die Flußſäure iſt nämlich einerſeits ein ſtarkes Bakteriengift, anderſeits ein ausgezeichnetes Konſervierungsmittel für die Diaſtaſe, welche ſie bis zum Schluß der Gärung kräftig erhält, ſo daß man ſogar an Malz ſparen darf. Endlich aber wirkt die Flußſäure auch anregend auf die Gärkraft der Hefe ein, jedoch nur unter beſonderen Umſtänden, nämlich dann, wenn die an ſich gegen Flußſäure empfindliche Hefe durch allmählich geſteigerte Gaben von Flußſäure an dieſe gewöhnt, alſo beſonders gezüchtet worden iſt.

Mit dem Hefengut wird die Hauptmaiſche in Gärung verſetzt, die dann drei Phaſen unterſcheiden läßt: die Vorgärung, die Hauptgärung, die Nachgärung. In der Vorgärung findet die Hefenbildung ſtatt; nur eine Kohlenſäurebildung tritt ein. Als Anſtelltemperatur empfiehlt ſich 17—22° C. Bei der nun folgenden Hauptgärung wird die bei dem Maiſchprozeß gebildete Maltoſe vergoren. Bei der Vergärung der Maltoſe tritt ſtarke Wärmeentwicklung ein. Da eine Ueberſchreitung der Temperatur von 30° C. ſchädlich iſt, hat man Vorrichtungen zur Regelung der Temperatur im Gärbottich, die ſogenannten Gärbottichkühler, angebracht; diesbezügliche Konſtruktionen ſ. [6]. Da dieſe Kühler während ihrer Tätigkeit auf und ab bewegt werden, ſo wird dadurch die Kohlenſäure aus der Maiſche ſchneller entfernt. Deshalb erfordern die Bottiche einen geringeren Steigraum und können beſſer ausgenutzt werden; anderſeits wird durch Entfernung der gärungshemmenden Kohlenſäure und durch Vermeidung zu ſtarker Verdunſtung bei höherer Temperatur eine höhere Alkoholausbeute erzielt. Bei der Nachgärung ſollen die Dextrine durch die Nachwirkung der Diaſtaſe in Maltoſe übergeführt und vergoren werden. Die Gärbottiche werden meiſtens aus gutem Eichenholz gefertigt, und zwar beſſer hoch als flach, für 4000 l z. B. 2 m hoch. Beim Gärraum kommt es vor allem darauf an, daß eine leichte Reinhaltung der Wände, der Decke und des Fußbodens möglich iſt, daß die Temperatur eine gleichmäßige und durch eine mäßige Ventilation für Abſaugung der Kohlenſäure geſorgt iſt. S. a. [5]. — Während in der Regel bei der Gärung die Kohlenſäurebläschen an der Oberfläche ſofort platzen, bildet ſich zuweilen ein Schaum. Bei dieſer Art der Gärung, der Schaumgärung, ſteigt die Maiſche bedeutend, und ein großer Teil, oft bis ein Drittel der Maiſche, gärt über. Als Urſache der Schaumgärung betrachtet man zurzeit den Ernährungszuſtand der Hefe. Nur eine zu reichlich ernährte Hefe, die in lebhafter Sproſſung begriffen iſt, erzeugt Schaumgärung. Als Mittel dagegen empfiehlt es ſich daher, das Hefengut ſtark zu ſäuern, konzentriert zu maiſchen und ſtark vergären zu laſſen. S. a. [6].

Bezüglich der Beurteilung des Brennereibetriebes ſei folgendes erwähnt: Aus der zur Einmaiſchung gelangenden Menge Stärke wird in der Praxis ſelbſtverſtändlich nicht die theoretiſch mögliche Menge Alkohol gewonnen, weil der Betrieb mit verſchiedenen, zum Teil unvermeidlichen Verluſten verbunden iſt. Die ſtetige Unterſuchung der Rohſtoffe, Zwiſchen- und Enderzeugniſſe ſoll Aufſchluß geben, wie hoch die Ausbeute iſt bezw. ob ſich die Verluſte innerhalb der zuläſſigen Grenze bewegen. Um zu beurteilen, ob der Betrieb ein regelmäßiger war, gibt M. Märcker (ſ. [6]) folgende Anhaltspunkte:

	bei gutem Betriebe	bei mittlerem Betriebe	bei ſchlechtem Betriebe	Liter-%-Alkohol
1. Die beim Dämpfen nicht aufgeſchloſſene und daher der Einwirkung der Diaſtaſe ſich entziehende Menge Stärke beträgt	1,5%	3,0%	4,5%	
2. Von der eingemiſchten und in gärungsfähige Subſtanz umgewandelten Stärke bleiben unvergoren	3,9%	6,8%	11,5%	
3. In Nebenerzeugniſſe werden übergeführt und durch Verdunſten von Alkohol gehen verloren	9,5%	13,5%	16,8%	
4. alſo im ganzen Verluſte	14,9%	23,3%	32,8%	
demnach werden in Alkohol übergeführt	85,1%	76,7%	67,2%	
man erhält für 1 kg Stärke	60,5%	55,0%	48,0%	

Aus der vergorenen Maiſche wird der Alkohol durch Deſtillation gewonnen. Die Möglichkeit, Alkohol von der Maiſche zu trennen, beruht darauf, daß ſein Siedepunkt bei 78° C. liegt, während Waſſer bei 100° C. ſiedet. Eine vollſtändige Trennung iſt jedoch durch Deſtillation nicht möglich. Es bilden ſich bei Erhitzung der Maiſche Alkohol- und Waſſerdämpfe, die bei der Verdichtung wieder Alkohol-Waſſermiſchungen geben, die allerdings mehr Alkohol

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

enthalten als die Maiſche; durch wiederholte Deſtillation oder Rektifikation kann man zu immer alkoholreicheren Miſchungen kommen. Ueber die Entwicklung der Deſtillierapparate ſ. R. Ilges in [6]. Die jetzt faſt ausſchließlich gebrauchten Deſtillierapparate ſind ſogenannte kontinuierliche. Es ſind ſäulenförmige Apparate, Kolonnenapparate, in die die Maiſche oben einfließt. Während die Maiſche von oben nach unten fließt, ſtrömt unten Waſſerdampf ein und ſtrömt der Maiſche entgegen von unten nach oben. Je tiefer die Maiſche kommt, deſto reineren Dampf trifft ſie und deſto vollkommener wird ſie entgeiſtet; je höher der Dampf kommt, deſto alkoholreichere Maiſchen trifft er, und deſto mehr reichert er ſich mit Alkohol an. Näheres ſ. [7]. Bei den meiſten Apparaten ſind die Kolonnen in verſchiedene Kammern geteilt, die von Maiſche und Dampf durchlaufen werden müſſen; in einigen bildet die Kolonne einen zuſammenhängenden Raum, in dem durch eingefügte tellerartige Zwiſchenglieder eine gute Durchmiſchung von Maiſche und Dampf bewirkt wird. Näheres über diesbezügliche Apparate in [6]. Bei der Anſchaffung eines Deſtillierapparates iſt darauf zu ſehen, daß derſelbe nicht zu klein gewählt wird. Die Deſtillation der geſamten Maiſche muß in der Zeit beendet ſein, in der für den übrigen Betrieb die Maſchine im Gang iſt. Daß der Apparat den Alkohol vollſtändig abtreibt, muß, wenn kein beſonderer Probeapparat daran iſt, von Zeit zu Zeit durch Unterſuchung der Schlempe feſtgeſtellt werden. Ueber den Wärmeverbrauch gibt den beſten Aufſchluß die Schlempemenge, welche die Maiſche nicht um mehr als 15% überſteigen ſoll.

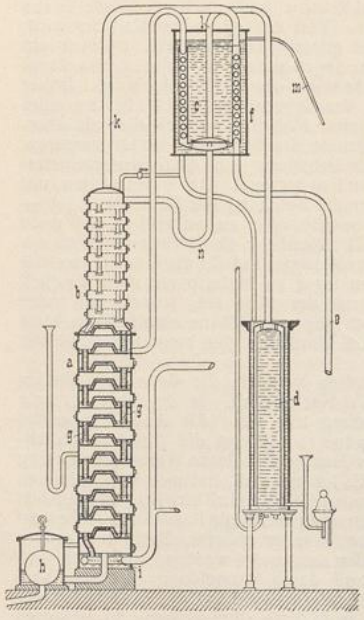


Fig. 3. Kontinuierlicher Kolonnenapparat von Böhm.

Der bekannteſte Deſtillierapparat iſt der kontinuierliche Kolonnenapparat von Böhm (Fig. 3). *a* iſt die Deſtillierſäule, *b* die Rektifizierſäule, *c* Dephlegmator und zugleich Vorwärmer, *d* Kühler. Aus einem Reſervoir wird die Maiſche mittels einer Pumpe durch das Rohr *e* in den im Dephlegmator befindlichen Schlangenvorwärmer *f* gedrückt, erwärmt ſich durch den Spiritusdampf und fließt in das oberſte Element der Maiſchkolonne; mittels der Ueberfallröhren *g* durchläuft die Maiſche die zwölf Elemente der Kolonne und verläßt als Schlempe das mit Regulator *h* verſehene Ausflußrohr; *i* Eintrittsöffnung des Dampfes. Der Dampf durchſtrömt die Maiſchkolonne, ſich hierbei mit Alkohol bereichernd, tritt dann in die Rektifizierſäule *b* und gelangt durch das Rohr *k* in den Kondenſator. Der Alkoholdampf verläßt den Kondenſator durch das Rohr *l* und gelangt in den Kühler *d*. Das Kühlwaſſer des Kühlers geht zum Kondenſator und verläßt denſelben durch Rohr *m*. Durch das Sackrohr *n* fließt der Lutter in die Rektifizierſäule *b*.

Der durch die Deſtillation aus der Maiſche gewonnene Rohſpiritus, auch Lutter genannt, enthält alle flüchtigen Stoffe der Maiſche, jedoch je nach der Größe der Rektifikationsſäule und des Kondenſators in verſchiedener Menge. Von dieſen iſt hauptſächlich der Aldehyd von niedrigerem Siedepunkt als der Alkohol, die meiſten, namentlich der Iſoamylalkohol, von höherem. Man ſtellt daher ein reineres Produkt durch fraktionierte Deſtillation dar und gewinnt dabei die niedrig ſiedenden Stoffe in dem erſten Teil, der übergeht, dem Vorlauf, dann den reinen Alkohol in einer Stärke von 95—97%, dann die höher ſiedenden Stoffe, den Nachlauf. Das reine Produkt, der Feinſprit, wird um ſo beſſer, je mehr Sorgfalt man auf Abſcheidung von Vor- und Nachlauf verwendet. Aus dem Nachlauf kann man durch nochmalige Rektifikation den Iſoamylalkohol und die ihm verwandten Körper, das Fuſelöl, rein gewinnen. Für die Darſtellung ſehr reiner Sprite unterwirft man den Rohſpiritus vor der Rektifikation einer Kohlefiltration. Man läßt den Spiritus durch eine Reihe von Zylindern, die mit wallnußgroßen Stücken Holzkohle gefüllt ſind, gehen, zunächſt durch ſchon länger gebrauchte Kohle, dann durch friſchere und zuletzt durch ganz friſche. Die nicht mehr wirkſamen Zylinder werden ausgeſchaltet, der darin noch enthaltene Spiritus wird abgetrieben und die Kohle entweder durch Ausglühen oder durch überhitzten Dampf von 500—600° C. wieder belebt, d. h. ihre abſorbierende Wirkung wird wiederhergeſtellt.

Die Rektifikation geſchieht meiſtens in Apparaten nach Savalleſcher Konſtruktion. Sie beſtehen aus einer Blaſe, in die der auf ca. 45° verdünnte Rohſpiritus gefüllt wird. Durch eine in der Blaſe befindliche Dampfſchlange wird der Spiritus erhitzt. Auf der Blaſe befindet ſich eine Rektifikationskolonne mit zahlreichen Siebböden; aus dieſen gehen die Dämpfe in einen Kondenſator und dann in den Kühler. Bezüglich weiterer Apparate ſei auf die D.R.P. Nr. 111322, 106713, 99499 und 108832 verwieſen. Die Rückſtände der Brennerei, wie ſie aus den Deſtillierapparaten abfließen, die ſogenannte Schlempe, ſtellt ein wertvolles Viehmaſtfutter dar. Sie enthält im Verhältnis zu den ſtickſtofffreien Stoffen viel mehr ſtickſtoffhaltige (Proteinſtoffe) wie das Rohmaterial. Ueberdies ſind die in der Schlempe enthaltenen Mineralbeſtandteile hinſichtlich der Düngung außerordentlich wertvoll. Die Zuſammenſetzung der Schlempe variiert nach der der Rohmaterialien, dem Verlauf der Gärung und der Deſtillation. J. König [3] gibt als mittlere Zuſammenſetzung der verſchiedenen Schlempen folgendes an:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

	Waſſer	Roh-protein	Rein-protein	Fett	Stickſtoff-freie Extrakt-ſtoffe	Rohfaſer	Aſche
Roggenſchlempe, friſch . . .	92,20	1,96	1,36	0,45	4,56	0,66	0,41
„ getrocknet . .	10,60	23,10	19,67	6,10	42,70	10,20	7,30
Maisſchlempe, friſch	91,32	1,98	1,91	0,93	4,48	0,83	0,46
„ getrocknet . . .	9,40	23,21	22,29	8,63	45,03	9,31	4,42
Maisſchlempekuchen	6,16	39,02	38,27	11,31	26,75	10,64	6,12
Kartoffelſchlempe, friſch . . .	94,30	1,15	0,80	0,10	3,13	0,65	0,67
„ getrocknet .	12,63	20,78	15,30	4,92	38,78	8,11	14,78

Die Schlempe wird gewöhnlich ſofort verbraucht. Soll ſie, ohne zu verderben, aufbewahrt werden, ſo muß man ihren Waſſergehalt auf 60—70% herabſetzen. Man kann ſie dann ſogar in offenen Fäſſern aufbewahren. Beſſer iſt es, ſie, mit Häckſel oder Spreu vermiſcht, in ausgemauerten Gruben zu konſervieren. Zur Gewinnung eines Trockenfutters, das als Handelsware dienen kann, ſind verſchiedene Schlempetrockenapparate konſtruiert worden; wir verweiſen auf das D.R.P. Nr. 38853.

Bei der Spiritusfabrikation aus andern ſtärkemehlhaltigen Materialien kommt hauptſächlich der Mais in Betracht. Mais wird entweder in ganzen Körnern oder geſchroten verarbeitet. Bei der Verarbeitung in ganzen Körnern kommen in den Henzedämpfer auf 100 kg 120—160 l Waſſer, da dem Mais das zur Verkleiſterung bezw. Verflüſſigung des Stärkemehls nötige Waſſer (Fruchtwaſſer der Kartoffeln) fehlt.

Da der Mais die Neigung zeigt, einen zähen Kleiſter zu bilden, muß für eine möglichſt gute Dampfverteilung geſorgt werden, ſowie dafür, daß der Mais vom Anfang bis zum Ende in ſteter Bewegung gehalten wird. Man läßt etwa eine Stunde ohne Druck ſieden, dann eine Stunde mit 2—2,5 Atmoſphären, aber ſo, daß immer noch Dampf entweicht, dann $^1/_2$ Stunde bei 3—4 Atmoſphären. Das Ausblaſen geſchieht unter hohem Druck. An Raum rechnet man auf 100 kg Mais 350—400 l im Henze. Für die Verarbeitung von geſchrotenem Mais bringt man im Henze einen Rührer an und läßt unter gutem Rühren den Mais einfallen. Man dämpft erſt langſam an, geht dann ſchnell auf 2,5—3 Atmoſphären, läßt bei dieſem Druck nur kurze Zeit ſtehen, ſo daß die ganze Operation nicht länger als 1 Stunde dauert, und bläſt mit ſtarkem Druck aus. Die übrige Verarbeitung iſt gleich der bei der Spiritusfabrikation aus Kartoffeln.

Bei der Spiritusfabrikation aus Roggen und Weizen handelt es ſich meiſtens darum, einen gut ſchmeckenden Kornbranntwein zu erzielen. Hierbei iſt die Anwendung von Hochdruck ausgeſchloſſen, weil hierdurch ein übler Geruch und Geſchmack bewirkt wird. Das Getreide wird ſo fein als möglich geſchroten und zur Erzielung einer einigermaßen guten Aufſchließung der Stärke mit weſentlich mehr Malz, 12—20%, gemaiſcht. Die weitere Verarbeitung iſt im weſentlichen dieſelbe wie bei den Kartoffeln (ſ. a. [8]).

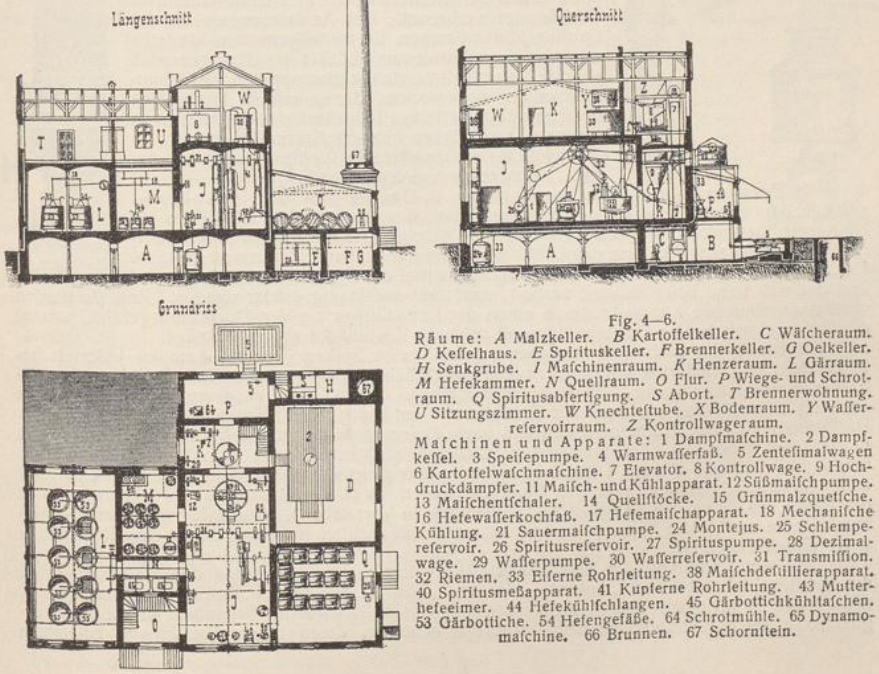


Fig. 4—6.

Räume: *A* Malzkeller. *B* Kartoffelkeller. *C* Wäſcheraum. *D* Keſſelhaus. *E* Spirituskeller. *F* Brennerkeller. *G* Oelkeller. *H* Senkgrube. *I* Maſchinenraum. *K* Henzeraum. *L* Gärraum. *M* Hefekammer. *N* Quellraum. *O* Flur. *P* Wiege- und Schrotraum. *Q* Spiritusabfertigung. *S* Abort. *T* Brennerwohnung. *U* Sitzungszimmer. *W* Knechteſtube. *X* Bodenraum. *Y* Waſſerreſervoirraum. *Z* Kontrollwageraum.

Maſchinen und Apparate: 1 Dampfmaſchine. 2 Dampfkeſſel. 3 Speiſepumpe. 4 Warmwaſſerfaß. 5 Zenteſimalwagen 6 Kartoffelwaſchmaſchine. 7 Elevator. 8 Kontrollwage. 9 Hochdruckdämpfer. 11 Maiſch- und Kühlapparat. 12 Süßmaiſchpumpe. 13 Maiſchentſchaler. 14 Quellſtöcke. 15 Grünmalzquetſche. 16 Hefewaſſerkochfaß. 17 Hefemaiſchapparat. 18 Mechaniſche Kühlung. 21 Sauermaiſchpumpe. 24 Montejus. 25 Schlempereſervoir. 26 Spiritusreſervoir. 27 Spirituspumpe. 28 Dezimalwage. 29 Waſſerpumpe. 30 Waſſerreſervoir. 31 Transmiſſion. 32 Riemen. 33 Eiſerne Rohrleitung. 38 Maiſchdeſtillierapparat. 40 Spiritusmeßapparat. 41 Kupferne Rohrleitung. 43 Mutterhefeeimer. 44 Hefekühlſchlangen. 45 Gärbottichkühltaſchen. 53 Gärbottiche. 54 Hefengefäße. 64 Schrotmühle. 65 Dynamomaſchine. 66 Brunnen. 67 Schornſtein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine Brennereianlage der Aktiengeſellſchaft H. F. Eckert, Berlin, zeigen Fig. 4 im Längenſchnitt, Fig. 5 im Querſchnitt und Fig. 6 im Grundriß. — Die Verwendung des Alkohols zu Genußzwecken iſt mit hohen Steuern belegt. Für techniſche Zwecke iſt Spiritus ſteuerfrei, er muß dann (beſtimmte Fälle, wie z. B. für wiſſenſchaftliche Zwecke, ausgenommen), um ihn ungenießbar zu machen, mit ſchlecht riechenden und ſchmeckenden Stoffen, ſogenannten Denaturierungsmitteln, verſetzt werden. Als ſolche Zuſätze kommen in Betracht: 5—10% Holzgeiſt, 0,5% Terpentinöl, 0,5—1% Tieröl (Pyridinbaſen), 10% Schwefeläther, ein Gemiſch von 200% Waſſer und 3% Eſſigſäure, oder 30% Eſſig von 6% Eſſigſäuregehalt, oder 40 g Lavendelöl, oder 60 g Rosmarinöl für 1 l, oder 0,5prozentige Schellacklöſung in Terpentinöl u. ſ. w. (ſ. auch die diesbezügliche Kaiſerl. Verordnung vom 21. Juni 1888, ſowie bezüglich der Verwendung von undenaturiertem Spiritus zu Heil-, wiſſenſchaftlichen und gewerblichen Zwecken den Erlaß des Kgl. Württembergiſchen Steuerkollegiums vom 27. Dezember 1892).

Literatur: [1] Briem, Die Rübenbrennerei, Wien 1888. — [2] Zeitſchr. f. Spiritusinduſtrie 1893, Nr. 19. — [3] König, J., Die Zuſammenſetzung der menſchlichen Nahrungs- und Genußmittel, 4. Aufl., Berlin 1904. — [4] Zeitſchr. f. Spiritusinduſtrie 1879, S. 361. — [5] Freisleben, Der Brennereibau, Berlin 1885. — [6] Märcker, Handbuch der Spiritusfabrikation, Berlin 1898. — [7] Hausbrand, Die Wirkungsweiſe der Rektifizier- und Deſtillierapparate, Berlin 1903. — [8] Büchler, Leitfaden für den landwirtſchaftl. Brennereibetrieb, Braunſchweig 1898. *(Herzfeld) Mezger.*

Spiritusfirniſſe, ſ. Spirituslacke.

Spiritusglühlicht, Vorrichtung zur Beleuchtung unter Benutzung eines Spiritusdampfluftgemiſches, deſſen Wärmeentwicklung beim Verbrennen im Glühlichtbrenner zur Lichterzeugung verwendet wird.

Wenn auch reiner Spiritus ſeiner geringen Lichtſtärke wegen zu Beleuchtungszwecken keine Verwendung finden konnte, ſo fehlte es doch nicht an Verſuchen, ihn wenigſtens mittelbar zur Lichterzeugung heranzuziehen. So begrüßte man um das Jahr 1850 als eine bedeutende Verbeſſerung der Oellampe die ſogenannte „Gaslampe“ (Merzweiler), die in einem Brenner mit Glaszylinder (Fig. 1 und 2) Spiritus und Terpentin, beide kurzweg „Gas“ genannt, verbrannten. Die blaue Spiritusflamme wurde hierbei durch die kohlenſtoffreichen Terpentinöldämpfe angereichert; die in letzterem ſchwebenden, fein verteilten Kohlenſtoffteilchen wurden in der Hitze der Spiritusflamme zum Glühen gebracht und bildeten ſo die Träger der Lichtſtrahlung. Der ſchwankende Spirituspreis ſowie die ungeahnt raſche Verbreitung der Petroleumlampen verdrängten bald dieſe Spirituslampe, die in der Lichtſtärke gegenüber den alten Oellampen wohl einen Fortſchritt bedeutete, den Mineralöllampen jedoch in keiner Weiſe gewachſen war. — Praktiſche Bedeutung erhielt das Spiritusglühlicht erſt mit der Verwertung des Auerglühkörpers. Wie beim Petroleumglühlicht (ſ. d., Bd. 7, S. 73) wird auch bei den kleinen Spiritusglühlichtlampen und den -ſtarklichtbrennern das Brennmaterial — 90—95 Vol.-Proz. Spiritus — zunächſt verdampft und dieſer Spiritusdampf mit oder ohne vorherige Beimiſchung der Primärluft unter dem Glühſtrumpf verbrannt. Das Anwendungsgebiet der Spiritusglühlichtlampen iſt im allgemeinen dasſelbe wie bei dem Petroleumglühlicht; im Hausgebrauch wurden bisher Spiritusglühlichtlampen den Petroleumglühlichtern vorgezogen, da es erſt in letzter Zeit gelungen iſt, zuverläſſige Petroleumglühlichtlampen in kleineren Lichtſtärken (30—60 Kerzen) zu bauen. — Hinſichtlich der Erforderniſſe für Spiritus zu Leucht- und Heizzwecken vgl. Spirituslampen.

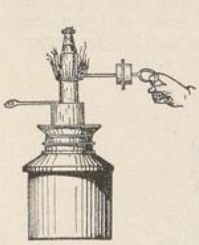


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

In Form und Art der Luftzuglampen (ſ. Oellampen und Petroleumglühlicht) werden kleine Spirituslampen (Fig. 3) mit einer Lichtſtärke bis zu 80 Kerzen hergeſtellt, bei welchen aber ein peinliches Sauberhalten der Dochtoberfläche notwendig iſt, um den Glühkörpermantel *a* voll zum Glühen zu bringen. Der Saugdocht *b*, der durch das Denaturierungsmittel des Spiritus verunreinigt wird und dadurch ſeine Saugfähigkeit verliert, muß ſtets rechtzeitig erſetzt werden. Zum Anzünden wird das brennende Zündholz durch einen der Luftſchlitze *c* an den Dochtrand geführt, worauf die Flamme mittels des Dochtſchlüſſels *d* auf volle Lichtſtärke eingeſtellt wird.

Während die nach dem vorſtehend geſchilderten Syſtem gebauten Lampen jederzeit betriebsbereit ſind, bedürfen alle übrigen Spiritusglühlichtlampen als eigentliche Spiritusdampfbrenner einer Anheizung, die teils vorübergehend benutzt, die Verdampfung einleitet oder auch als Dauerflamme während der Betriebszeit der Lampe die Dampfbildung aufrecht erhält. Das Prinzip des Bunſenbrenners und des nach dieſem gebauten normalen Gasglühlichtbrenners iſt bei den ſtehenden oder invertierten Spiritusglühlichtlampen mit Dampfbrennern allgemein verwertet. Bei den kleinen Dampflampen wird der Spiritus mittels Saugdochts in eine Verdampferkammer gehoben, bei den Starklichtlampen fließt der Brennſtoff den Verdampfern in der Regel aus einem am Lampenſchlot angebrachten Vorratsbehälter zu oder wird der Brennerkonſtruktion aus einem von der Lampe getrennt aufgeſtellten Refervoir durch eine Rohrleitung unter Druck zugeführt.

Mit einer während der Benutzungszeit der Lampe ſtändig brennenden Heizflamme ſind die Spiritusglühlichtbrenner „Anker“, „Amor“, „Ego“, „Häußler“, „Pintſch“, „Primus“ u. a. (Fig. 4 und 5) verſehen. Durch die beiden Saugdochte *a* wird der Brennſtoff in die zur Ausgleichskammer *c* führenden Verdampferrohre *b* gehoben, deren innere Wandungen zuſammen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit dem Kammerboden durch die Dauerflamme *d* beheizt sind; der Spiritusdampf strömt aus der Kammer *c* durch die Düse *e* einem normal gebauten Gasglühlichtbrenner *f* zu. Der Heizdocht *g* der Dauerflamme ist in einer am Boden durchbrochenen, verstellbaren Hülse derart untergebracht, daß die Heizflamme verlöschen muß, ehe der Spiritusvorrat des gemeinschaftlichen Lampenbehälters vollständig aufgebraucht ist. Wird nämlich das Dochtrohr so eingestellt, daß sich dessen Boden höher als die Saugsträhnen der Dochte *a* befinden, so wird ein Austrocknen oder Verkohlen der oberen Saugdochtenden deshalb mit Sicherheit vermieden, weil die Heizflamme stets verlöschen muß, bevor den Saugdochten die Nahrung ausgeht. Ein 60kerziger Glühlichtbrenner dieser Bauart verbraucht einschließlich der Heizflamme pro Stunde $^1/_8$ l Spiritus. Ebenfalls mit Hilfsheizflamme arbeitet der auch für Verwendung von Spiritus geeignete, bereits im Art. Petroleumglühlicht beschriebene dochtlose Altmann-Brenner; der ungeteilte Lampenbehälter wird jedoch nur mit Spiritus gefüllt. — Besonderer, nur zur Einleitung des Verdampfungsvorganges erforderlicher Vorwärmung bedarf der Amorbrenner der Aktiengesellschaft für Spiritusbeleuchtung in Leipzig, der in drei Größen (20, 40, 80 Kerzen) hergestellt wird (Fig. 6 und 7). Der Saugdocht *a* ist in die Verdampferkammer *b* derart eingeführt, daß die Dochtsträhnen an der Rohrwand fest anliegen. Der Docht dient hierbei dreierlei Zwecken: er bringt durch seine Saugwirkung den Spiritus in die Verdampferkammer, hält das Denaturierungsmittel sowie etwaige Verunreinigungen des Spiritus zurück und verhindert im Betriebe als „Bremse" durch seine feste Stopfung ein Zurücktreten der Spiritusdämpfe aus der Kammer in den Vorratsbehälter. Die Spiritusdämpfe haben daher nur einen Ausweg durch die Düse *c* in den Brenner *d*, dessen metallener Glühstrumpfträger als Wärmeleiter *e* mit der Verdampferkammer *b* in Verbindung steht. Zur Inbetriebnahme wird mit einem Meß- und Füllkännchen (Fig. 8), das beim Kippen nur die jeweils zu einer Vorwärmung erforderliche Spiritusmenge abgibt, die Anheizschale *f* gefüllt. Die Vorwärmeflamme umspült nun die Verdampferkammer, aus der nach dem Oeffnen des Ventils *g* Spiritusdampf in den Brenner tritt. Die über dem Brennerkopf stehende Blauflamme beheizt außer dem Glühkörper auch den Träger *h*, der seine Wärme durch den Wärmeleiter *e* an die Kammer *b* abgibt und so die Verdampfung auch nach Erlöschen der Anheizflamme aufrecht erhält. Während man die Vorwärmeschale bei älteren Brennern vielfach auch durch einen Stechheber füllte, mit dem die erforderliche Menge Heizspiritus aus dem Lampenbehälter entnommen wurde, findet hierzu bei allen neueren Brennern eine kleine Pumpe zweckmäßige Verwendung. — Der Stobwasserbrenner ist mit einem besonderen Wärmeleitblech versehen, das von der Verdampferkammer ab neben dem Brennerrohr und zwischen diesem und der Zylinderwand bis über den Brennerkopf in die Höhe geführt ist. Die Anheizschale ist entbehrlich, da unterhalb des Leitblechansatzes eine durch Trieb zu öffnende Aussparung im Dochtrohr angebracht ist, womit ein Stück Saugdocht freigelegt und diese Dochtflamme zur vorübergehenden Anheizung des Verdampfers benutzt wird. — Bei dem Rustikusbrenner (Ehrich & Graetz, Berlin) wird in die Kammer *a* (Fig. 9 und 9a) über dem Saugdocht *b* zu dessen Schonung ein kleiner Auffatzdocht *c* eingeschoben, dessen Ersatz billiger als der des ganzen Saugdochtes ist. An Stelle des besonderen Wärmeleiters beim Amorbrenner wird bei der Rustikuslampe Brennerkopf nebst Mischrohr so starkwandig ausgebildet, daß eine genügende Wärmeübertragung vom Träger bis zur Kammer *a* gesichert ist. Der zur Vorwärmung notwendige Spiritus wird dem Lampenbehälter durch die Pumpe *e* entnommen und durch die Druckleitung *h* (nach Herabdrücken des Hebels *g*) in die Schale *f* gehoben. Die Lampe wird in zwei Größen, für 40 und 70 Kerzen, gebaut. Die Bauart dieses Brenners hat auch geeignete Verwendung für einen gleichnamigen Spirituskocher gefunden (vgl. Spirituslampen).

Der H.S.-Brenner von H. Schneider, A.-G., Leipzig, brennt ebenfalls ohne ständige Hilfsflamme nach einmaligem Anzünden. Der von dem Docht-

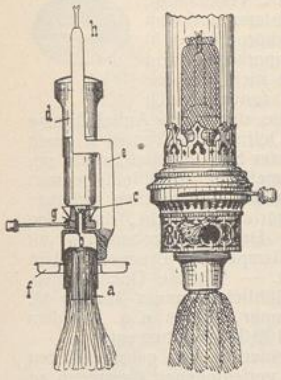
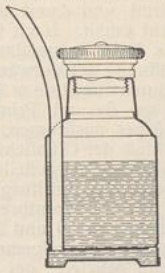


Fig. 6.

Fig. 7.


Fig. 8.

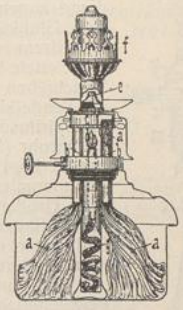


Fig. 4.


Fig. 5.

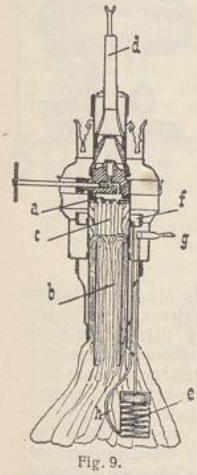


Fig. 9.


Fig. 9a.

rohr *a* (Fig. 10) gehaltene, an seinem oberen Ende von einer Asbesthülse *b* eingehüllte Saugdocht wird mit seinem Dochtstieb in die Verdampferkammer *c* bis zum Anschlag *d* eingeschoben. Zwischen Brennerkorb und Kammer ist unmittelbar über dem Brennergewinde die Anheizschale *e* angeordnet, die entweder durch ein Füllkännchen oder aus dem Lampenbehälter mittels Pumpe gefüllt wird. Die Vorwärmeflamme beheizt das mantelförmige Rückleitungsrohr *f*, das, mit der Verdampferkammer verschraubt, eine gute wärmeleitende Verbindung zwischen letzterer und dem Brennerkopf mit verstärkter Stütze *g* (für den Glühkörperträger *h*) herstellt. Die Ausströmungsöffnungen *i* des Brennerkopfes sind derart angeordnet, daß die ansetzende Blauflamme nicht nur eine zum Glühkörpermantel passende Form annimmt, sondern noch den Brennerkopffortsatz g erwärmt und damit die durch die Anheizflamme eingeleitete Verdampfung aufrecht erhält. Nach Oeffnen des Ventils *k* durch Verschieben des Reglerschlüssels *l* (der in geöffneter Stellung gleichzeitig mit der Pendelklappe *m* die Einfüllöffnung der Vorwärmeschale verschließt) nehmen die Spiritusdämpfe ihren Weg durch die Düse *n* in das eigentümlich gestaltete Düsenrohr (Mischrohr) *o*, von wo sie, mit Primärluft vermischt, durch den Brennerkopf unter den Glühkörper ausströmen. Das Brenneroberteil *p* mit Zylindergalerie bildet den Abschluß der Glühlichtlampe. Der Brenner wird in zwei Größen, für 30 und 50 Kerzen, hergestellt. — Weitere Dochtlampen, deren Bauart den bisher aufgeführten Spiritusglühlichtbrennern ähnlich ist, sind unter den Namen Albino, Fabes, Frontbrenner, Venus u. a. auf dem Markte, deren Lichtstärke sich zwischen 30 und 100 Kerzen bewegt.

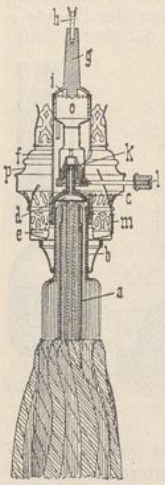


Fig. 10.


Fig. 11.

Die Spiritusdochtlampen werden im allgemeinen zu den gebräuchlichen Petroleumlampenbehältern passend geliefert; bei verschiedenen Gewinden an Brenner und Bassin empfiehlt sich die Verwendung von Zwischenringen. Sofern die Lampenbehälter nicht mit Einfüllöffnung versehen sind, bilden Einfüllringe (Fig. 11), eventuell gleichzeitig als Reduktionsringe, mit Schiebe- oder Schraubenverschluß einen Behelf zum Füllen der Behälter; damit fällt nämlich das Abschrauben des Brenners beim jeweiligen Auffüllen der Lampe weg, das sonst stets eine Gefahr für den leicht zerstörbaren Glühkörper bildet. Bei undurchsichtigen Lampenbehältern sind Einfüllringe weniger angebracht, weil sich ein Ueberfüllen nur bei großer Vorsicht vermeiden läßt. Ein Nachfüllen von Spiritus in eine brennende Lampe ist unter allen Umständen zu unterlassen.

Fast alle der bisher genannten Glühlichtbrenner bedürfen je nach der Spiritusart nach längerer oder kürzerer Brennzeit einer Erneuerung der Dochte. Ohne diese tritt bald ein Nachlassen der Lichtstärke oder ein völliges Versagen der Lampe ein. Schon früh war man deshalb bestrebt, dochtlose Lampen zu bauen, bei denen das Brennmaterial dem Verdampfer zufließt. Das Prinzip der dochtlosen Glühlichtbrenner wurde bereits in Petroleumglühlicht geschildert, deren Bauart sich seinerzeit an die älteren Spirituslampen anlehnte. Die Schwertlampe von Schuchard & Co., Berlin, hat ihren Namen von dem schwertförmig gebogenen Verdampferrohr *a*, dem der Spiritus aus einem am Laternenkamin angebrachten Behälter *b* zufließt (s. a. Fig. 17). Ein an den Verdampfer anschließendes engeres, nach abwärts führendes Rohr führt die Spiritusdämpfe in den stehenden Glühlichtbrenner *c*. In verbesserter Ausführung nennt sich diese Lampe heute Schuchkolampe (Fig. 12). — Die Monopollampe von O. Helfft, Berlin, war ähnlich gebaut, besaß jedoch zwei gebogene Verdampferrohre, die sich in einem im Lampenkamin untergebrachten Dampfdom vereinigten.

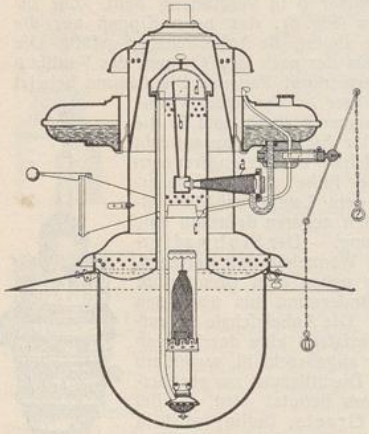


Fig. 13.



Fig. 12.

Bei der neueren Favoritlampe derselben Firma (Fig. 13) werden die älteren gebogenen Verdampferrohre durch eine aus Verdampfer mit Asbestpackung *a*, Ueberhitzerrohr *b* und Dampfdom *d* bestehende einfachere Vorrichtung ersetzt, die über der Vorwärmeschale *c* im Laternenschlot eingebaut ist. Die ähnlich gebauten Gral- und Phöbuslampen ersetzen diese Verdampfereinrichtung durch gerade, jedoch schräg durch den Kamin geführte Verdampferrohre; während das Phöbusrohr einen Stabfilter besitzt, arbeitet die Grallampe ohne Packung (Bremse). Mit einem auch bei dochtlosen Spiritusdampfkochern angewandten Verdampfersystem ist die Albalampe ausgerüstet; von dem quer über dem Glühstrumpf liegenden Verdampferrohr zweigt vor dem Absperrventil ein durch den Abzugsschlot führendes Rohr mit Ausgleichsdampfdom ab, aus dem ein schlangenförmig gewundenes Ueberhitzerrohr zum Brenner hinabführt. — Während die Spiritusdämpfe bei den vorgenannten dochtlosen Lampen einem der Gasglühlichtlampe nachgebildeten Düsenbrenner zugeleitet werden, ist die Düse bei der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meenenſchen Säkularlampe unmittelbar an das Verdampferrohr angebaut. Von dem Behälter *a* (Fig. 14) fließt der Spiritus nach Oeffnen der Hahnen *d d'* durch das Abflußrohr *b* der Vorwärmeſchale *c* und dem Verdampfer *e* zu, wird in letzterem zunächſt durch das in die Filterkammer eingeſchobene Meſſingnetzfilter gereinigt und danach durch die Hitze des in der Vorwärmeſchale entzündeten Spiritus, ſpäter durch die Abhitze der Hauptflamme im Glühkörper verdampft. Die Spiritusdämpfe reißen beim Einſtrömen in die Miſchkammer *f* von außen Luft mit und miſchen ſich mit dieſer im Miſchrohr *g*. Etwa mitgeriſſener, unverdampfter oder wieder kondenſierter Spiritus fließt dabei durch die an der tiefſten Stelle des Miſchrohres angebrachte Abflußöffnung *h* ab. Durch den Brenner *i* tritt nun das Dampf- und Luftgemiſch unter den Glühkörper *k* und bringt, an der Vorwärmeflamme entzündet, dieſen zur Weißglut. Die gleiche Bauart weiſt auch die Gloria-lampe von Helfft auf; zwiſchen den Verdampfer und die Düſe iſt jedoch noch ein im

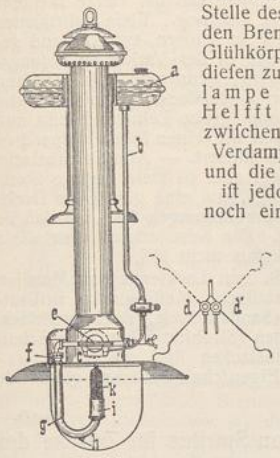


Fig. 14.

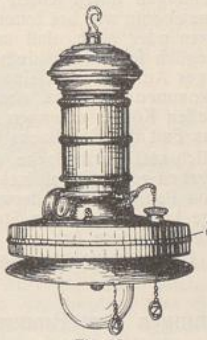


Fig. 16.

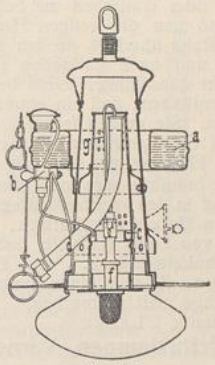


Fig. 17.



Fig. 15.

Kamin auf und ab geführtes, mit einer Ueberhitzerkammer verbundenes Ausgleichsrohr eingeſchaltet. Die mit Spiritus geſpeiſte Waſhingtonlampe (vgl. Petroleumglühlicht) weicht von der Ausführung für Erdölbetrieb nur in der Ausbildung des Verdampferrohres (des Vaporiſators) ab (Fig. 15), das ein Drahtfilter *a* umſchließt. — Dochtloſe Lampen werden für Lichtſtärken von 70—200 Kerzen und darüber als Starklichtlampen bis 600 Kerzen hergeſtellt.

Auch für Invertlampen eignet ſich die Verwendung von Spiritusbrennern. Die Sinumbralampe (Eckel & Glienicke, Fig. 16) iſt ein Dampfglühlicht, deſſen Saugdocht den Spiritus aus dem Ringbehälter *a* in die über dem Abzug der Verbrennungsgaſe angeordnete Verdampferkammer hebt, aus der der Spiritusdampf in die Düſe des Hängeglühlichtbrenners übertritt. Ohne Docht, im äußeren jedoch in ähnlicher Bauart, arbeitet die Efeskoinvertlampe von F. Schuchard & Co. (Fig. 17). Aus dem Vorratsbehälter *a* fließt der Spiritus durch einen gemeinſchaftlichen Abſperr- und Meßhahn *b* der Vorwärmeſchale *c* und dem Verdampfer *d* zu. Letzterer beſteht aus dem bekannten ſchwertförmig gekrümmten Rohr, das durch den Abzugskamin der Laterne bis über den Flüſſigkeitsſpiegel des Ringbehälters *a* hinaus geführt wird und in dieſer Anordnung ſowohl von der über der Anheizſchale *c* brennenden Vorwärmeflamme als auch nach deren Verlöſchen von der freien Wärme des Glühlichtbrenners kräftig beheizt wird. Die Spiritusdämpfe werden nun der Düſe *e* und einem oder mehreren Invertbrennern *f* durch das Röhrchen *g* zugeführt, deren Bauart ſich an die des hängenden Gasglühlichtbrenners (ſ. Gasglühlicht) anlehnt. Die Efeskolampe wird vorerſt für 100 Kerzen mit einem und für etwa 200 Kerzen mit zwei Brennern hergeſtellt, die ſtündlich $^1/_{12}$ bezw. $^1/_6$ l Spiritus verbrauchen. — Auch Helfft hat eine ähnliche Monopolinvertlampe auf den Markt gebracht, deren Verdampferbauart ſich an feine ſtehenden Spiritusglühlichtlampen anlehnt. In kleinerer, gedrängter Form werden Spiritusinvertbrenner auch als Tiſch- und Hängelampen (Fig. 18) von Meenen, Eckel & Glienicke, Geſellſchaft für Spiritusglühlicht u. a. hergeſtellt.

Der Verbrauch gangbarer Spiritusglühlichtbrenner iſt in Oekonomie der Lampen, Bd. 6, S. 754, aufgeführt. Wegen Glühkörper, Glühkörperträger, Dochte, Laternen, Fabrikation, Bezugsquellen und Literatur vgl. Gasbeleuchtung und Gasglühlicht, Bd. 4, S. 271 und 294, Oellampen, Bd. 6, S. 767, und Petroleumglühlicht, Bd. 7, S. 73. *H. Weber.*

Spirituslacke (alkoholiſche Lacke, Alkoholfirniſſe, Spiritusfirniſſe, Weingeiſtlacke oder Weingeiſtfirniſſe), Auflöſungen verſchiedener Harze in Alkohol, häufig unter Zuſatz von Aether, Chloroform, welche, aufgeſtrichen, das Löſungsmittel verdampfen laſſen, ſo daß nur die Harzſchicht zurückbleibt.

Vermöge ihrer Zuſammenſetzung und bei dem Mangel an elaſtiſchen Subſtanzen eignen ſie ſich nur zu ganz ſpeziellen Zwecken, wie feineren Holzarbeiten, Leder, Papier, Metallen, und dürfen nie zu ſolchen Anſtrichen verwendet werden, welche den Einwirkungen der Näſſe und der Sonne ausgeſetzt ſind. Eine einzige Ausnahme bildet die Politur aus Schellack und Spiritus, welche ſelbſt äußeren Einflüſſen auf einige Zeit widerſteht, weil beim Polieren trocknendes Oel mit derſelben verrieben wird. Die Auswahl an Harzen iſt ziemlich groß (Stocklack, Körnerlack und Schellack, Damar, Maſtix, einige Kopale, Kolophonium, Akaroidharz, Drachen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

blut, Gummigutt); alle diese Harze hinterlassen nach dem Verdampfen des Lösungsmittels eine sehr spröde Schicht, welcher man durch Zusatz von Weichharzen, Terpentin und Elemi, auch trocknenden Oelsäuren und Rizinusöl, einige Elastizität und Dauerhaftigkeit zu verleihen sucht. Freilich bleiben auch die Weichharze nur so lange elastisch, als sie ätherisches Oel enthalten. Der Hauptvorzug, welchen diese Lacke haben und welcher die Grundbedingung ihrer Anwendung bildet, ist, daß solche sehr schnell, ja fast momentan trocknen und sehr schönen hellen Glanz geben, welchen man durch nachträgliches Ueberreiben mit Leinöl noch ganz bedeutend erhöhen kann. — Die Herstellung der Spirituslacke ist bei der leichten Löslichkeit der Harze meistens eine sehr einfache; man nimmt von der Schmelzung der Harze Umgang. Viele Fabrikanten lösen solche einfach in gläsernen Flaschen durch Schütteln oder in andern entsprechend geformten Gefäßen durch Umrühren. Bei allen diesen Manipulationen ist der Verlust an Lösungsmitteln stets ein ziemlich bedeutender, welcher noch gesteigert wird, wenn man die Auflösung im Sand- oder Wasserbad zu befördern sucht. Das Klären der Spirituslacke geschieht in der Weise, daß man die fertigen Harzlösungen durch feinen Tüll oder grobe Leinwand seiht und dann der Ruhe überläßt, da sich ganz ebenso wie bei fetten Lacken die feinen festen Körperchen erst nach und nach zu Boden setzen oder aber, daß man sie filtriert. — Alle Spirituslacke müssen sehr dünnflüssig, leicht beweglich sein, nichtsdestoweniger aber so viele harzige Stoffe aufgelöst enthalten, daß ein einmaliges Auftragen derselben genügt, um eine glänzende Decke zu erzielen. Sie müssen ferner vollkommen klar und ohne Verunreinigungen sein, so daß sie selbst, auf Glas gestrichen, keine festen Körper erkennen lassen. Die Schellackpolituren allein sind trübe Flüssigkeiten, weil sich das Fett des Schellacks in Spiritus nicht löst.

Die Industrie verwendet ziemlich viel Spirituslacke, so z. B. zum Lackieren von Metallen farblos und in den verschiedensten Farben gefärbt (Goldlacke, Metallacke, Messinglacke, Brillantlacke), von Holz als Politurlack, von Papier- und Lederwaren (Sandaraclack, Buchbinderlack, Etuilack), von Leder (farblose, farbige Lederlacke), von Strohhüten (Strohhutlacke), von Schultafeln (Schultafellacke u. s. w.). Eine besondere Art von Spirituslacken sind die Spiritusmattlacke, die teils einen matten Ueberzug geben, teils die Eigenschaft besitzen, glänzende Lacküberzüge matt zu machen.

Literatur s. Lacke. *Andés.*

Spirituslampen, Vorrichtungen zum Brennen von Spiritus für Zwecke des Erhitzens.

Als Rohmaterial kommt in der Regel, bei Spiritusdampfbrennern ausschließlich, denaturierter Spiritus von 90—95 Vol.-Proz., bei einfachen Dochtlampen oder Freibrennern oft auch geringwertigerer Spiritus zur Verwendung. Flüssiger Spiritus muß rein, klar und wasserhell sein und darf außer dem Denaturierungsmittel keine fremden Bestandteile enthalten. 1 l Spiritus von 90 Vol.-Proz. wiegt rund 830 g. Die Aufbewahrung von Spiritus soll tunlichst in explosionssicheren Gefäßen erfolgen; für die feuersichere Lagerung größerer Mengen Spiritus bestehen in den deutschen Bundesstaaten besondere gesetzliche Bestimmungen. Das Abfüllen von Spiritus soll bei offenem Licht niemals vorgenommen werden, ein Eingießen oder Nachfüllen von Spiritus in eine brennende Lampe ist unter allen Umständen zu unterlassen. In fester Form, in welcher sich Spiritus insbesondere für bequemen Transport, zur Mitnahme auf Reisen, eignet, wird er unter dem Namen „Hartspiritus" und „Smaragdin" (in Würfeln) in den Handel gebracht.


Fig. 3.



Fig. 2.

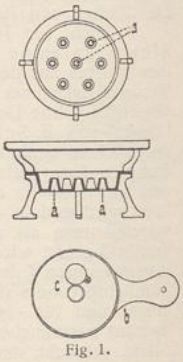


Fig. 1.

Trotz der größeren Feuergefährlichkeit und der verhältnismäßig hohen Kosten bei Verwendung von Spiritus werden Spiritusbrenner zu Heiz- und Kochzwecken in Haushaltungen des reinlichen Betriebes, der raschen Bereitschaft und in vielen Fällen auch der Bequemlichkeit sowie der meist einfacheren Bedienung wegen den Petroleumkochern vorgezogen. Als weiterer Vorteil kann die Geruchlosigkeit, die jedoch nur bei gut gebauten Brennern und reinem Rohmaterial erzielt wird, angesehen werden.

In den Spirituskochern älterer Bauart wurde der Brennstoff einfach in flachen Heizschalen verbrannt, die unter das Kochgestell geschoben wurden. Eine verbesserte Form dieser Freibrenner zeigt Fig. 1. Im Boden der Heizschale sind zwecks besserer Zufuhr der erforderlichen Verbrennungsluft Kanäle *a* angeordnet, wodurch eine raschere Verbrennung und stärkere Erhitzung erreicht wird. Mittels eines Löschdeckels *b*, der einen verschließbaren Ausschnitt *c* besitzt, kann die Flamme entweder gelöscht oder die brennende Oberfläche der Schale so weit abgedeckt werden, daß nur eine kleine Flamme als sogenannte Sparflamme zum Warmhalten weiterbrennt. Geeignete Verwendung fand dieser Brenner für kleinere Kaffee- und Teemaschinen, Kaffeeröstapparate sowie für Blitzlichtlampen zu photographischen Zwecken. Für Reisekocher wird der Hohlraum der Heizschale oft auch mit einer durch ein Messinggewebe festgehaltenen Asbestpackung ausgefüllt (Asbestlampen). In den bisher genannten und ähnlich gebauten einfachen Vorrichtungen wird Spiritus auch bei fast allen Dampfglühlichtlampen mit flüssigem Brennstoff zur Vorwärmung der Verdampfer, d. h. zur Einleitung der Verdampfung des Brennstoffes, benutzt.

Die eigentliche Spiritusdochtlampe wird als Glaslampe mit Tubus und Glasstöpsel (Fig. 2) für Laboratoriumsbrenner verwendet. Der volle Runddocht sitzt lose in der Dochthülle *a*. Brenner gleicher Art auf Behältern in verzierter Ausführung dienen auch als Zigarrenlampen, mit aufgesetztem, durchbrochenem Platinzylinder als Räucherlampen. Die häufigste Verwendung aber findet die einfache Spiritusdochtlampe als Anzündelampe. Fig. 3 zeigt einen Anzünder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Gaslampen, Fig. 4 ſtellt einen Zündſtock mit Schutzhülle für Straßenlaternen dar; in Fig. 5 iſt eine Anzündlampe für Gasglühlichtbrenner in Eiſenbahnwagen abgebildet.

Weſentlich wirtſchaftlicher als die bisher genannten Lampen arbeiten die irrtümlich mit Spiritus-Gaskocher bezeichneten Brenner, bei denen der Brennſtoff zur Erzielung einer größeren Heizkraft zunächſt verdampft wird und nur die Spiritusdämpfe, zum Teil mit Luft vermiſcht, verbrannt werden. Zu den Dochtlampen dieſer Bauart gehören die Brenner Bauart Lang (Fig. 6). Das durch einen verſtellbaren Hohldocht *a* beheizte Dochtrohr *b* umſchließt einen feſten Aſbeſtdocht *c*, der die zu verdampfende Spiritusmenge anſaugt; die Spiritusdämpfe treten durch die Oeffnungen *e* aus und bilden nach dem Entzünden an der Hilfsflamme eine kräftige ſternförmige Flamme. Für Siegellacklampen erhält das Dochtrohr *b* nur eine Düſenöffnung *e*, an der ſich die Stichflamme anſetzt. Der Langſche Kocher bringt 1 l Waſſer in etwa 12 Minuten zum Sieden; der Stundenverbrauch beläuft ſich auf 150 g Spiritus bei voller Flamme und 30 g bei kleingeſtellter Flamme.

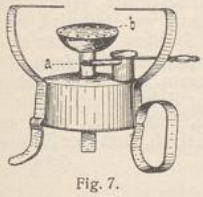

Fig. 7.


Fig. 8.

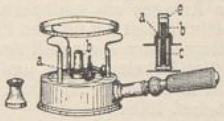
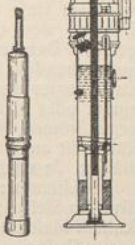
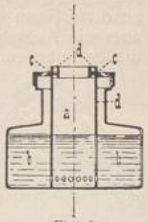

Fig. 6.


Fig. 4.

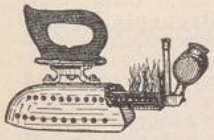

Fig. 5.

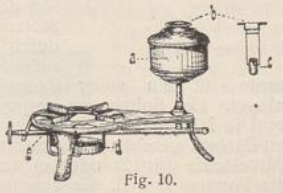
Matador-, Trumpf- und Triumphkocher (Fig. 7) ſind ähnlich konſtruiert, weiſen aber einen beſonders ausgebildeten Brennerkopf auf; die beiden letztgenannten Kocher arbeiten mit einer verſtellbaren Hilfsflamme *a*, die zur Verdampfung des Brennſpiritus unter die durchlochte Brennerplatte *b* gedreht wird. Nach dem Syſtem der Pintſch-Spiritusglühlichtlampe (vgl. Spiritusglühlicht) werden ebenfalls Kocher (Meteor u. a.) hergeſtellt, deren Brenner einer ſtändigen Hilfsflamme bedürfen. Bei dem Ruſtikuskocher (Fig. 8) wird die Bauart des Ruſtikusglühlichtbrenners (ſ. Spiritusglühlicht) verwertet, bei der ſich eine leichte Regulierung der Flamme durch den Hebel *a* erzielen läßt; über dem eigentlichen Saugdocht ſitzt ein Aufſatzdocht. Der zur Vorwärmung der Verdampferkammer erforderliche Spiritus wird durch eine Pumpe *b* dem Vorratsbehälter *c* entnommen und in die Vorwärmeſchale *d* gebracht. 1 l Waſſer von 15° C. kocht in 5½ Minuten; Spiritusverbrauch in der Stunde 250 g. Brenner dieſer Bauart oder auch einfache Dochtbrenner nach Art der Petroleumluftzuglampen werden auch zu Spiritusheizöfen benutzt, die in der gebräuchlichen tragbaren Form (vgl. Oellampen, Bd. 6, S. 770, Fig. 18) im Handel ſind.

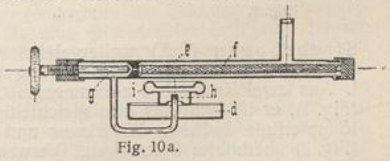
Zu den dochtloſen Kochern mit Spiritusdampfbrennern einfacher Ausführung gehören die nach Fig. 9 gebauten Lampen, deren Behälter jeweils nur zur Hälfte mit Spiritus gefüllt werden. Der in der inneren Schale *a* brennende Spiritus erwärmt deren Wandungen *d* und bringt ſo den im äußeren Ring *b* enthaltenen Spiritus zum Verdampfen, der ſodann an den Oeffnungen *c* in Form von blauen Flämmchen verbrennt. Die offen brennende Flamme des inneren Behälters *a* wird nun durch Auflegen eines Deckels abgelöſcht, da die Hitze der die Wandung *d* beſpülenden Flämmchen zur Aufrechterhaltung der Verdampfung genügt. Der Brenner eignet ſich ſeiner Einfachheit wegen gut als Reiſekocher.


Fig. 9.

Nach dem Verdampferprinzip der Spirituſſtarklichtlampen werden ebenfalls wirtſchaftlich arbeitende Kocher (Brillant, Thermoid, Oekonom u. a.) hergeſtellt, die in der aus Fig. 10 erſichtlichen Form als Einzelkocher oder mit mehreren Verdampfern und gemeinſamen Behältern zu Kochplatten oder Herden vereinigt Verwendung finden. In dem Spiritusbehälter *a* hängt an dem Deckel *b* ein Meßkännchen *c*, deſſen Inhalt, in die Vorwärmeſchale *d* gebracht, genügt, das Verdampferrohr *e* anzuheizen. Der Brennſpiritus fließt letzterem unmittelbar aus dem Vorratsbehälter *a* zu und wird in dem mit Aſbeſtdocht oder Drahtfilter *f* ausgefüllten Rohr (Fig. 10 a) verdampft. Nach dem Oeffnen des Ventils *g* ſtrömt der Spiritusdampf durch die Düſe *h* aus, vermiſcht ſich mit Luft und verbrennt, indem er ſich an der verlöſchenden Vorwärmeflamme


Fig. 11.


Fig. 10.


Fig. 10a.

entzündet, über dem Brennerkopf *i*. Die Kochflamme läßt ſich durch das Ventil *g* nach Belieben regulieren, kleinſtellen und löſchen. 1 l Waſſer kocht in etwa 8 Minuten, 4 l in 25 Minuten; der Stundenverbrauch der vollen Flamme beträgt rund 240 g. Infolge der guten Leiſtung werden dieſe Brenner auch für Schnellwarmwaſſerbereiter und für Badeöfen benutzt. Auch Bunſenbrenner für Laboratorien werden nach dieſem Syſtem gebaut; Behälter und Brenner ſind dabei durch eine Schlauchleitung verbunden. Ferner lehnt ſich an dieſe Brennerkonſtruktion der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verdampfer für die Beheizung von Bügeleisen an (Fig. 11), der, in gedrängter Form ausgeführt, zum Einhängen in den Bügelschuh eingerichtet ist.

Lötlampen und Lötapparate werden mit und ohne Luftdruckbetrieb für Spiritusheizung in ähnlicher Weise wie für Speisung mittels Benzin oder Petroleum gebaut.

Spiritusheizkamine in verschiedenster Ausstattung, ähnlich den Gasöfen, sind mit einem oder mehreren regulierbaren Dampfbrennern versehen, die aus einem gemeinschaftlichen, meistens auf der Rückseite der Oefen angebrachten Vorratsbehälter gespeist werden. — Wegen Bezugsquellen und Literatur vgl. Spiritusglühlicht. *H. Weber.*

Spiritusverdampfer in der Gasindustrie.

Zur Verhütung des Verstopfens der Rohrleitungen und Laternen durch Gefrieren der sich aus dem Gase niederschlagenden Flüssigkeiten werden nach dem patentierten Verfahren von J. Bueb dem Gase beim Austritt vom Stadtdruckregler in das Hauptrohr Spiritusdämpfe zugeführt. Denaturierter, 92—95prozentiger Spiritus wird aus dem Transportfaß in einen kleinen hochstehenden Behälter gepumpt und aus diesem durch einen mit Meßzylinder versehenen Zuflußregler dem Verdampfer zugeführt. Letzterer besteht, wenn mit Dampf geheizt wird, aus einem oder mehreren doppelwandigen Rohren, in welchen Dampf und Spiritus einander entgegenströmen, bei kleinen Anlagen aus einfachen, durch Gas geheizten Rohren, die dann mit Rücksicht auf die Feuergefährlichkeit der offenen Flamme in einem Nebenraum aufgestellt werden müssen. Je nach dem Kältegrad der Außenluft sind für 1 cbm Gas 4—8 g Spiritus erforderlich.

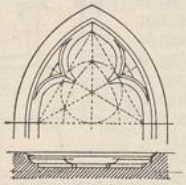
Literatur: Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1895, 1896, 1900, 1903 an diversen Stellen; Uebersicht über neuere Apparate für das Gas- und Wasserfach, von der Berlin-Anhalt. Maschinenbau-Akt.-Ges. 1909. *Schaar.*

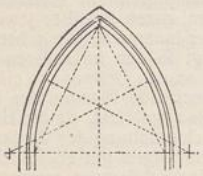
Spital, s. Hospital; vgl. Krankenhaus.

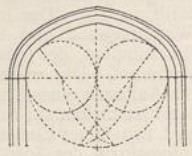
Spitzbeutel, s. Filtration.

Spitzbogen, die im späteren Mittelalter herrschende Konstruktions- und Kunstform des sogenannten gotischen Stils, wo er in der Wölbetechnik (s. Gewölbe, Bd. 4, S. 498 ff.) wie auch zur Ausschmückung der Wände und deren Oeffnungen (s. Maßwerk, Bd. 6, S. 331) diente. S. a. Mauerbogen.

Die im hohen Altertum in Spitzbogenform eingedeckten Steinbauten sind durch Vorkragung (s. d.) entstanden, zählen daher nicht hierher. Erst im 12. Jahrhundert, zur Zeit der Kreuzzüge, erscheint diese Form sowohl im Orient an arabischen, sarazenischen und persischen Bauten wie auch in Europa, und zwar vorzüglich in den germanischen Ländern nördlich der Alpen, bei der Aufnahme und Entwicklung des Gewölbebaues der großen Kirchen. Das romanische, bis dahin übliche Kreuzgewölbe baute sich über dem Quadrate auf und war streng an diese Form gebunden. Mit der weiteren Ausbreitung und Entwicklung des Gewölbes trat aber die Aufgabe heran, für das Rechteck mit seinen verschiedenen Weiten und Spannungen die entsprechende Gewölbeform zu finden. Dies wurde erreicht durch den Spitzbogen, der in


Fig. 1.


Fig. 3.


Fig. 5.

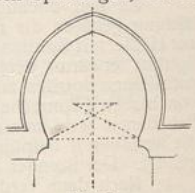
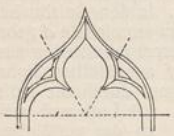
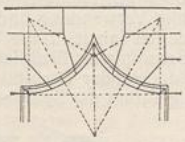

Fig. 7.


Fig. 2.


Fig. 4.


Fig. 6.

verschiedener Höhe und Form zwischen zwei Kämpfern gebildet werden kann, die Einhaltung gleicher Scheitelhöhen ermöglicht und den Schub des Bogens bedeutend verringert. Mit der Anordnung einzelner Stützpunkte, deren Schub durch Strebepfeiler (s. d.) aufgenommen oder durch Strebebogen (s. d.) weitergeleitet wurde, ist ein neuer Gedanke in der Kunst des Wölbens zur sieghaften Durchführung gelangt. Der Spitzbogen zeigt folgende Hauptformen: I. Aus zwei Kreislinien zusammengesetzt: Die Mittelpunkte liegen a) in den Bogenanfängen (Fig. 1), er ist somit aus dem gleichseitigen Dreieck gebildet; b) innerhalb auf den Hälften der Kämpferlinie zwischen Widerlager und Mittelachse (Fig. 2) oder c) außerhalb der Widerlager (Fig. 3) überhöhter Spitzbogen. Verwandte Formen sind II. die aus mehreren Kreisbogen gebildeten: d) der Eselsrücken oder Karniesbogen (Fig. 4); e) der in England beliebte Tudorbogen (Fig. 5) und f) der Sternbogen (Fig. 6), im Profanbau des Mittelalters vielfach gebraucht. III. Hufeisenbogen, in spitzer Form (Fig. 7) im Orient üblich.

Literatur: Außer der unter Baustil (Bd. 1, S. 632 [10]) genannten vgl. [1] Mothes, O., Illustriertes Baulexikon, 4. Aufl., Leipzig, Artikel Bogen (Bd. 1, S. 429) und Spitzbogen (Bd. 4, S. 236). — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1863, Bd. 6, Ogive S. 421 ff. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spitze, f. Punkte, Bd. 7, S. 296.

Spitzeiſen, f. Boſſiereiſen, Werkſteinbearbeitung.

Spitzen, Abarbeiten der Spitzen der Getreidekörner, meiſt auf einem beſonderen Mahlgang (Spitzgang, f. d.) bewirkt; f. Reinigungsmaſchinen für Getreide und Spitzmaſchinen. *Arndt.*

Spitzen, Stangenabſchnitte, welche bei der Grubenzimmerung (f. d. Bd. 4, S. 651) zum Verziehen der Felder benutzt werden.

Spitzen, Beſtandteile von Drehbänken, Drehſtühlen, Fräs- und Schleifmaſchinen zum Aufſpannen der Arbeitsſtücke zwiſchen Spitzen, f. Drehbänke, Bd. 3, S. 58, Drehſtuhl, Bd. 3, S. 95, Fräsmaſchinen, Bd. 4, S. 183, Körner (-ſpitze, -ſpitzenſchleifmaſchine), Bd. 5, S. 539. *A. Widmaier.*

Spitzen (dentelle — lace), flächenförmig ausgedehnte, vorwiegend als Randbeſatz verwendete Erzeugniſſe der Textilinduſtrie, die ſo aus Fäden, Gezwirnen, Geflechten, Geweben und Gewirken zuſammengeſetzt ſind, daß infolge geeigneter Gruppierung dieſer Elemente auf einem durchbrochenen Grund künſtleriſch geſtaltete Muſter gebildet werden.

Die Erzeugungsart, die formale Ausgeſtaltung des Grundes und des Muſters, das allgemeine und beſondere, bei der Herſtellung zur Anwendung gebrachte Arbeitsverfahren und endlich das verwendete Material (Leinen, Baumwolle, Seide, Wolle, Gold- und Silbergeſpinſt) beſtimmen die einzelnen Spitzenarten. Während der Erzeugungsort vornehmlich im Handelsverkehr das die Spitzen beſtimmende Merkmal bildet, nach welchem man beiſpielsweiſe italieniſche, franzöſiſche, engliſche, ſpaniſche, niederländiſche, deutſche, ruſſiſche, bezw. Venetianer, Genueſer, Chantilly-, Cluny-, Maliner, Brüſſeler, Valencienner, Brabanter, Idrianer Spitzen unterſcheidet, bilden die formale Ausgeſtaltung des Grundes und Muſters inſonderheit die Unterſcheidungsmerkmale in künſtleriſcher, die Herſtellungsverfahren diejenigen in techniſcher Beziehung.

In **künſtleriſcher Hinſicht** iſt namentlich der Stilcharakter des Muſters ausſchlaggebend. Nach ihm pflegt man die Spitzen einzuteilen in Spitzen im mittelalterlichen Stil (vor und bis 1550), geometriſchen (1550—1620), Renaiſſance- (1620—1720), Rokokoſtil (1720—1770), im Stil Louis XVI. und der franzöſiſchen Revolution (1770—1810). Die Muſter alter Spitzen ſind in der Regel mehr oder weniger mit dem allgemeinen ornamentalen Stilcharakter der Periode, in welcher die Spitze verfertigt wurde, übereinſtimmend; dieſer kann daher mit ziemlicher Sicherheit zur Beurteilung des Alters der Spitzen dienen. Die mittelalterlichen Muſter geben die ſymboliſchen Gruppen und Figuren, die Tiergeſtalten, Blatt- und Blumenarabesken der Gotik wieder; der geometriſche Stil iſt eine Zuſammenſtellung von Dreiecken, Quadraten, Kreiſen und Kreisteilen; der Renaiſſanceſtil zeichnet ſich aus durch kunſtvoll geſchwungene, ſich von einem regelmäßig oder unregelmäßig durchbrochenen Netzgrund abhebende Blätter- und Blumenornamente; der Rokokoſtil ſetzt an deren Stelle ſteife Blumenbuketts und der Revolutionsſtil endlich läßt die Muſter auf vereinzelte Blüten und Punkte, die ſich von dem gleichmäßig gearbeiteten Grunde abheben, zuſammenſchrumpfen. Ein hervorragendes Unterſcheidungsmerkmal der Spitzen in künſtlerischer Beziehung ergibt ſich ferner aus der Bildung des Grundes. Je nachdem dieſer als eine gleichmäßige Erfüllung der die Muſterfiguren umſchließenden oder tragenden Fläche mit Zellen von regelmäßiger Geſtalt und Anordnung in die Erſcheinung tritt (Spitzengrund — réseau, ground of lace) oder aus wenigen, meiſt unregelmäßig geſtalteten Zellenräumen beſteht, werden Grund- oder Réſeauxſpitzen (Fig. 1—4) und Guipureſpitzen (Fig. 5) unterſchieden. Die Zellen des Spitzengrundes ſind meiſt viereckig, ſechseckig oder kreisförmig geſtaltet und in gleicher Größe und Dichte nebeneinander geordnet. Vielfach ſind ſie aber auch in verſchiedener Größe ſternartig zuſammengeſtellt und heben ſich vermöge reicherer Geſtaltung von dem den Spitzengrund bildenden gleichförmigen Netzwerk deutlich ab. Sie

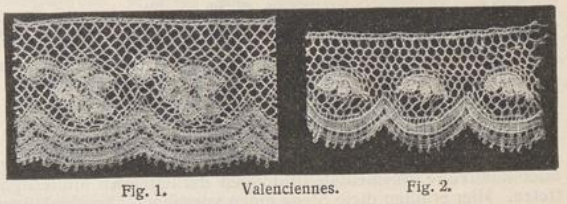


Fig. 1. Valenciennes. Fig. 2.

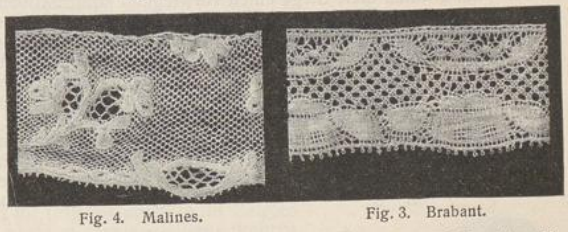


Fig. 4. Malines. Fig. 3. Brabant.



Fig. 5. Guipure.

geben dann kunſtvolle Grundarten, die häufig als ſogenanntes Klarwerk auch zur Füllung undichter Teile der Muſterfiguren verwendet werden. Der allgemeine Verlauf der die Spitzen zuſammenſetzenden Fäden folgt ſtets der Längenrichtung derſelben. Im beſonderen werden die Fäden hierbei entweder zwiſchen den Rändern des Spitzenſtreifens hin und her geführt, oder ſie bilden Wellenlinien, deren beiderſeitige Ausbuchtungen nur über eine oder wenige Zellenreihen reichen. Im letzteren Fall kann der Spitzengrund durch Ausziehen weniger Fäden in

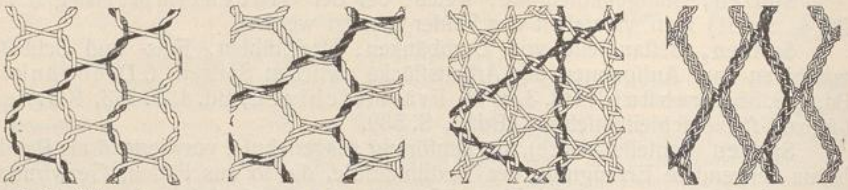


Fig. 6. Tüllgrund. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.
Fig. 7—9. Valenciennes Grund.

der Breitenrichtung in ſchmale Streifen zerlegt werden. Man unterſcheidet hiernach unteilbare und teilbare Grundarten. Beiſpiele für die erſteren ſind der Tüllgrund (Fig. 6), Torchongrund, Brabanter (Fig. 10), Brüſſeler und Valenciennes Grund, dieſer mit runden (Fig. 7), rhombiſchen (Fig. 9) und ſternförmigen Zellen (Fig. 8, Point d'Angleterre); ſolche für die letzteren der Maliner Grund (Fig. 11), Kettelgrund (Fig. 12), Perlgrund (Fig. 13), Antwerpener Grund. Den Guipureſpitzen fehlt der regelmäßig gebildete, die Muſterfiguren ſtützende Grund. An ſeine

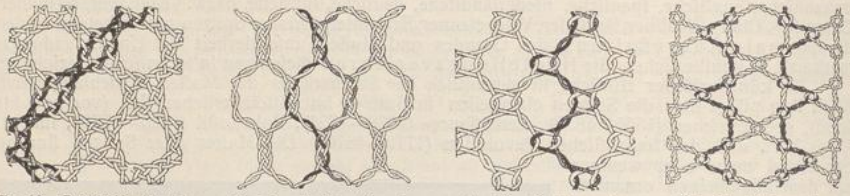


Fig. 10. Brabanter Grund. Fig. 11. Maliner Grund. Fig. 12. Kettelgrund. Fig. 13. Perlgrund.

Stelle treten hier ſcheinbar regellos zwiſchen den Figuren ausgeſpannte Fädenpaare, Gezwirne oder Geflechte (Stege oder brides). Die erſtgenannten ſind in der Regel mit andern dünnen Fäden umwickelt oder im Feſtonſtich umnäht (Ueberſpinnen, guiper). Dieſe Stege umgrenzen unregelmäßig geſtaltete Hohlräume von verſchiedener Größe. Sie ſind infolge ihrer geringen Dicke gegenüber den meiſt kräftig hervortretenden Teilen des Muſters bei der Fernbetrachtung der Spitzen nicht oder nur wenig erkennbar, ſo daß die in geometriſchen Linien verlaufenden oder kunſtvolle ornamentale Bildungen darſtellenden Muſterfiguren klar dem Beſchauer entgegentreten. Hier erfüllen dieſe Stege einen vorwiegend konſtruktiven Zweck, indem ſie bei möglichſter Beſchränkung ihrer Zahl den Muſtergebilden den erforderlichen Halt gewähren und ſie untereinander ſo verſpannen, daß eine die Formenſchönheit derſelben beeinträchtigende gegenſeitige Verſchiebung verhindert wird. Zuweilen werden dieſe Fadenſtege aber auch zur kunſtvolleren Ausgeſtaltung des Ganzen mit benutzt und dann oft mit kleinen, perlenartig vorſpringenden Fadenknötchen (picots) geziert (Fig. 14 und 15). Die ſchönſten Beiſpiele für die ſachgemäße Anordnung der die Muſter verſpannenden Fadenſtege bieten u. a. die berühmten Venetianer und franzöſiſchen Nadelſpitzen (Point de Venise, Point de France) ſowie Klöppelarbeiten von Cluny u. ſ. w. Im Gegenſatz zu dieſen alten Arbeiten laſſen der Neuzeit entſtammende Guipureſpitzen in der Anordnung der Stege vielfach eine Zweckverkennung erblicken, indem ſie dieſelben zur Erzeugung eines mehr oder weniger deutlich erkennbaren Grundes benutzen.

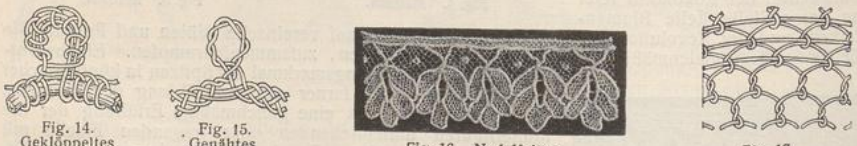


Fig. 14. Geklöppeltes Picot. Fig. 15. Genähtes Fig. 16. Nadelſpitze. Fig. 17.

Der Technik, d. h. dem allgemeinen und beſonderen **Herſtellungsverfahren** nach werden die Spitzen eingeteilt in Handſpitzen (Dentelle à la main, Hand made lace) und Maſchinenſpitzen (Dentelle à la mécanique, Machine made lace), bezw. in genähte, gehäkelte, gewirkte, geknotete und geklöppelte Spitzen. Mit Ausnahme der letztgenannten Art iſt bei den Handſpitzen die Bildung des Grundes und der Muſterfiguren aus Fadenſchleifen (Maſchengebilden, Geſchlingen) vorherrſchend, die, ineinander gehängt, linien- oder flächenförmig ausgedehnte Maſchengruppen bilden, ſich wohl auch zuweilen bei beſonders reich geſtalteten Muſterungen körperlich über die Ebene der Spitzen erheben (Point de Venise). Verſchiedenheit der Geſtalt ſowie verſchiedene Dichte der Zuſammenordnung dieſer Maſchen, die bei den Nähſpitzen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spitzenſtiche genannt werden, beſtimmen den Wechſel in der Grundbildung, der Muſterumrandung und Muſterfüllung, wie dies beiſpielsweiſe die Fig. 16 und 17 weiſen. Hierher gehörende Maſchinenſpitzen werden vorzugsweiſe auf dem Wirkſtuhl als Kettenware (warp-lace) und der Bobbinnetmaſchine (ſ. Bobbinnet) als ſogenannte Tüllſpitzen (twist-lace) erzeugt. Von dieſen Spitzenarten ſind die meiſt von Hand durch Klöppeln, ſeltener auf der Klöppelmaſchine gearbeiteten Klöppelſpitzen durch die Mannigfaltigkeit der zur Grund- und Muſterbildung benutzten Elemente unterſchieden, die inſonderheit durch Zwirnung und Kreuzung (Verſchränkung) von Fäden und Fadenpaaren entſtehen und als Gezwirne, Gewebe und Geflechte in der fertigen Spitze zur Erſcheinung kommen.

Die Handſpitzen (auch echte Spitzen genannt) bilden bezüglich ihres Baues die vollendetſten Gebilde der Textiltechnik. Unter ihnen ſtehen die genähten und geklöppelten in erſter Linie, da die beiden Arbeitsverfahren, das Nähen und das Klöppeln, bei geſchickter Ausübung die größte Mannigfaltigkeit und Schönheit der Muſtergebung ſowie die höchſte Feinheit der Erzeugniſſe ermöglichen. Zu den genähten Spitzen, Näh- oder Nadelſpitzen (Dentelle à l'aiguille, Point — Point lace) gehören ſowohl die älteſten, im Charakter der Stickerei ähnelnden Spitzenarten: die ausgeſchnittenen Spitzen (Opus scissum — Point coupé — Punto tagliato — Cutwork), die Netz- oder Filetſpitzen (Opus araneum — Point compté, Guipure d'art, Filet brodé à réprises — Lacis, Punto a maglia quadra, Punto a stuora — Spiderwork), die Ausziehſpitzen (Opus tiratum — Point tiré — Punto tirato — Drawn Work — Lacis), als auch manche der ſchönſten Erzeugniſſe der Spitzentechnik: die griechiſchen oder Reticellaſpitzen (Point coupé — Point a reticella — Greek lace), die Venetianer und franzöſiſchen Guipureſpitzen (Point de Venise, Point de France) ſowie die Grundſpitzen von Alençon, Argentan, Brüſſel u. ſ. w. Beſondere Arten bilden die applizierten Spitzen, bei denen die geſondert durch Nähen oder Klöppeln hergeſtellten Muſterfiguren auf einem gleichmäßig durchbrochenen Grundſtoff durch Feſton- oder Knotenſtiche aufgeheftet ſind ſowie die durch Einziehen von Fäden, bezw. Einſticken von Muſtern mit Platt- und Kettelſtichen in einem glatten Tüllgrund entſtehenden geſtickten Spitzen (Durchzugarbeiten). Unter den genähten Spitzen nehmen die nur einfache geometriſche Muſter zeigenden Ausziehſpitzen des 15. und 16. Jahrhunderts inſofern eine beſondere Stellung ein, als bei ihnen durch Entfernen von Fäden aus einem dichten leinwandbindigen Gewebe ein Zellengrund hergeſtellt und die Erhaltung der rechteckigen Zellenform desſelben durch dichtes Umwinden der zurückbleibenden Fadengruppen mit einem Nähfaden geſichert iſt. Von den Grundzellen eingeſchloſſene Muſterfiguren werden teils durch größere quadratiſche oder ſternförmige Stoffreſte gebildet, die beim Ausziehen der Fäden zurückgelaſſen wurden, teils entſtehen ſie durch Ausfüllung der Grundzellen mit eingenähten, ſich kreuzenden Fäden oder dicht an und übereinander gelegten Stichen. Gegenwärtig erfreuen ſich die von der Indianerbevölkerung zu Silao in Mexiko gefertigten Auszugarbeiten eines guten Rufes.

Geklöppelte Spitzen, Klöppel- oder Kiſſenſpitzen (Dentelle au fuseau — Merli a piombini — Pillow-lace — Bone-lace) werden vornehmlich durch Handklöppeln erzeugt. Die von Hand geführten kleinen Spulen (Klöppel oder Klöpfel), welche die zu vereinigenden Fäden tragen, beſtehen aus dünnen, zylindriſchen Holzſtäbchen (Fig. 18 und 19), deren hinteres, mit der Hand zu faſſendes Ende *a* keulenförmig verdickt iſt, während das vordere freie Ende einen kleinen Knopf *b* zur Regelung des Fadenablaufes trägt. Zum Schutz des auf dem Schaft des Klöppels aufgewundenen Fadenvorrates dient bei der in Sachſen und Böhmen üblichen Klöppelform (Fig. 18) eine Hülſe *c* (die Klöppeltüte), welche den Faden umhüllt und vor Berührung mit der Hand der Klöpplerin bewahrt. Der in Belgien und Frankreich benutzte Klöppel (Fig. 19) entbehrt dieſe Hülſe. Zur Stützung des Arbeitsſtückes dient der Klöppelſack oder das Klöppelkiſſen (Fig. 20—22), ein zylindriſches, mit Stroh, Heu oder Sand geſtopftes Polſter, das in Sachſen und Böhmen auf einem kleinen ausgetieften Untergeſtell *b* ruht (Fig. 20 und 21), in Belgien und Frankreich in ein viereckiges Kiſſen *c* drehbar eingelagert iſt (Fig. 22), das den nicht benutzten Klöppeln zur Auflage dient. Auf dieſem Polſter werden die gekreuzten Fäden an den Kreuzungsſtellen durch Kopfnadeln *d* (Klöppelnadeln) ſo lange befeſtigt, bis ihre gegenſeitige Lage durch neue Verſchränkung der Fäden geſichert iſt. Die Lage der Kreuzungsſtellen beſtimmt hierbei ein auf der Umfläche des Klöppelkiſſens feſtgehefteter papierner Muſterbrief *e* (die Aufwinde), welcher die betreffenden Stellen durch Nadelſtiche markiert, das Muſter des herzuſtellenden Klöppelwerks aber in einfachen Linien vorgezeichnet enthält. Bei der Herſtellung langer Spitzenſtreifen umſchließt der Klöppelbrief das zylindriſche Kiſſen vollſtändig, ſo daß die Arbeit unter allmählicher Weiterdrehung des Kiſſens um ſeine Längenachſe ohne Unterbrechung beliebig lange fortgeſetzt werden kann. Zur Breitenſpannung der Spitze dienen die ſchräg im Kiſſen ſteckenden Randnadeln. Die Aufſtecknadeln halten die nicht benutzten Klöppel außerhalb des Arbeitsbereiches der Klöpplerin paarweiſe geordnet. Hierdurch wird die Einbeziehung der ausgeſchalteten Klöppel in den Arbeitsgang erleichtert, da die Klöppel ſtets paarweiſe zur Benutzung kommen. Sie werden während des Klöppelns teils umeinander

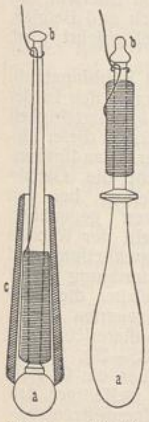


Fig. 18.

Fig. 19.



Fig. 20.

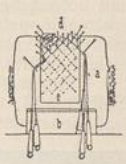


Fig. 21.

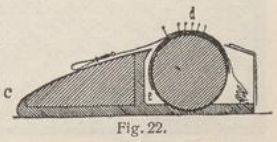


Fig. 22.

gedreht („geworfen") und hierdurch die Fäden paarweise verzwirnt, teils zum Zweck des „Kreuzens" der Fäden übereinander verschoben. Beide Tätigkeiten hintereinander folgend ausgeführt, liefern einen „halben Schlag". Durch mehrfache Wiederholung der gleichen Arbeit geht der „Kreuzschlag", „Flechtenschlag", „Leinenschlag", „Löcherschlag" u. a. hervor, die den Grund und das Muster der Spitze bilden. Die hierdurch ermöglichte Mannigfaltigkeit der Grundzellenbildung bedingt bei den geklöppelten Spitzen einen großen Reichtum der Mustergebung. Die Musterfiguren entstehen durch Ausheben und Wechsel im Zusammenfassen der bei der Grundbildung benutzten Fäden. Sie liegen deshalb in der Regel mit dem Grund in gleicher Ebene.

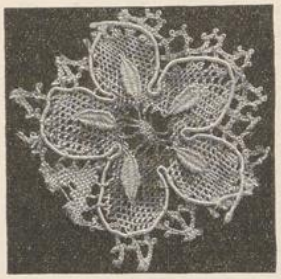


Fig. 23. Aufgeklöppeltes Muster.

Nur selten werden zur Erhöhung der Musterwirkung einzelne Fäden bei dem Fortschreiten der Grundbildung zeitweise ausgehoben, zu selbständigen Musterfiguren verflochten („neue Schläge") und dann wieder in den Grund zurückgeführt, so daß die Figur auf den Grund zu liegen kommt („aufgeklöppelte Muster", Fig. 23). Die Mustergebilde der Klöppelspitzen bestehen aus leinwandbindigen Geweben und Geflechten, die zur reicheren Schmückung nicht selten stellenweise mit dem schon genannten Klarwerk gefüllt sind, wie dies Fig. 24 an einer „sächsischen Maliner Spitze" zeigt. Der Einschluß des Musters in den Grund geschieht teils unmittelbar durch Uebernahme der Grundfäden in das Mustergebilde, teils wird das letztere mit einem schmalen, durchbrochenen Rand („Leiterchen") umsäumt (z. B. bei den Valencienner Spitzen, Fig. 2), teils mit einem starken, dem Figurenrand folgenden Musterfaden konturiert (z. B. bei den Maliner Spitzen, Fig. 4).

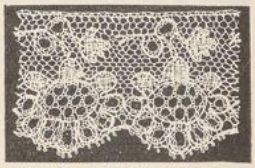


Fig. 24. Sächsische Malines.

Aus weißer oder gelblicher Seide hergestellte geklöppelte Grundspitzen werden Blonden genannt. Bei ihnen werden die im Leinenschlag ausgeführten starkfädigen Musterfiguren von starken, zuweilen lose verzwirnten Randfäden umgrenzt und lagern auf einem feinfädigen und deshalb wenig hervortretenden Tüllgrund. In Perlgrund ausgeführte Füllungen der Durchbrechungen des Musters erhöhen den Reiz des letzteren. Blonden werden seit 1740 hergestellt. In früherer Zeit waren besonders die Blonden von Bourg-Argental, Caen, Bayeux und Chantilly geschätzt. Bei gewissen Klöppelspitzen, die dann meist den Charakter der Guipurespitzen tragen, werden die Musterungen durch mannigfach gebogene, zuweilen auch als Schleifen aus der Grundebene heraustretende schmale, geklöppelte Bänder oder Litzen gebildet, die nicht selten zur Hebung der Wirkung noch mit Leiterchen eingerahmt sind: Litzenspitzen. Eine Unterart dieser bilden die Point lace genannten neuen Arbeiten, die durch Zusammennähen schmaler, geklöppelter, in mannigfachem Linienlauf gebogenen Litzen entstehen. Hauptorte für die Erzeugung von Klöppelspitzen waren in früherer Zeit beispielsweise: Chantilly, Valencienne, Brüssel, Mecheln, Antwerpen, Lierre, Brügge, Genua. In Mitteleuropa barg namentlich Deutschland Spitzenmanufakturen. Einen Hauptsitz der Fabrikation bildet noch heute das sächsische und böhmische Erzgebirge, wohin im Jahr 1561 Barbara Uttmann, geborene von Elterlein, das Spitzenklöppeln einführte. In der Gegenwart unterstützen hier, wie in Frankreich und Belgien, zahlreiche Spitzenschulen, in denen sowohl das Klöppeln als die Pointnäherei gelehrt wird, diese Industrie.

Der wesentliche Unterschied zwischen den Handspitzen und den auf dem Bobbinnetstuhl (Spitzenstuhl, Gardinenstuhl) gearbeiteten Maschinen- oder Tüllspitzen ergibt sich in der Verschiedenheit der zur Grund- und Musterbildung verwendeten Elemente. Der Mannigfaltigkeit der Bildungsformen dieser Elemente in der Handspitzenerzeugung steht die Gleichartigkeit derselben bei den Maschinenspitzen gegenüber. Hier ist es allein der Wechsel in der Zusammenstellung und besonderen Anordnung dieser Elemente, welcher die, bestimmten Spitzenarten eigne, Grund- und Mustererscheinung bedingt (Fig. 25—29). Dieser Wechsel ist aber ein so vielgestaltiger und vielseitiger, daß es der Maschinenspitzenfabrikation gelingen konnte, Erzeugnisse zu schaffen, die in ihrer äußeren Erscheinung denselben Charakter tragen, wie er den gleichartigen Handarbeiten eigentümlich ist, und für die oberflächliche Betrachtung, wie sie der Benutzung

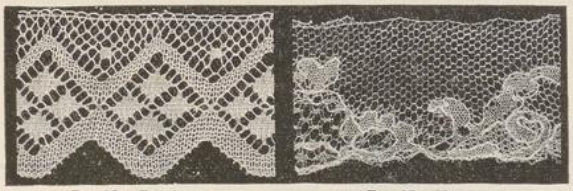


Fig. 26. Torchon. Fig. 25. Malines.

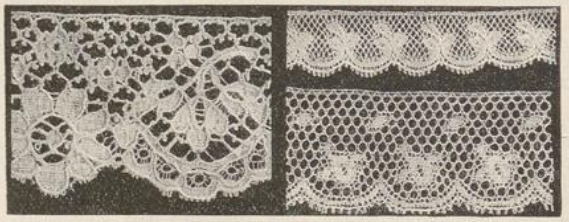


Fig. 29. Guipure. Fig. 27 und 28. Valenciennes.

der Spitzen entſpricht, auch ein geübtes Auge zu täuſchen vermag. Dahingegen läßt die technologiſche Unterſuchung der Maſchinenſpitzen einen Zweifel an ihrem Urſprung nicht aufkommen.

Die Tüllſpitzen ſind zuſammengeſetzte, teils leinwandbindige, teils gazebindige, gobelinartige Gewebe; ſie beſtehen daher im allgemeinen aus zwei Fadenſyſtemen, der Kette und dem Schuß, wie dies z. B. die Fig 30—32 zeigen. Die Kettenfäden laufen geradlinig oder im Zickzack der Spitze entlang und bilden im letzteren Falle das Gerippe für die zu erzeugenden Grundzellen. Die Schußfäden erſtrecken ſich ſtets nur über den von 1—3 Kettenfäden begrenzten Raum. Hiernach gehören die Grundarten der Tüllſpitzen, mit Ausnahme des eigentlichen Tülls (Fig. 6) ſämtlich zu den teilbaren Grundarten. Die Herſtellung von Tüllſpitzen bezw. Tüllgardinen auf der Bobbinnetmaſchine (1809 von Heathcoat erfunden) datiert ſeit Einführung der Jacquardmaſchine in die Bobbinnetweberei. Der erſte Vorſchlag hierzu ging einem franzöſiſchen Patente zufolge im Jahr 1824 von Colas et Delompuès in Lyon aus; doch erſt zu Anfang der 1840er Jahre gelang es Samuel Draper in Nottingham, die praktiſche Anwendung der Jacquardmaſchine in der Tüllſpitzenfabrikation mit Erfolg zu erzielen. Den Hauptanteil an der Maſchinenſpitzenfabrikation nehmen England und Frankreich; neben dieſen kommen Oeſterreich und in neueſter Zeit, bezüglich der Anfertigung von Tüllgardinen, das Königreich Sachſen in Betracht. Den Hauptſitz der engliſchen Fabrikation bildet Nottingham und Umgebung; in Frankreich iſt es vorzugsweiſe Calais und Saint-Pierre-lès-Calais, welche ausgezeichnete Tüllſpitzenfabrikate liefern.

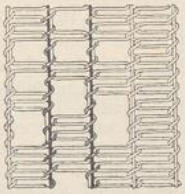


Fig. 30. Gardinengrund.

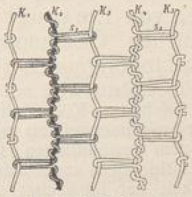


Fig. 31. Nadelgrund.

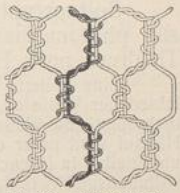


Fig 32. Malinergrund.

Außer auf der Bobbinnetmaſchine werden in neuerer Zeit Spitzen, die ſich wie die Torchonſpitze (Fig. 33) durch einfache Bildungsweiſe des Grundes auszeichnen, auch auf der Klöppelmaſchine erzeugt. Dies iſt eine Flechtmaſchine (ſ. Flechtarbeiten), bei welcher durch Teilung des Klöppelweges und Einſchaltung von Weichen und Drehtellern in dieſen zur Leitung der Klöppel durch die Teilbahnen, neben der gegenſeitigen Verſchränkung (Kreuzung) der Fäden auch eine Verzwirnung dieſer ſowie eine zeitweiſe Ausſchaltung arbeitender Klöppel ermöglicht iſt. Zu nennen ſind ferner die auf Plattſtichſtickmaſchinen (ſ. Sticken) erzeugten, zu den Guipureſpitzen zählenden Luft- oder Aetzſpitzen (Fig. 34) Dieſelben werden dadurch erhalten, daß die Muſterfiguren auf einem dichten Zeugſtück eingeſtickt und hiernach die zwiſchen den Figuren ſtehenden Gewebeteile durch Ausätzen entfernt werden. Nach dem älteren Verfahren ſind das Grundgewebe und die Stickfäden von verſchiedenem Material (z. B. Baumwolle und Wolle), ſo daß ihre Zerſtörung verſchiedene chemiſch wirkende Mittel erfordert. In neuerer Zeit werden zu dem Grundgewebe und den Stickfäden gleiche Materialien gewählt und das erſtere vor dem Beſticken durch Behandeln mit verdünnter Schwefel- oder Salzſäure ſo vorbereitet, daß es nach dem Beſticken beim Erhitzen zerſtört wird, oder es werden die Stickfäden mit Salmiakgeiſt oder alkaliſcher Lauge durchtränkt und das Grundgewebe nach dem Beſticken durch ein Säurebad entfernt.

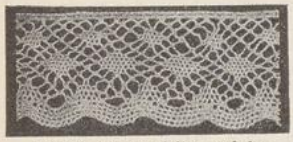


Fig. 33. Torchonſpitze, auf der Klöppelmaſchine erzeugt.

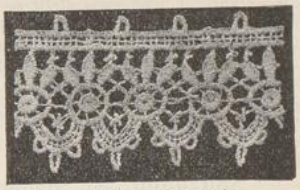


Fig. 34. Aetzſpitze.

Literatur: a) Vorwiegend geſchichtlichen Inhalts: Beckmann, J., Beiträge zur Geſchichte der Erfindungen, Bd. 3, Leipzig 1792, S 225 ff.; Ferguson, S., Histoire du tulle et des dentelles mécaniques en Angleterre et en France, Paris 1862; Hölsbéck, H. v., L'industrie dentellière en Belgique, Bruxelles 1863; Felkin, William, A history of the machinewrought hosiery and lace manufactures, Cambridge 1867; Palliser, B., History of lace, 3 Aufl., London 1875; Séguin, J., La dentelle, Paris 1875; Ilg, A., Geſchichte und Terminologie der alten Spitzen, Wien 1876; Braunmühl, C. v., Ueber Technik und Entwicklung der Spitzen; „Kunſt und Gewerbe", Zeitſchr. zur Förderung deutſcher Kunſtinduſtrie, herausgegeben vom Bayeriſchen Gewerbemuſeum zu Nürnberg, 1882, Heft 2 und 3; Hoffmann, W., Spitzenmuſterbuch, herausgegeben vom Oeſterreichiſchen Muſeum, Wien 1876; Eitelberger, Spitzenmuſter, Wien 1874; Cocheris, Spitzenmuſter, Paris 1872; Frauberger, Tina, Handbuch der Spitzenkunde, Leipzig 1894; Dreger, Mor., Entwicklungsgeſchichte der Spitze, Wien 1901; Hebing, K., Spitzenalbum. — b) Techniſchen Inhalts: Roland de la Platière, Encyclopédie méthodique, Paris 1784, Bd. 1, S. 236; Keenan, M., Métier à tulle; Armengaud ainé, publication industrielle des machines, outils et appareils, Paris 1853, Bd. 8, S. 351 ff., Taf. 28, 29; Fiſcher, Hugo, Zur Technologie der Handſpitzen, Ziviling. 1878, Bd. 24, Heft 1; Derſ., Technologiſche Studien im ſächſiſchen Erzgebirge, Leipzig 1878, S. 1—18, Taf. I—III; Derſ., Die Spitzenmaſchine von E. Malhère in Paris; Dinglers polyt. Journal 1881, Bd. 240, S. 274 ff.; D.R.P., Kl. 25, Flecht- und Strickmaſchinen; Müller, Ernſt, Ueber Bobbinnetmaſchinen mit Jacquardeinrichtung, Ziviling. 1884, Bd 30, S. 513; Raßmuſſen, S., Klöppelbuch, Anleitung zum Selbſtunterricht im Spitzenklöppeln, Kopenhagen 1884; Jamnig und Richter, Die Technik der geklöppelten Spitzen, Wien; Höffer, Ueber Flechtmaſchinen, Verhandl. d. Ver. z.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beförd. d. Gewerbefleißes in Preußen 1885, S. 23, 75; Thérèse de Dillmont, Encyklopädie der weiblichen Handarbeiten, Dornach (Elfaß), S. 515—696; Glafey, H., Die Herſtellung der Luftſpitzen, Dinglers polyt. Journal 1891, Bd. 280, S. 291; Kraft, Max, Die neue Klöppelmaſchine von Auguſt Matitſch, ebend. 1897, Bd. 304, S. 204; Voshage, Adele, Das Spitzenklöppeln, 2. Aufl., Leipzig 1902. *Hugo Fiſcher.*

Spitzenapparat für Fräs- und Schleifmaſchinen, ſ. Bd. 4, S. 183, Fig. 109.

Spitzenhöhe bezeichnet bei Drehbänken (ſ. d.) die lotrechte Entfernung der Drehachſe der Drehbankſpindel von den Wangen des Drehbankbetts.

Spitzenmaſchinen, ſ. Bobbinnet.

Spitzennadel, die gewöhnliche Wirkſtuhlnadel mit langem, elaſtiſchem Haken.

Spitzenverſchluß, ſ. Stellwerke.

Spitzertypie, von Emanuel Spitzer in München erfundenes Verfahren zur photomechaniſchen Gewinnung von Bilderdruckformen für Hoch- und Tiefdruck nach Halbtonoriginalen (vgl. Preſſendruckverfahren).

Eine polierte Kupferplatte wird mit einer lichtempfindlichen Chromatleimſchicht (in verſchiedener Weiſe aus Fiſchleim, Kölnerleim, Gelatine, Eiweiß, Gummiarabicum, Ammoniumbichromat und Waſſer zuſammengeſetzt) verſehen und auf einem Schleuderapparat getrocknet. Hierauf wird unter einem gewöhnlichen Halbtonnegative kopiert, die Platte erhitzt und ſodann unmittelbar in Eiſenchloridbädern verſchiedener Konzentration (dies deshalb, um die verſchiedene Diffuſionsgeſchwindigkeit der ſchwächer oder ſtärker geſättigten Eiſenchloridbäder dazu auszunutzen, um eine korrekte Abſtufung der Halbtöne zu erzielen) geätzt. Benutzt man zum Kopieren ein Negativ, ſo erhält man ein Buchdruckkliſchee; wenn ein Diapoſitiv angewendet wird, reſultiert eine Tiefdruckplatte. Es entfällt alſo bei dieſem Verfahren, das ſehr feinkörnige, tonreiche Bilder ergibt, ſowohl die Anwendung eines Raſters (ſ. Autotypie) als auch alle ſonſt üblichen Mittel der Zerlegung von homogenen Halbtönen in Punkttöne (vgl. Kliſchee und Preſſendruckverfahren, photographiſche). Vielmehr findet durch die Erwärmung der kopierten Platte, dann auch durch die Einwirkung des Aetzmittels eine Strukturveränderung der Leimſchichte derart ſtatt, daß durch die Bildung von ungleich großen und kleinen Leimkörnern, die notwendigen Zerteilungselemente und durch damit parallel einhergehendes „Zerreißen“ der Schicht gleichſam „Scheidegänge“ geſchaffen werden, die ſchließlich eine recht differenzierte Tonzerlegung zuſtande kommen laſſen. Die Leimſchicht ſelbſt fungiert als Aetzgrund, und zwar ſtellt ſie einen wohl gleich dicken, aber entſprechend der an den verſchieden durchläſſigen Negativſtellen größeren oder geringeren Lichtwirkung (daher verſchieden tief gegerbten) ungleich permeabeln Aetzgrund dar. Die Aetzflüſſigkeit wird daher zuerſt die an den am wenigſten belichteten Stellen äußerſt oberflächlich nur gegerbte Decke durchdringen und, da die Permeabilität der darunter befindlichen ungehärteten Schichtteile vorerſt eine weit größere iſt, am raſcheſten zur Kupferplatte gelangen; am ſpäteſten dagegen an den am meiſten belichteten und daher bis in die bedeutendſte Tiefe gegerbten Schichtpartien. — Für den Druck auf gröberem Papier muß nach dem erſten Aetzen noch mit fäurefeſter Harzfarbe eingewalzt und „tiefgeätzt“ werden. *A. W. Unger.*

Spitzgang, ein Mahlgang mit rauhen, ſcharf angreifenden Steinen (Sandſtein) und weiter Steinſtellung (Mahlfuge), welche den ſich aufrichtenden Körnern die Spitzen nehmen ſollen (ſ. Reinigungsmaſchinen für Getreide), der auch als Unterläufer gebaut wird (ſ. Mahlgang). Statt ebener Mahlflächen oder neben dieſen ſind auch kegelförmige angewendet. Auch läßt eine rauhe Geſtaltung der Bütteninnenwände die Bearbeitung der Körner durch den Zylindermantel des Läuferſteines zu. Vertikale Spitzgänge haben eine wagerechte Drehachſe der Steine, alſo eine ſenkrechte Mahlfuge. *Arndt.*

Spitzhacke (Spitzhaue), ſ. Beil, Einſpitze.

Spitzhaken, ſ. Werkzeugſtähle.

Spitzkaſten, -lutte, ſ. Sortieren der Trübe.

Spitzkehren, ſ. Wendeplatten.

Spitzmaſchinen, jüngerer Erſatz des Spitzganges. Aehnlich wie bei einer Gruppe von Reinigungsmaſchinen (ſ. d.) gelangen die Körner zwiſchen einen raſch umlaufenden Vollzylinder oder Vollkegel und einen feſtſtehenden Hohlzylinder oder Hohlkegel. Die arbeitenden Flächen ſind rauh, entweder die innere mit Schlagleiſten, die äußere mit Reibblech beſetzt, oder die eine mit rauhem Kunſtſtein belegt, die andre aus grobem Drahtgewebe u. dergl. Der Abſtand der arbeitenden Flächen iſt ſo reichlich bemeſſen, daß die Körper ſich querlegen und an den Enden angegriffen werden können; ſ. a. Nadelherſtellung.

Spitzmehl, der beim Spitzen (ſ. d.) des Getreides entſtehende ſchmutzige Abfall.

Spitzring, eine Stahlſcheibe von einer Breite bis zu 10 cm und einem Durchmeſſer bis 40 cm, die an ihrem Umfang nach Art der Feilen behauen iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In raſche Rotation verſetzt, dienen die Spitzringe zum Anſpitzen von Nadeln, Stiften u. ſ. w., die vom Arbeiter in größerer Anzahl zwiſchen den Händen gehalten und durch Abrollen zwiſchen denſelben allſeitig durch die feilende Wirkung der Scheiben zugeſchärft werden.

Spitzſtahl, ſ. Werkzeugſtähle.

Spitzſtichel, ſ. Grabſtichel und Gravieren.

Spitzweichen, ſ. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 480.

Spitzzeiger, ſcharfſpitziges Schleifwerkzeug, das, mit ſeiner Längsachſe in die Drehachſe fallend, in die Spindel eines Drehſtuhles (ſ. d.) geſteckt, zum Steinſchneiden dient.

Spleiß, Spliſſung, die Verbindung zweier Tauenden durch Verflechtung der Kardeele; ſ. Seilverſpleißung.

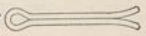
Spleißen, Spleißofen, ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 782.

Splint des Holzes, das zwiſchen dem Kern und der Borke befindliche weiche Holz.

Splintanker beſtehen aus Flacheiſen mit angeſchmiedeten oder durch Umbiegen oder Kröpfen hergeſtellten Oeſen an den Enden, in welche der ſogenannte Splint (ein Rundeiſen oder ebenfalls ein Flacheiſen von entſprechender Stärke und Länge) geſteckt wird. S. a. Schlauder.

Sie dienen außer zur Verbindung von Mauerteilen untereinander auch zur Verankerung der Balkenlagen, indem der Splint in bezw. vor die Mauer geſteckt wird, während das Flacheiſen an die Balkenköpfe oder, falls die Balken ſenkrecht zur Ankerrichtung liegen, quer an die Balken anzuſchrauben iſt. *L. v. Willmann.*

Splinte benutzt man als Vorſteckſtifte gegenüber zufälligen und mäßigen Kräften (ſ. die Figur); außerdem bezeichnet man als Splinte oder Splintkeile die ſtarken, quer durch den Kopf eines Fundamentankers geſteckten Eiſenplatten (ſ. Bd. 1, S. 216, Fig. 3 und 4). S. a. Schraubenſicherungen, Bd. 7, S. 805, Fig. 4—6. Splintbolzen nach den Normalien der Preußiſchen Staatsbahnen, ſ. Bd. 2, S. 229 und 230, Fig. 1—4.



Splinte aus blankgezogenem, weichem Draht von halbkreisförmigem Querſchnitt, abgeſchnitten und mit Auge zuſammengebogen (ſ. die Figur), erlauben oft wiederholtes Löſen, wenn die Enden nicht zu ſtark auseinander gebogen werden. 100 Stück Splinte von d mm Durchmeſſer und l mm Länge (ohne das Auge) koſten ($^1/_4$—$^1/_2$) $d\,l$ ₰. *Lindner.*

Spliſſen (Spleißen), ſ. Seilverſpleißung.

Splißgang, ein verlorener Gang der Außenhautbeplankung eines Holzſchiffes, welcher nach vorn und achtern ſcharf zuläuft.

Splitterſchott, ſ. Schiffbau, Geſchützarmierung der Kriegsſchiffe.

Spodium, ſ. Knochenkohle.

Spodumen, ſ. Augit.

Sporn (Rammſporn), ſ. Schiffbau.

Spratzen, das Entweichen abſorbierter Gaſe beim Erſtarren mancher Metalle, wobei ſich die Metalldecke zu einer blumenkohlartigen Maſſe geſtaltet; es tritt beſonders beim Erſtarren des Feinſilbers auf, aus welchem Sauerſtoff austritt. *Beckert.*

Spreader (Anlege), ſ. Seidenſpinnerei, S. 42.

Spreize, allgemein, ſ. Abſteifungen; in der Markſcheidekunde eine Bohle oder Stange, die genähert horizontal zwiſchen die Stöße oder vertikal zwiſchen Sohle und Firſte eines Grubenbaus eingeſpannt wird und die zur feſten Aufſtellung eines Grubeninſtrumentes dient.

Man ſchlägt Spreizen für die markſcheideriſchen Meſſungen dann, wenn die Sohle keinen feſten oder geeigneten Stand für das Stativ ergibt und wenn nicht Holzſtempel zum Einſchrauben von Aufſtellungsarmen vorhanden ſind. Man verwendet zu Spreizen gewöhnliche Holzbohlen oder auch beſonders konſtruierte, ausziehbare und horizontal und vertikal verwendbare Spreizen aus Holz oder Metall [1]. S. a. Grubeninſtrumente, Grubenmeſſungen.

Literatur: [1] Doležal, Die Grubenſpreize von Roſt, Oeſterr. berg- und hüttenm. Zeitſchr. Wien 1908. *Haußmann.*

Sprengarbeit, ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Sprengtechnik.

Sprengbogen, ſ. Bogen (Bogenträger), Bd. 2, S. 141.

Sprengen der Balken, Ueberhöhen derſelben in der Mitte zur Vergrößerung der Tragfähigkeit oder zur Verhütung einer unſchön erſcheinenden Durchbiegung unter die Horizontale bei der Ueberdeckung weiter Räume.

Man erreicht dies durch von Natur gekrümmte Hölzer; die Krümmung kann aber auch künſtlich hervorgebracht werden durch Herabſpannen der Enden gerader Hölzer, bei erhöhter

Balkenmitte mittels Ketten oder Gewichten, bis die gewünſchte Linie erreicht iſt. Läßt man den Balken längere Zeit in dieſem Zuſtand, ſo behält er auch nach Fortfall der künſtlichen Spannung eine Krümmung, die zwar nicht der anfänglichen gleichkommt, aber die Tragfähigkeit bedeutend vergrößert, weil bei ſenkrechter Belaſtung der Druck gewölbeartig fortgeleitet wird. Ein ähnlicher Zweck liegt der Verzahnung (ſ. d.) der Balken zugrunde; ſ. a. Krummbalken, Bd. 5, S. 724, und Sprengung eines Trägers. *Weinbrenner.*

Sprengöl, veraltete Bezeichnung für Nitroglyzerin; ſ. Sprengſtoffe.

Sprengpulver, ſ. Sprengſtoffe.

Sprengringe, eiſerne Ringe bei Eiſenbahnrädern mit aufgezogenen Radreifen (Bandagen) angewendet; ſie ſollen bei Reifenbruch Löſen des Reifens und Abfliegen einzelner Reifenſtücke verhindern, ſ. Rad, Bd. 7, S. 339, Fig. 29, und Lokomotive, Bd. 6, S. 206, Fig. 3.

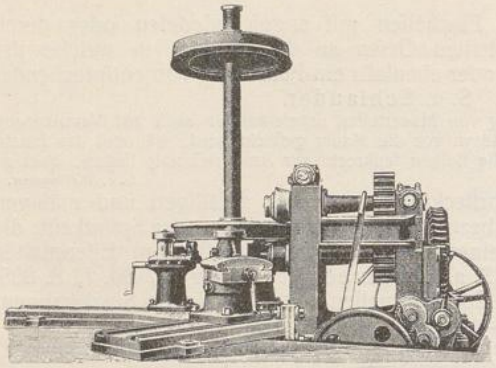


Fig. 2.

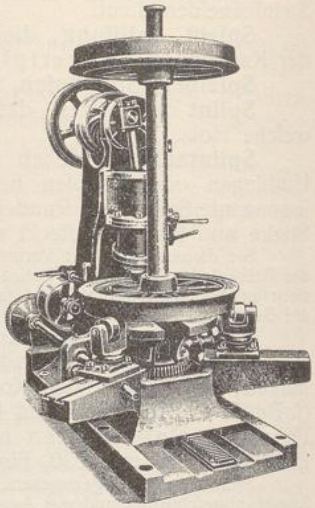


Fig. 1.

Die Befeſtigung der Sprengringe erfolgt durch Beihämmern der Bandagen mit Hilfe von Hämmern, Fig. 1 (Luftdruckhammer, Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln), die mit einem verſchiebbaren Amboß mit Drehtiſch zur Aufnahme der Räder verſehen ſind, oder mit Hilfe von Walzen, Fig. 2 (Breuer, Schumacher & Co.). *A. Widmaier.*

Sprengſchläge, die zwiſchen den Furchen, mit denen die Mahlflächen der Mühlſteine (ſ. d.) durchzogen werden, ſtehenbleibenden Balken werden, wenn die natürliche Rauheit des Steines nicht genügt, entweder mit dem Kraushammer rauher gemacht oder mit feinen Furchen (fünf bis acht auf 1 cm) verſehen, die man Sprengſchläge nennt. *Arndt.*

Sprengſtoffe, Subſtanzen oder Gemiſche, welche durch äußere Einwirkung, Druck, Stoß u. ſ. w., plötzlich unter Freiwerden von viel Wärme große Mengen Gaſe entwickeln, die zum Sprengen praktiſch ausgenutzt werden können. Die Herbeiführung der Exploſion muß dabei immer in der menſchlichen Willkür liegen. Sprengſtoffe müſſen wie Geſchoßtreibmittel (ſ. d.) gewiſſen Mindeſtanforderungen hinſichtlich Handlichkeit, Unempfindlichkeit und Stabilität entſprechen, weshalb von der großen Zahl derſelben ſich nur relativ wenige für techniſche Zwecke eignen.

Die gebräuchlichen Sprengſtoffe werden in zwei große Gruppen eingeteilt; die eine umfaßt einheitliche chemiſche Individuen, die andre Sprengſtoffmiſchungen. Sprengſtoffe von kurzer Exploſionsdauer heißen briſante und gehören meiſt der erſten, langſam wirkende faſt allgemein der zweiten Gruppe an.

I. Gruppe. Einheitliche Sprengſtoffe.

Knallqueckſilber (ſ. Bd. 2, S. 218, und Bd. 5, S. 518) wird meiſt als Initialzündung (ſ. d.) entweder für ſich oder unter Zuſatz von chlorſauerm Kali oder Salpeter u. ſ. w., gemiſcht verwendet.

Nitroglyzerin, Salpeterſäuretriglyzerid, Glyzerinnitrat, iſt ein Eſter des Glyzerins eines dreiwertigen Alkohols, jedoch fälſchlich Nitroverbindung genannt. Es wird, wie alle Salpeterſäureeſter, durch alkoholiſche Aetzlauge leicht verſeift; Eiſenchlorür und Salzſäure ſpaltet, wie in der Salpeterſäure, den Stickſtoff quantitativ als Stickoxyd ab. Zur Herſtellung des Nitroglyzerins verwendet man ein Gemiſch von Salpeterſäure, Schwefelſäure und Glyzerin, und zwar rechnet man im allgemeinen auf 100 kg Glyzerin von 1,27 ſpez. Gew. (31° Bé) 300 kg Salpeterſäure von 1,5 ſpez. Gew. (48° Bé) und 500 kg Schwefelſäure von 1,84 ſpez. Gew. (66° Bé).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In das mit kaltem Waſſer durch Kühlſchlangen gekühlte und mit getrockneter Preßluft gerührte Säuregemiſch fließt das Glyzerin in dünnem Strahle ein, ſo daß die Temperatur 25—30° C. nicht überſteigt. Bei 30° C. beginnt die Entwicklung roter Dämpfe, welche dann meiſt zur Exploſion führt. Die Flüſſigkeit wird hierauf in ein Gefäß, den Scheidetrichter, abgelaſſen, wo ſie ſich in zwei Schichten trennt; das Nitroglyzerin ſchwimmt auf der ſchweren Säureſchicht. Man läßt die Säure durch Oeffnen eines Hahnes zur Nachſcheidung, das Nitroglyzerin zur Wäſche abfließen und wäſcht es vermittelſt Luftrührung zuerſt mit kaltem, dann mit warmem Waſſer, zuletzt mit Sodalöſung und filtriert es meiſt noch durch kalzinierte Soda oder getrocknetes Kochſalz, um ſuspendiertes und gelöſtes Waſſer ſowie Verunreinigungen, wie Schlamm, zu entfernen. Das abgetrennte Säuregemiſch liefert in der Nachſcheidung ſuspendiertes Nitroglyzerin, auch bildet ſich noch Nitroglyzerin aus den im Säuregemiſch vorhandenen niederen Nitrierungsſtufen des Glyzerins. Die erhaltenen Abfallſäuren ſcheidet man im Denitrierturm und erhält Salpeterſäure und Schwefelſäure. Man gewinnt 210—220% Nitroglyzerin ſtatt der berechneten 246,6%. Etwas Mononitroglyzerin bleibt in der Säure gelöſt. Nitroglyzerin, ein faſt farbloſes, meiſt ſchwach gelb gefärbtes Oel (Sprengöl) von 1,6 ſpez. Gew. und ſüßlichem Geſchmack, iſt wenig flüchtig, in Waſſer faſt unlöslich und beſitzt giftige Eigenſchaften. Bei 8° C. kriſtalliſiert es und iſt in dieſem Zuſtande ſehr gefährlich. An offener Flamme entzündet, brennt es in kleineren Mengen in der Regel ruhig ab. Bei ſchneller Erhitzung auf 180° C., durch Stoß, Schlag oder durch Exploſion einer Sprengkapſel explodiert es, zerfällt hierbei in Kohlenſäure, Stickſtoff, Sauerſtoff und Waſſer, enthält alſo mehr Sauerſtoff, als zur vollſtändigen Verbrennung erforderlich iſt, im Gegenſatz zur Nitrocelluloſe. Man verwendet reines Nitroglyzerin meiſt nicht mehr als Sprengſtoff, ſondern läßt es entweder von inaktiven, feſten Stoffen, wie Kieſelgur, aufſaugen und bringt die ſo erhaltene plaſtiſche Maſſe in Patronenform — Dynamite mit inaktiver Baſis — oder miſcht es mit andern Körpern, auch Sprengſtoffen und erhält ſo Dynamite mit aktiver Baſis. Von den erſteren iſt der Kieſelgurdynamit der wichtigſte. Man ſtellt meiſt Miſchungen dar von 75% Nitroglyzerin mit 24½—23% Kieſelgur, dazu ½—2% kohlenſauern Kalk oder Soda zwecks Neutraliſation etwa beim Lagern frei werdender Säure. Die Gurdynamite ſind unempfindlicher gegen Stoß und Schlag als Sprengöl, auch iſt ihre Wirkungsweiſe weniger briſant und kann ökonomiſcher ausgenutzt werden, da die Maſſe plaſtiſch iſt und ſich daher an die Wände des Bohrloches anpreſſen läßt. Beim Liegen in Waſſer ſcheiden Gurdynamite ihr Nitroglyzerin ab; ſie ſind deshalb zu Sprengungen unter Waſſer ohne beſondere Vorrichtungen wenig geeignet und werden meiſt durch andre Sprengſtoffe erſetzt. Man bringt ſie zur Zündung durch Exploſion einer Knallqueckſilberſprengkapſel. Gefrorener Dynamit explodiert unvollkommen und muß vor Gebrauch in Warmwaſſerbehältern aufgetaut werden. Um bei der Sprengarbeit in Kohlenbergwerken Entzündung von Kohlenſtaub und ſchlagenden Wettern zu vermeiden, iſt es erforderlich, daß die Temperatur bei den Exploſionen der Dynamite durch geeignete Zuſätze herabgeſetzt wird. Man erreicht dies durch Herſtellung ſogenannter Wetterdynamite — Kohlendynamite —, indem man kriſtallwaſſerreiche Salze, wie Soda, Bitterſalz u. ſ. w., zumengt, oder die Dynamitpatronen mit einem Waſſermantel umhüllt: Waſſer oder Kriſtallwaſſer verdampfen bei der Exploſion und abſorbieren ſo einen großen Teil der frei werdenden Wärme. Die Wetterdynamite, auch Grifoutite genannt, haben ſich nicht allgemein einzuführen vermocht. Vgl. a. Bd. 2, S. 218.

Nitrocelluloſe, Schießbaumwolle, Schießwolle, Fulmicoton, Pyroxilin, Celluloſe wird durch ein Gemiſch von Salpeterſäure und Schwefelſäure in Salpeterſäureeſter verwandelt, nitriert. Je nach Zuſammenſetzung der Miſchſäuren erhält man verſchiedene Nitrierungsſtufen. Die reine Hexanitrocelluloſe mit 14,14% Stickſtoff iſt noch nicht dargeſtellt. Die techniſchen Schießwollen ſind Gemiſche der verſchiedenen Nitrierungsſtufen, von denen ein Teil in Aetheralkohol löslich iſt. Alle bisher bekannten Nitrocelluloſen löſen ſich in Aceton und Eſſigäther. Als Rohſtoff dient bisher immer noch gereinigte und entfettete Baumwolle. Man bringt dieſelbe in ein Gemiſch von Salpeterſäure und Schwefelſäure, entfernt nach einer Zeit die überſchüſſige Säure von der gebildeten Nitrocelluloſe vermittelſt Zentrifugierens und wäſcht hierauf mit kaltem Waſſer. Nitrieren der Celluloſe und Ausſchleudern erfolgt heute faſt allgemein in den Nitrierzentrifugen von Selwig & Lange, Braunſchweig. Die mit kaltem Waſſer gewaſchene Schießwolle wird im Holländer fein zerriſſen, mit Waſſer gewaſchen und hierauf bei 30—40° C. getrocknet. Die Schießbaumwolle gleicht äußerlich der Baumwolle, entzündet ſich aber leicht und verbrennt an freier Luft ohne Rauch. Die chemiſche Behandlung derſelben nach erfolgtem Mahlprozeß bedingt ihre Lagerbeſtändigkeit, ihre Stabilität. Man verwendet ſie zur Herſtellung der rauchſchwachen Pulver (ſ. Geſchoßtreibmittel); auch wurde ſie bis vor kurzem durch Preſſen in zylindriſche oder prismatiſche Formen gebracht und diente zum Füllen von Granaten und zu Pionierarbeiten. Heute wird ſie meiſt für ſubmarine Sprengungen (Torpedos) verwendet. Naſſe Schießwolle wird durch Detonation eines Knallqueckſilberzündhütchens nicht zur Exploſion gebracht; dagegen gelingt dies noch bei einem Waſſergehalte von 15%, wenn man ſich der Initialzündung einer trockenen Schießwollpatrone, durch ein Knallqueckſilberzündhütchen detoniert, bedient. Die Zuſammenſetzung der bei der Exploſion entſtehenden Gaſe wechſelt je nach dem beſtehenden Druck. Bei ſchwachem Druck entſtehen reichlich Stickoxyd und Unterſalpeterſäure, der Sauerſtoff reicht zur vollſtändigen Verbrennung nicht aus. Zur Prüfung der Schießwolle auf Stabilität verwendet man die bei den Geſchoßtreibmitteln angegebene Unterſuchungsvorſchrift. Bei der Prüfung bei 135° C. ſollen ſich, bevor die Erwärmung 25 Minuten gedauert, keine roten Dämpfe zeigen. Die Verpuffungstemperatur darf nicht unter 180° C. liegen. Vgl. a. Bd. 2, S. 218, Schießwolle.

Kollodiumwolle nennt man im allgemeinen Gemenge von Di-, Tri- und Tetra-Nitrocelluloſe. Sie iſt in Alkoholäther löslich; doch gibt es auch unlösliche, niedrig nitrierte Celluloſen. Die Löſung in Aetheralkohol heißt Kollodium (ſ. Bd. 5, S. 566). Herſtellung von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kollodiumwolle ſ. ebend. Man benutzt die Kollodiumwolle zur Herſtellung von Sprenggelatine, Gelatinedynamiten (ſ. Gruppe II), Celluloid und in der Photographie.

Pikrinſäure, Trinitrophenol, ſ. Bd. 7, S. 134. Die Pikrinſäure findet ausgedehnten Gebrauch als Sprengſtoff zum Füllen von Sprenggeſchoſſen (Briſanzgranaten); in Frankreich verwendete man ſie unter Zuſatz von Kollodiumwolle (Melinit), auch ſind Miſchungen von Pikrinſäure und Trinitrotoluol in Gebrauch. Trinitrokreſol benutzt man in Frankreich unter dem Namen Créſilite, das Ammonſalz in Oeſterreich (Ekraſit). Trinitrobenzol iſt ebenfalls ein briſanter Sprengſtoff, während Dinitrobenzol erſt auf Zuſatz von Salpeter exploſiv wird. Pikrinſäure zeigt große Neigung, leicht exploſive Salze zu bilden, und ſind dieſe durch Stoß oder Wärme empfindlicher als die Säure ſelbſt. Die gebräuchlichen Metalle, mit Ausnahme des Zinns, Silbers u. ſ. w. werden, namentlich bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ſchnell von Pikrinſäure angegriffen, weshalb bei der Lagerung und beim Transport der Säure ſpezielle Vorſichtsmaßregeln erforderlich ſind. Sie treibt die meiſten organiſchen Säuren, auch Salpeterſäure, bei Gegenwart von Waſſer aus ihren Salzen aus, ſelbſt Nitrocelluloſe wird von ihr zerſetzt, weshalb der Melinit nicht lagerbeſtändig war. Bei der Exploſion der Pikrinſäure entſtehen Kohlenoxyd, Kohlenſäure, Stickſtoff, Waſſer und Methan. Das ſpez. Gew. der Kriſtalle iſt 1,7, ihr Schmelzpunkt 122,5° C. Die Säure explodiert beim ſchnellen Erhitzen auf 300° C. An der Luft entzündet, brennt ſie unter ſtarker Rußbildung langſamer ab als Nitroglyzerin und Nitrocelluloſe.

II. Gruppe. Sprengſtoffmiſchungen.

Zu dieſer Gruppe gehören meiſt Miſchungen von verbrennlichen Subſtanzen oder Exploſivſtoffen mit Sauerſtoff abgebenden Körpern, und ihre Wirkung beruht daher im weſentlichen auf einem rapid verlaufenden Verbrennungsprozeß. Typus derartiger Miſchungen iſt das bereits beſprochene Schwarzpulver, Sprengpulver, Pulver (ſ. Geſchoßtreibmittel); Zuſammenſetzung ſ. a. Bd. 2, S. 217. Man verlangt beim Sprengpulver, daß es wenig koſte und eine große Menge Gaſe entwickle, verſuchte daher, den Gehalt an Salpeter zu verringern und den von Kohle und Schwefel oder den beider zu erhöhen. Kaliſalpeter erſetzte man oft durch den billigeren Natronſalpeter. Infolge des geringen Salpetergehaltes vollzieht ſich jedoch die Verbrennung langſam. Die Gaſe haben Zeit, durch Geſteinſpalten zu entweichen, wodurch die beabſichtigte Wirkung eine ſchlechte wird; auch bildet ſich reichlich Kohlenoxyd, weshalb man den Salpetergehalt wieder erhöhte.

Durch Erſatz der an und für ſich nicht exploſiven Beſtandteile des Schwarzpulvers durch Sprengkörper gelangte man zu einer Zahl wichtiger neuer Sprengſtoffe. Minenpulver beſteht aus 65% Salpeter, 15% Schwefel, 10% Kohle und 10% Holzmehl. Tonit iſt ein Gemenge von Schießwolle mit Kalium- oder Baryumſalpeter, oft erhält derſelbe noch einen Zuſatz von Binitrobenzol. Gelatinedynamit beſteht aus Nitroglyzerin, Kollodiumwolle, Salpeter und Holzmehl unter Zuſatz von etwas Soda und iſt daher dem Kieſelgurdynamit überlegen, bei welchem die Kieſelgur nur einen unwirkſamen Ballaſt bildet, der das Volumen vergrößert und die Arbeitsleiſtung vermindert. Nitroleum iſt ein Gemiſch von Nitroglyzerin mit chromſaurem Blei und Gips. Der Karbonit der Fabrik Schlebuſch enthält 25% Nitroglyzerin, 30,5% Natronſalpeter, 39,5% Mehl und 5% doppeltchromſaures Kali. Der wichtigſte aller Dynamite iſt die Sprenggelatine, Nitrogelatine, geworden. Man ſtellt dieſelbe dar, indem man 7% Kollodiumwolle mit 93% Nitroglyzerin durch Erwärmen auf ca. 50° C. gelatiniert, die gelbe plaſtiſche Maſſe, in welcher das Nitroglyzerin feſt zurückgehalten wird, in Knetmaſchinen innigſt verarbeitet und hierauf zu Patronen formt. Die Sprenggelatine iſt der wirkſamſte aller techniſchen Sprengſtoffe und auch in der Wärme und unter Waſſer haltbar.

Sprengel hat in den ſiebenziger Jahren eine große Zahl von Sprengſtoffen angegeben. Die Beſtandteile derſelben, Benzol, Schwefelkohlenſtoff, Tieröle oder aromatiſche Nitroverbindungen einerſeits und konzentrierteſte Salpeterſäure anderſeits, wurden erſt kurz vor dem Gebrauche zuſammengebracht oder gemiſcht und hierauf die Detonation mit Hilfe von Knallqueckſilber eingeleitet. Die Erzeugung der Sprengſtoffe wollte Sprengel erſt am Verſuchsorte ſelbſt vornehmen, indem er an ſich ungefährliche Stoffe geſondert transportierte und durch Vermiſchen derſelben wirkſame Sprengſtoffe erzeugte. Die Sprengelſchen Exploſivſtoffe haben ſich jedoch wegen ihrer ſchlechten Handlichkeit nicht einzubürgern vermocht. Nichtsdeſtoweniger konſtruierte Hellhoff ſeinen Hellhoffit analog den von Sprengel angegebenen Miſchungen.

Ammoniumnitratgemiſche. Ammoniumnitrat zerfällt infolge ſtarker Initialzündung in Stickſtoff, Sauerſtoff und Waſſer. Vermiſcht man dasſelbe mit verbrennlichen Stoffen, wie Naphthalin, Harz u. ſ. w., ſo explodiert das Gemenge ſchon durch mäßig ſtarke Sprengkapſeln. Unter Zuhilfenahme von Ammoniumnitrat hat man eine Reihe von Sprengſtoffen gebildet. Sekurit beſteht aus Ammonſalpeter, oxalſauerm Kali oder Ammon, Nitrobenzol oder Dinitrobenzol, Ammonit aus ſalpeterſauerm Ammon, Paraffin, Harz und Nitronaphthalin. Man hat auch Sprengſtoffgemiſche aus Ammonnitrat mit Nitroglyzerin oder Schießbaumwolle hergeſtellt. So beſteht z. B. Griſoutine von Bender aus Ammonnitrat, Nitroglyzerin und einem mineraliſchen Auffangeſtoff. Alle Ammonſalpeter enthaltenden Sprengſtoffe leiden infolge Hygroſkopizität genannten Stoffes an Waſſeranziehung.

Sicherheitsſprengſtoffe. Man fordert für Sprengungen in Steinkohlengruben Sicherheitsſprengſtoffe, Kohlendynamite, welche die ſchlagenden Wetter und den Kohlenſtaub nicht entzünden, was man durch Erhöhung der Briſanz und Erniedrigung der Exploſionstemperatur zu erreichen ſucht. Die Exploſionstemperatur briſanter Sprengſtoffe ſetzt man herab durch Zuſatz von kriſtallwaſſerhaltigen Salzen, beſſer noch durch Verwendung von Ammonſalpeter. Der Gebrauch von Schwarzpulver iſt in wetterführenden Gruben unterſagt. Sehr bekannte und geſchätzte Sicherheitsſprengſtoffe ſind der Dahmenit (Kaſtrop), 91,3% Ammon-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſalpeter, 6,5% Naphthalin und 2,2% doppeltchromſaures Kali, der Roburit (Witten), 82% Ammonſalpeter und 18% Dinitrobenzol, der Sekurit (Köln-Rottweil), 37% Ammonſalpeter, 34% Kaliſalpeter und 29% Nitrobenzol. Auch der Karbonit wird als Sicherheitsſprengſtoff allgemein geſchätzt und verwendet. — Literatur ſ. unter Bohr- und Sprengarbeit, Geſchoßtreibmittel, Initialzündungen, Sprengtechnik. *Seyfferth.*

Sprengſtoffbeförderung, ſ. Eiſenbahnbetrieb, Eiſenbahnverkehr.

Sprengſtofflagerung, ſ. Feuerwerkerei und Pulvermagazin.

Sprengtechnik, die Lehre von der Zertrümmerung feſter Maſſen, beſonders das Losreißen von Geſteinsſtücken aus ihrem natürlichen Verbande durch die mechaniſche Wirkung der Spannkraft von Gaſen geeigneter Sprengſtoffe [1] nach ihrer Entzündung auf die Seitenwandungen entſprechend gelegener Hohlräume.

Die wichtigſten Aufgaben der Sprengtechnik ſind: Eiſenbahn-, Straßen-, Hafen- und Strombauten in kürzeſter Zeit zu ermöglichen; reiche Kohlen- und Erzlager in Kürze zu erſchließen und abzubauen; Metallmaſſen, deren Volumen und Gewicht ſie der gewöhnlichen Verarbeitung entzieht, zu zerkleinern; Klärung großer Waldflächen von den in der Erde zurückgebliebenen Baumſtöcken (Stockroden); Lockerung des Untergrunds auf Tiefen, in die kein Ackergerät hinabreicht (Sprengkultur [2]); endlich Angriff und Verteidigung im Kriege. Die Hilfsmittel der Sprengtechnik ſind nebſt den Exploſivſtoffen, den Zündvorrichtungen und Zündmitteln die Maſchinen (ſ. Bohr- und Sprengarbeit) und Werkzeuge zur Herſtellung der Bohrlöcher für die Aufnahme der Ladungen (Minen) [3]. Bei manchen zu ſprengenden Körpern wird der Sprengſtoff auch nur auf dieſelben frei aufgelegt, in welchem Falle größere Mengen erforderlich und beſondere Vorſichten zu beobachten ſind; ebenſo können mittels aufgelegter Sprengladungen Felſen in Flüſſen zerſtört werden [4]. Bei den geſprengten Minen kann man als Wirkungszonen die Zermalmungs-, Verſchiebungs- und Trennungszone unterſcheiden. Je briſanter der Exploſivſtoff (ſ. Sprengſtoffe) iſt, d. h. je raſcher er ſich nach dem Entzünden zerſetzt, deſto größer werden bei gleicher Ladungsmenge die beiden erſten Zonen; bei geringerer Briſanz der verwendeten Sprengmittel nehmen die kubiſchen Inhalte der erſten beiden Zonen ab, dagegen wächſt die Trennungszone. Minenladungen aus Schwarzpulver erzeugen faſt gar keine Zermalmungs- und eine mittelgroße Verſchiebungszone, dagegen eine verhältnismäßig große Trennungszone. Die richtig gelegte und geladene Dynamitmine ſtreut hingegen ſehr wenig, denn es findet kein Nachſchub von Gaſen ſtatt. Je nach den zu ſprengenden Körpern ſind auch verſchiedene Dynamitſorten zu verwenden, und je mehr brechende und zermalmende Kraft eine Sprengarbeit erfordert, deſto ſtärker ſoll die Dynamitſorte für die Ladung gewählt werden, und umgekehrt, je mehr bloße Trennung gewünſcht wird, eine deſto ſchwächere Dynamitſorte iſt zur Ladung zu nehmen. Beim Vortriebe oder Abteufen enger Stollen und Schächte ſind ſtarke Dynamitſorten, dagegen beim Ausweiten von Tunnels, Beſeitigung feſter Geſteinsmaſſen in Einſchnitten, Gewinnung von Bau- und Werkſteinen in Steinbrüchen, minder ſtarke Dynamitſorten, und zum Sprengen von Holz- oder Eiſenbeſtandteilen durch frei aufliegende Ladungen die ſtärkſten Dynamite zu verwenden [5]. Beſondere Erwähnung verdienen die neuen Sprengſtoffe „Ammonal“ (eine Miſchung von Ammonitral und Aluminium, ein Sicherheitsſprengſtoff von feſter, bisher unerreichter Kraftleiſtung, der auf der Verbrennung und Umſetzung des im Sprengſtoffe enthaltenen Aluminiums beruht), „Vigorit“ und „Holmgrens“. „Vigorit“ iſt ein Ammonſprengſtoff, welcher eine Wirkung haben ſoll, die der von Dynamit- und Pikrinſäure nicht nachſteht, dagegen ſoll es billiger herzuſtellen, bei der Handhabung gefahrlos ſein und keine Exploſivgaſe entwickeln. Dieſer Sprengſtoff beſteht nach der engliſchen Patentſchrift aus 76 Teilen Ammonſalpeter, 10 Teilen Kaliſalpeter, 2 Teilen Harz, 2 Teilen Kaliumperchlorat und 10 Teilen Kohlenwaſſerſtoff. „Holmgrens“ ſoll dieſelbe Wirkung wie Pikrinſäure beſitzen und ein gefährlicher Konkurrent derſelben ſein. Bei gleicher Ladedichte in Geſchützen ſoll der relative Gasdruck infolge der hohen entwickelten Wärme den der Pikrinſäure noch etwas überſteigen [6].

Literatur: [1] Romocki, S. J. v., Geſchichte der Exploſivſtoffe, Hannover 1895/1896. — [2] Hamm, Sprengkultur, Berlin 1877; Böckmann, Fr., Die exploſiven Stoffe und deren praktiſche Anwendung, Wien 1895. — [3] Guttmann, Oskar, Handbuch der Sprengarbeiten, Braunſchweig 1892; Höfer, H., Beiträge zur Spreng- und Minentheorie, Wien 1880; Lauer, J., Mauerwerksſprengungen mit Dynamit und Pulver, Wien 1873. — [4] Derſ., Methode zur Zerſtörung von Felſen in Flüſſen, Wien 1892. — [5] Mahler, Julius, Die Sprengtechnik, Wien 1878; Mahler und Eſchenbacher, Die Sprengtechnik, Wien 1881; Rziha, F. v., Die kulturelle Bedeutung der Sprengarbeit, Wien 1878; Krauſe, Die moderne Sprengtechnik, Leipzig 1881. — Nähere Angaben über die Sprengarbeit mit und ohne Anwendung von Maſchinen, über die Bohrleitungen, über die Sprengwirkung der verſchiedenen Sprengmittel uud ihren Verbrauch ſowie über die Koſten ſind in Fr. Rzihas Lehrbuch der geſamten Tunnelbaukunſt, 1. Hälfte, Berlin 1864, und im Handb. der Ingenieurwiſſenſch. von Edm. Heuſinger v. Waldegg, Leipzig 1880, enthalten. — [6] „Vigorit und Holmgrens“, Zeitſchr. f. das geſamte Schieß- und Sprengweſen, München 1906; Ueber Vigorit, Bayr. Induſtrie- und Gewerbeblatt, München 1905. *Ziffer.*

Sprengung eines Trägers, die Ueberhöhung, welche demſelben in ſeiner Mitte, d. i. am Orte ſeiner größten Einſenkung, bei der Ausführung gegeben wird, damit durch die Eigengewichtswirkung keine unter die Projektshöhe reichende bleibende Senkung eintritt. *Melan.*

Sprengwagen dienen zur Befeuchtung der Straßenoberfläche, um die Staubbildung und das Aufwirbeln des Staubes zu verhindern. Sie beſtehen aus faßartigen, auf Radgeſtelle geſetzten Behältern aus Holz oder Eiſen, aus denen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

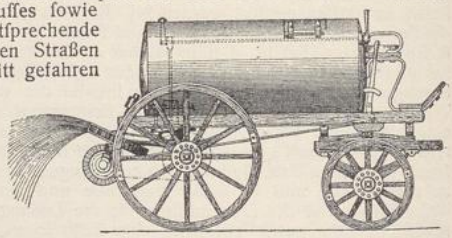
das Waſſer in eine ſiebartig durchlöcherte wagerechte, gerade oder gekrümmte Röhre, in turbinenartig wirkende Wurfräder oder ſonſtige zur Verteilung des Waſſers geeignete Vorrichtungen geleitet wird, die, an dem hinteren Ende des Behälters angebracht, einen entſprechenden Straßenſtreifen beſprengen. Man unterſcheidet Sprengwagen für Handbetrieb und für Pferdebetrieb.

1. Die Handſprengwagen, wie ſie von der Aktiengeſellſchaft H. F. Eckert in Berlin geliefert werden ([1] und [2]), enthalten 250 l, ſind zweirädrig, beſitzen ein 1,15 m langes Sprengrohr und werden häufig, wenn kein Hydrant zum Füllen zur Verfügung ſteht, mit einer Handpumpe nebſt Saugſchlauch verſehen, um ſie aus Teichen u. ſ. w. füllen zu können. Sie dienen zur Beſprengung von Parkwegen, zur Reinigung aſphaltierter oder zementierter Wege und gelegentlich auch zur Befeuchtung der Straße vor dem Kehren. Das leere Wagengewicht beträgt etwa 200 kg, ſo daß auf glatten Wegen ein Mann zur Fortbewegung genügt; auf Kieswegen ſind zwei Mann erforderlich.

2. Die Pferdeſprengwagen werden vierräderig und einſpännig mit 1,9 m langem Sprengrohr für 4,2 m Sprengbreite von derſelben Fabrik in drei verſchiedenen Größen zum Preiſe von 750 bis 1000 ℳ geliefert:

Nr. 1	Inhalt 1000 l	zum Beſprengen von	1800 qm,	leeres Wagengewicht	750 kg,
Nr. 2	„ 1250 l	„ „	„ 2300 qm,	„ „	850 kg,
Nr. 3	„ 1500 l	„ „	„ 2700 qm,	„ „	1000 kg.

Um eine größere Sprengbreite zu erhalten, hat O. Türcke ([1], S. 60 und [3]) in Dresden ſeine Sprengwagen mit einem turbinenartigen Rade verſehen (ſ. die Figur), welches, von den Wagenrädern in Umdrehung verſetzt, das Waſſer in feinen Tropfen zur Seite ſchleudert. Vom Kutſchbock aus kann die Regelung des Waſſerzufluſſes ſowie das Ein- und Ausrücken der Scheibe durch entſprechende Hebelſtellung bewirkt werden. Bei ſchmalen Straßen muß langſam, bei breiten in ſchnellem Schritt gefahren werden, wodurch die Sprengweite bis auf 6 m geſteigert werden kann. Den Herren Joh. Stadtler und Joh. Wawrofch in Simmering bezw. Währing bei Wien iſt ein Sprengwagen patentiert worden (D.R.P. Nr. 51 697, [4]), bei welchem eine von den Rädern angetriebene Luftpumpe im dicht geſchloſſenen Wagenbehälter Luft verdichtet, deren Spannung dazu benutzt wird, das Waſſer mit unveränderlichem Druck durch die Röhrenbrauſe zu treiben. Ein Sprengwagen mit vom Kutſchbock aus für jede Wagenſeite verſtellbarer Sprengvorrichtung wird nach der Bauart Miller von der Firma Weygandt & Klein in Feuerbach-Stuttgart hergeſtellt [5].



Literatur: [1] Sonne, Maſchinen für den Bau und die Unterhaltung der Straßen, Handb. d. Ing.-Wiſſenſch., Bd. 4, Abt. 3, Kap. 16, Leipzig 1888, S. 59. — [2] Dietrich, Die Aſphaltſtraßen, Berlin 1882, S. 154. — [3] Die Bauten von Dresden, Dresden 1878, S. 474; Journal f. Gasbel. u. Waſſerverſorgung 1878, S. 608. — [4] Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenbau 1891, S. 259. — [5] Handb. d. Ing.-Wiſſenſch., Bd. 1, Abt. 4, 3. Aufl., Leipzig 1903, Kap. 8, S. 373. *L. v. Willmann.*

Sprengwand (Fachwerkwand), bei welcher der darunterliegende Balken nicht unterſtützt, daher durch eine Verſtrebung gegen Einſenken zu ſchützen iſt (ſ. a. geſprengte Wand, Bd. 4, S. 447).

Fig. 1.



Fig. 2.

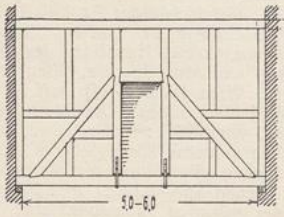
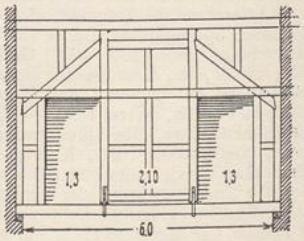


Fig. 3.



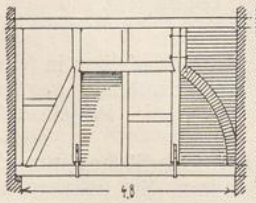


Fig. 4.

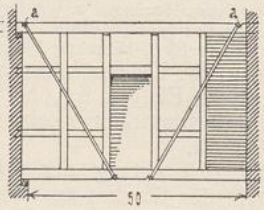


Fig. 5.

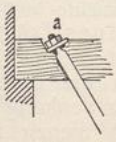


Fig. 6.

Bei geringer Spannweite, und wenn keine Verbindungstüre nötig iſt, genügt ein Hängebock (Fig. 1). Bei größerer Zimmertiefe und Anordnung einer Türe dient ein doppeltes Hängewerk

(Fig. 2; vgl. Bd. 4, S. 735, Fig. 1 und 2) wobei die Türe in der Mitte liegen muß. Soll in der Wand eine Türe feitlich oder zwei Türen angebracht werden, fo find die Streben nach Fig. 3 und 4 anzuordnen. Bei Feuerwänden können nicht beide Streben angebracht werden; es ift vielmehr die eine durch einen Mauerbogen zu erfetzen (Fig. 4). Doch ift es oft vorteilhafter, ftatt durch eine Verftrebung den Balken durch Eifenbänder (Fig. 5 und 6) aufzuhängen. Durch Anwendung von Brettfchalung in fchräger Richtung (Bd. 2, S. 298) kann eine fehr leichte Sprengwand erzielt werden, der allerdings der Fehler guter Schalleitung und geringer Feuerficherheit anhaftet. *Weinbrenner.*

Sprengwerke. Wie der Namen Hängwerk (Bd. 4, S. 732) fo wurde auch die Bezeichnung Sprengwerk im Ingenieurwefen verfchieden verwendet [7]. Allgemein jedoch hat man Konftruktionen nach Art von Fig. 1 und 2 einfaches und doppeltes Sprengwerk genannt. Bei diefen ift ein gewöhnlicher einfacher Balken (Bd. 1, S. 519) durch fchief nach aufwärts gerichtete Streben, zwifchen welchen beim doppelten Sprengwerk der horizontale Spannriegel liegt, unterftützt und damit verftärkt. Der Balken wirkt dann als durchlaufender Balken (Bd. 1, S. 505, 507) mit nachgiebigen Zwifchenftützen, während die darunter liegenden Stäbe des Sprengbocks gedrückt werden. Die bei der Berechnung folcher Sprengwerke üblichen Vorausfetzungen find aus der Andeutung der Gelenke und Gleitungen in Fig. 3, 4 erfichtlich (f. a. Träger), doch kann das fefte Gelenkauflager des Balkens ohne Aenderung der folgenden Beziehungen auch an eine Zwifchenftütze gelegt werden. Vorausgefetzt ift, daß der Balken immer mit fämtlichen Auflagern in Berührung bleibt.

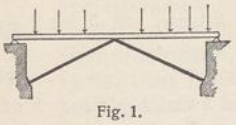


Fig. 1.

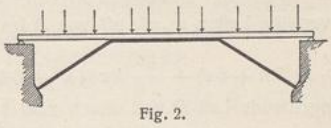


Fig. 2.



Fig. 3.

Greifen beliebige Laften $P_1, P_2 \ldots$ in Entfernungen $a_1, a_2 \ldots$ vom Auflager 0 des Balkens an, fo würden für den einfachen Balken (ohne Unterftützung durch den Sprengbock) die Stützenreaktionen bei 0 und l:

$$V = \frac{1}{l} \sum_0^l P(l-a), \qquad V' = \frac{1}{l} \sum_0^l P a, \tag{1.}$$

und das Moment und die Vertikalkraft in einem beliebigen Querfchnitt x (in Entfernung x) vom Auflager 0):

$$(M_x) = Vx - \sum_0^x P(x-a), \qquad (V_x) = V - \sum_0^x P, \tag{2.}$$

worin wie in der Folge die Summen Σ alle Laften zwifchen den beigefetzten Grenzen umfaffen. Ueber ihre Werte für ftetig verteilte Laften f. Belaftung der Träger, Bd. 1, S. 661. Für eine auf die ganze Spannweite l gleichmäßig verteilte Laft von u pro Längeneinheit beifpielsweife hat man:

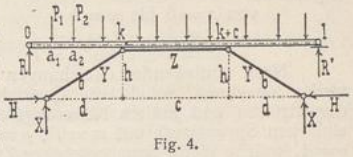


Fig. 4.

$$V = V' = \frac{u\,l}{2}, \qquad (M_x) = \frac{u}{2} x\,(l-x), \qquad (V_x) = V - u\,x. \tag{3.}$$

Infolge der hinzukommenden Unterftützung durch den Sprengbock, welcher den Druck $2X$ aufnimmt, werden die wirklichen Reaktionen der Endftützen des Balkens:

$$R = V - X, \qquad R' = V' - X, \tag{4.}$$

fowie der Horizontalfchub und die Beanfpruchungen der Streben, und in Fig. 4 des Spannriegels:

$$H = X\frac{d}{h}, \qquad Y = -X\frac{b}{h}, \qquad Z = -H. \tag{5}$$

Für die Streben und den Spannriegel find b, c die Längen, B, C die Querfchnitte, E_y, E_z die Elaftizitätsmoduln, α_y, α_z die (linearen) Ausdehnungskoeffizienten, während E, J Elaftizitätsmodul und Trägheitsmoment des Balkens bedeuten. Die Größe X war aus der Elaftizitätslehre zu berechnen, wozu eine Gleichung aus dem Art. „Träger, zufammengefetzte", verwendet wurde.

Einfaches Sprengwerk. Fig. 3. Mit $l = 2k$ und der abkürzenden Bezeichnung

$$m = l^3 \mu = l^3 \left(1 + \frac{24\,E\,J\,b^3}{B\,E_y\,h^2\,l^3}\right) \tag{6.}$$

erhält man durch beliebige Belaftung:

$$X = \frac{1}{2m} \sum_0^k P a\,(3l^2 - 4a^2) + \frac{1}{2m} \sum_k^l P(l-a)\,[3l^2 - 4(l-a)^2], \tag{7.}$$

wonach beifpielsweife für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Laft von u pro Längeneinheit:

$$X = \frac{5\,u\,l}{16\,\mu}, \tag{8.}$$

für verſchiedene gleichmäßig verteilte Laſten von u, u' auf der erſten und zweiten Hälfte der Spannweite:

$$X = \frac{5\,(u+u')\,l}{32\,\mu}, \qquad 9.$$

und für eine Einzellaſt P inmitten der Spannweite:

$$X = \frac{P}{2\,\mu}. \qquad 10.$$

Durch eine Temperaturänderung τ der Streben (gegen die dem ſpannungsloſen Zuſtande entſprechende Normaltemperatur) entſteht:

$$X = \frac{\alpha_y\,\tau}{m\,h}\,24\,E\,J\,b^2, \qquad 11.$$

während eine gleichmäßige Temperaturänderung des Balkens keine Beanſpruchung erzeugt. — Für das Moment und die Vertikalkraft in den Querſchnitten x des unterſtützten Balkens hat man allgemein:

von $x=0$ bis $x=k$ $\quad M_x=(M_x)-Xx, \qquad V_x=(V_x)-X, \qquad 12.$

„ $x=k$ „ $x=l$ $\quad M_x=(M_x)-X(l-x), \qquad V_x=(V_x)+X. \qquad 13.$

Doppeltes Sprengwerk. Fig. 4. Mit $l=2k+c$ und der abkürzenden Bezeichnung

$$n=2k^2(2k+3c)\,\nu=2k^2(2k+3c)\left[1-\frac{3EJ}{(2k+3c)\,k^2h^2}\left(\frac{2b^3}{BE_y}+\frac{cd^2}{CE_z}\right)\right] \qquad 14.$$

ergibt ſich für beliebige Belaſtung:

$$X=\frac{1}{n}\sum_0^k Pa\,[3k\,(k+c)-a^2]+\frac{k}{n}\sum_k^{k+c} P\,[3a\,(l-a)-k^2]+\frac{1}{n}\sum_{k+c}^{l} P\,(l-a)\,[3k\,(k+c)-(l-a)^2], \qquad 15.$$

wonach für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Laſt von u pro Längeneinheit:

$$X=\frac{u}{2n}\,k\,(k+c)\,(5k^2+5kc+c^2), \qquad 16.$$

durch verſchiedene gleichmäßig verteilte Laſten von u, u' pro Längeneinheit auf der erſten und zweiten Balkenhälfte:

$$X=\frac{u+u'}{4n}\,k\,(k+c)\,(5k^2+5kc+c^2), \qquad 17.$$

für verſchiedene gleichmäßig verteilte Laſten u, u', u'' von 0 bis k bezw. von k bis $k+c$ und von $k+c$ bis l:

$$X=\frac{u+u''}{4n}\,k^3\,(5k+6c)+\frac{u'}{2n}\,kc\,(4k^2+6kc+c^2), \qquad 18.$$

durch eine bei k oder $k+c$ angreifende Laſt P und durch zwei bei k und $k+c$ angreifende Laſten P_2, P_2:

$$X=\frac{P}{2\nu}\ (\nu \text{ ſ. Gleichung 14.}) \qquad \text{bezw. } X=\frac{P_1+P_2}{2\nu} \qquad 19.$$

durch Temperaturänderungen τ_y, τ_z der Streben bezw. des Spannriegels:

$$X=\frac{6EJ}{nh}\,(2\alpha_y\tau_y b^2+\alpha_z\tau_z c\,d). \qquad 20.$$

Eine gleichmäßige Temperaturänderung des Balkens iſt ohne Einfluß auf die Beanſpruchungen. Das Moment und die Vertikalkraft in den Querſchnitten x des unterſtützten Balkens ſind allgemein:

von $x=0$ bis $x=k$ $\quad M_x=(M_x)-Xx, \qquad V_x=(V_x)-X, \qquad 21.$

„ $x=k$ „ $x=k+c$ $\quad M_x=(M_x)-Xk, \qquad V_x=(V_x), \qquad 22.$

„ $x=k+c$ bis $x=l$ $\quad M_x=(M_x)-X(l-x), \qquad V_x=(V_x)+X. \qquad 23.$

Nach vorſtehenden Gleichungen laſſen ſich die Beanſpruchungen der betrachteten Sprengwerke berechnen, ſobald die Querſchnitte bekannt ſind. Zur vorläufigen Ermittlung der letzteren und andern Näherungsrechnungen können dieſelben Gleichungen dienen: beim einfachen Sprengwerk mit $m=l^3$, $\mu=1$, beim doppelten Sprengwerk mit $n=2k^2(2k+3c)$, $\nu=1$, welche Werte unnachgiebigen Zwiſchenſtützen entſprechen ($E_y=\infty$, $E_z=\infty$ in 6., 14.). Ueber die Grenzbeanſpruchungen bei bewegter Laſt ſ. Grenzwerte, Bd. 4, S. 626.

Literatur: [1] Fränkel, Theorie des einfachen Sprengwerks, Civilingenieur 1876, S. 22. — [2] Melan, Theorie des Sprengwerks, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876, S. 233. — [3] Steiner, Kontinuierliche Träger mit balancierten Stützen, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876, S. 245 (ſ. a. Wochenſchr. d. Vereins 1887, S. 37, 42, 107, und Techn. Blätter 1885, S. 157, und 1890, S. 212). — [4] Holzhey, Vorträge über Baumechanik, II, Wien 1879, S. 777. — [5] Winkler, Theorie der Brücken, I, Aeußere Kräfte der Balkenträger, Wien 1886, S. 233, 255. — [6] Höch, Berechnung doppelter Hänge- und Sprengwerke bei einſeitiger Belaſtung, Zentralblatt d. Bauverwaltung 1888, S. 474. — [7] Lang, Zur Entwicklungsgeſchichte der Spannwerke des Bauweſens, Riga 1890, S. 3, 12, 28. — [8] Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre und der Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1904, S. 106, 110. — [9] Horowitz, Beitrag zur praktiſchen und einfachen Berechnung der Häng- und Sprengwerkkonſtruktionen, Techn. Blätter 1904, S. 41, 160. — [10] Reich, Die günſtigſte Anlage eines Trapezſprengwerkes, Rundſchau f. Technik und Wirtſchaft 1908, S. 97. — [11] Moſer, Ueber doppelte Sprengwerke, Schweiz. Bauztg. 1908, LII, S. 129. — [12] Hartmann, Ueber armierte und Sprengwerkträger mit exzentriſchem Strebenanſchluß, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1908, S. 517, 533. — [13] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II 2, Leipzig 1908, S. 341.

Weyrauch.

Sprengwerksbrücken, ſ. Brücken, hölzerne.

Spreutafeln (von Dr. Katz in Stuttgart, D.R.P. Nr. 52725) dienen als Zwiſchendecken (ſ. Decke, Bd. 2, S. 679, Fig. 8 und 9), als leichte Zwiſchenwände, zur Ausriegelung von Fachwerk, Verkleidung von Dachwänden, Heizanlagen u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie bestehen aus einer Mischung von Spreu, Gips, Kalk, Leimwasser, Tierhaaren u. dergl. und bilden eine trockene, reinliche und geruchlose Masse in festen Tafeln von ca. 4,8 m Länge und 7—12 cm Stärke. Sie können mit der Säge geschnitten und mit dem Beile behauen werden; ihr Gewicht ist pro Quadratmeter bei 10 cm Stärke = 55 kg, die Druckfestigkeit pro Quadratzentimeter = 16,3 kg. *Weinbrenner.*

Spreutlage, eine Uferpflanzung (s. Pflanzung), welche in Form einer Strauchbettung aus frischen, ausschlagfähigen Weidenzweigen hergestellt wird.

Bei der Spreutlage erscheint je eine Schicht von dicht nebeneinander, normal zur Uferlinie gelegten Weidenruten in den stufenförmigen Längsaushebungen *a b*, *c a* u. s. w. der Figur, welche ein Uferquerprofil vorstellt; die Stammenden sind abwärts gerichtet. In Entfernungen von 0,6—0,8 m werden dieselben Schichten entweder durch Würste (Wippen) *w* niedergehalten, welche mit ca. 1 m langen Spreutlagen- oder Nähterungspfählen, meist aus grünem Weidenholz, festgenagelt sind, oder durch nahe 15 cm hohe Flechtzäune. Darüber kommt eine bei 20 cm hohe Lage fruchtbarer Erde. Zuerst wird die oberste Lage *a b* gelegt und so die Arbeit nach unten bis zum Niederwasser fortgesetzt. Sonst fast gleich mit der Spreutlage ist die Rauhwehr, nur daß hier die Weidenruten in der Richtung der Uferlinie gelegt werden, mit den Stammenden flußaufwärts; die beistehende Figur stellt hierfür einen Längsschnitt, parallel zum Ufer, dar, *d* flußauf und *b* flußab gelegen.



Spriegel (Sprügel), 1. dünne krumme Stangen, gespaltene junge Bäume, die zu Stakwänden, Zäunen und zur Einlattung der Dächer dienen; 2. dünne Ruten und Zweige, die statt der Rohre für Decken- und Wandputz auf das Holz der Fachwerkwände oder der Balkenunterkante aufgenagelt werden; 3. dünne Aeste, die in Dachkehlen zum Einhängen der Ziegel dienen. *Weinbrenner.*

Spriegelzaun besteht aus senkrecht eingesteckten Latten, zwischen welche Spriegel (s. d.) eingeflochten werden; s. Flechtzaun (Bd. 4, S. 81).

Springbrunnen, s. Zierbrunnen.

Springflut, s. Ebbe und Flut.

Springstände, s. Bussolenzug, Bd. 2, S. 411.

Sprit, s. Spiritusfabrikation.

Spritzbetrieb, im Bergbau, s. Tag.

Spritzbewurf, s. Putz, Bd. 7, S. 299.

Spritze (Feuerspritze), s. Feuerschutz, Bd. 3, S. 771, und Minimaxapparate.

Spritze, findet in der Landwirtschaft als Rebenspritze ihre Verwendung bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten, welche durch Pilze verursacht werden (Blattfallkrankheit der Weinreben, Kartoffelkrankheit u. s. w.) oder als Hederichspritze zur Behinderung des Wachstums des Unkrauts, vornehmlich des Hederichs in jungem Getreide.

Die Rebenspritze bringt eine mehr oder weniger konzentrierte Lösung, meist Kupferkalklösung oder Eisenvitriollösung, zu staubfeiner Verteilung auf den Pflanzen. Zu diesem Zweck wird die Lösung unter Druck einem Zerstäuber zugeführt, und das ganze Gerät über das Feld getragen oder gefahren. Ueber die Brauchbarkeit der einzelnen Rebenspritzenformen geben Prüfungsberichte einige Anhaltspunkte (Württemberg. landwirtsch. Wochenblatt 1892, Nr. 16; Sächsische landwirtsch. Zeitschrift 1892, Nr. 27). Näheres über die Konstruktion und Wirkung der Hederichspritzen s. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1903. *Wrobel.*

Spritzen, Spritzlackieren, -malen, -apparat, -pistole, -maschine (Anstrich- und Tünchmaschine), s. Luftpinsel, Zerstäubungsvorrichtungen.

Sprödigkeit, s. Dehnbarkeit.

Sprosseneisen, -fenster, s. Fensterrahmen.

Sprudel, s. Quelle, Zierbrunnen.

Sprudelstein (Erbsenstein), s. Aragonit.

Sprung, -höhe, -kluft, s. Verwerfung.

Sprungfeder, s. v. w. Schraubenfeder, s. Federn.

Spülbohren, s. v. w. Tiefbohren (s. d.) mittels Wasserspülung.

Spüleinrichtungen für Kanäle bezwecken deren Reinigung durch die Spülwirkung des Wassers. Es wird durch diese Einrichtungen der Aufstau des Wassers in den Kanälen, die Zuführung und Vermehrung der Spülwassermenge sowie die Aufspeicherung besonderen Spülwassers bewirkt.

Der zur Erzeugung eines kräftigen Spülstromes erforderliche Aufstau des Kanalwassers wird bei den kleineren Kanälen durch Spülschieber bewirkt, welche in den Spülschächten vor der zu reinigenden Kanalstrecke angebracht sind. Diese Schieber bestehen aus Eisenblech-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

tafeln, die in eisernen Rahmen geführt und beim Schließen durch Keilflächen fest an das abzuschließende Kanalprofil angedrückt werden. — Die Stauhöhe wird in der Regel durch ein nach dem abgehenden Kanal führendes Ueberlaufrohr festgelegt. Sie beträgt gewöhnlich 1 bis $1^1/_2$ m. Anstatt der Schieber werden vielfach auch Verschlußklappen und Verschlußstopfen verwendet. Letztere sind zweckmäßig, wenn die Schächte mit Leitungswasser gefüllt werden, wobei alle in den Schacht mündenden Kanalöffnungen geschlossen sind und so das Spülwasser möglichst wirksam ausgenutzt wird; vgl. [1].

Zur Spülung größerer Kanäle dienen die Spültüren. Dieselben sind um eine seitliche Vertikalachse drehbar und gestatten durch einen lösbaren Riegel oder durch eine Sperrstange das Kanalprofil so abzuschließen, daß das Wasser auf eine bestimmte Höhe angestaut wird. Durch Oeffnen der Tür wird der erforderliche Spülstrom für die unterhalb der Spültür liegende Kanalstrecke erzeugt. Die Spülung ist je nach den aufgestauten Spülwassermengen und den Gefällen der Kanäle bis auf Längen von im Mittel 150—200 m, unter günstigen Umständen selbst bis auf eine Länge von 300—400 m steigend, wirksam. Die Spültüren können bis zu Stauhöhen von etwa 0,7 m durch verfetzbare Spülschieber ersetzt werden, für welche an geeigneten Stellen in den Kanälen feste Rahmen eingebaut werden. Die üblichen Konstruktionen s. [1]. Für größere Kanäle, von etwa 0,6 m Höhe an, wird auch die Anwendung beweglicher Staufchilder empfohlen, welche durch den Aufstau des Wassers selbsttätig fortbewegt werden, wobei das durch ein Gerinne überfallende, oder das durch einen nächst der Kanalsohle befindlichen Schlitz kräftig ausströmende Wasser eine gute Spülwirkung ausübt. Näheres in [1], [2] u. [7].

In ganz großen Kanälen, beispielsweise in den Pariser und Brüsseler Hauptsammlern, wird die Kanalreinigung durch Spülkähne bewirkt, von welchen eine, den Wasserquerschnitt verengende Schütze herabgelassen und dadurch der Aufstau des Wassers, die vermehrte spülende Strömung unter der Schütze und dem Kahn sowie die Fortbewegung desselben erzielt wird. (Vgl. [3], S. 284.) Nach gleichem Grundsatze wird in großen, mit Banketten versehenen Kanälen durch auf Schienen oder Saumsteinen laufende Reinigungswagen die Spülung bewirkt; vgl. [1], [5], [6], [10]. Auch durch Schwimmkugeln kann in ganz ähnlicher Weise wie durch Spülkahn und Spülschild eine wirksame Spülung hervorgebracht werden. Die schwimmende Kugel läuft dabei an der Decke des zu spülenden Kanals entlang. Dieses Verfahren findet Anwendung bei Spülung der Seine-Düker der Pariser Kanalisation [10].

Wo die Wasserspülung allein nicht genügt, die Kanäle zu reinigen, hat sich das Durchziehen von Bürsten (s. Drahtbürsten), welche der Profilform der Kanäle angepaßt sind [1], bestens bewährt. Für die Reinigung der Hauskanäle dienen neben der Wasserspülung aus eingeführten Schläuchen Bürsten, welche an einem Gestänge aus spanischem Rohr oder an Spiraldrahtseilen befestigt sind.

Für eine kräftige Spülwirkung und behufs Vermeidung zu langer Anstauzeiten beim Gebrauch von Spülschiebern und Spültüren in den Kanälen genügen die vorhandenen Kanalwassermengen in der Regel nicht; dann muß das Spülwasser besonders beschafft werden durch unmittelbare Entnahme und Verwendung des Wassers aus offenen Gewässern, durch Ansammlung solchen Wassers sowie von Regen- oder Drainagewasser oder sonstiger kleiner Wasserabläufe, wie aus Quellen und Brunnen, in besonderen Spülbehältern oder Spülgalerien, oder endlich durch Entnahme aus der öffentlichen Wasserleitung. Auch besondere Spülwasserleitungen sind zu diesem Zwecke schon hergestellt worden.

Die Einleitung in die Kanäle erfolgt hierbei durch abschließbare Spüleinläfse. Dieselben sind entweder, an die Zuführungsleitungen anschließend, wie Rohrschieber konstruiert, oder bei Entnahme größerer Spülwassermengen aus offenen Gewässern und aus den Spülbehältern als Kanalschieber ausgebildet. Von der Wasserleitung aus wird das Wasser den Kanälen entweder aus Hydranten durch Schläuche oder zweckmäßiger vermittelst besonderer Spülanfchlußleitungen zugeführt (vgl. [4], S. 228). Die Ansammlung des Kanalspülwassers in größeren Spülbehältern, die an den höchsten Punkten des Entwässerungsgebietes angeordnet sind, ist sehr zweckmäßig. Man hat dadurch größere und deshalb wirksamere sekundliche Spülwassermengen zur Verfügung und kann unter guter Wasserausnutzung große Kanalgebiete — Spülbezirke — von einer Stelle aus durchspülen. Selbstredend müssen hierbei die sämtlichen Kanäle eines Spülbezirkes so miteinander in Verbindung stehen, daß vom Spülbehälter aus der Spülstrom durch entsprechende Schieberstellungen in den Kanalschächten und Kanalabzweigungen nach jeder Kanalstrecke geleitet werden kann. Sogenannte tote Kanalenden, die sich auch aus andern Gründen in einem Kanalnetz verbieten, sind also hierbei zu vermeiden. Nicht immer läßt sich dies ermöglichen. In solchen Fällen werden an den Kanalendigungen vielfach Spülschächte mit Selbstspülung angeordnet. Es sind dies Spülbehälter von 2—10 cbm und auch mehr Fassungsraum, die durch einen mäßigen Wasserzulauf innerhalb einer gewissen Zeit gefüllt werden, um alsdann selbsttätig ihren Inhalt als kräftigen Spülstrom von 10—25 Sekundenlitern innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit abzugeben. Es gibt eine größere Anzahl solcher Selbstspüler, die sich durch die verschiedenen Arten der Füllung und der Entleerung (Schwimmer, Hähne, Kippgefäße, Heber u. s. w.) voneinander unterscheiden. Vgl. [1], [3], [6], [7], [14].

Die erforderlichen Spülwassermengen für eine Kanalisation sind unter den so verschiedenen Verhältnissen außerordentlich wechselnd. Bei besonders sorgfältigem Spülbetriebe und mittleren Gefällsverhältnissen der Kanäle mag als allgemeiner Anhalt die Erfahrung gelten, daß der zum Kanalwasser nötige Spülwasserzuschuß zwischen 1000 und 2000 cbm auf das Kilometer Kanalleitung jährlich beträgt. (Näheres über Spülung s. [3] bis [12].)

Literatur: [1] Kataloge von R. Böcking & Cie., Halbergerhütte und C. Geiger, Karlsruhe i./B. — [2] Deutsche Bauzeitung, 1892, S. 620. — [3] Städtisches Straßenwesen und Straßenreinigung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von R. Baumeiſter, Berlin 1890. — [4] Büſing, Die Kanaliſation, Handb. der Hygiene von Weyl, Jena 1894. — [5] Brix, Nacht und Pfuhl, Hygieniſcher Teil von Behrings Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Leipzig 1894. — [6] Frühling, Entwäſſerung der Städte, im Handb. d. Ing.-Wiſſ., Bd. Waſſerbau, Leipzig 1903. — [7] Wuttke, Die deutſchen Städte, Bd. 2, Taf. 81, Nr. 452, Leipzig 1904. — [8] Dobel, Anlage und Bau ſtädtiſcher Abzugskanäle und Hausentwäſſerung, Stuttgart 1903. — [9] Das ſtädtiſche Tiefbauweſen in Frankfurt a. M., Frankfurt a. M. 1903. — [10] Weyl, Th., Aſſanierung der Städte in Einzeldarſtellungen, 1. Bd.: Paris, Wien, Zürich, Köln, Leipzig 1906. — [11] Reich, A., Der ſtädtiſche Tiefbau, Leipzig 1907. — [12] Weyl, Th., Die Aſſanierung von Düſſeldorf, Leipzig 1908. — [13] Weder, R., Der Tiefbau in Städten und Ortſchaften, Wiesbaden 1909. — [14] Beton-Kalender, 2. Teil, Abhandlung Städteentwäſſerung, Berlin 1909.

J. Brix.

Spülkaſten, Waſſerbehälter zur Kloſettſpülung, die den Zweck haben, die direkte Verbindung der Waſſerleitung mit den Kloſetts zu vermeiden und die zu einer Spülung zu verwendende Waſſermenge in gewiſſen Grenzen zu halten; vgl. Abort, Bedürfnisanſtalten und Kloſett ſowie die bei letzteren angegebenen D.R.P. über Spüleinrichtungen.

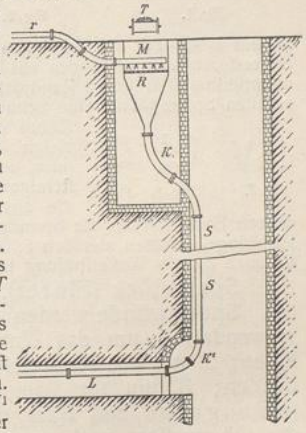
C. Blecken.

Spülverſatz, im Bergbau neue Ausführung des Bergeverſatzes.

Die Abbaumethoden mit Bergeverſatz (vgl. Abbau, Bd. 1, S. 2) bürgern ſich beim Bergbau, im beſonderen beim Kohlenbergbau, immer mehr ein; man erreicht dadurch wichtige Vorteile, das Hangende wird unterſtützt und die Oberfläche leidet nicht unter dem Einfluſſe des Abbaues; außerdem wird der Anſammlung ſchädlicher Gaſe in den abgebauten Räumen tunlichſt vorgebeugt. Als Nebenvorteile ſind namentlich die Verminderung des Gebirgsdruckes und damit der Koſten für den Ausbau, die freiere Bewegung beim Abbau und im beſonderen bei mächtigen Flözen der reinere Abbau von Wichtigkeit.

Gewöhnlicher, mit Hand eingebrachter Bergeverſatz erfüllt dieſe Zwecke nur unvollkommen, da er wegen der Auflockerung durch die Schüttung unter ſtarkem Gebirgsdruck nach und nach zuſammengedrückt wird. Bei Schieferton beträgt die Volumenverminderung bis zu 50 %. Auch wenn der Handverſatz als trockene Mauerung ausgeführt wird und grobe Berge und Klares in richtigem Verhältnis gemiſcht werden, beträgt die Zuſammendrückung immer noch etwa 25 %; auch dieſer Verſatz iſt nur in geringem Maße wetterdicht. — Die Wetterdichtheit des Handverſatzes, die namentlich beim Abbau von Kohlen, die zu Brand neigen, von großer Bedeutung iſt, erreicht man durch Einpumpen von Aufbereitungsſchlämmen (Schlammverſatz). Entweder werden die Schlämme wie beim Spülverſatz (vgl. weiter unten) durch Rohrleitungen in den Abbau geführt oder ſie werden in Hunden in die Grube befördert, in Behälter entleert und von hier aus durch elektriſch angetriebene Druckpumpen mittels Rohrleitungen bis in die verſetzten Räume gepumpt. Die Schlämme füllen die Zwiſchenräume dicht aus, das Waſſer wird faſt vollſtändig von den Bergen aufgenommen.

An die Stelle des Handverſatzes iſt etwa ſeit dem Jahre 1901 in Deutſchland mehr und mehr der Spülverſatz getreten. Man miſcht das Verſatzmaterial über Tage möglichſt innig mit Waſſer und führt das Gemenge durch Rohrleitungen in die abgebauten Räume, nachdem ſie durch Verſchläge ringsherum abgeſchloſſen worden waren. Während ſich der Verſatz ablagert, fließt das Waſſer zum größten Teile ab, ſammelt ſich in Klärſümpfen und wird zu wiederholter Verwendung gewöhnlich durch Schleuderpumpen gehoben. Vom Grubenausbau kann verhältnismäßig viel geraubt (herausgenommen) werden. Zum Verſpülen eignet ſich am beſten Sand, zu ſeiner Fortführung durch die Rohrleitungen iſt nur wenig Waſſer (0,8 Waſſer auf 1,0 Sand) erforderlich, und er ſcheidet ſich ſchnell und vollſtändig wieder aus dem Waſſer aus, auch erfüllt er den Raum ſo gut, daß die ſpätere Zuſammendrückung äußerſt gering iſt. Außerdem können aber auch Waſchberge, Grubenberge nach entſprechender Zerkleinerung, granulierte Hochofenſchlacke u. ſ. w. verwendet werden. Gewöhnlich werden an den Schächten größere Behälter für das Spülmaterial gebaut, aus dieſen führt ein Band ohne Ende *T* (vgl. die Figur) die Maſſen dem unmittelbar am Schachte gelegenen Miſchtrichter *M* zu, in dem aus der Rohrleitung *r* das notwendige Waſſer zugeſetzt wird; ein Roſt *R* hält zufällige grobe Verunreinigungen zurück. Mittels des Krümmers *K* iſt der Trichter mit der ſenkrechten Schachtleitung *S* verbunden. Dieſe geht am Füllorte mittels eines zweiten Krümmers *K*¹ in die Streckenleitung *L* über, die bis in die Abbaufelder fortgeführt iſt. Es darf immer nur ein Rohrſtrang zum Verſpülen benutzt werden; um Verſtopfungen zu vermeiden, müſſen etwa vorhandene Abzweigungen durch eingebaute Abſperrſchieber geſchloſſen werden, oder es ſind Paßſtücke vorhanden, um ſchnell den einen oder den andern Zweig mit der Hauptleitung verbinden zu können. Eine etwa eingetretene Verſtopfung findet man leicht durch Beklopfen der Rohre; zur Beſeitigung müſſen größere Längen der Rohrleitung ausgebaut werden.



Als Spülrohre werden entweder die teuern Mannesmannrohre oder ſchmiedeeiſerne Flanſchenrohre verwendet; ſie halten der Abnutzung durch das bewegte Spülmaterial ſehr viel beſſer Stand als gußeiſerne Rohre. Bei den Krümmern wird die äußere Wandung, die der

Abnutzung am meiſten ausgeſetzt iſt, entſprechend ſtärker hergeſtellt. Die auf den wagerechten Strecken liegenden Rohre werden nach einer gewiſſen Zeit um 90° gewendet, was dreimal geſchehen kann, da ſie auf der unteren Seite am meiſten abgenutzt werden. Die Rohre erhalten 150—200 mm lichte Weite und etwa 8 mm Wandſtärke. In neuerer Zeit werden auch Rohre mit Futter aus Schamotterohren oder aus hartem Holz verwendet; die längere Dauer ſoll den höheren Preis reichlich ausgleichen.

Die Verſchläge beſtehen aus einzelnen Stempeln, an die Schwarten und über dieſe grobe Sackleinwand als Filter angeſchlagen werden. Ein Teil des hierzu verwendeten Materials kann ſpäter wiedergewonnen werden. In der Minute können etwa 8 cbm feſte Maſſe verſpült werden; zur Verſtändigung der Mannſchaft in der Grube mit derjenigen am Miſchtrichter iſt telephoniſche Verbindung notwendig. Beim Beginn des Spülens gibt man nur Waſſer in die Leitung und ſetzt dann allmählich das Material zu, ebenſo muß beim Aufhören des Spülens die Leitung etwa 2 Minuten lang mit Waſſer leer geſpült werden.

Die Koſten des Spülverſatzes werden je nach der Entfernung, aus der das Verſatzmaterial herbeigeſchafft werden muß, auf 50 ₰ bis 1 ℳ für 1 t Kohlen angegeben. Hierbei ſind die erzielten Nebenvorteile noch nicht bewertet. S. a. Druckwaſſerförderer.

Literatur: Williger, G., Scheibenförmiger Abbau mächtiger Flöze unter Anwendung von Verſatz mittels Waſſerſpülung auf dem Steinkohlenwerke Myslowitz, Eſſener „Glück auf“ 1902, S. 6 (mit Angabe der Koſten); Jobſt, Das Spülverſatzverfahren beim Erzgebirgiſchen Steinkohlen-Aktienverein in Schedewitz bei Zwickau in Sachſen, Eſſener „Glück auf“ 1905, S. 97; Pütz, Otto, Das Spülverſatzverfahren, mit 40 Fig., Berlin 1907. *Treptow.*

Spule, f. Baumwollſpinnerei, Flachsſpinnerei, Nähmaſchinen, Papierhülſen, Weberei; in der Elektrotechnik f. Dynamomaſchine.

Spundpfähle (Nutpfähle) dienen zur Bildung der Spundwände (ſ. d.) und unterſcheiden ſich von den Rundpfählen (ſ. Pfähle) dadurch, daß ſie einen im allgemeinen rechteckigen Querſchnitt haben und an den ſchmalen Langſeiten mit einer Spundung verſehen ſind.

Die Dicke der Spundpfähle beträgt 10—25 cm; ſolche, die unter 15 cm Dicke beſitzen, heißen auch Spundbohlen; die Breite wählt man nicht gern unter 25 cm und nicht über 35 cm. Man wählt für die Spundpfähle meiſt Nadelholz, jedoch entweder möglichſt friſches oder ſolches, welches im Waſſer gelegen hat, da trockenes Holz nach dem Einrammen quellen und die Spundwand ſich herausdrängen würde. — Die Form der Spundung iſt verſchieden ausgeführt worden: 1. Dreieckige Spundung, Spundung durch Spindel oder Pfeil (Fig. 1); Waſſerdichtheit nicht ſehr groß, jedoch Ausführung ſehr einfach. 2. Quadratiſche Spundung (Fig. 2); Waſſerdichtheit größer. 3. Trapezförmige Spundung (Fig. 3); feſter als die vorhergehende, weil die Spunde infolge ſtärkerer Wurzel weniger leicht abbrechen. 4. Spundung mit eingeſetzten Federn (Fig. 4); letztere werden aus


Fig. 1.

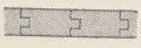

Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.

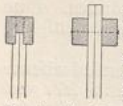
hartem Holz oder aus Bandeiſen gebildet; Waſſerdichtheit ſehr bedeutend, nicht unweſentliche Holzerſparnis. Spundungen mit komplizierterer Querſchnittsform ſind ſchwierig herzuſtellen und unvorteilhaft. Während Rundpfähle an ihrem unteren Ende mit einer Spitze verſehen werden, erhalten Spundpfähle eine Schneide (Fig. 5 und 6); um einen möglichſt innigen Zuſammenſchluß der Pfähle, alſo einen hohen Grad von Waſſerdichtheit zu erzielen, ſchrägt man die Pfahlſchneide an der einen Seite (Fig. 5) ab oder, noch beſſer, man ſtellt die Schneide ſelbſt ſchief her (Fig. 6). Bei ſteinigem Boden erhalten die Schneiden eiſerne Pfahlſchuhe (Fig. 7—9), die aus zwei ſtärkeren Blechen zuſammengeſchmiedet werden. Am oberen Ende werden die Spundpfähle eben und normal zu ihrer Längsrichtung abgeſchnitten; Pfahlringe kommen ziemlich ſelten vor. Spundpfähle werden meiſt eingerammt; doch können ſie auch mittels Waſſerſpülung in den Boden eingetrieben werden. *Schmitt-Darmſtadt.*

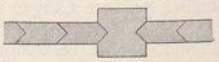

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Spundſtück (Fluter), f. Waſſerlofung.

Spundwände werden im Bau- und Ingenieurweſen zu verſchiedenen Zwecken verwendet: 1. um das Unterwaſchen der Fundamente von Bauwerken zu verhüten; 2. um das Ausweichen lockeren Baugrundes nach der Seite hin zu vermeiden; 3. um für Baugruben die erforderliche Waſſerdichtheit zu erzielen (ſ. Baugrube und Fangdamm); 4. um bei Stauanlagen das Durchquellen des Oberwaſſers nach dem Unterwaſſer zu verhüten; 5. zur Umſchließung von Betonfundamenten.

Solche Wände beſtehen aus dicht nebeneinander geſchlagenen Spundpfählen (ſ. d.). Letztere bleiben oben bisweilen frei; meiſt werden ſie aber durch Holme oder Gurthölzer verbunden. Bei der Verholmung (Fig. 1) ſchneidet man an die Pfähle einen durchlaufenden Halbzapfen an; nur bei einzelnen Pfählen läßt man die Zapfen durchgehen. Die Anordnung von Gurthölzern (Fig. 2) iſt zwar teurer, aber ſolider. Um längeren Spundwänden beſſeren Halt


Fig. 1. Fig. 2.


Fig. 3.

zu gewähren, schlägt man in Abständen von 3—6 m stärkere Pfähle, sogenannte Haupt- oder Richtpfähle, ein, die man an beiden Seiten mit Nuten versieht (Fig. 3); solche stärkere Pfähle sind auch an etwa vorkommenden Ecken anzuordnen (Fig. 4 und 5). — Auch eiserne Spundwände sind zur Anwendung gekommen. Man bildet sie entweder aus gußeisernen Platten von geeignetem Querschnitt oder aus Wellblech oder aus passenden Fassoneisen.

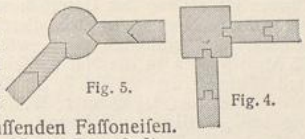


Fig. 5. Fig. 4.

Schmitt-Darmstadt.

Spur, Oeffnung in der Vorwand von Schachtöfen; s. Oefen, metallurgische.

Spurbock, das Spurlager der Mühlenspindel tragender Bock; s. Mahlgang.

Spurkranz, vorspringender Ansatz an der Lauffläche der Eisenbahnräder zur Führung der letzteren entlang der Schienenstränge. S. a. Rad.

Die Höhe der Spurkränze darf, von der Schienenoberkante gemessen, bei mittlerer Stellung der Räder nicht weniger als 25 mm, auch im Zustand der größten Abnutzung nicht mehr als 35 mm betragen (technische Vereinbarungen des „Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen"). *Birk.*

Spurlager, Fuß- oder Stützlager, übernehmen den axialen Druck eines Spurzapfens (s. d.), während der radiale Seitendruck ebenfalls im Spurlager oder in einem benachbarten Hals- oder Traglager aufgefangen wird.

Das Fußlager (Fig. 1) stützt die senkrechte Welle auf der Spurpfanne von Stahl oder Bronze; dieselbe ist $^1/_4$ bis $^1/_2$ so dick wie der Zapfendurchmesser. Sie ruht mit flachgewölbter Unterfläche im Gehäuse, so daß sie einer zufälligen Neigung der Welle nachgeben kann, während sie durch einen mit Spielraum eingreifenden seitwärts stehenden Stift gegen Drehung gesichert ist, und wird in der Mitte von unten mit Oel gespeist, das sich mittels nach außen durchgehender, etwas verjüngter Schmiernuten über die ringförmige Lauffläche verteilt. Am Fußende der eisernen Welle sitzt eine Stahlscheibe mit Kegel in der Mitte und seitlichem Dübel; zum gelegentlichen Austreiben kann man ein Keilloch über dem Kegel vorsehen. Das Wellenende führt sich in einer Bronzebüchse mit Oelrinne am oberen Rande. Zweckmäßig stellt man das Schmiergefäß neben dem Gehäuse so hoch auf, daß das Oel durch ein Schmierrohr und die Anbohrung des Gehäuses von unten in die Spurpfanne eintritt und aus der oberen Rinne abläuft.

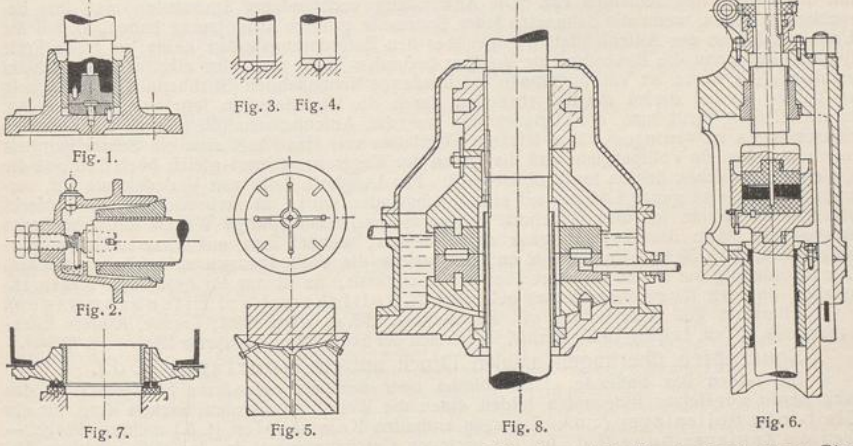


Fig. 1. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 2. Fig. 7. Fig. 5. Fig. 8. Fig. 6.

An hohlen Drehbankspindeln überträgt sich der axiale Druck durch einen Ring (s. Bd. 3, S. 80), an massiven durch einen Stahlpflock am hinteren Ende gegen eine fest eingestellte Stahlschraube mit ebenen, glasharten Druckflächen (s. Bd. 6, S. 52, Fig. 8). Der mit Ringschmierung versehene Stützzapfen (Fig. 2) nimmt den Achsendruck eines Ventilators an der Motorwelle auf [2]. Die Spindeln der Spinnmaschinen (s. Bd. 1, S. 612 und 614) laufen mit Kegelspitze in Bronze, oder bei Kugellagerung (nach D.R.P. Nr. 121774) mit ebener Endfläche auf einer einzigen exzentrisch umlaufenden Kugel (Fig. 3). Bei geringem Druck darf man zur Verminderung der Reibung eine gewölbte Fläche auf einer ebenen laufen lassen, am einfachsten benutzt man eine ruhende Kugel in zentrischer Anbohrung (Fig. 4). Dagegen werden zwei gegeneinander gewölbte Flächen seitwärts drängen und schleudern. Kugelförmig aufeinander geschliffene Laufflächen gestatten Schwankungen beim Drehen von Kranen und Brücken; sie lassen sich (nach Fig. 5) für Preßöl einrichten [3]. In dem Ueberwasserlager (Fig. 6) für Turbinen von H. Queva in Erfurt liegt eine Bronzeplatte zwischen Stahlplatten, so daß sie an der oberen oder unteren Fläche laufen kann, von oben mit Rizinusöl geschmiert; die Höhenausrichtung der gußeisernen Turbinenwelle mit aufgesetzter Laterne auf der ruhenden Tragsäule erfolgt durch Einstellung der Druckschraube mit Schneckenvorgelege [1].

Ringzapfenlager ergeben wegen des größeren Durchmessers ein höheres Reibmoment. An dem die Drehsäule umgebenden Auflager eines Krangestells (Fig. 7) gleitet Stahl auf

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bronze [4]. Wenn der Unterbau weniger elaſtiſch iſt, unterſtützt man den Tragring in einer Kugelfläche, auf der er ſich allerdings nur vermöge der Verminderung der Reibung durch Erſchütterungen einſtellen kann, wie in dem Turbinenlager (Fig. 8), an dem das Oel mit 15 bis 25 Atmoſphären in die Nut zwiſchen den ſtählernen Laufringen gepreßt wird [5]. Ueber Kugel- und Walzenlager ſ. Bd. 7, S. 502—506 [6].

Literatur: [1] Quantz, Waſſerkraftmaſchinen, Berlin 1907. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 619. — [3] Ebend. 1906, S. 1094; 1909, Taf. 5. — [4] Ebend. 1904, S. 669, und 1907, S. 222. — [5] Ebend. 1901, S. 1195 und 1243; 1905, S. 765 und 820. — [6] Ebend. 1906, S. 1223, und Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen 1908/09, S. 236. *Lindner.*

Spurmaß, ſ. Oberbaugeräte, Bd. 6, S. 725.

Spurnagel, ſtarker Nagel oder Bolzen an Gefäßen für Schacht- und Streckenförderung, zur Führung in der Leitung — zum Spurhalten — dienend.

Spurſtangen, ſ. Oberbau der Eiſenbahnen, Bd. 6, S. 716.

Spurſtein, ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

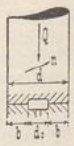
Spurweite, die Entfernung zwiſchen den Innen- oder Fahrkanten der Eiſenbahnſchienen, welche die Spurkränze der Räder der Fahrzeuge (mit einem regelmäßigen Spielraum von z. B. 10 mm) führen.

George Stephenſon, der Begründer der Lokomotiveiſenbahn, baute zunächſt ſeine Kohlenbahnen, dem Straßenfuhrwerk entſprechend, mit 4′ 6″ engl. (1,372 m) Spurweite, vergrößerte dieſe jedoch ſehr bald auf 4′ 8½″ = 1,435 m, um für die innenliegenden Zylinder der Maſchine etwas mehr Platz zu gewinnen. Mit dieſer Spurweite wurde die erſte größere Lokomotivbahn Liverpool—Mancheſter gebaut, und von da hat ſie ſich in den meiſten Ländern der Erde, namentlich in Europa (außer Rußland) und Nordamerika, allgemein verbreitet und wird in Mitteleuropa als Normal- oder Vollſpur bezeichnet. Ueber die in verſchiedenen Ländern üblichen breiteren und ſchmaleren Spurweiten ſ. Eiſenbahn, Bd. 3, S. 274. In Deutſchland ſind für Nebenbahnen außer Normalſpur nur 1,00 m und 0,75 m zuläſſig (Eiſenbahnbau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904, § 9), für Kleinbahnen auch noch 0,6 m. — In Krümmungen wird in den meiſten Ländern (nicht dagegen in England) die regelmäßige Spurweite um ein geringes vergrößert, die Spur wird erweitert, Spurerweiterung, ſ. Krümmungsverhältniſſe, Bd. 5, S. 719. In manchen Ländern kommen Bahnen mit Vollſpur (oder breiter Spur) und ſolche mit Schmalſpur nebeneinander vor. Die Anwendung verſchiedener Spurweiten mag ihre Berechtigung haben, wenn die Bahnnetze jeder Spurweite größere Ausdehnung haben, ſo daß die Umladekoſten an der Anſchlußſtation gegenüber den Beförderungskoſten keine zu große Rolle ſpielen oder wenn die Baukoſten für Vollſpur beſonders hoch ſind. Im allgemeinen erſcheint es aber falſch, kurze, an Vollſpurbahnen anſchließende Nebenbahnen (Stichbahnen) ſchmalſpurig zu bauen, da bei dieſen die Betriebskoſten durch die Umladekoſten ſehr verteuert werden. In allen Fällen ſucht man die Umladekoſten auf den Anſchlußbahnhöfen durch zweckmäßige Einrichtungen zu verringern. Zum leichteren Umladen von Hand legt man ein Schmalſpurgleis ſo erhöht neben ein Vollſpurgleis, daß die Böden der Wagen annähernd gleich hoch ſind und die Entfernung zwiſchen beiden tunlichſt klein iſt. Für Langholz ſtellt man Verladekrane auf, vermittelſt deren eine ganze Ladung auf einmal umgeladen wird, für zerbrechliche oder ſchlecht umzuladende Waren hat man manchmal vollſpurige und ſchmalſpurige Wagen mit abhebbaren Wagenkäſten. Um das Umladen ganz zu vermeiden, wendet man auf kürzeren Schmalſpurbahnen (bis etwa 30 km) Rollſchemel an, auf welche die Vollſpurwagen aufgeſchoben werden. Die Beförderung auf ihnen erfordert aber mehr Zugkraft, ſie iſt nur für beſtimmte Wagen zugelaſſen und bei ſtürmiſchem Wetter gefährlich (ſ. Rollſchemel und Eiſenbahnwagen).

Literatur: Röll, Encykl. des geſ. Eiſenbahnw., Bd. 6, Wien 1894; Troske, Allgem. Eiſenbahnkunde, 1. Teil, Leipzig 1907; Zezula, Im Bereich der Schmalſpur, Sarajewo 1893. *H. Kübler.*

Spurzapfen übertragen axialen Druck auf ein Spurlager (ſ. d.).

Sie bilden das Fußende einer Spindel oder ſind als beſonderer Stahlpflock in das Wellenende eingeſetzt. Ringzapfen bilden einen die Welle umgebenden flachen Ring für ein Gleit- oder Rollenlager (ſ. d.). Dagegen enthalten Kammzapfen (ſ. d.) mehrere Ringe. — Weil die Zapfenreibung (ſ. d.) bei der geringen Geſchwindigkeit in der Mitte weniger Abnutzung als außen und danach ungleichen Flächendruck hervorruft, ſpart man den Zapfen und die Pfanne (Fig. 1) in der Mitte aus, im Verhältnis $d_0/d = 1/5$ bis $1/3$, bei Ringzapfen auf $2/3$ bis $3/4$. Den Flächendruck $p = Q\,4/\pi\,(d^2 - d_0{}^2)$ wählt man zu 50 bis 75 kg/qcm für Stahl auf Bronze oder hartem, dichtem Gußeiſen, geht bei kleinen vollen Kreisflächen von beiderſeits glashartem Stahl auf 100—150, und nimmt für Schmiedeeiſen auf Rotguß 30—40, auf Gußeiſen oder Pockholz 20—25. Die auf 1 qcm ſekundlich in Wärme umgeſetzte Reibungsarbeit beträgt $a = \mu\,p\,u$ mit $\mu = 0{,}05$ als reichlich geſchätzte Reibziffer und $u = n\,\pi\,(d + d_0)/2 \cdot 60 \cdot 100$ m/sec Laufſchnelle mitten in der Ringbreite b. Der Wert $a = Q\,n/b \cdot 120\,000$ ſoll womöglich unter $2/3$ bleiben, auch bei beſter Ausführung und Unterhaltung 2 nicht überſchreiten.



Lindner.

Square, viereckige oder runde, mit Raſen und Bäumen bepflanzte ſtädtiſche Platzanlage (ſ. d.).

Squeezer, ſ. Ausringmaſchinen, Bd. 1, S. 406.

Sr, in der Chemie, Zeichen für Strontium.

Stab, ein Körper, welcher von einer ebenen Figur, dem Querſchnitt, ſo beſchrieben wird, daß der Schwerpunkt der Figur eine Linie, die Stabachſe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beſchreibt, zu welcher die Figur ſtets ſenkrecht bleibt (vgl. Achſe eines Stabes, Bd. 1, S. 65). Die Querdimenſionen werden meiſt klein gegen die Achslänge vorausgeſetzt, der Querſchnitt kann auch veränderlich ſein. Bei geraden Stäben iſt die Achſe eine gerade Linie, bei einfach gekrümmten Stäben eine ebene Kurve. Ueber ſtabförmige Träger ſ. Balken und Bogen (auch einfache und durchlaufende), Blechträger, über Stabketten Hängebrücken, Bd. 4, S. 710, und Ketten, Bd. 5, S. 448, über Träger aus lauter an den Enden verbundenen geraden Stäben Fachwerke, Bd. 3, S. 533. *Weyrauch.*

Stab (Stäbchen, Rundſtab), in der Baukunſt ein kleines, bandartiges Glied mit halbkreisförmigem Querſchnitt, das zwei Bauteile zu trennen oder miteinander zu verbinden hat. Die häufigſte Form iſt der Aſtragal (ſ. Bd. 1, S. 325), doch kommen auch gewundene und kompliziertere Formen vor. *Weinbrenner.*

Stab oder Kette als Längenmaß = 1 m.

Stababſchlag, -durchſchlagverfahren, D.R.P. Nr. 173974 (Neſtmann), geſtattet, Walzſtäbe einfachen Querſchnitts während der Bewegung des Walzguts aus dem Walzwerk auch bei den größten vorkommenden Geſchwindigkeiten einfach und ſicher zu durchſchneiden, ſo daß das Auswalzen beliebig großer Blöcke auf Walzwerken mit beſchränkter Bahnlänge möglich iſt.

Das Verfahren beſteht darin, das aus dem Walzwerk kommende Walzgut ſchräg zu ſeiner Bewegungsrichtung mit einem Hand- oder einem mechaniſch betätigten Beil abzuhauen, ſo daß die nachlaufende Spitze des Walzguts an der ſchrägen Schneide des Schneidwerkzeugs ſeitlich abgleitet und in eine der beiden anſchließenden Führungsrinnen geführt wird. Die Einrichtung dient als einfacher Erſatz für die fliegenden Scheren (ſ. d.).

Literatur: „Stahl und Eiſen" 1908, S. 1505. *A. Widmaier.*

Stabachſe, ſ. Stab und Achſe eines Stabes, Bd. 1, S. 65.

Stabeiſen, allgemeine Bezeichnung für jene Walzwerkerzeugniſſe, bei denen die Länge gegenüber dem in der Regel einfachen vollen Querſchnitte vorherrſcht (vgl. andre Walzwerkserzeugniſſe: Blech, Draht, Röhren).

Man teilt das Stabeiſen ein in 1. Handelseiſen (Rund-, Quadrat-, Flach-, Breit-, Univerſal-, Bandeiſen u. ſ. w.), 2. Baueiſen (⊏-, T-, I-, L-, Z-, Quadrant-, Belag- oder Zores-, Wulſteiſen u. ſ. w.), 3. Eiſenbahnmaterial (Schienen, Schwellen, Stäbe für Laſchen, Unterlagsplatten u. ſ. w.). *A. Widmaier.*

Stabile Fachwerke, ſ. Fachwerke (Fachwerkträger), Bd. 3, S. 535.

Stabiles Gleichgewicht, ſ. Gleichgewicht, Bd. 4, S. 560, und Sicherheitsfunktion des Gleichgewichts.

Stabile Träger, ſtabile Trägerarten und ſtabile Trägerſyſteme, ſ. Träger.

Stabilität eines Schiffes kennzeichnet ſich durch den Widerſtand, welchen das aufrecht ſchwimmende Schiff einer Neigung entgegenſetzt, und durch die Fähigkeit, ſich ſelbſt wieder aufzurichten, falls es durch äußere Kräfte in eine geneigte Lage gebracht iſt.

Man unterſcheidet zwiſchen Stabilität für die aufrechte Lage bezw. für kleine Neigungswinkel — Anfangsſtabilität — und Stabilität für größere Neigungswinkel. Die Anfangsſtabilität richtet ſich nach der Höhenlage des Metazentrums (ſ. d.) über dem Deplacementsſchwerpunkt bezw. Syſtemſchwerpunkt; für die Stabilität unter größeren Neigungswinkeln kommt als Hauptfaktor die Form des Schiffes hinzu. Eine genügende Anfangsſtabilität bringt durchaus nicht immer gute Stabilitätsverhältniſſe für größere Neigungen mit ſich, während anderſeits eine negative Anfangsſtabilität bei größeren Neigungswinkeln günſtige Verhältniſſe geben kann. Der Neigung eines Schiffes durch ein äußeres drehendes Moment wirkt das Stabilitätsmoment zur Aufrichtung des Schiffes entgegen. — Statiſche Stabilität. Die zur Erzielung der Neigung aufgewendete Arbeit, welche gleich der von dem Widerſtand während des Aufrichtens zu leiſtenden Arbeit iſt, bezeichnet man mit „Dynamiſche Stabilität". Nach der Richtung der Drehachſe unterſcheidet man Breitenſtabilität um eine wagerechte Längsachſe und Längsſtabilität um eine wagerechte Querachſe. Bezüglich der Anfangsſtabilität vgl. Metazentrum (Bd. 6, S. 411).

Als Grundlage für die Stabilitätsberechnungen für größere Neigungen dient die ſogenannte Atwoodſche Formel, welche die Volumina der ein- und austauchenden Keilſtücke v ſowie ihre Schwerpunktslagen γ und γ_1 (ſ. Fig. 2, Bd. 6, S. 412) und die Lage des Syſtemſchwerpunktes berückſichtigt. Stabilitätsmoment = Depl. $GN = v \cdot \gamma\gamma_1 \mp$ Depl. $CG \sin\varphi$. Iſt die Lage von G feſtgeſtellt und berechnet man für die verſchiedenen Neigungen des Schiffes von 0 bis 90° die ein- und austauchenden Keilſtücke nebſt ihren Schwerpunktslagen und führt beſondere Korrekturen der Stabilitätsmomente gemäß der Differenzen der Keilſtücke ein, ſo erhält man für die einzelnen Neigungen die Größe der Stabilitätsmomente bezw. der Hebelarme derſelben. Hierauf baſieren die Rechnungsmethoden von Read [10], Barnes [11] und White [14]. Die Franzoſen Dargnies [8], Reech [12], Risbec [13] und Daymard [15] nahmen die Konſtruktion der metazentriſchen Kurve, d. h. die Evolute der Deplacementſchwerpunktskurve mit Hilfe der Krümmungsradien als Ausgangspunkt, und die Hebelarme der Stabilität ſind die

Perpendikel vom Syſtemſchwerpunkt auf die entſprechenden Krümmungsradien der Deplacementſchwerpunktskurve. Die Methode von Daymard ermöglicht, für jede beliebige Lage des Syſtem- und Deplacementſchwerpunktes ſowie für jeden Tiefgang und jeden Winkel die Hebelarme der Stabilität graphiſch ſchnell zu ermitteln. Die Benutzung des ſogenannten falſchen Metazentrums ſowie die Konſtruktion von ſogenannten cross curves unter Benutzung von Amslers Integrator, umfaſſen die Methoden von Benjamin [19], Elgar [18], Spence [20], Fellow [17], Couwenberg [17], Purvis Kindermann [16], Middendorf [3] u. a. Sie beſitzen den Vorteil, daß ſie die Stabilitätsmomente für verſchiedene Tiefgangslagen auf graphiſchem Wege ermitteln [6]—[9]. Trägt man die nach vorſtehenden Methoden ermittelten Stabilitätsmomente als Ordinaten für die einzelnen Werte der Neigungswinkel als Abſziſſen auf, ſo ergeben die Endpunkte eine Kurve, die ſogenannte Stabilitätsmomentenkurve, aus deren Verlauf man einen guten Ueberblick über die Stabilität des Schiffes bei den einzelnen Neigungen ſowie über die Grenze derſelben erhält [1], [3], [5], [6], [8], $A\,B\,C$ Fig. 4. Die Form der Stabilitätskurve wird nun einesteils beeinflußt durch die Freibordhöhe und Breite des Schiffes, andernteils durch die Lage des Syſtemſchwerpunkts. Durch größere Breite und größeren Freibord wird die Kurve im Anfang ſteiler.

Eine Verſchiebung des Syſtemſchwerpunktes findet auch ſtatt, wenn bewegliche Ladung an Bord iſt, welche bei längerer Neigung des Schiffes, wie z. B. durch den Winddruck, nach Lee überſchießen kann. Iſt nach Fig. 1 der Schwerpunkt des Keilſtücks der beweglichen Ladung von der Größe w von c nach c_1 verſchoben, ſo iſt entſprechend den Formeln in Bd. 6, S. 412, $G\,N = G\,G_1 : 2 \sin\frac{\varphi}{2} = w \cdot c\,c_1 : 2 \sin\frac{\varphi}{2}$ Depl. $= {}^2/_3 \int_0^x y_1^3\,d\,x$: Depl., worin ${}^2/_3 \int_0^x y_1^3\,d\,x$ das Trägheitsmoment der freien Oberfläche der beweglichen Ladung iſt. Der anfängliche Hebelarm der Stabilität $G\,S = G\,M \sin\varphi$ wird daher um den Hebelarm $G\,R = G\,N \sin\varphi$ verkürzt, und dies entſpricht einer Verkleinerung der metazentriſchen Höhe um $G\,N$.

Nimmt man in der Längsſchiffsebene ein waſſerdichtes Längsſchott an, ſo erfolgt das Ueberſchießen der Ladung nach Fig. 2. Es wird alsdann $G\,N_1 = 2 \cdot {}^2/_3 \int \left(\frac{y_1}{2}\right)^3 d\,x$: Depl. $= {}^1/_4 \cdot {}^2/_3 \int y_1^3\,d\,x$: Depl., d. h. um ${}^1/_4$ kleiner als $G\,N$; bei Einſchaltung von $n-1$ Längsſchotten wird $G\,N_n$ um n^2 kleiner, ſo daß die metazentriſche Höhe bezw. der Hebelarm des aufrichtenden Momentes erheblich weniger verkleinert wird [2], [3], [5], [6], [8], [9]. Der Einbau von Längsſchotten ſpielt im beſonderen bei den Petroleumtankdampfern ſowie bei den Schwimmdocks eine wichtige Rolle, desgleichen auch für Schiffe mit Getreideladungen. Auch iſt es hiernach erklärlich, daß Schiffe bei größeren Havarien, wodurch einzelne Räume überflutet werden, wegen des Ueberſchießens des Waſſers erheblich an Stabilität verlieren und demnach meiſt vor dem Sinken kentern. Man muß daher, im beſonderen bei Kriegsſchiffen, darauf bedacht ſein, eine größere Zahl von Schlingerſchotten einzubauen, um dieſelben bei Beſchädigungen durch den Torpedo oder die Ramme ſtabil zu erhalten. Als bewegliche Ladung gelten auch Gewichte, welche pendelnd aufgehängt ſind — Schwimmkran mit im Krantakel hängender Laſt. Für die Berechnung der Stabilität muß man ſich die pendelnde Laſt im Aufhängepunkt angebracht denken und hieraus die Verſchiebung von G berechnen [3].

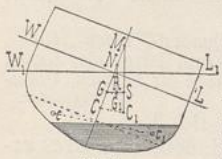
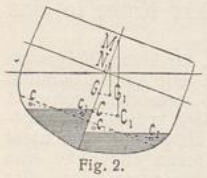


Fig. 1.


Fig. 2.

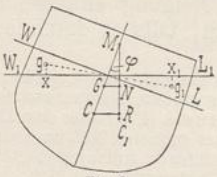


Fig. 3.

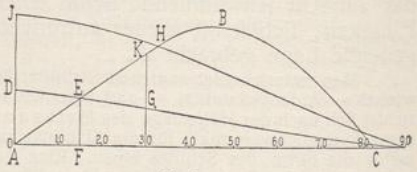


Fig. 4.

Die dynamiſche Stabilität ſtellt die mechaniſche Arbeit dar, welche erforderlich iſt, um das Schiff um einen beſtimmten Neigungswinkel zu krängen. Dieſelbe iſt nach der Moſeleyſchen Formel: Dynamiſche Stabilität $= (g\,x + g_1\,x)\,v \mp$ Depl. $G\,C\,(1 - \cos\varphi)$; Fig. 3. Man kann die Größe der dynamiſchen Stabilität auch beſtimmen durch einfache Integration der Stabilitätsmomentenkurve nach der Formel: Dynamiſche Stabilität $=$ Depl. $\int_0^\varphi M\,G \sin\varphi \cdot d\,\varphi$. Eine praktiſche Verwendung findet die dynamiſche Stabilität bei Ermittlung der Neigung des Schiffes unter Einwirkung eines plötzlichen Windſtoßes auf die Segel. Hierbei kann man annehmen, daß die ganze Arbeitsleiſtung des Windes auf Neigung des Schiffes wirkt, da das Schiff nicht Zeit genug erhält, eine größere Geſchwindigkeit aufzunehmen, bis die dynamiſche Stabilität die dem Schiff mitgeteilte lebendige Kraft absorbiert hat. Iſt in Fig. 4 $A\,B\,C$ die Kurve der Stabilitätsmomente, ſtellt alſo die Fläche $A\,B\,C\,A$ die Menge an Arbeit, welche erforderlich iſt, das Schiff zum Kentern zu bringen, dar, und iſt $A\,D$ in aufrechter Lage des Schiffes das Segelmoment, ſo wird letzteres bei den verſchiedenen Neigungswinkeln im Verhältnis von $\cos^2\varphi$ annäherungsweiſe vermindert. $D\,E\,G$ ſtellt dementſprechend die Kurve der Segelmomente dar. Dieſelbe ſchneidet die Stabilitätskurve in E, d. h. das Schiff würde ſich bei ſtetiger Briſe um 15^0 neigen. Bei einem plötzlichen Windſtoß erhält jedoch das Schiff eine lebendige Kraft, deren Arbeit durch die Kurvenfläche $A\,D\,E\,F$ dargeſtellt iſt. Da bei 15^0 Neigung dieſer Arbeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur eine dynamiſche Stabilität gleich der Fläche AEF entgegenwirkt, ſo iſt die Arbeit, welche durch die Fläche ADE dargeſtellt iſt, noch nicht ausgeglichen und wirkt auf weiteres Neigen, bis $ADE = EGK$ iſt, d. h. das Schiff legt ſich bis zu 30° über. Da für geringe Neigung die Stabilitätskurve faſt eine Gerade iſt, ſo kann man allgemein annehmen, daß das Schiff durch einen Windſtoß um den doppelten Winkel neigt als bei ſtetiger Briſe. Würde das Segelmoment durch einen ſtärkeren Windſtoß von AD auf AJ erhöht, ſo müßte das Schiff kentern, da die Fläche HBC kleiner als AJH iſt. Befindet ſich das Schiff außerdem in Schwingungen, ſo wird die Neigung, wenn der Windſtoß im Augenblick der größten Schlingerbewegung nach Lee eintritt, ſich noch über den Winkel ausdehnen, welchen das Schiff unter der Wirkung der Wellen und eines ſtetigen Windes allein annehmen würde. Man muß daher Bedacht nehmen, bei vollgetakelten Schiffen die Stabilitätsgrenze bis zu 70—80° Neigung auszudehnen, um einem Kentern bei Windſtößen vorzubeugen [3]—[6], [8].

Literatur: [1] Lutſchaunig, Theorie des Schiffes, Trieſt 1879. — [2] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Kiel 1908. — [3] Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [4] Hütte, Ingenieurs-Taſchenbuch, Berlin 1908. — [5] White, A Manual of Naval Architecture, London 1900. — [6] Schmidt, A., Die Stabilität von Schiffen, Berlin 1892. — [7] Guyou, Théorie du navire, Paris 1894. — [8] Reed, The stability of ships, London 1885. — [9] Pollard und Dudebout, Théorie de navire, Paris 1890. — [10] Read, On an improved method of calculating the hydrostatic stability of ships, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1861. — [11] Barnes, On a new method of calculating the statical and dynamical stabilities of a ship, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1861. — [12] Reech, F., und Jordan, C., Donner une théorie rigoureuse et complète de la stabilité de l'équilibre des corps flottants, Paris 1864. — [13] Risbec, P., Note au sujet du calcul des coordonnées des centres de carène et du tracé des développées métacentriques, Paris 1870. — [14] White, H. W., und John, W., On the calculation of the stability of ships and some matters of interest connected therewith, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1871. — [15] Daymard, V., Mémoire sur de nouvelles courbes servant à représenter et à mesurer la stabilité statique des navires sous toutes les inclinations possibles, Paris 1883. — [16] Purvis, E. P. und Kindermann, B., On approximation to curves of stability from data for known ships, Transactions of the Inst. of Eng. and Shipbuilders, London 1883. — [17] Denny, W., On cross-curves of stability, their uses and a method of constructing them, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1884. — [18] Elgar, F., The uses of stability calculations in regulating the loading of steamers, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1884. — [19] Benjamin, L., Contributions to the solution of the problem of stability, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1884. — [20] Spence, J. C., The graphic calculation of the data depending on the form of ships required for determining their stability, Transactions of the Inst. of Naval Arch., London 1884. — [21] Aſtwood, Text-Book of Theoretical Naval Architecture, London 1899. — [22] Peabody, Naval Arch., New York 1904. *T. Schwarz.*

Stabkraft, die in der Achſe eines geraden Stabes wirkende Kraft, insbeſondere bei Fachwerken (vgl. Bd. 3, S. 533). Die Beanſpruchungen der Querſchnittselemente pro Flächeneinheit heißen Stabſpannungen. — Als Stabkräfte (Radialkräfte) werden mitunter auch ſolche zwiſchen zwei Punkten wirkende Kräfte bezeichnet, welche zwar wie Zentralkräfte in der Verbindungsgeraden wirken, aber nicht wie dieſe nur von der Entfernung abhängen. Die Zentralkräfte bilden alſo einen ſpeziellen Fall dieſer Stabkräfte. Auch die gewöhnlichen Stabkräfte hängen nicht nur von der Längenänderung der Stäbe (Entfernungsänderung der Endpunkte) ab, ſondern auch von ihrer Temperaturänderung. *Weyrauch.*

Stabmetalle (Stangenmetalle), ſ. Stangenpreſſe und Walzen.

Stabſehnen, ſ. Nebenſpannungen, Bd. 6, S. 594.

Stabſpannung, die Beanſpruchung pro Flächeneinheit eines Querſchnittselements oder eines ſonſtigen Flächenelements im Innern eines Stabs, beſonders gebräuchlich für die Beanſpruchung pro Flächeneinheit Querſchnitt, wenn die reſultierende Kraft in der Stabachſe wirkt (vgl. Stabkraft). *Weyrauch.*

Stabwerk, 1. Sproſſen und Pfoſten eines Fenſterkreuzes; 2. Stäbe eines Gitters oder Geländers; ſ. a. Maßwerk, Bd. 6, S. 331).

Stabzeug, ſ. v. w. Kehlhobel der Böttcher; ſ. Böttcherei.

Stabzugverfahren, ſ. Verſchiebungspläne.

Stacheldraht, -drahtzaun, ſ. Einfriedigung.

Stack, ſ. v. w. Buhne (ſ. d.).

Stacket (Staket), ſ. Einfriedigung, Zaun.

Stadtbauplan, der in bezug auf Lage und Höhen bearbeitete Geſamtentwurf, nach welchem die bauliche Entwicklung einer Stadt ſowohl in ihren beſtehenden als in ihren neuen Teilen während der nächſten Jahre oder Jahrzehnte vor ſich gehen ſoll.

Vorausſetzung des Planes iſt das Aufſteigen der Bevölkerungsziffer und der wirtſchaftlichen Verhältniſſe. Die Ausdehnung des Planes pflegt man für einen Zeitraum von 20 bis 25 Jahren zu bemeſſen, je nach dem Erfahrungsſatz des Einwohnerzuwachſes, alſo auf etwa das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anderthalbfache bis Zweiundeinhalbfache des bisherigen bebauten Weichbildes. Die geſetzliche „Feſtſtellung“ wird in der Regel von vornherein auf die Hauptſtraßen und -plätze des großen Verkehrs beſchränkt. Die weitere Einteilung des Geländes durch Nebenverkehrsſtraßen und bloße Wohnſtraßen pflegt man zwar in dem allgemeinen Geſamtentwurfe vorzuſehen, aber erſt im einzelnen feſtzuſtellen, ſobald die Zeit zur Bebauung heranrückt. Dieſe zeitliche und örtliche Teilung der Planfeſtſtellung hat den Vorteil, daß die verſchiedenen Teile des Stadtbauplans ſich den hervortretenden und als berechtigt erkannten Bedürfniſſen innig anzuſchließen vermögen. Für die beſtehenden Stadtteile hat der Plan, ſoweit nötig, Verkehrsverbeſſerungen durch Erbreiterung vorhandener oder Durchlegung neuer Straßen, gegebenenfalls auch die hygieniſche Umgeſtaltung alter Wohnviertel, vorzuſehen. Für das Erweiterungsgelände handelt es ſich um Straßen und freie Plätze, öffentliche Pflanzungen (Parkanlagen und Promenaden), ferner um die Grundlinien des Schnellverkehrs und des Waſſerverkehrs, endlich aber um die Beſtimmung der Bauplätze für die öffentlichen Gebäude und die Feſtſtellung der Bebauungsart der verſchiedenen Geländeteile. Dabei kommen hauptſächlich Miethäuſer von größerer und geringerer Stockwerkzahl, Bürgerhäuſer, Arbeiterwohnhäuſer, ferner geſchloſſene, halboffene und offene Bauweiſe in Betracht; das Nähere hierüber ſ. Zonenbauordnung. *Stübben.*

Stadtvermeſſungen, ins einzelne gehende Vermeſſungen mit beſonderer Berückſichtigung der geſamten Straßen- und Tiefbauanlagen. Sie entſprechen einer exakten Kataſtervermeſſung (ſ. d.) mit Kleintriangulierung, Polygoniſierung und Stückvermeſſung. Hinzu kommt eine ſpezielle Nivellierung. Die genannten Meſſungsverfahren ſind jedoch den eigenartigen ſtädtiſchen Verhältniſſen anzupaſſen.

Das Wichtigſte über die einzelnen Arbeitsſtadien einer ſtädtiſchen Vermeſſung ſowie die betreffende Literatur ſ. unter Triangulierung, Polygoniſierung, Kataſtervermeſſung, Stückvermeſſung, Nivellierung. Der hohe Wert der ſtädtiſchen Grundſtücke und die Berückſichtigung der vielen Einzelheiten, beſonders der Tiefbauanlagen, erfordern eine große Genauigkeit der unmittelbaren Aufmeſſung. Für die Spezialkarten iſt ein ſolcher Maßſtab zu wählen, daß dieſe Einzelheiten noch deutlich zum Ausdruck gebracht werden können. — Hauptſächlich kommen in Betracht: 1. Spezielle Straßenkarten mit den Hausfronten und allen Tiefbauanlagen etwa in 1:100 bis 1:250 und die zugehörigen Längen- und Querprofile. 2. Spezialkarten mit Höhenkurven; dieſe Karten ſtellen entweder Gebäudekomplexe zwiſchen Straßenzügen, ſogenannte Blöcke, dar und heißen dann Blockkarten, oder nach dem Quadratnetz des Koordinatenſyſtems rechtwinklig begrenzte Sektionen; der Maßſtab iſt etwa 1:200 bis 1:500. 3. Ueberſichtskarten je nach dem Zweck in 1:1000 bis 1:2500. 4. Geſamtſtadtpläne etwa in 1:10000. 5. Außerdem die Fluchtlinien-, und Bebauungspläne ſowie die für beſondere Zwecke erforderlichen Pläne. Die Anordnung der Vermeſſung iſt verſchieden, je nachdem eine vollſtändige Neuaufnahme erforderlich iſt oder das Material der allgemeinen Kataſtervermeſſung teilweiſe zugrunde gelegt werden kann. Auch iſt ſie davon abhängig, ob die Meſſung in einem Zuge für das ganze Stadtgebiet oder ſtückweiſe je nach dem Bedürfnis allmählich innerhalb eines größeren Zeitraumes ausgeführt werden ſoll. Die Aufſtellung des Bebauungsplanes, Stadterweiterung, Zuſammenlegung (Zonenenteignung), ſtädtiſche Anlagen ſind ebenfalls von Einfluß. Hierdurch werden auch weſentlich die Koſten bedingt, über welche allgemeine Angaben nicht möglich ſind. Einige Mitteilungen hierüber finden ſich in [3]. Im Vergleich zu Meſſungen im Felde werden die örtlichen Arbeiten infolge des ſtarken Verkehrs in belebten Straßen und der geſchloſſenen Bauart häufig äußerſt ſchwierig und zeitraubend. — Die Ausführung der ſtädtiſchen Vermeſſungsarbeiten, der Neu- und Fortführungsvermeſſung und die Verwaltung des ſtädtiſchen Kartenmateriales ſind meiſtens beſonderen ſtädtiſchen Vermeſſungsämtern übertragen.

Literatur: Eine große Anzahl von Aufſätzen über das ſtädtiſche Vermeſſungsweſen findet ſich in den Fachzeitſchriften. Eine Ueberſicht über die ganze in Betracht kommende Literatur geben die jährlichen Literaturberichte in [1] Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Stuttgart, woſelbſt auch Einzelſchriften, Veröffentlichungen ſtädtiſcher Behörden u. ſ. w. angegeben werden. Die bis 1904 erſchienenen Artikel ſind überſichtlich zuſammengeſtellt im Inhaltsverzeichnis, Bd. 1—33, S. 173—178. — [2] Als Beiſpiel für ein größeres, abgeſchloſſenes und veröffentlichtes Vermeſſungswerk ſei genannt: Stück, Vermeſſung der freien und Hanſeſtadt Hamburg, 4 Teile, Hamburg 1885—1888. — [3] Abendroth, Allgem. Vermeſſungsnachrichten, Liebenwerda 1898, S. 42. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Stäben, die Kante eines Brettes oder Pfoſtens u. ſ. w. mittels Hobeln mit Stabprofilen verſehen.

Städtebahnen (interurban railways), bisher namentlich in Amerika entwickelt, ſind Bahnen, die dem örtlichen Verkehrsbedürfnis der Verbindung zweier benachbarter Städte derart dienen, daß die Züge im Innern der einen Stadt entſpringen und im Innern der andern Stadt endigen. Außerhalb der Städte wird zweckmäßig eine hohe Geſchwindigkeit angewendet, im Innern der Städte dagegen gehen die Züge auf die Straßeneiſenbahnen (ſ. d.) oder Stadtbahnen über, und es wird zur Aufnahme und Abgabe des Verkehrs häufig gehalten; ſ. a. Schwebebahnen, Untergrundbahnen.

Literatur: [1] Blum, Städtebahnen, mit beſonderer Berückſichtigung des Entwurfs für eine elektriſche Städtebahn zwiſchen Düſſeldorf und Köln, Berlin 1909. *Cauer.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Städtebau. Unter dem Städtebau im engeren Sinne verſteht man die Entwerfung, Durchbildung und Ausführung des Stadtbauplans (ſ. d.).

Die Entwurfstätigkeit bewegt ſich zumeiſt auf einem Grenzgebiete des architektoniſchen Schaffens und des Ingenieurberufs. Während gewiſſe Teile des Städtebaus, wie die künſtleriſche Geſtaltung und Ausſtattung öffentlicher Plätze, zu den höchſten architektoniſchen Aufgaben gehören können, liegen andre Zweige ſtädtebaulichen Wirkens, z. B. die Erſchließung gebirgiger Geländeteile oder die Löſung der großen Verkehrsfragen, ganz oder vorwiegend dem Ingenieur ob. Bei der Durchbildung der Pläne im einzelnen treten der Architekt, der Ingenieur und der Gartenkünſtler in Tätigkeit. Bei der Ausführung hat neben den Technikern der Verwaltungsbeamte ein reiches und nicht immer leichtes Arbeitsfeld, namentlich in bezug auf Eigentums-, Finanz- und Rechtsfragen. So bietet der moderne Städtebau überaus vielgeſtaltige Probleme, bei deren Löſung viele Berufe beteiligt ſind und Einſeitigkeit wenig am Platz iſt. — Glänzende Zeiten hat der Städtebau erlebt bei den Griechen und Römern, ſodann bei der Ausgeſtaltung der unregelmäßigen und der Anlage der regelmäßigen Städte des Mittelalters, ferner aber in der Barockperiode Italiens und Frankreichs (in geringerem Grade auch Deutſchlands), endlich beim Umbau der Stadt Paris um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. In Deutſchland wurde die ganz daniederliegende Städtebaukunſt, hauptſächlich als nach der Gründung des Reiches die Städte einen raſchen Aufſchwung nahmen, wieder angeregt von Frankreich her. Dann beſann man ſich auf die zum Teil hochbedeutenden Leiſtungen der eignen Vorfahren. Heute hat der deutſche Städtebau, wenigſtens nach der Meinung der Zeitgenoſſen, eine Art von Blüte erreicht und ſcheint auch auf das Ausland vorbildlich zu wirken.

Der Städtebau im weiteren Sinne umfaßt weiterhin den Bau der Straßen, die Einrichtungen der Stadtentwäſſerung, Städtereinigung und Stadtverſchönerung, ferner der Waſſerverſorgung und aller Arten des Stadtverkehrs, endlich die Gebiete der Baupolizeiordnung und der Wohnungsfürſorge. *Stübben.*

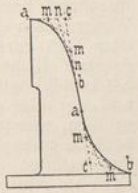
Städtereinigung, ſ. Abfuhr, Kehrichtverbrennung, Mülltransport, Straßenunterhaltung.

Ställe, die Aufenthaltsräume der nutzbaren Haustiere.

Die Vorbedingungen für das Gedeihen des Viehes ſind dieſelben wie beim Menſchen; man hat daher für Wartung und Pflege, ausreichenden Schutz gegen Kälte und Hitze, genügende Mengen friſcher Luft (ſ. Lüftung) und ausreichende Beleuchtung zu ſorgen. Die Einzeleinrichtungen ſind für die verſchiedenen Viehgattungen und -arten, je nach deren Größe und Lebensweiſe, deren Verwendung und Ausnutzung, nach dem Temperament u. ſ. w. verſchieden. Vgl. Geflügel-, Pferde-, Rindvieh-, Schaf-, Schweineſtälle. *Weinbrenner.*

Ständer werden mitunter die vertikalen Stäbe (Vertikalen) von Fachwerkträgern genannt. Daher der Namen Ständerfachwerke für Fachwerke mit Vertikalen (vgl. Bd. 3, S. 534, 544). *Weyrauch.*

Ständer, ein Maſchinengeſtellteil, der frei aufrecht ſteht.



Für den Entwurf der Uebergangskurven (ſ. die Figur) empfiehlt ſich das Verfahren, zwiſchen den Tangenten *a c* und *b c* die Gerade *m m* aus deren Mittelpunkten, und beliebig weiter *n n* aus entſprechenden Teilpunkten zu ziehen und die Kurve ihnen anzuſchmiegen.

Stärke, Stärkearten, ſ. Stärkemehl.

Stärkefabrikation. Als Rohmaterialien für die Gewinnung der verſchiedenen wichtigeren Stärkeſorten kommen in Betracht: Kartoffeln, Weizen, Gerſte, Roggen, Hafer, Reis und Mais. Hinſichtlich ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung zeigen alle dieſe Stärkeſorten, wenn ſie gut gereinigt ſind, keine erkennbaren Unterſchiede; in Beziehung auf ihre phyſikaliſchen Eigenſchaften ſind die Unterſchiede mit Ausnahme der Größenverhältniſſe bei den einzelnen Stärkeſorten fehr geringe (ſ. a. Stärkemehl).

Die **Kartoffelſtärke** iſt wegen der Einfachheit ihrer Gewinnung und der Billigkeit des Ausgangsmaterials die für gewerbliche Zwecke weitaus wichtigſte Stärkeſorte. Die Stammknollen unſrer Kartoffelpflanze enthalten im Durchſchnitt zwiſchen 70 und 80 % Waſſer und zwiſchen 15 und 30 % Stärkemehl (ſ. a. Spiritusfabrikation); man unterſcheidet mehlige, d. h. waſſerarme, und ſpeckige, d. h. waſſerreiche Kartoffeln. Der Gehalt der Kartoffeln an Stärke unterliegt fehr bedeutenden Schwankungen, und die Möglichkeit der Beſtimmung des Gehaltes der Kartoffeln an Stärkemehl beſitzt für den Fabrikanten des letzteren eine nicht zu unterſchätzende Bedeutung. Alle hierzu herangezogenen Methoden laufen auf die Beſtimmung der Dichte der Kartoffeln hinaus. Zur Ermittlung derſelben kann man das Gewicht einer Anzahl Kartoffeln zunächſt in Luft auf einer Wage beſtimmen, die unten an derjenigen Wagſchale, auf die die Kartoffeln zu liegen kommen, ein in Waſſer untertauchendes Säckchen trägt. Bei erneuter Wägung werden die Kartoffeln in das Säckchen gebracht und unter Waſſer gewogen. Das Gewicht der Kartoffeln in Luft, dividiert durch das Gewicht unter Waſſer, gibt die Dichte der Kartoffeln an. Oder es werden verſchiedene Kartoffeln einer Sorte gut gereinigt und jede einzelne in eine geſättigte Kochſalzlöſung gebracht, auf der ſie umherſchwimmen wird, weil ſie weniger dicht als dieſe iſt. Die betreffende Kochſalzlöſung wird alsdann ſo lange verdünnt, bis die Kartoffel gerade in ihr ſchwebt. Alsdann entſpricht die mittels eines Aräometers gemeſſene Dichte der betreffenden Kochſalzlöſung derjenigen der Kartoffel. Aus den verſchiedenen für die einzelnen Kartoffeln ermittelten Dichten wird alsdann das Mittel berechnet und ſowohl bei dieſer als

auch bei der zuerſt beſchriebenen Methode aus einer von Balling bezw. Holdefleiß [1] berechneten Tabelle der dem betreffenden ermittelten ſpezifiſchen Gewicht entſprechende Gehalt an Stärkemehl entnommen. Die beſten Reſultate für die Praxis werden nach der zuerſt beſchriebenen Methode erzielt, wenn auf einer kleinen Dezimalwage ca. 20 kg Kartoffeln in der beſchriebenen Weiſe gewogen werden. Die Wage iſt ſo konſtruiert, daß, wenn ein an der Wagſchale angebrachter leichter Drahtkorb, der zur Aufnahme der Kartoffeln bei der Wägung unter Waſſer dient, in leerem Zuſtand vollkommen in das Waſſer eintaucht, die Wage dann gerade einſpielt.

Vor Beginn der Zerkleinerung werden die Kartoffeln in ſogenannten Waſchtrommeln gründlich von der anhängenden Erde und kleinen Steinchen befreit, eine Manipulation, die unumgänglich notwendig für die Gewinnung eines Stärkemehls von blendend weißer Farbe iſt. Bezüglich der Zerreibung der Kartoffeln iſt beſonders wichtig, daß dieſe eine möglichſt gründliche iſt, da hiervon die Ausbeute an Stärkemehl weſentlich abhängt, denn der Inhalt jeder ſtärkehaltigen, in der Reibmaſchine nicht zerdrückten Zelle iſt für den Fabrikanten verloren.

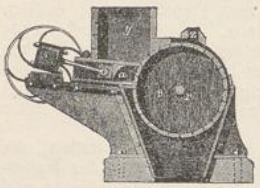


Fig. 1.

Die Technik konſtruierte daher eine Reihe derartiger Reibmaſchinen. Eine der am häufigſten verwendeten Typen iſt die von Albert Fesca & Co. in Berlin hergeſtellte. Ihre Konſtruktion iſt aus der Fig. 1 erſichtlich. In der genannten Maſchine werden die durch den Kaſten *y* zugeführten Kartoffeln durch einen Stoßkolben *a*, *t* an einem raſch rotierenden, mit ſpitzen Zähnen verſehenen Zylinder *v*, *r* zerdrückt; die Reibfläche wird konſtant mit Waſſer abgeſpült, das aus einem ſiebförmig durchlöcherten Gefäß *z* zuläuft. Der hierbei erhaltene Kartoffelbrei kommt nun auf die Rüttelſchlämmſiebe, welche aus ſchiefgeſtellten Rinnen, deren Boden jeweils ein feines Drahtſieb bildet, beſtehen. Hierbei wird die Stärke aus den zerriſſenen Zellen ausgewaſchen und in unter den Rüttelſchlämmſieben ſtehenden wannenartigen Gefäßen durch Abſitzenlaſſen geſammelt. Eine noch beſſere Ausbeute an Stärkemehl erhält man bei Verwendung von Siebſpiralbürſtenapparaten, weil die Bearbeitung des Kartoffelbreies in ihnen eine gründlichere iſt. Einen derartigen Apparat zeigt Fig. 2. Derſelbe beſteht im weſentlichen aus einer Schraube ohne Ende, die in einem walzenförmigen Siebe läuft. Die einzelnen Schraubengänge ſind mit Drahtborſten verſehen, die den Kartoffelbrei auf dem Sieb entſprechend bearbeiten; die Stärke fließt mit dem Waſſer durch das Sieb ab, während die Pulpe auf dem Sieb zurückbleibt. Die aus dem genannten Apparat fließende milchige Aufſchlämmung von Stärkemehl wird nun zum Abſitzen beiſeitegeſtellt und der klar gewordene Teil abgelaſſen, was im Sommer möglichſt bald zu geſchehen hat, da die in ihm gelöſten eiweißartigen Stoffe raſch in Fäulnis übergehen. Die rohe, am Boden des Abſitzgefäßes ſich befindende Stärke iſt von gelbbrauner Farbe und hat nun zu ihrer weiteren Reinigung den Schlämmbottich zu paſſieren. Durch dieſe erneute Waſſerbehandlung wird eine weiße milchige Flüſſigkeit erzeugt, die man wiederum abſitzen läßt; das Waſſer wird abgelaſſen und die oberſte bräunliche Schicht dann ſo weit entfernt, bis rein weiße Stärke zutage tritt. Dieſe wird nunmehr aus dem Apparat entfernt und, entweder je nach dem Zwecke, dem ſie dienen ſoll, gleich getrocknet oder durch nochmaliges Schlämmen weiter gereinigt. Das Trocknen der ſo gewonnenen Stärke geſchieht nicht durch Preſſen, ſondern durch Auflegen auf leinene Tücher oder poröſe Gipsplatten. In größeren Fabriken wird die Stärke zunächſt in Luftpumpenſaugapparaten (Nutſchenapparaten) oder vermittelſt Zentrifugen vom größten Teil des ihr anhaftenden Waſſers befreit. Einen derartigen von Albert Fesca in Berlin gebauten Nutſchenapparat, deſſen einzelne Kaſten mit einer Saugpumpe in Verbindung ſtehen, zeigt Fig. 3. In den Kaſten eines ſolchen Apparates erhalten die Stärkebrote gleich die gewünſchte Form, nämlich bei 150 × 150 mm Grundfläche werden Brote für 2-kg-, bei 165 × 165 mm Grundfläche ſolche für 3-kg-Pakete erhalten.



Fig. 2.

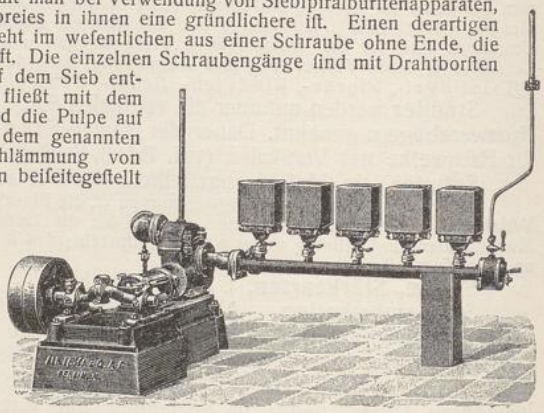


Fig. 3.

Eine Stärkezentrifuge zeigt die Fig. 4. Dieſe ſogenannte Raffinerieſtärkezentrifuge beſteht aus einer durchlöcherten Trommel, in der eine Trennung der Stärkemilch in Stärke, Waſſer und Schlichte erfolgt. Beim Stillſtand der Trommel wird die Schlichte mit dem abgeſchiedenen Waſſer abgewaſchen und durch Oeffnen der Verſchlüſſe im Boden der Trommel entfernt, während man die Stärke in Segmenten von kreideartigem feſtem Bruch erhält. Der durch ein derartiges vorläufiges Austrocknen gewonnene Stärkekuchen wird nun zerkleinert und in luftigen Räumen, den Trockenſtuben, bei einer Temperatur von 20—30° C. raſch vollkommen getrocknet. Was die Verwertung der Abfälle anbelangt, ſo findet das eiweißartige Stoffe enthaltende ſogenannte Fruchtwaſſer friſch als Zuſatz zum Schweinefutter, in zerſetztem Zuſtand

aber als Düngemittel Verwendung. Die Pülpe, jene bräunliche, aus Korkfubſtanz, Zellreſten und wenig ſchmutziger Stärke beſtehende Maſſe findet ebenfalls am beſten als Viehfutter Verwendung. — Was die Ausbeute einer gut geleiteten Fabrik anbelangt, ſo iſt zu bemerken, daß dieſelbe bei Verwendung von 100 kg Kartoffeln im Mittel ca. 15 kg reines lufttrockenes Stärkemehl beträgt.

Weizenſtärke. Während die Kartoffel neben Celluloſe und Korkſubſtanz in der Hauptſache aus Waſſer und Stärkemehl zuſammengeſetzt iſt, beſtehen die Getreidearten im allgemeinen aus einer Fruchtwand und dem Samenkörper. Die erſtere (Kleie) iſt eine hornartige Subſtanz, der Samenkörper dagegen beſteht aus Stärkemehl und Kleber neben 10—14% Waſſer und anorganiſchen, meiſt phosphorſauern Salzen. Der Kleber (Gluten) kann aus gemahlenem Weizen dadurch iſoliert werden, daß das Mahlgut in einem leinenen Säckchen tüchtig mit Waſſer geknetet wird. Hierdurch wäſcht man die Stärke weg, und der leichtzerſetzliche Kleber bleibt in dem Säckchen zurück. Seiner Zuſammenſetzung nach ſteht der Kleber dem Eiweiß, Blut und Fleiſch ſehr nahe und beſitzt ſomit hohen Nährwert. Durch das bei der Weizenſtärkefabrikation weiter unten beſchriebene Schlämmverfahren können bis zu 90% des vorhandenen Klebers mitgewonnen werden. Aus 100 Teilen Weizenſtärke werden ſo ca. 20—25% Kleber gewonnen, mit einem Waſſergehalt von ca. 40%. Er ſtellt trocken eine graue, harte Maſſe dar, die in reinem Waſſer wenig, in ſchwachſauerm oder alkaliſchem dagegen leichter löslich iſt. Er enthält verſchiedene ſogenannte Kleberproteine, d. h. eiweißartige Körper (Kleberfibrin, Kleberkaſein und Pflanzenleim). In rohem Zuſtand findet er, mit Waſſer von ca. 60—70° angerührt und mit Kartoffeln u. ſ. w. verſetzt, als ſehr wertvolles Viehfutter, ſpeziell bei der Schweinemaſt, Verwendung. Soll Kleber menſchlichen Nahrungsmitteln zugeſetzt werden, ſo iſt es am beſten, ſchon bei der Fabrikation dafür zu ſorgen, daß geſchälter Weizen verwendet wird oder aber muß der Kleber andernfalls fein zerrieben, in ein durch ein Rührwerk in Bewegung geſetztes Waſſer allmählich eingetragen werden, wobei er ſich infolge ſeines Schwergewichts raſch abſetzt, während die Hülſen ſich an der Oberfläche ſammeln und mit dem Waſſer abgezogen werden können. Leider findet dieſes hervorragend nahrhafte Produkt noch verhältnismäßig wenig Anwendung zur Herſtellung von Nahrungs- und Genußmitteln (Kraftbroten, Nudeln, Makkaroni u. ſ. w.). Er dient neuerdings auch zur Herſtellung von Diabetikerbroten, ebenſo als Bindemittel bei der Verarbeitung von ſchlechtbindendem Fleiſch in der Wurſtfabrikation und als Kleberleim (Kleberpappe, Schuſterleim). Zur Herſtellung letzteren Produktes läßt man ihn mit Waſſer angären und bringt ihn durch Abdampfen auf die gewünſchte Zähflüſſigkeit.

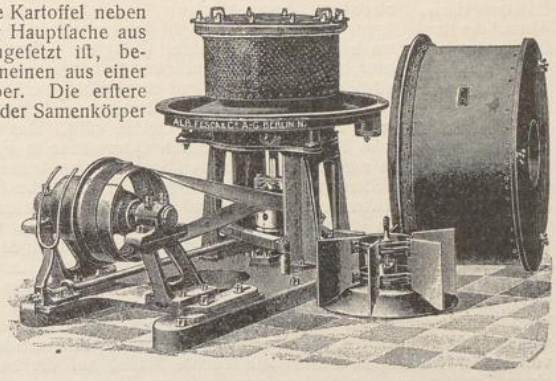


Fig. 4.

Das ältere Verfahren zur Gewinnung der Weizenſtärke iſt das ſogenannte Gärungsverfahren, das neuere das ſogenannte Schlämmverfahren. Das letztere iſt das rationellere, weil es die gleichzeitige Mitgewinnung des Klebers mit ins Auge faßt, während dieſer nach dem älteren Verfahren vollkommen zerſtört wird.

Die Durchführung des Gärungsverfahrens zerfällt in folgende Einzelſtadien: 1. das Einquellen (Zuſammenbringen des Weizens mit Waſſer); 2. das Schroten (Zerkleinerung des Weizens); 3. die Gärung (Zerſtörung des Klebers durch chemiſche Prozeſſe); 4. das Abſchlämmen (die eigentliche Stärkegewinnung); 5. das Raffinieren der Stärke und 6. das Austrocknen derſelben. Die Gärung macht der geſchrotete, mit Waſſer zu einem dicken Brei angerührte Weizen in zu drei Viertel gefüllten Ziſternen durch. Um dieſelbe raſch einzuleiten und zu fördern, wird die Maſſe mit ſogenanntem „Sauerwaſſer“ geimpft; letzteres iſt ein gärendes, von dem Schlämmen der Rohſtärke herrührendes Waſſer, das ſehr viele Gärungserreger (Fermente) enthält. Durch Erhöhung der Temperatur auf 25—30° kann die Gärung der Maſſe ſo beſchleunigt werden, daß ſie in 5—6 Tagen beendet iſt. Die Gärungsvorgänge ſind verſchieden und ſehr kompliziert; ein Gärungsprozeß löſt ſozuſagen den andern ab. Zunächſt verwandelt ſich der Zucker und vielleicht auch das Gummi in Alkohol, alsdann tritt eſſigſaure, milch- und auch butterſaure Gärung ein, bis ſchließlich die ganze Maſſe in Fäulnis übergeht. Der Gärprozeß wird zu der Zeit unterbrochen, wenn ſich auf der Oberfläche der Ziſternen eine weiße Schimmelpilzdecke zu bilden begonnen hat, ein Zeichen dafür, daß die Zerſetzung des Klebers zum großen Teile beendigt iſt. Zum Abſchlämmen der Stärke wird nun zunächſt der größere Teil des Sauerwaſſers abgelaſſen und der Bodenſatz auf ſchiefgeſtellte enge Roßhaarſiebe ausgeſchüttet. Alsdann wird die Stärke in Waſchtrommeln, ähnlich wie bei der Kartoffelſtärke, durch reichliche Waſſerzufuhr weiter gereinigt und die Stärkemilch in Kufen mit raſch rotierendem Rührwerk unter ſtändiger Waſſerzufuhr weiter raffiniert. Nach dem Abſetzen befindet ſich im unterſten Teil des Bodenſatzes die reinſte Stärke. Dieſelbe iſt von blendendweißer Farbe, während die oberen Schichten mehr braungefärbt ſind. Die direkt über der reinſten Stärke liegende Schichte enthält ein Gemenge von Stärkekörnchen und Kleber, ſie wird Schlichte genannt; die oberſte Schichte beſteht ganz aus ſauer gewordenem Kleber.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alsdann wird die Stärke in Zentrifugen raffiniert und getrocknet, analog wie bei der Gewinnung der Kartoffelstärke.

Beim Schlämmverfahren wird der Weizen auf einem Mahlgang von der Kleie befreit und dann geschrotet, d. h. in grobe Körner verwandelt, denn sowohl ganzer Weizen als feines Weizenmehl gibt bei der Verarbeitung auf Stärke schlechte Resultate. Es zerfällt in folgende Phasen: Einquellen, Schroten, Auswaschen, Reinigen und Trocknen der Stärke. Die Vornahme der letztgenannten Arbeiten ergibt sich im wesentlichen aus dem bei der Kartoffelstärkefabrikation und dem beim Gärungsverfahren Gesagten. — Das Einquellen geschieht in Wasser von einer Temperatur bis zu 30° C. und zwar so lange, bis der Weizenkern, zwischen Daumen und Zeigefinger gedrückt, leicht platzt und eine milchigweiße Flüssigkeit austreten läßt. Alsdann wird der Weizen zwischen feingerieften Metallwalzen geschrotet, von denen er direkt in die zum Auswaschen der Stärke dienenden Gefäße fällt. Das Auswaschen der Stärke selbst geschieht entweder in Trommeln, die durch Querwände in Fächer geteilt sind, oder aber wird das Schrot in einen mehrere Meter langen Sack, der an seinen Enden zugebunden ist, gebracht. Derselbe wird zwischen zwei mit der Länge nach rundliche Erhöhungen tragenden Walzen aus Holz, Stein oder Eisen durchgesteckt und mittels einer dritten Walze gespannt. Die ganze Vorrichtung läuft so in einer Wanne, daß der Sack fast ganz untertaucht. Er wird nun als ein Band ohne Ende fortwährend zwischen den Walzen durchgequetscht. Hierdurch tritt die Stärke aus, während der in dem Sack sitzengebliebene Kleber nach dem Trocknen des Tuches abgekratzt werden kann. Der letzte Rest des Klebers wird aus den Säcken durch längeres Einlegen in Sauerwasser (s. oben beim Gärungsverfahren) oder durch Behandeln der Säcke mit Essig und hernach mit verdünnter Lauge aus den Poren entfernt. — Eine andre Methode, welche das Auswaschen und Quetschen der Stärke miteinander verbindet, ist die, daß man die von einem Walzenpaar bearbeitete feuchte Masse, auf die beständig Wasser herabrieselt, durch einen Trichter auf ein System von weiteren Walzenpaaren leitet. Unten werden Kleber und Hülsenteile durch ein Sieb zurückgehalten. Nachdem die durch das Sieb durchgegangene Stärkemilch nochmals ein sehr feines Sieb passiert hat und so die letzten Reste von Kleber und Cellulose entfernt sind, wird die Flüssigkeit einer 2—3tägigen Faulperiode unter Zusetzen von Sauerwasser überlassen und sedimentiert. Alsdann wird die Stärke, wie bereits beim Gärverfahren und bei der Kartoffelstärkefabrikation beschrieben, gesammelt und getrocknet.

Die **Maisstärke** wird aus der Frucht der Maispflanze (Zea Mays, türkischer Weizen, Welschkorn u. s. w.) hergestellt. Sie kommt im Handel auch unter der Bezeichnung Mondamin, Corn flour oder Maizena (aus dem Mehlendosperm) vor. Die Fabrikation ist nur insofern von den bereits beschriebenen Methoden verschieden, als bei Maiskörnern noch ein in ihnen in beträchtlichen Mengen vorhandener wertvoller Bestandteil, nämlich Fett, mitgewonnen zu werden pflegt. Dasselbe befindet sich im Embryo (Keim), der schon bei der Schrotung vom stärkemehlhaltigen Teil getrennt werden kann und alsdann entweder als Viehfutter direkt Verwendung findet, oder dem zuvor durch Benzol oder ähnliche Lösungsmittel das in der Seifenfabrikation brauchbare Fett entzogen wird. Das Aufschließen des Maises, d. h. die Lockerung seines Gewebes, welches alsdann die Stärke leicht austreten läßt, wird häufig dadurch bewerkstelligt, daß die Masse mit einer schwachen Lauge der Quellung überlassen, oder aber, daß dieselbe mit einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure behandelt wird.

Die **Reisstärke** gewinnt man meist aus havariertem, d. h. durch Seewasser auf dem Transport verdorbenem Reis, indem die sehr harten Körner zunächst in einer schwachen Natronlauge während eines Zeitraums von ca. 20 Stunden zum Quellen gebracht werden. Die weitere Verarbeitung deckt sich mit den bereits beschriebenen Methoden.

Die **Kastanienstärke** ist zu ca. 25 % in den Samen von Aesculus Hippocastanum enthalten. Diese werden, bis die schwarzbraune Samenschale runzelig und spröd geworden ist, an der Luft oder besser in Trockenstuben gelagert, alsdann zwischen gerieften Eisenwalzen zermalmt und die Stärke direkt ausgeschlämmt. Sie wird nur in Frankreich regelmäßig erzeugt; in Südeuropa findet Stärke aus Edelkastanien (Castanea vesca) als Nahrungsmittel Verwendung.

Der **Sago**, zu uns besonders von Japan in den Handel kommend, wird aus dem Mark gewisser Palmen und Cycadaceen durch Auskneten und Absitzenlassen gewonnen. Das so erhaltene Stärkemehl wird so weit getrocknet, daß der Teig eine pastenartige Form annimmt, alsdann wird er durch Siebe gedrückt und die so erhaltenen Körner rasch vollends getrocknet.

Die **Tapioka** (Manihotstärke) wird in der Hauptsache aus den bis zu 15 kg schweren Wurzeln, der in Westindien, Südamerika und Mexiko heimischen Jatropha Manihot gewonnen. Diese werden zermahlen und in Säcken im Rauch getrocknet, wobei die im Rauch enthaltenen Kresole das Eintreten einer Gärung verhindern. Dieses Mahlprodukt wird dann als Manihot oder Mandiocca bezeichnet. Die Portugiesen heißen es Farinha de pao, d. h. Brotmehl. Oder aber das obengenannte Produkt wird in den Säcken mit Wasser behandelt und die Stärke aus den Zellen ausgewaschen, durch Sedimentieren gesammelt und getrocknet.

Die Reinigung und Zubereitung der Stärke für den Handel wird notwendig, wenn das gewonnene Produkt keine rein weiße Farbe zeigt. Alsdann werden entweder die die Stärkemehlfärbung bedingenden Stoffe mit chemischen Mitteln gebleicht oder die Farbe derselben durch den Zusatz gewisser Stoffe verdeckt. Das Bleichen erfolgt gewöhnlich in der Weise, daß die Stärke mit Wasser und verdünnter Salzsäure zu einem dünnen Brei angerührt und mit Chlorkalkaufschlämmung unter Umrühren versetzt wird. Die Salzsäure entwickelt aus dem Chlorkalk das giftige, stark bleichende Chlorgas und löst im Ueberschuß den Kalk desselben als salzsauern Kalk auf. Nach dem Verdünnen mit Wasser wird die Stärke durch nochmaliges Dekantieren blendendweiß gewonnen. Dem letzten Waschwasser wird zur Abstumpfung der überschüssigen Säure etwas Soda zugesetzt. — Beim Decken wird der gelblichen Stärke eine blaue Farbstofflösung, meist Indigokarmin oder Pariserblau zugemischt, damit sich der gelbliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ton mit der blauen Farbe zu Weiß ausgleicht. — Gefärbte Stärke, welche vom Publikum zum Steifen der Wäfche verlangt wird, gewinnt man, indem man beim Decken (f. oben) fo viel Farbe zufetzt, daß bei dem gewonnenen Produkt ein blauer Ton entfteht. Für Toilettezwecke kommt noch mit verfchiedenen Farbftoffen gefärbte Stärke in den Handel. — Das Stängeln der Stärke gefchieht in der Weife, daß man den fteifen Stärkebrei mit etwas Kleifter anrührt, mittels einer Schneckenfchraube durch eine Mafchine drückt, welche einen kegelförmigen, mit verfchieden geformten Oeffnungen verfehenen Anfatz befitzt. Unter diefen wird ein ftramm gefpanntes Tuch langfam hin und her bewegt, welches die ausgedrückten Stängel fortführt. Durch ein vor der Ausflußöffnung angebrachtes Meffer können die Stängel in beliebiger Länge abgefchnitten werden. — Das Formen der Stärke gefchieht durch Eingießen in ziegelartige, mit Fabrikzeichen verfehene Formen aus Metall oder Gips.

Von **Stärkefpezialitäten** find zu erwähnen: Die Glanzftärke, die unechte Weizenftärke, die Toiletteftärke und der künftliche Sago. Die Glanzftärke wird durch Vermengen von 3 Teilen gepulverter Stearinfäure oder Walrat mit 100 Teilen lufttrockener Stärke hergeftellt. Die bei ca. 60° fchmelzende Stearinfäure, bezw. das Walrat, erzeugt auf der Wäfche beim Behandeln mit dem heißen Plätteifen Hochglanz. — Die unechte Weizenftärke ift ein Gemenge von Kartoffelftärke mit Kleifter oder Dextrin, wodurch dem Produkt die gleiche Bindekraft verliehen werden kann, wie fie die von Haus aus kleberhaltige Weizenftärke befitzt. — Die Toiletteftärke wird meift aus Kartoffelftärke hergeftellt, unter Verwendung von ätherifchen Oelen fowie roten Farbftoffen, wie Karmin u. f. w., und kommt unter Phantafienamen wie „Poudre de riz", „Blanc végétal" u. f. w. in den Handel. — Künftlicher Sago pflegt aus feuchter Kartoffelftärke gewonnen zu werden, welche durch eine mit kreisrunden Oeffnungen verfehene Siebplatte gedrückt wird. Die durch rüttelnde Bewegungen abgefchleuderten Körner werden auf einem Band ohne Ende fortgeführt, vorgetrocknet und in einer rotierenden Trommel abgerundet. Die fo gewonnenen Körner werden nun zur Erzielung einer glänzenden Befchaffenheit auf warme Bleche gebracht, über welche mit Waffer dampf vermifchte Luft fo lange hinftreicht, bis die Oberfläche der Körner verkleiftert ift. Alsdann werden diefelben im warmen, trockenen Luftftrom vollends getrocknet. Durch Erhitzen der Körner auf ca. 150° heißen Blechen wird alsdann den Körnern die dem natürlichen Sago eigentümliche gelbe Färbung erteilt.

Literatur: [1] Rehwald, F., Die Stärkefabrikation, Wien 1902. *Mezger.*

Stärke, gebrannte, f. Dextrinfabrikation.

Stärkegummi, f. Dextrin.

Stärkemehl (Stärke, Amylum), ein weißes Pulver, das aus einzelnen mikrofkopifch kleinen Körnchen befteht und in den Samen, Knollen, Wurzeln, überhaupt in den Speichergeweben der weitaus meiften grünen Pflanzen als fogenannte Referveftärke zur Ablagerung gelangt. Die einzelnen Stärkekörner find je nach der Pflanzenart in Form und Größe verfchieden. Stärke entfteht in den chlorophyllführenden Zellen der Pflanzen als erftes ficbtbares Affimilationsprodukt aus Kohlenfäure und Waffer unter der Einwirkung des Lichtes, wahrfcheinlich zunächft unter Bildung einfacher Körper wie Glykose, Maltose u. f. w. Nach Baeyer wird die Kohlenfäure zunächft zu Formaldehyd reduziert und diefer dann weiter zu den Zuckerarten kondenfiert. An denjenigen Stellen in den Pflanzen, an welchen das Stärkemehl gebildet wird, verbleibt es niemals länger, fondern es wird in waffer lösliche Subftanzen (Zucker) übergeführt. Auf diefe Weife vermag es die Zellwände zu durchdringen und wird fo entweder zum Aufbau der Pflanzen verwendet oder in beftimmten Pflanzenteilen zu fogenannter Referveftärke zurückgebildet und abgelagert.

Die Größe der einzelnen Stärkekörner fchwankt innerhalb weiter Grenzen zwifchen 1 bis 150 μ (μ = Mikromillimeter = 0,001 mm). Im Ausfehen ift die Stärke dem Mehle fehr ähnlich, das ja auch in der Hauptfache aus ihr befteht; fie ift jedoch kein Mahlprodukt wie jenes, fondern vielmehr ein Schlemmprodukt (f. Stärkefabrikation). Die Beftimmung der einzelnen Stärkearten ftützt fich einzig und allein auf die Geftalt der Stärkekörner, die nach Größe, Form und Schichtung verfchieden, d. h. für die betreffenden Stammpflanzen faft immer fehr charakteriftifch find. Die Größe der Stärkekörner ift zwar immer ungleich, doch überfteigt fie das für jede Art beftimmte Maß nicht. Großkörnig nennt man eine Stärke, deren Körner meift über 30 μ, kleinkörnig eine Stärke, deren Körner meift unter 10 μ meffen.

Die Form der Stärkekörner ift für jede Art beftimmt, jedoch ift die Aehnlichkeit bei manchen Arten fehr groß. Die für eine beftimmte Stärkeart charakteriftifche Form nennt man die typifche. Man unterfcheidet zwifchen einfachen und zufammengefetzten Stärkekörnern; letztere zerfallen oft fehr leicht wieder in einzelne Körner (z. B. bei der Reisftärke). Die einfachen Stärkekörner zeigen in der Regel rundliche Formen (kugelig, mufchel-, fcheibenförmig). Die zufammengefetzten Stärkekörner befitzen oft beim Zerfall in ihre einzelnen Körner ein kriftallähnliches Ausfehen. Der organifche Mittelpunkt der Stärkekörner, der fogenannte Kern, ift nicht immer erkennbar, bald liegt er in der Mitte, bald im ftumpfen, bald im fpitzeren Ende des Stärkekornes. Um den Kern, den waffer reichften Teil des Stärkekorns, der übrigens nicht bei allen Stärkekörnern unter dem Mikrofkop ficbtbar ift, find die einzelnen Schichten des Stärkekorns bald konzentrifch, bald exzentrifch gelagert. Die Geftalt der Stärkekörner wird durch Quellung bis zur Unkenntlichkeit verändert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die chemiſche Zuſammenſetzung aller Stärkekörner iſt dieſelbe und wird durch die Formel $C_6H_{10}O_5$ ausgedrückt, das heißt auf je 6 Kohlenſtoffatome (C) kommen 10 Waſſerſtoffatome (H) und 5 Sauerſtoffatome (O). Durch dieſe Formel wird jedoch nicht die Molekulargröße angegeben, ſondern lediglich das Verhältnis, in welchem die einzelnen Elemente vorhanden ſind. Die Stärkekörner beſtehen nicht aus einer einheitlichen chemiſchen Subſtanz, ſondern aus einem Gemenge komplizierter chemiſcher Körper (Stärkegranuloſe, Stärkecelluloſe, Amyloſe, Amylodextrin). Bezüglich des Molekulargewichts der Stärke ſei erwähnt, daß dasſelbe noch nicht genau beſtimmt iſt. Zweifellos jedoch iſt es ein ſehr hohes, jedenfalls über 32000. Das ſpezifiſche Gewicht der Stärke iſt nach Payen 1,505. Durch Trocknen bei 100—120° läßt ſich die Stärke vollſtändig entwäſſern, ſie iſt jedoch in dieſem Zuſtand ſehr hygroſkopiſch. Gegen das polariſierte Licht verhalten ſich die Stärkekörner wie doppeltbrechende Kriſtalle. Bei Körnern mit exzentriſcher Schichtung zeigt ſich zwiſchen den gekreuzten Nicols eines Polariſationsmikroſkopes ein dunkles Kreuz mit ſpitzwinkliger, bei Körnern mit konzentriſcher Schichtung ein ſolches mit rechtwinkliger Kreuzung. In kaltem Waſſer iſt Stärke unlöslich, bei Behandeln mit heißem Waſſer bildet ſie eine zähe, klebrige Maſſe, den ſogenannten Kleiſter. Die Verkleiſterungstemperatur iſt bei den verſchiedenen Stärkearten verſchieden. Im Kleiſter befindet ſich die Stärke in einem weitgehenden Quellungszuſtand. Die Eigenſchaft der Stärke, bei Temperaturen über 120° von Waſſer gelöſt zu werden, verwendet man zur Bereitung der ſogenannten löslichen Stärke und beim Hochdruckverfahren in der Spiritusfabrikation (ſ. d.). Mit wäſſeriger Jodlöſung färbt ſich die Stärke blau. Dieſe Reaktion wird ſowohl einerſeits zum Nachweis von Stärke als auch andrerſeits zum Nachweis von Jod verwendet. Durch Behandeln mit konzentrierter Salpeterſäure entſteht aus Stärke das ſogenannte Salpeterſäureſtärkemehl (Pyroxam, Nitroſtärkemehl), ein weißes, geruchloſes, in Waſſer, Alkohol, Aether, Benzol u. ſ. w. unlösliches Pulver, das beim Aufſchlagen detoniert. Durch die Einwirkung verdünnter Säuren auf Stärke entſteht zunächſt Amylodextrin und zuletzt die vergärbare Dextroſe (Glukoſe, Stärkezucker). Beſonders geeignete Säuren zur Herſtellung von Dextroſe aus Stärke ſind Schwefelſäure ſowie Salzſäure (vgl. Stärkezuckerfabrikation). In derſelben Weiſe wie verdünnte Säuren wirken auch gewiſſe Fermente oder Enzyme auf die Stärke ein unter Bildung von Dextrin und Zucker. Insbeſondere kommt hier die im Grünmalz reichlich enthaltene Diaſtaſe in Betracht, welche die Stärke zunächſt in Dextrin und zuletzt in Maltoſe überführt (ſ. a. Malz, Bd. 6, S. 288). Durch Erhitzen der Stärke auf ca. 160—200° entſteht das ſogenannte Röſtdextrin (Dextringummi; ſ. Dextrin, Bd. 2, S. 727). Bezüglich der Stärkebeſtimmungsmethoden ſei erwähnt, daß die auf dem Prinzip der Abſcheidung und direkten Wägung der Stärke beruhenden Verfahren zeitraubend und ungenau ſind. Für techniſche Zwecke wird bei der Kartoffelſtärkefabrikation zur Feſtſtellung des Stärkegehaltes die Beſtimmung des ſpezifiſchen Gewichtes der Kartoffeln herangezogen. (Näheres ſ. Stärkefabrikation.) Bei den übrigen ſtärkeführenden Materialien muß die Stärke erſt in Dextroſe übergeführt werden, welch letztere dann entweder mit Fehlingſcher Löſung oder durch Polariſation beſtimmt wird. Auch kann man den aus der Stärke gebildeten Zucker vergären laſſen, den dabei gebildeten Alkohol beſtimmen und aus dieſem auf die vorhanden geweſene Stärke zurückrechnen.

Die Körner der Kartoffelſtärke erreichen eine Größe von 70—120 μ; die kleinſten ſind kugelig, die größten im Umriß bald eirund, bald muſchelförmig, bald drei- oder mehreckig, in der Regel mit einem ſich etwas verjüngenden Ende, in welchem der Kern liegt, ihre Schichtung iſt exzentriſch und meiſt deutlich (Fig. 1). Techniſche Anwendung findet ſie bei der Appretur von Geweben, Wäſche und Papier, ferner in der Dextrinfabrikation (ſ. d.), Spiritusfabrikation (ſ. d.) und in der Stärkezuckerfabrikation (ſ. d.).

Bei der Weizenſtärke ſind die Großkörner von linſenförmiger Geſtalt und undeutlicher Schichtung typiſch; der Kern liegt zentral (Fig. 2).

Gerſtenſtärke, aus den Früchten der Gerſte (Hordeum) gewonnen, iſt der Weizen- und Roggenſtärke ſehr ähnlich, ihre Körner ſind jedoch kleiner, gewöhnlich 20—30 μ groß. Kern und Schichtung ſind bei den Großkörnern oft recht deutlich (Fig. 3).

Bei der Roggenſtärke, aus den Früchten von Roggen oder Korn (Secale cereale) gewonnen, ſind die großen Stärkekörner mit ſtrahliger Kernſpalte (Fig. 4), charakteriſtiſch.

Die einzelnen Stärkekörner der Haferſtärke, aus den Früchten des Hafers (Avena sativa), ſind meiſt polygonal. Ihre Größe ſchwankt zwiſchen 10 und 15 μ. Häufig ſind ſie zu rundlichen Aggregaten vereinigt (Fig. 5).

Maisſtärke wird in der Regel aus fünf, insbeſondere in Amerika kultivierten Varietäten der Maispflanze (Zea Mays) gewonnen. Die Stärke findet ſich in den der Spindel des Maiskolbens anhaftenden dichtgedrängten Körnern. Die in dieſen enthaltenen einzelnen Stärkekörner (Fig. 6) ſind meiſt gleichgroß (10—18 μ), nicht geſchichtet, oft mit dreiſtrahliger Kernſpalte, bald kugelig, bald polyedriſch.

Reisſtärke ſtellt ein beſonders feines Pulver vor; ſie iſt daher für manche Zwecke beſſer geeignet als Kartoffel- oder Weizenſtärke. Ihre Stammpflanze (Oryza sativa) wird beſonders in China kultiviert, ferner in Japan und Indien, überhaupt in waſſerreichen Gebieten der Tropen und Subtropen, auch in Südeuropa. Die Stärkekörner (Fig. 7) meſſen 2—10 μ, ſind meiſt polygonal, kriſtallähnlich und oft zu 100 und mehr zu eiförmigen Komplexen vereinigt.

Kaſtanienſtärke, aus dem Samen der Roßkaſtanie (Aesculus Hippocastanum) iſt ein feines weißes Pulver. Ihre Körner ſind meiſt einfach, ſeltener zuſammengeſetzt. Die Größe derſelben überſteigt ſelten 25 μ, ihre Geſtalt iſt verſchiedenartig, meiſt birnförmig, Kern und Schichtung ſind an friſcher Stärke nicht ſichtbar (ſ. Fig. 8). Die aus der Edelkaſtanie oder Marone (Castanea vesca) ſtammende Stärke iſt fein weiß. Die einzelnen Körner ſind bis zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

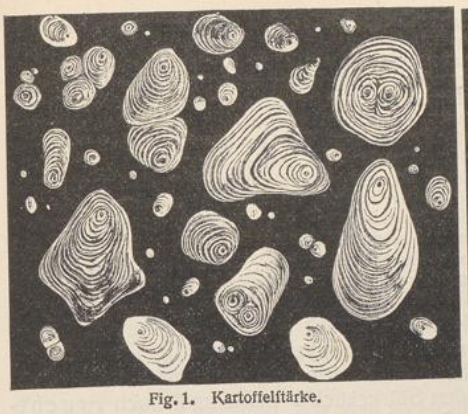


Fig. 1. Kartoffelstärke.

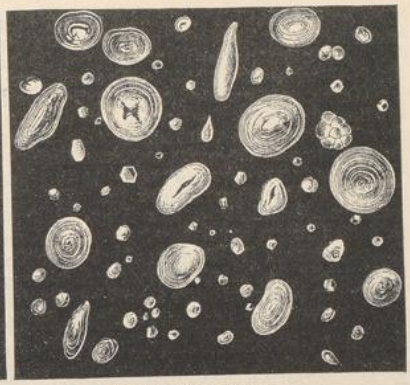


Fig. 2. Weizenstärke.

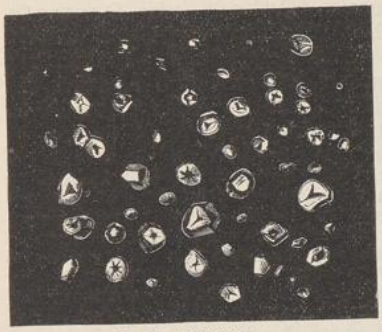


Fig 6. Maisstärke.

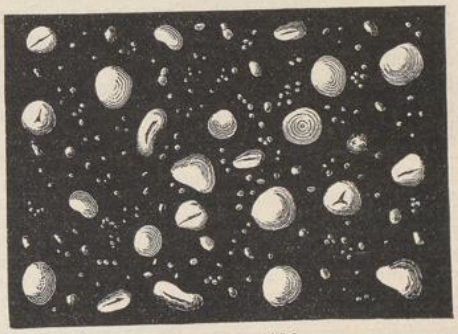


Fig. 3. Gerstenstärke.

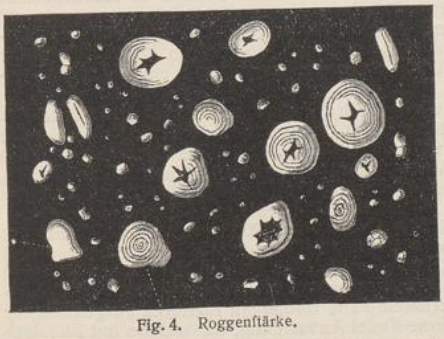


Fig. 4. Roggenstärke.

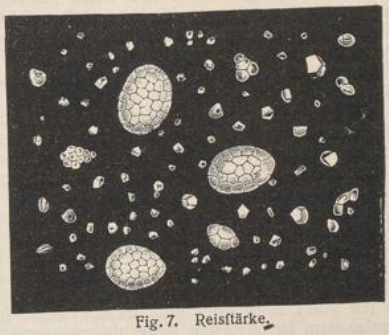


Fig. 7. Reisstärke.



Fig. 8. Roßkastanienstärke.

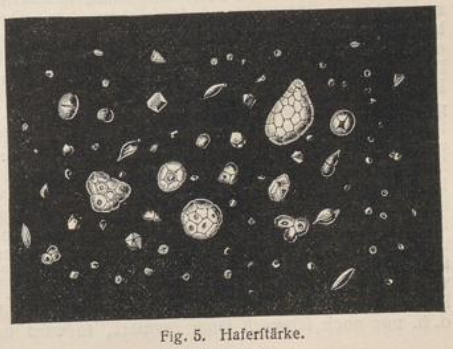


Fig. 5. Haferstärke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

30 μ groß, vielgeſtaltig, ihre Schichtung iſt undeutlich; typiſch ſind die gerundeten, drei- und vierſeitigen, keulenförmigen, höckerigen Körner.

Leguminoſenſtärke, die Stärke aus den Samen von Wicke (Vicia), Bohne (Phaseolus), Erbſe (Pisum) u. a., dient häufig unzuläſſigerweiſe als Streckungsmittel für wertvollere Drogen und Gewürze in gepulvertem Zuſtande. Die einzelnen Arten zeigen untereinander große Uebereinſtimmung. Die Körner ſind im allgemeinen länglich-eiförmig, elliptiſch, ſeltener nahezu kugelig, im Durchſchnitt 40 μ lang. Scharf charakteriſiert ſind ſie durch die ſehr deutliche Schichtung und die große längliche Kernhöhle, von der Sprunglinien ausgehen.

Maranta-(Arrowroot-)ſtärke kommt in den Wurzeln mehrerer Pfeilwurzelarten, ſpeziell Maranta arundinacea vor. Die Größe der immer einfachen Stärkekörner ſchwankt zwiſchen 30 und 50 μ, ihre Form iſt meiſt gekrümmt, ei- oder birnförmig, die einzelnen Schichten liegen um einen exzentriſchen Kern und letzterer vorwiegend in der ſchmäleren Hälfte.

Literatur: [1] Wieſner, J., Die Rohſtoffe des Pflanzenreichs, 2. Aufl., Leipzig 1903. — [2] Hanauſek, T. F., Lehrbuch der techniſchen Mikroſkopie, Stuttgart 1901. — [3] Möller, Mikroſkopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1905. *Mezger.*

Stärkezuckerfabrikation. Stärkemehl vermag indirekt in eine vergärbare Zuckerart überzugehen, den ſogenannten Stärkezucker. Dieſer iſt identiſch mit einem Zucker, der ſich neben andern Zuckerarten in den ſüßſchmeckenden Früchten vorfindet; man nennt daher den Stärkezucker manchmal auch Fruchtzucker, meiſt jedoch Traubenzucker bezw. Glukoſe oder Dextroſe. Der reine Traubenzucker ſtellt harte, undeutlich kriſtalliſierte, in Waſſer lösliche Maſſen dar, deren Geſchmack weniger ſüß iſt als derjenige des Rohrzuckers. Für die techniſche Darſtellung des Traubenzuckers kommen zwei Wege in Betracht, nämlich die Anwendung von Schwefelſäure und das Verfahren mit Malz. Die erſte Methode iſt die rationellere, die letztere die ältere.

Bei der Darſtellung des Traubenzuckers mittels Malz wird Getreide (in der Regel Gerſte) der Keimung unterworfen, wobei das ſich bildende Ferment, die Diaſtaſe, zunächſt die im Getreide ſelbſt enthaltene Stärke in Dextrin und Traubenzucker überführt (ſ. a. bei Bierbrauerei und Malzfabrikation). Das ſo gewonnene Grünmalz wird nun zerkleinert, in Waſſer von 70° eingetragen und das Ganze über einem Waſſerbad auf dieſer Temperatur gehalten. Nun wird die Stärke mit Waſſer angerührt, langſam eingetragen und das Ganze ca. 20 Minuten lang auf einer Temperatur von 65—68° gehalten. Iſt alle Stärke teils in Dextrin, teils in Traubenzucker übergeführt, was man daran erkennt, daß eine herausgenommene Probe ſich nicht mehr mit Jodlöſung bläut, ſo wird die Temperatur auf ca. 60° herabgeſetzt. Nach beendigter Verzuckerung wird die Flüſſigkeit zur Entfärbung über Knochenkohle filtriert und zum Sirup eingedampft. Da beim Malzverfahren aber nicht alles Dextrin in Traubenzucker übergeführt wird und letzterer daher ſchwer kriſtalliſiert, ſo eignet es ſich, wenn man auf kriſtalliſierten Traubenzucker arbeiten will, weniger als das nachher beſchriebene Schwefelſäureverfahren; arbeitet man dagegen nur auf Traubenzuckerſirup, ſo iſt dem Malzverfahren der Vorzug zu geben, da nur dem bei dieſem Verfahren gewonnenen Sirup ein angenehm aromatiſcher Geſchmack eigen iſt.

Beim Schwefelſäureverfahren wird durch Kochen mit verdünnter Säure das Stärkemehl in Dextrin und Traubenzucker übergeführt. Das Verfahren zerfällt in folgende Einzelſtadien: 1. Das Eintragen der Stärke in die verdünnte heiße Schwefelſäure und das darauffolgende Kochen bis zur vollſtändigen Verwandlung der Stärke (Prüfung mit Jodlöſung), 2. die Abſcheidung der Schwefelſäure aus der Löſung, 3. die Klärung, Entfärbung und das Eindampfen der Löſung bis zur Kriſtalliſation, 4. das Kriſtalliſieren der Löſung.

Das noch feuchte Stärkemehl wird bei dem Kochen der Stärke mit Schwefelſäure mit Waſſer angerührt und in $^1/_4$—$^1/_2$ prozentige kochende Schwefelſäure langſam eingetragen, wobei dafür geſorgt werden muß, daß das Ganze beſtändig kocht. Man rechnet auf 12 kg Stärkemehl (trockenes) 100 l Säure obiger Konzentration. Die Erwärmung geſchieht entweder durch Einleiten von Dampf oder über freiem Feuer. In erſterem Falle finden mit Bleiblech ausgeſchlagene Holzkufen, in letzterem Falle eingemauerte eiſerne Keſſel Anwendung, auf welche mit Bleiblech ausgeſchlagene Holzkufen aufgeſetzt werden. Das Kochen wird ſo lange fortgeſetzt, bis eine herausgenommene und erkaltete Probe ſich mit Jodlöſung nicht mehr blau oder violett färbt, ein Zeichen, daß weder unveränderte Stärke noch beſtimmte, nicht in Traubenzucker übergeführte Dextrinarten mehr vorhanden ſind. Nun muß noch durch Zuſatz von Spiritus zu einer neuen Probe auf etwa noch vorhandenes, noch nicht in Traubenzucker übergeführtes Achrodextrin geprüft werden, welches ſich mit Jod nicht färbt. Entſteht hierbei auch kein Niederſchlag mehr, ſo iſt überhaupt kein Dextrin mehr vorhanden. Nun wird noch ca. 30 Minuten weitergekocht und die Flüſſigkeit dann in Holzbottiche abgezogen. Die ganze Prozedur dauert einige Stunden. — Die Abſcheidung der Schwefelſäure geſchieht in Kufen, die längs ihrer Höhe eine Reihe von Zapfen beſitzen, um jeweils ein beliebiges Quantum von Flüſſigkeit ablaſſen zu können, indem man der Löſung feingepulverten weißen Kalkſtein zuſetzt. Hierbei ſetzt ſich die vorhandene Schwefelſäure mit dem kohlenſauern Kalk unter Kohlenſäureentwicklung um zu ſchwefelſauerm Kalk, dem ſchwerlöslichen Gips. Für jedes Kilogramm Schwefelſäure in der Flüſſigkeit iſt ca. 1 kg Kalkſtein erforderlich. Wegen der ſtarken Kohlenſäureentwicklung wird das Kalkſteinpulver nur langſam zugeſetzt. Wenn nahezu alle Schwefelſäure umgeſetzt iſt, was daran erkannt wird, daß die Flüſſigkeit blaues Lackmuspapier nur noch ſchwach rötet, d. h. nur noch ſchwach ſauer reagiert, ſo wird noch ein kleines Quantum Kalkſteinpulver als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueberſchuß zugegeben und das Ganze nochmals zum Sieden erhitzt. Nunmehr läßt man den Gipsſchlamm abſitzen, und die Zuckerlöſung kann durch die Zapfen abgelaſſen werden. Da der Gipsſchlamm aber noch bedeutende Mengen konzentrierter Zuckerlöſung einſchließt, ſo empfiehlt es ſich, mehrere ſolcher Gipsniederſchläge in einer Kufe zu ſammeln, welche etwas oberhalb der am Boden angebrachten Ausflußöffnung einen Siebboden trägt. Ueber dieſen Boden iſt ein dichtgewebtes Tuch gelegt und darauf eine ca. 30 cm hohe Schicht fehr feinen Flußſandes geſchüttet und feſtgedrückt. Nun läßt man über die auf dieſe Sandſchicht gebrachten Gipsniederſchläge langſam ſo viel Waſſer oben zufließen, daß die Oberfläche gerade noch davon bedeckt iſt, wodurch unten die hierbei verdrängte konzentrierte Zuckerlöſung abläuft. Die letzten Reſte der Zuckerlöſung werden noch durch Auswaſchen und Dekantieren des Gipsniederſchlages gewonnen, während der reſtierende Gips ſelbſt als Düngemittel Verwendung findet. Nun wird die ſo gewonnene gelblich bis braun ausſehende Zuckerlöſung durch Behandeln mit Eiweiß und Knochenkohle geläutert bezw. entfärbt. — Zur Klärung werden 100 l Zuckerlöſung mit ca. 2 l Ochſenblut innig gemiſcht und alsdann bis zum Sieden erhitzt, wobei das Eiweiß des Blutes gerinnt, die trübenden Stoffe einſchließt und ſich an der Oberfläche als Schaum anſammelt. Dieſer wird abgeſchöpft und die Flüſſigkeit durch ein enges Sieb gelaſſen. Zur Entfärbung wird die Flüſſigkeit mit feingepulverter Knochenkohle (Spodium) verrührt und durch Blechzylinder von ca. 2 m Höhe und ca. 30 cm Durchmeſſer, welche mit grobgepulverter Knochenkohle gefüllt und unten mit einem dichtgewebten Stoffe verſchloſſen ſind, filtriert. Das Filtrat wird in Kufen einige Tage beiſeite geſtellt, wobei ſich noch die größte Menge des in ihr gelöſten Gipſes abſcheidet, und dann eingedampft. Dieſes Eindampfen geſchieht am beſten über Waſſerdampf zur Vermeidung des Anbrennens, und zwar entweder in ſogenannten Vakuumapparaten oder aber in großen, möglichſt flachen, offenen Pfannen. Das Eindampfen wird ſo lange fortgeſetzt, bis die Zuckerlöſung ein ſpez. Gew. von 1,042—1,045 (= 42—45° Bé) zeigt, alsdann wird ſie unter fortwährendem Umrühren zur Kriſtalliſation beiſeite geſtellt. Die ſo erhaltene Kriſtallmaſſe wird von dem nicht kriſtalliſierenden Teile am beſten durch Zentrifugieren getrennt, in Zuckerhutformen geſtampft und in Trockenſtuben vollends getrocknet. Auf dieſe Weiſe läßt ſich ein ſehr rein ſchmeckender, gelblichweißer und trockener Traubenzucker herſtellen.

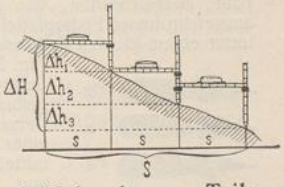
Literatur: Rehwald, F., Die Fabrikation des Traubenzuckers, Wien 1902. *Mezger.*

Stärkmaſchine, ſ. Appretmaſchine.

Staffel, 1. Abſatz, Stufe einer Treppe, beſonders Steintreppe; 2. Sproſſe einer Treppenleiter; 3. Altarſtaffel (ſ. Altar, Bd. 1, S. 155), der auf dem Altartiſch aufſteigende Abſatz zur Aufſtellung von Leuchtern, Reliquien u. ſ. w.

Staffelit, ſ. Apatit.

Staffelmeſſung. Eine geteilte Latte, die Setzlatte oder das Richtſcheit, wird mit einer Setzwage oder einer Setzlibelle wagerecht eingerichtet. Die nicht aufliegende vertikale Endfläche wird durch einen eingeteilten, lotrecht gehaltenen Stab oder ein Senkel herabgelotet, ſo daß die wagerechte Entfernung s und der Höhenunterſchied Δh unmittelbar beſtimmt ſind.



Aus den einzelnen Lagen erhält man durch Addieren die ganze Länge $S = [s]$ und den Höhenunterſchied $\Delta H = [\Delta h]$. Das Verfahren wird ſowohl bei der Längenmeſſung als beim Nivellieren angewendet, z. B. zur Aufnahme nicht zu langer Querprofile an ſteilen Hängen und Böſchungen, wenn viele Einzelheiten aufzunehmen ſind. Weiteres ſ. Längenmeſſung, Bd. 6, S. 36, ſowie Nivellieren, Bd. 6, S. 654. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Stag, ſ. Takelage.

Stahl, -herſtellung. Der Begriff „Stahl" iſt kein feſtſtehender. — Teils verſteht man darunter diejenigen Sorten ſchmiedbaren Eiſens (ſ. Eiſen), welche ſich härten laſſen (ſ. Härten), teils diejenigen, welche durch ſolche eiſenhüttenmänniſchen Prozeſſe dargeſtellt ſind, bei denen das ſchmiedbare Eiſen in flüſſigem Zuſtand ſich befand, alſo alle Flußeiſenſorten (ſ. a. Eiſen). Neuerdings iſt man übereingekommen, eine Feſtigkeitszahl als trennendes Merkmal zwiſchen gewöhnlichem ſchmiedbarem Eiſen (Schmiedeeiſen) und Stahl feſtzuſetzen.

Man nennt (ausgeglühtes Material vorausgeſetzt):

ſchmiedbares, in flüſſigem Zuſtand erzeugtes Eiſen von $\left\{\begin{matrix}<\\=\\>\end{matrix}\right\}$ 50 kg/qmm Feſtigkeit: Flußeiſen, Flußſtahl,

ſchmiedbares, in teigartigem Zuſtand erzeugtes Eiſen von $\left\{\begin{matrix}<\\=\\>\end{matrix}\right\}$ 42 kg/qmm Feſtigkeit: Schweißeiſen, Schweißſtahl.

Die früher übliche Trennung nach dem Kohlenſtoffgehalt des ſchmiedbaren Eiſens ($<0{,}5\,\%$ *C* gewöhnliches ſchmiedbares Schweiß- bezw. Flußeiſen, $>0{,}5\,\%$ *C* Schweiß- bezw. Flußſtahl) iſt mit Rückſicht darauf, daß härtbare Sorten ſchmiedbaren Eiſens mit beträchtlichen Gehalten an Mangan, Silicium, Wolfram, Nickel, Chrom u. ſ. w. erzeugt werden, fallen gelaſſen.

Bezeichnungen. Man unterſcheidet:

a) nach der chemiſchen Zuſammenſetzung bezw. dem die Stahlſorte kennzeichnenden Nebenbeſtandteil: Kohlenſtoffſtahl (zur Unterſcheidung der als Nebenbeſtandteil in der Hauptſache nur Kohlenſtoff enthaltenden Stahlſorten von den nachfolgenden verwendet), Mangan-, Chrom-, Nickel-, Wolfram, Chromnickel- u. ſ. w. Stahl;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) nach dem Herſtellungsverfahren:

α) Schweißſtahl: Renn-, Herdfriſch-, Puddelſtahl (ſ. Schweißeiſen, S. 4 ff.), Gärbſtahl;

β) Flußſtahl: 1. im Konverter (Birne) erzeugt; Beſſemer-, Thomasſtahl; 2. im Herdflammofen: ſaurer bezw. baſiſcher (Siemens-)Martinſtahl; 3. im Tiegel: Tiegelſtahl; 4. im elektriſchen Ofen: Elektroſtahl;

γ) Zementſtahl (ſ. d.).

Herſtellungsverfahren. Allgemeine Ueberſicht:

a) Kohlenſtoffſtahl. Seinem Kohlenſtoffgehalt nach ſteht der Stahl zwiſchen dem (kohlenſtoffarmen) ſchmiedbaren Eiſen und dem (kohlenſtoffreichen) Roheiſen. Es kann demnach der Stahl aus kohlenſtoffarmem Eiſen durch Anreicherung ſeines Kohlenſtoffgehalts oder aus Roheiſen durch Verringerung ſeines Kohlenſtoffgehalts hergeſtellt werden. Bei der Herſtellung von Stahl aus kohlenſtoffarmem Eiſen dient als „kohlende" Subſtanz Roheiſen oder Kohlenſtoff in Form von feingemahlenem aſchenarmem Kokspulver, Koksbriketts, Graphit; wurde das kohlenſtoffarme Eiſen zuvor aus Roheiſen hergeſtellt, ſo ſpricht man von einer „Rückkohlung" mit Roheiſen u. ſ. w.; dieſe Rückkohlung findet bei der Flußſtahlherſtellung (ſ. Flußeiſen) Anwendung. Bei der Herſtellung von Stahl aus Roheiſen wird der Kohlenſtoffgehalt des Roheiſens nur teilweiſe entfernt (z. B. beim Puddelſtahl, ſ. Schweißeiſen, ferner beim Beſſemer- und ſauern Siemens-Martin-, nicht aber beim Thomas- und baſiſchen Siemens-Martin-Prozeß möglich, ſ. Flußeiſen).

b) Spezialſtähle: Bei dieſen handelt es ſich nur um ein Auflöſen der entſprechenden Zuſätze (teils als Reinmetalle, teils als Ferrolegierungen). Sie werden teils im Ofen bezw. Tiegel, teils erſt in der Gießpfanne zugegeben. S. a. Meſſerſtahl. *A. Widmaier.*

Stahlbandmeſſung, ſ. Grubenmeſſung, Längenmeſſung.

Stahldrahtgeſchütz, ſ. Geſchützfabrikation.

Stahleiſen, ſ. Roheiſen, Bd. 7, S. 452 und 461.

Stahlfedern, Schreibfedern aus Stahl.

Stahlbleche beſter Güte werden in ſchmale Streifen zerſchnitten, ausgeglüht und kalt zu Streifen von der Dicke der Stahlfedern ausgewalzt. Die Breite der Streifen beträgt je nach Geſtalt der Stahlfedern mehr oder weniger als das Doppelte ihrer Länge. Die Gleichmäßigkeit ihrer Dicke wird in einer mit Fühlhebel verſehenen Vorrichtung genau geprüft und die ſchlechten ausgeſchieden. Die guten werden unter einer Spindelpreſſe (Bd. 7, S. 211, Fig. 7) mit dem gehärteten oberen Stempel, welcher in das Loch der ſtählernen Unterlage genau paßt, ausgeſchnitten, wie Fig. 1 zeigt. Die ausgeſchnittenen Federplättchen (Fig. 2) werden unter einem kleinen Fallwerke (ſ. Bd. 7, S. 432, Fig. 1) oder einer Spindelpreſſe mit der Firma geſtempelt (vgl. Fig. 3). Darauf werden ſie unter einer Handhebelpreſſe mittels Stempel gelocht und mit zwei Einſchnitten auf beiden Seiten des Loches verſehen (Fig. 4). Dann werden die Federn in Töpfen oder Käſten bis zur Rotglut erhitzt und darauf langſam erkalten gelaſſen. Dadurch ſind die Federn ganz weich geworden; ſie werden nun unter einer Spindelpreſſe mittels Stempel in die gebogene und geſchweifte Form gebracht (Fig. 5). Alsdann werden ſie geglüht, noch heiß in kaltes Oel geworfen, wodurch ſie glashart und ſo ſpröde werden, daß ſie bei ſchwacher Biegung brechen. Die Federn werden blau angelaſſen, in einer Scheuertonne (Polierfaß, Bd. 7, S. 173, Fig. 8) blank geſcheuert und gereinigt. Nun werden ſie auf einer Schmirgelſchleifmaſchine (ſ. Schleifen) am Schnabel in der Quere geſchliffen (Fig. 6), unter einer Spindelpreſſe mittels ſcherenförmig wirkender Stempel oder mittels einer kleinen Parallelſchere geſpalten, d. h. mit dem in das Loch reichenden Haupteinſchnitte verſehen (Fig. 7), wodurch ſie die zum Schreiben erforderliche Biegſamkeit erlangen, und an der Spitze ein klein wenig abgerundet. Bisweilen werden die Federn noch verſchönert, verſilbert oder vergoldet, oder durch Anbeizen mit Säure hellgrau, oder durch Anlaſſen über Gas gelb oder blau gefärbt oder ſchwarz lackiert. Fig. 8 zeigt eine Maſchine von Gebr. Nevoigt in Reichenbrand bei Chemnitz zur Herſtellung von Stahlfedern nach D.R.P. Nr. 94757, welche aus den Streifen in ſechs Operationen die Federn herſtellt. Die von dem mittleren Stempel aus den Streifen herausgeſchnittenen Stahlfederplättchen, Fig. 2, fallen in Rinnen je nach links und rechts unter den Stempel der erſten ſchräg liegenden Exzenterpreſſe, werden hier gelocht, hierauf geſtempelt, dann mit den Seitenſpalten verſehen, weiterhin gerade gerichtet und zum Schluß in Rinnenform gebogen. Die Leiſtungsfähigkeit beträgt 75000 Federn in 10 Stunden.

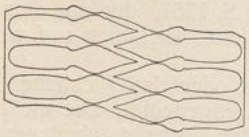


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

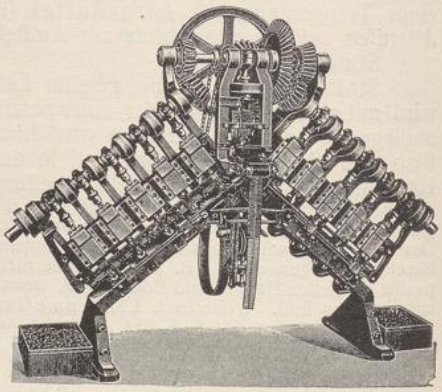


Fig. 8.

Literatur: [1] „Werkſtattstechnik" 1908, S. 377. — [2] Ledebur, A., Handbuch der mechan.-metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905, S. 762. — [3] Haedicke, H., Die Technologie des Eiſens, Leipzig 1900, S. 185. — [4] Sitzungsberichte des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1900, S. 9; 1887, S. 57. — [5] Woodworth, J. V., Punches, Dies and Tools, London und New York 1907, S. 222. *A. Widmaier.*

Stahlgießerei, -guß, -formguß. Unter Stahlguß-, Stahlformgußſtücken verſteht man Gußſtücke, die aus Flußeiſen bezw. Flußſtahl beſtehen. Bisweilen bezeichnet man auch als Stahlguß aus Roheiſen, das im Kupolofen oder in Tiegeln mit einem Zuſatz von ſchmiedbarem Eiſen geſchmolzen wurde, hergeſtellte Gußſtücke, die durch nachherige Behandlung im Temperofen (ſ. Tempern) eine dem Stahlformguß ähnliche Eigenſchaft erlangen ſollen.

Infolge der beſſeren Materialeigenſchaften des Flußeiſens bezw. Flußſtahles eignet ſich Stahlguß beſonders für ſolche Fälle, in denen hohe Anforderungen an die Gußſtücke geſtellt werden oder die bei Verwendung von grauem Roheiſen (Gußeiſen) zu große Wandſtärken erhalten müßten bezw. zu ſchwer oder (bei Herſtellung aus Schmiede- bezw. Walzblöcken) zu teuer würden. Die chemiſche Zuſammenſetzung der Stahlgußſtücke beſonders hinſichtlich des Kohlenſtoffgehalts iſt je nach den Anforderungen, welche an die Gußſtücke geſtellt werden, eine wechſelnde. Die Feſtigkeit liegt zwiſchen den Grenzen von 3500—7000 kg/qcm.

Die Stahlgießerei unterſcheidet ſich von der Eiſengießerei (ſ. d.) beſonders durch die Einrichtungen zum Schmelzen des Flußeiſens bezw. Flußſtahls und durch das Formmaterial für die Gußformen. Für das Schmelzen des Flußeiſens verwendet man 1. ſauer oder baſiſch zugeſtellte Siemens-Martinöfen (ſ. Flußeiſen); 2. Kleinkonverter von 1—3 t Faſſung (ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112); 3. Tiegelöfen (ſ. Tiegelſtahl), neuerdings auch 4. elektriſche Schmelzöfen (nach Héroult, Staffano, Röchling-Rodenhauſer, Girod, ſ. Oefen für techniſche Zwecke, Bd. 7, S. 645).

Als Formmaterial verwendet man feuerfeſte Maſſe, aus einer Miſchung von gemahlener Schamotte und fettem ungebranntem Ton beſtehend, die Form muß in Trockenöfen ſcharf getrocknet (gebrannt) werden, damit ſie die notwendige Poroſität erhält; kleinere Stücke laſſen ſich auch in Sandformen gießen. Infolge des großen Schwindungskoeffizienten ſind ſtarke verlorene Köpfe (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 363) zwecks Erzielung dichter Gußſtücke anzuordnen.

Zur Beſeitigung der inneren Spannungen der Stahlgußſtücke und zur Verbeſſerung der Feſtigkeitseigenſchaften infolge molekularer Veränderungen ſollten die Stahlgußſtücke ſorgfältig und bei genügend hoher Temperatur in Glühöfen ausgeglüht werden.

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eiſen- und Stahlgießerei, 3. Aufl., Leipzig 1901. — [2] Breslauer, E., Die Herſtellung von Gußſtahl in Maſſeformen, Berlin 1892. — [3] „Stahl und Eiſen" 1904, S. 650, 717, 776, 836, 892 (Stahlformguß und Stahlformgußtechnik). — [4] Ebend. 1904, S. 958; 1905, S. 353 (Die Formmaterialien für Stahlguß). — [5] Ebend. 1905, S. 34 (Gußfehler an Stahlgußſtücken und ihre Vermeidung); 1905, S. 715, 779. — [6] Ebend. 1904, S. 347 (Herſtellung von Stahlguß in kleinen Martinöfen und ſeine Geſtehungskoſten). — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1117 (Herſtellung des Stahlformguſſes mittels der Kleinbeſſemerbirne). — [8] Ebend. 1900, S. 144 (Kleinbeſſemerei für Stahlformguß und Temperguß), „Stahl und Eiſen" 1908, S. 654, 1166 (Stahlformguß aus dem elektriſchen Ofen). *A. Widmaier.*

Stahlgranate, ſ. Munition, Bd. 6, S. 541.

Stahlhalter, Hilfsmittel zum Einſpannen von einfachen Werkzeugſtählen, um an Stahl zu ſparen und das Ausſchmieden des Stahles zu umgehen, ſ. Werkzeugſtähle.

Stahlkammer, ſ. Treſor.

Stahllack, ſpirituoſer Lack, farblos oder gelb oder blau gefärbt, zum Lackieren von blanken Stahlwaren, um Anlauffarben zu imitieren. *Andés.*

Stahlſand, durch Granulieren von Graueiſen in Waſſer erhaltene kuglige Weißeiſenkörner von bedeutender Härte, die als Schleifmittel für Hartgeſteine Anwendung finden.

Die Korngröße ſchwankt zwiſchen 0,2 und 2,4 mm. Größere Körner werden auf Stampfwerken zu kantigem Stahlſand verarbeitet, der ebenfalls in verſchiedenen Korngrößen in den Handel kommt. Während bei der Anwendung von Quarzſand die Leiſtung einer Granitſäge bis etwa 6 mm Schnittlänge in der Stunde beträgt, ſteigt ſie bei Benutzung von Stahlſand bis 30 mm in der Stunde. Die Fabrikation des Stahlſands wurde John Harriſon am 8. Juli 1887 unter Nr. 9617 in England patentiert. In Deutſchland liegt die Fabrikation in den Händen der Firma Backhaus & Langenſiepen G. m. b. H. zu Leipzig-Plagwitz. *Hugo Fiſcher.*

Stahlſtein, -eiſenſtein, ſ. Spateiſenſtein.

Stahlſtich, ſ. Siderographie.

Stahltransportband, ſ. Gurtförderer.

Stahlwerk, Werk, in dem Stahl (ſ. d.) oder auch nur Flußeiſen erzeugt wird.

Die Einrichtung iſt je nach dem Verfahren und dem Zwecke, für den das hergeſtellte Material beſtimmt iſt, verſchieden. In erſterer Hinſicht unterſcheidet man: Beſſemer-, Thomas- und (Siemens-) Martinſtahlwerke (ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 107), Tiegelſtahlwerke (ſ. Tiegelſtahl), Elektroſtahlwerke; in letzterer Hinſicht Stahlwerke zur Herſtellung von Blöcken für Walz- und Schmiedezwecke und Stahlwerke zur Herſtellung von Stahlgußſtücken. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stake, im Waſſerbau ſ. v. w. Buhne (ſ. d.).

Stake (Staake, Wandſtake, ſüdd. Stückſtecken, Stückholz), ein geſpaltenes oder geriſſenes Holzſtück aus Eichen- oder Föhrenholz, iſt 50—70 cm lang, ca. 3—4 cm dick und 5—8 cm breit und dient zur Ausfüllung und Verſpannung der Balken- oder Wandfache, indem es mit feinen zugeſpitzten Enden in Nuten oder zwiſchen Latten mit dem Beil eingetrieben wird. Bei weiten Balkenlagen und hohen Balkenquerſchnitten dienen übers Kreuz verſpannte ſogenannte Kreuzſtaken (ſ. a. Decke, Bd. 2, S. 678 ff., Fig. 10, 11). *Weinbrenner.*

Staken, ſtücken, die Fache einer Wand oder eines Gebälkes mit Stakhölzern, die mit Strohlehm umwickelt und verſtrichen ſind, ausfüllen (ſ. Decke, Bd. 2, S. 679, I. Holzdecken, Fig. 10, 10b und 11). *Weinbrenner.*

Staker, Stakmaſchine, ſ. v. w. Elevator (ſ. d.) und Strohelevator.

Staket, ſ. Einfriedigung, Zaun.

Stampfaſphalt, zuſammenhängende Straßendecke, hergeſtellt durch Zuſammenſtampfen des aus dem Aſphaltſtein (ſ. d.) durch Zerkleinern gewonnenen ſchokoladebraunen, klebenden Aſphaltpulvers.

Da bei deſſen Herſtellung die Bergfeuchtigkeit noch nicht entfernt wird, aber nur davon freies Pulver beim Stampfen zu einer einheitlichen ſteinartigen Maſſe zuſammenklebt, ſo muß vor Verwendung das Pulver durch Erwärmen von der Bergfeuchtigkeit befreit werden. Gleichzeitig erhält dadurch das Bitumen erhöhte Klebefähigkeit. Um dabei Bitumenverluſt durch Verdampfung zu vermeiden, iſt vorſichtige Erhaltung der Temperatur zwiſchen beſtimmten engen Grenzen nötig. Zum Erwärmen dienen horizontal gelagerte, drehbare Trommeln, die ſich nicht in unmittelbarer Nähe der Verwendungsſtelle des Pulvers zu befinden brauchen, da dasſelbe mittels entſprechend gebauter und durch wollene Decken gegen Abkühlung geſchützter Wagen ziemlich weit transportiert werden kann, ehe es zu ſtark abkühlt. Die Stampfaſphaltdecke wird wie diejenige aus Gußaſphalt (ſ. d.) auf einer Betonunterlage hergeſtellt (gewöhnlich Zementbeton, aber Aſphaltbeton oder Teerkonkret nicht ausgeſchloſſen). Seiner guten Eigenſchaften wegen wird der Stampfaſphalt für Fahrbahnen bevorzugt; die Abnutzung iſt wegen der größeren Gleichmäßigkeit des Materials geringer als bei Gußaſphalt; nach Herſtellung tritt unter der Wirkung des Verkehrs weitere Verdichtung ein. Mit dieſer iſt bei zu großer Stärke der Decke ein Welligwerden verbunden. Man beſchränkt deshalb bei Fahrbahnen die Stärke auf 4—5 cm; für Fußwege genügt die Hälfte davon. Die Dicke der, durch eine auf Rollen laufende Richtlatte gleichmäßig abgeſtrichenen, loſen Pulverſchicht wird beim Auftragen um etwa 40 % größer genommen, da ſie beim Stampfen um ſo viel zuſammengeht. Die Herſtellung der Decke erfolgt in 5—6 m breiten, quer zur Straßenrichtung durchlaufenden Flächenſtreifen unter genauer Einhaltung der richtigen Stärke. Durch entſprechende Mittel (Schutz gegen Abkühlung oder Anwärmen bei eingetretener Abkühlung) wird für ein inniges Zuſammenbinden der friſch gelegten Bahn an die vorhergehende geſorgt. Das erſte Zuſammendrücken des loſen Pulvers geſchieht durch eine heizbare Walze (im Innern aufgehängter Kokskorb), die quer über die Aſphaltpulverbahnen nach der Straßenlängsrichtung mit kleinen Seitenverſchiebungen hin und her geführt wird. Dann erfolgt die weitere Dichtung durch Stampfarbeit von Hand oder mittels der Aſphaltſtampfmaſchine. Durch Erwärmen der Geräte, das aber, um Bitumenverluſt zu vermeiden, nicht übertrieben werden darf, wird dem Anhängen des Pulvers vorgebeugt. Die nach dem Stampfen verbliebenen Unebenheiten werden mittels eines ſtark erwärmten ſchweren Bügeleiſens beſeitigt. Gewöhnlich erfolgt dann noch dünnes Beſtreuen mit feinem Sand, der, ſolange die Maſſe noch warm iſt, von Hand eingewalzt wird. Nach Abkühlung (je nach der Witterung bis zu einem halben Tag) kann die Decke dem Verkehr übergeben werden, der das weitere Dichten beſorgt.

Mit dem Stampfaſphalt verwandt iſt der Plattenaſphalt (Aſphaltplatten), bei deſſen Herſtellung das Aſphaltpulver nach Austreiben der Bergfeuchtigkeit kalt oder nur mäßig erwärmt durch ſehr ſtarken hydrauliſchen Druck (200 Atmoſphären) in Plattenform gebracht wird. Das Material wird ſo für viele Zwecke verwendungsbequemer.

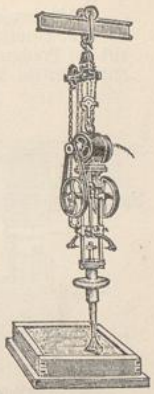
Literatur ſ. Aſphaltſtein. *Bräuler.*

Stampfbau (Stampfwerk, Piſé-Bau, Gußmauerwerk) kann in verſchiedenſter Weiſe als Grundmauerwerk durch Einfüllen bezw. Einſtampfen plaſtiſcher Maſſen in die Fundamentgräben oder als freiſtehendes Mauerwerk durch Einſtampfen in Formen aus Holz oder Eiſen, welche nach Erhärtung der Füllmaſſe wieder entfernt werden, oder endlich als Hinterfüllungsmauerwerk durch Einſtampfen in die durch Verblendmauerwerk gebildeten Hohlräume hergeſtellt werden. Als plaſtiſche Maſſe können hierbei Erde und Lehm, Kalkſand, Beton und Aſphaltbeton dienen. *L. v. Willmann.*

Stampfen, Stampfapparate, -hammer, -maſchinen, -werk, 1. Stampfen zum Zweck des Verdichtens von Materialien, wie Beton, Formſand, Steinkohle (vor der Verkokung, ſ. Koks). Die Figur S. 251 zeigt einen elektriſchen Stampfapparat, wie er zum Feſtſtampfen des Formſandes in Gießereien, zum Feſtſtampfen von Beton u. ſ. w. Verwendung findet, ſ. a. Druckluftwerkzeuge; 2. Stampfen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zum Zweck der Zerkleinerung von Materialien, ſ. Pochwerk, Zerkleinern, Zerkleinerungsmaſchinen. *A. Widmaier.*



Stampfwerk, ſ. v. w. Pochwerk (ſ. d.).

Stand, 1. Abteilung im Stalle für ein Stück Vieh oder Pferd; 2. offener Verkaufstiſch, ſ. Markt und Markthalle, Bd. 6, S. 306. Ueber 1. ſ. Pferdeſtälle, Bd. 7, S. 97, und Rindviehſtälle, Bd. 7, S. 442. *Weinbrenner.*

Standardwäſcher, ſ. Gaswaſchapparate, Bd. 4, S. 309.

Standbarometer, ſ. Höhenmeſſung, barometriſche.

Standentwicklung, ſ. Entwickler, photographiſche.

Standpeiler, ein Auftragetransporteur mit zentriſch drehbaren und feſtſtellbaren Armen.

Er dient bei nautiſchen Tiefemeſſungen zum mechaniſchen Rückwärtseinſchneiden des Peilungsortes nach Winkeln, die mit einem Sextanten gemeſſen ſind; vgl. Rückwärtseinſchneiden, Bd. 7, S. 527. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Standrohr, im Waſſerleitungsweſen, hauptſächlich an Reſervoiren und Filtern, ein gegen die Atmoſphäre offenes Rohr (Piezometer), in welchem ſich der Spiegel genau der Druckhöhe (ſ. d.) entſprechend einſtellt; bei Hydranten ein Aufſatzrohr mit Anſchlüſſen an die Schlauchleitungen (vgl. Bd. 3, S. 790, Fig. 51—53).

Stangen (Rüſt-, Streichſtangen), ſ. Baugerüſt.

Stangenfallhammer, mechaniſch betriebener Hammer, bei dem der Hammerbär an einer Stange befeſtigt iſt.

Bei den Stangenreibfallhämmern (Stangenreibhämmern) wird die (gewöhnlich hölzerne) Stange zwiſchen zwei ſtetig kreiſende Rollen geklemmt und durch die Reibung emporgezogen. Die Rollen ſind entweder glatt oder doppelkegelig rillenförmig; im letzteren Fall iſt der Querſchnitt der Stange entſprechend geſtaltet. Die beiden Rollen können zwecks Anhebens bezw. Fallenlaſſens des Hammerbärs einander genähert bezw. voneinander (z. B. durch exzentriſche Lagerung der einen Rolle) entfernt werden. Bei Handſteuerung iſt die Stange von oben nach unten ſchwach verjüngt, bei Hämmern für Gefenkſchmiedearbeiten dagegen von oben bis unten gleichſtark. Die letzteren Hämmer (Fig. 1) ſind ſo eingerichtet, daß der Bär im Ruhezuſtand ſich in ſeiner höchſten Lage befindet; die Auslöſung geſchieht mittels eines Fußtritts, das Anheben ſelbſttätig. Die Befeſtigung der Stange am Bär geſchieht durch Verkeilen oder mittels eines kurzen Riemenſtücks; in die hölzernen Stangen werden bisweilen in ihrer ganzen Länge zwecks Verringerung der Abnutzung und zur Erhöhung der Reibung Harthölzſtifte eingeſchlagen. Da die Stange bei den gewöhnlichen Stangenhämmern einen hohen Raum erfordert, baut Meyer-Aerzen nach D.R.P. Nr. 89013 [3] Stangenreibhämmer mit zwei nach abwärts gerichteten Hebelſchienen (vgl. Fig. 2).

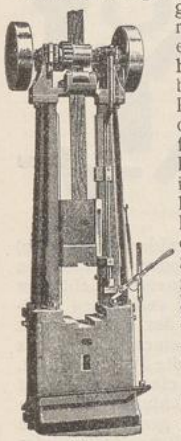


Fig. 1.



Fig. 2.

Bezeichnet μ den Reibungskoeffizienten zwiſchen Rollen und Stange, der zu etwa 0,25 angenommen werden kann, ſo iſt die Hubkraft K:

wenn eine Rolle angetrieben iſt $K = 0{,}25\,P$

wenn beide Rollen angetrieben ſind $K = 0{,}5\,P$.

Die Breite der hölzernen glatten Stange iſt bei nur einer treibenden Rolle G bis $\frac{G}{2}$ mm, bei zwei Rollen $= \frac{G}{2}$ bis $\frac{G}{4}$ mm. Das größte Bärgewicht, das bei Stangenfallhämmern zur Verwendung kam, beträgt etwa 1350 kg [2].

Kraftbedarf für Stangenreibhämmer:

Bärgewicht kg	125	200	300	400	500	750
Kraftbedarf PS.	2,0	2,5	3,0	3,5	4	5.

Bei den Zahnſtangenfallhämmern iſt die den Bär tragende Stange als Zahnſtange ausgebildet, in welche das Antriebszahnrad eingreift, deſſen Drehungsrichtung umkehrbar ſein muß; es iſt deshalb loſe drehbar auf ſeiner Achſe angeordnet und kann mit einer Reibungskupplung mit ſeiner Welle gekuppelt werden. Sie werden wenig verwendet [4].

Literatur: [1] Fiſcher, Herm., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Iron Age 1897, 30. Dezember. — [3] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1897, S. 120. — [4] Ebend. 1901, Heft 30, S. 467. *A. Widmaier.*

Stangenlack, ſ. Gummilack.

Stangenmetalle, ſ. Stangenpreſſe.

Stangenpreſſe, hier: Preſſe zur Herſtellung von Metallſtangen und -röhren aus Metallblöcken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als weſentliche Teile beſitzen die Stangenpreſſen einen Zylinder zur Aufnahme des Preßguts, an dem einerſeits die Matrize (Preßmundſtück) ſich befindet; der zum Preſſen notwendige Druck auf das Preßgut wird durch einen Preßſtempel hervorgebracht, deſſen Bewegung durch Verbindung mit einer (in der Regel hydrauliſchen) Preßvorrichtung erfolgt. — Man unterſcheidet zwiſchen Kalt- und Warmpreßverfahren. Für Blei und Zink ſind beide Verfahren ſeit langem gebräuchlich, ſ. a. Rohrherſtellung, Bd. 7, S. 478. Frank hat das Kaltpreſſen auch auf Kupferlegierungen und Aluminium ausgedehnt. — Ueber das Verfahren ſowie auch die Einrichtung der Preſſen ſ. [1].

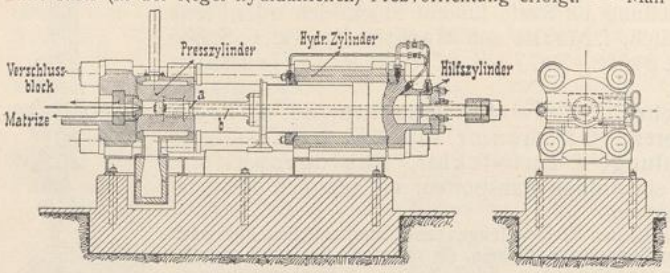


Fig. 1. Fig. 2.

Zur Herſtellung von Metallſtangen aus rotglühenden, in dieſem Zuſtand plaſtiſchen Metallen und Metallegierungen (Kupfer, Aluminium, Kupferlegierungen, Deltametall u. a.) dient die Preſſe von Alex. Dick (D.R.P. Nr. 83388, erloſchen). Fig. 1—3 zeigt eine ſolche hydrauliſche Metallpreſſe nach einer Ausführung von Friedr. Krupp, A.-G., Gruſonwerk, Magdeburg-Buckau. Als weſentliche Teile weiſt ſie eine Trennungs- und Abdichtungsplatte *a* (Fig. 1), zwiſchen dem Preßgut und dem Stempel *b*, die das Feſtklemmen des Stempels verhindern ſoll, ſowie einen Verſchlußblock vor der Matrize auf, der zurückgezogen werden kann, ſo daß am Ende des Preſſens einer Füllung der infolge ſtarker Abkühlung im Preßzylinder verbleibende Blockreſt ſamt der Matrize und der

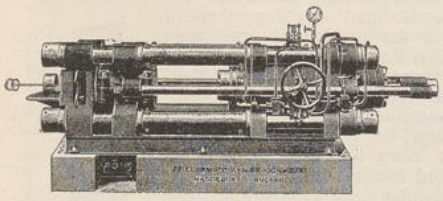


Fig. 3.



Fig. 4.

an ihm hängenden Trennungsplatte durch die erweiterte Oeffnung des Preſſenwiderlagers (Holm) hindurchgedrückt wird [2]. Die Preſſe (Fig. 1—3) beſteht aus einem doppeltwirkenden hydrauliſchen Zylinder, vier Zugſtangen mit Muttern, einem Holm mit darin geführtem querverſchiebbarem Verſchlußblock für die leicht herausnehmbare Matrize, einem mit Heizmantel verſehenen Preßzylinder zur Aufnahme der rotwarmen Metallblöcke und einem am Deckel des hydrauliſchen Hauptzylinders angegoſſenen doppeltwirkenden Hilfszylinder, der vermittelſt eines Querbalkens und zweier Verbindungsſtangen den Preßzylinder während des Preſſens gegen die Matrize drückt. Der Arbeitsvorgang iſt der folgende: Man beſchickt den Preßzylinder mit einem auf Rotglut erhitzten Metallblock, ſetzt die Matrize ein und verriegelt ſie durch den Verſchlußblock. Nach Oeffnung des entſprechenden Ventils gelangt das Druckwaſſer durch eine gemeinſchaftliche Rohrleitung gleichzeitig hinter die beiden hydrauliſchen Kolben. Der bewegliche Preßzylinder legt ſich infolgedeſſen abdichtend gegen die Matrize, während das bildſame Metall durch die beliebig geſtaltete Matrizenöffnung in Form von Stangen oder Drähten herausgepreßt wird. Nach beendeter Preſſung werden die beiden hydrauliſchen Kolben umgeſteuert und dadurch der Preßſtempel und der Preßzylinder ein wenig rückwärts bewegt. Die Matrize iſt nun vollſtändig entlaſtet, ſo daß der Verſchlußblock vermittelſt der Handgriffe leicht zur Seite gezogen werden kann. Wird darauf das Druckwaſſer wieder umgeſteuert, ſo drückt der vorgehende Preßſtempel den Blockreſt mitſamt der Matrize und der Trennungsplatte ganz aus der Preſſe heraus. Der Druck auf die 60—250 kg ſchweren, 150—200 mm dicken Blöcke beträgt bis zu 5000 kg/qcm.

Fig. 4 zeigt eine Anzahl Profile von gepreßten Metallſtangen (Maßſtab 1 : 2). Dem Walzen gegenüber zeichnet ſich das Preßverfahren dadurch aus, daß auch komplizierte, durch Walzen überhaupt nicht herſtellbare Profile gepreßt werden können; auch laſſen ſich manche Metalle und Metallegierungen, deren Verarbeitung durch Walzen nicht möglich iſt, durch Preſſen verarbeiten.

Literatur: [1] Génie civil 1906. — [2] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 1434; 1903, S. 819; 1907, S. 369, 388.

A. Widmaier.

Stangenroſt, ſ. Siebvorrichtungen, S. 101.

Stangenzirkel, ſ. Meßwerkzeuge, Reißzeug.

Stannate, die Alkaliſalze der Zinnſäure.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stannichlorid, f. Zinnchloride.

Stannin, f. v. w. Zinnkies.

Stanniol (Zinnfolie, Blattzinn), 0,15—0,008 mm dickes Zinnblech, dient zur Einhüllung von Waren, die nicht austrocknen ſollen, wie Seife, Schokolade, Tee u. ſ. w., und in der Spiegelfabrikation.

Stärkeres Stanniol wird durch Auswalzen einer größeren Anzahl aufeinander gelegter Zinnbleche hergeſtellt, das feinſte Stanniol durch Schlagen einer größeren Anzahl aufeinander gelegter, zur Vermeidung des Zuſammenhaftens mit Fett oder Petroleum beſtrichener Lote auf ſteinernem Amboß mit eiſernen, zuletzt hölzernen Hämmern erzeugt. S. a. Folien, Bd. 4, S. 141 und Blattmetalle, Bd. 2, S. 40.

Stannifulfid, f. v. w. Zinnfulfid (ſ. d.).

Stannochlorid (Zinnchlorür), ſ. Zinnchloride.

Stannooxyd, ſ. Zinnoxyde.

Stannofulfat (ſchwefelſaures Zinnoxydul), ſ. Zinnfulfate.

Stannotypie, ein dem Woodburydruck (ſ. d.) ähnliches Verfahren. Es unterſcheidet ſich von dieſem dadurch, daß das Leimrelief ſtatt in Blei in Zinnfolien abgeformt wird. *A. W. Unger.*

Stanzen, Stanzmaſchinen. Mit Stanzen bezeichnet man: 1. (unrichtigerweiſe, aber vielfach gebräuchlich) das Ausſchneiden von Arbeitsſtücken aus Platten von Blech, Karton u. ſ. w. mittels Schnittſtempels und Matrize; hierüber ſ. Lochen, Schnitte; 2. das Bearbeiten von dünneren Blechen, Karton u. ſ. w. oder Blechgegenſtänden zwiſchen Stempeln (Oberſtanze und Unterſtanze, Patrize und Matrize) ohne weſentliche Veränderung der Blechdicke, ſo daß Erhöhungen auf der einen Blechſeite Vertiefungen auf der andern entſprechen und umgekehrt; handelt es ſich um Verzierungen u. ſ. w., ſo kann man das Verfahren auch als Hohlprägen (ſ. Prägen) bezeichnen.

Die Formänderung kann durch Schlag oder ruhig wirkenden Preßdruck geſchehen. Im erſteren Fall dienen zum Stanzen die verſchiedenen Arten von Hämmern und Fallwerken, insbeſondere Riemen- und Seilhämmer, und Stangenfallhämmer. — Die Matrize (Untergeſenk) beſteht in der Regel aus Stahl, die Patrize (Obergeſenk) kann aus Stahl oder bei dünneren Blechen aus weichem Metall (Zinn, Blei u. ſ. w.) beſtehen, wobei die Modellierung des Obergeſenks in einfachſter Weiſe durch Einſchlagen („Abſchlagen") des weichen Metalls in das Untergeſenk ſtattfindet. Für dünnere Bleche kommt ferner Kautſchuk in Betracht, der auch die Herſtellung unterſchnittener Formen geſtattet. Weiterhin kann bei zylindriſchen Arbeitsſtücken Waſſer in Verbindung mit einem mit geringem Spielraum in das Arbeitsſtück paſſenden Stempel verwendet werden; da der Stempel mit großer Geſchwindigkeit auf das Waſſer auftrifft und dieſes infolge des geringen Spielraums nur in geringem Maß austritt, ſo wird das Waſſer unter hohen Druck geſetzt, ſo daß die Wandungen des Arbeitsſtücks an die Matrize angepreßt werden. Im zweiten Fall verwendet man Preſſen, und zwar Hebel-, Spindel-, Exzenter- und hydrauliſche Preſſen, je nach der Größe des Drucks (ſ. Preſſen). Das Obergeſenk beſteht hierbei aus hartem Material (Stahl u. ſ. w.); ſ. a. Prägen.

Zu den Stanzverfahren iſt auch das Huberſche Preßverfahren zu rechnen. Es beſteht im weſentlichen darin, daß nur eine Matrize benutzt wird und daß das Eindrücken des Blechs in dieſe Form dadurch geſchieht, daß Matrize und Blech in einen mit Waſſer gefüllten Zylinder gebracht werden, das unter ſehr hohen Druck (bis zu 7000 Atmoſphären) gebracht wird. Die zwiſchen Matrize und Blech erforderliche Abdichtung wird mittels Gummiſtreifen, Glaſerkitt u. ſ. w. oder durch Einbringen von Matrize und Blech in Gummibeutel, die hierauf luftleer gepumpt werden, erzielt. Ueber die Konſtruktion der Preſſen und die Erzeugung des Waſſerdrucks u. ſ. w. vgl. [3].

Literatur: [1] Smith-Kannegießer, Das Preſſen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [2] Woodworth, J. V., Punches, Dies and Tools, New York 1907. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 584; Sitzungsber. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. in Preußen, 1901, S. 169. *A. Widmaier.*

Stapel, Stapelung eines Schiffes, die Anordnung der Stapelklötze auf der Helling (ſ. d.) mit Rückſicht auf den Fall — Neigung — des Kiels zur Horizontalebene.

Stapellauf eines Schiffes umfaßt alle Einrichtungen und Arbeiten, welche erforderlich ſind, um den auf der Bauhelling fertiggeſtellten Schiffsrumpf auf einer geneigten Bahn, der Ablaufbahn, zu Waſſer zu laſſen.

Im allgemeinen findet der Stapellauf nach Fertigſtellung aller Unterwaſſerteile aber vor dem Einbauen von Maſchinen- und Keſſelanlage, Panzer und Ausrüſtungsgegenſtänden ſtatt. Die Neigung der Ablaufbahn ſchwankt zwiſchen 1 : 8 bis 1 : 14 für kleine Schiffe und 1 : 14 bis 1 : 24 für große Schiffe, und der Neigungswinkel α muß derart gewählt werden, daß $\operatorname{tg}\alpha > f$ — dem Reibungskoeffizienten des Schlittens auf der Ablaufbahn — wird. f ſchwankt je nach dem Flächendruck von 20—30 t pro Quadratmeter und der Schmierung von 0,02—0,05, während die Ablaufgeſchwindigkeit v von 3,6—6,0 m pro Sekunde ſteigt. Durch Meſſen derſelben beim Ablauf durch beſondere ſelbſtregiſtrierende Apparate ergeben ſich die Werte von f

aus der Formel $P \cos \alpha \, f \cdot s = P \sin \alpha \cdot s - \frac{P}{2g}(v_2^2 - v_1^2)$ zu $f = \operatorname{tg} \alpha - \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 g s \cdot \cos \alpha}$, worin P das Gewicht von Schiff und Schlitten, s der durchlaufene Weg, v_1 und v_2 die Geſchwindigkeiten am Anfang und am Ende des Weges, s und g die Beſchleunigung der Schwere ſind. Das Ablaufgerüſt, auf welches das Schiff aufgekeilt und ſo von den Kielſtapelungen freigemacht wird, beſteht meiſt aus zwei Seitenſchlitten in Entfernung von $^1/_5$—$^1/_6$ Schiffsbreite vom Kiel, bisweilen tritt ein dritter Schlitten, der Kielſchlitten, hinzu. Die Länge des Ablaufgerüſtes ſchwankt zwiſchen 0,6—0,8 Schiffslänge. Für den Stapellauf ſind von Wichtigkeit die Berechnung der Stabilitätsverhältniſſe für den Bauzuſtand beim Ablauf, die verſchiedenen Lagen des Schiffes zur Helling beim Auffchwimmen des Hinterſchiffes, um etwaige Beſchädigungen des Vorſtevens beim Auffchlagen auf die Helling zu vermeiden, der Druck am Vorſteven auf die Ablaufbahn ſowie die Vorrichtungen zum Abſtoppen des Schiffes nach dem Verlaſſen der Helling, im beſonderen bei ſchmalen Flußläufen und Kanälen. Ueber die Verwendung von Sandtöpfen zum Abſenken des Schiffes in den Schlitten ſowie eines Drehlagers am Vorſteven ſ. [7].

Literatur: [1] Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Schmidt, A., Die Stabilität von Schiffen, Berlin 1892. — [3] Pollard et Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890. — [4] Haufer, Cours de construction navale, Paris 1886. — [5] Ueber Meſſungen bei Stapelläufen, Marinerundſchau, Berlin 1897. — [6] Benjamin, Das Kentern der Schiffe beim Zuwaſſerlaſſen, Jahrbuch der Schiffbautechniſchen Geſellſchaft, Berlin 1908. — [7] Bock, Neuerungen beim Stapellauf S.M.S. „Blücher", Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Berlin 1908, S. 1925. *T. Schwarz.*

Starhemberger Schichten, der oberen Keuperformation in den Alpen (Niederöſterreich) angehörige rötliche, grau und weiß gefleckte bankige Kalkſteine.

Starre Körper, ſ. Kohäſion.

Statik iſt die Theorie des Gleichgewichts der Kräfte. Sie umfaßt das Gleichgewicht der Momentankräfte wie das der kontinuierlichen Kräfte.

Kräfte ſind Größen von beſtimmter Intenſität, Richtung und Sinn. Sie ſind daher durch geometriſche Strecken darſtellbar, und die Theorie der Kräfte iſt im Grunde eine Anwendung der Theorie der Strecken, wie ſie vorzugsweiſe von Möbius und Graßmann ausgebildet worden iſt. Die Momentankräfte geben einem Punktſyſtem einen Geſchwindigkeitszuſtand, die kontinuierlichen Kräfte einen Beſchleunigungszuſtand, und das Gleichgewicht der Kräfte beſteht darin, daß dieſer Geſchwindigkeits- oder Beſchleunigungszuſtand äquivalent Null iſt, d. h. daß die Kräfte ſich gegenſeitig tilgen. Da der Beſchleunigungszuſtand eines Syſtems den Geſchwindigkeitszuſtand desſelben mit der Zeit abändert, ſo ſind die kontinuierlichen Kräfte im Gleichgewicht, wenn ſie keinen Einfluß auf die Veränderung des Geſchwindigkeitszuſtandes auszuüben vermögen.

Die Maſſenpunktſyſteme, an welchen die Kräfteſyſteme angreifen, ſind unveränderlich oder nach gewiſſen Geſetzen veränderlich, und die Art der Veränderlichkeit modifiziert die Wirkung der Kräfte. Daher ſind auch die Bedingungen des Gleichgewichts der Kräfte, die an ſolchen Syſtemen angreifen, von der Veränderlichkeit der Syſteme abhängig. Doch kann gezeigt werden, daß die Gleichgewichtsbedingungen von Kräften am unveränderlichen Syſtem auch am veränderlichen Syſtem notwendig erfüllt ſind, daß ſie aber zur vollſtändigen Beſtimmung des Gleichgewichts nicht ausreichen, ſondern daß noch weitere Bedingungen erfüllt ſein müſſen.

Die Maſſenpunktſyſteme ſind entweder frei, d. h. es ſind ihrer Beweglichkeit keine Bedingungen vorgeſchrieben, oder ſie ſind gezwungen, in einzelnen Punkten oder mit einzelnen Flächen ſolchen Bedingungen zu genügen. Gelingt es, dieſe Bedingungen durch Kräfte zu erſetzen (Widerſtände, Spannungen u. ſ. w.), ſo können die Bedingungen als erfüllt wegfallen und die Syſteme als frei behandelt werden. Die Bedingungen des Gleichgewichts dienen alsdann zur Beſtimmung dieſer als Unbekannte einzuführenden Bedingungskräfte. Das Gleichgewicht eines Kräfteſyſtems iſt ein Zuſtand desſelben, in welchem es keinen Einfluß auf den Geſchwindigkeitszuſtand des Punktſyſtems ausübt. Dabei kann dieſer Geſchwindigkeitszuſtand im allgemeinen ein beliebiger ſein. Es können daher die Gleichgewichtsbedingungen des Kräfteſyſtems auch ſo ausgedrückt werden, daß dieſe Unabhängigkeit von dem Geſchwindigkeitszuſtand hervortritt. Dies geſchieht in einem allgemeinen Prinzip der Statik, welches alle Syſteme, die unveränderlichen und die veränderlichen, umfaßt, dem Prinzip der virtuellen Geſchwindigkeiten (ſ. d.). Die Wirkung eines Kräfteſyſtems auf ein Maſſenpunktſyſtem iſt abhängig von der Lage beider gegeneinander. Während die Lage des Punktſyſtems ſich ändert und das Kräfteſyſtem an denſelben Angriffspunkten mit denſelben Intenſitäten und in denſelben Richtungen wirkt, gibt es Lagen, für welche das Gleichgewicht der Kräfte eintritt. Dieſe können Lagen des ſtabilen oder des labilen Gleichgewichts ſein. Unterſuchungen hierüber ſ. Gleichgewicht, Bd. 4, S. 559, Aſtatik, Bd. 1, S. 324, und Sicherheitsfunktion, S. 96.

Es gibt nicht bloß ein Gleichgewicht der Kräfte, ſondern auch ein Gleichgewicht der Bewegungen. So kann ein Punktſyſtem eine Anzahl von Winkelgeſchwindigkeiten beſitzen, welche zuſammen äquivalent der Ruhe ſind. Ebenſo können ſich Syſteme von Winkelbeſchleunigungen gegenſeitig tilgen. *(† Schell) Finſterwalder.*

Statik, chemiſche, Lehre vom chemiſchen Gleichgewicht.

Wenn eine chemiſche Reaktion vollendet, d. h. wenn der Endzuſtand erreicht iſt, tritt chemiſches Gleichgewicht ein. Es iſt dies aber keineswegs ein Zuſtand von völliger Ruhe, denn es vollziehen ſich im chemiſchen Gleichgewichtszuſtand immer noch chemiſche Reaktionen, allerdings nur umkehrbare. Letztere erzeugen von jedem einzelnen Stoff ebenſoviel als ſie zerſtören. Als einfaches Beiſpiel einer umkehrbaren Reaktion nennen wir die Umſetzung zwiſchen Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas, bei welcher neben der Zerſetzung des Waſſerſtoff molekülS und des Sauerſtoffmoleküls (Vereinigung beider zu Waſſer), welche durch die Gleichung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O$ veranſchaulicht wird, eine Zerſetzung des durch Vereinigung der Waſſerſtoff- und Sauerſtoffatome gebildeten Waſſers ſtattfindet, wobei ſich die freiwerdenden Atome wieder zu Waſſerſtoffmolekülen und Sauerſtoffmolekülen vereinigen: $2\,H_2O = 2\,H_2 + O_2$. Ein weiteres Beiſpiel iſt die Bildung von Jodwaſſerſtoff ($2\,HJ$) aus je einem Waſſerſtoff- und einem Jodmolekül: $H_2 + J_2 = 2\,HJ$ und $2\,HJ = H_2 + J_2$.

Solche Reaktionen alſo, die zu demſelben Endzuſtand führen, einerlei ob man von dem einen Syſtem von Stoffen (in den Beiſpielen $2\,H_2 + O_2$ und $H_2 + J_2$) ausgeht oder von dem andern ($2\,H_2O$ und $2\,HJ$), heißen umkehrbare Reaktionen, und wenn der Endzuſtand erreicht iſt, ſagt man: die Syſteme ſtehen miteinander im Gleichgewicht. Bei einem flüſſigen Gemiſch, aus welchem keine Abſcheidung eines feſten oder gasförmigen Körpers erfolgt und welches während der vor ſich gehenden chemiſchen Reaktion weder Gaſe abſorbiert noch einen im Ueberſchuß zugeſetzten feſten Körper auflöſt, leitet ſich nach Guldberg und Waage folgendes Maſſenwirkungsgeſetz ab: Tritt durch Miſchen zweier oder mehrerer Stoffe eine chemiſche Reaktion ein, ſo ſteht nach Erreichung des chemiſchen Gleichgewichtes das Produkt der erzeugten Stoffmengen zu dem der unveränderten Stoffmengen in einem feſten Verhältnis. Näheres ſ. in Oſtwald, Grundriß der allgemeinen Chemie, Leipzig 1899. Vgl. a. Erdmann, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1906; Hollemann, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, Leipzig 1903 und andre Lehrbücher der Chemie. *Bujard.*

Statik, graphiſche, ſ. Graphiſche Statik.

Stationen. 1. Die Eiſenbahnbetriebsſtellen, auf denen die Züge des öffentlichen Verkehrs regelmäßig anhalten. Stationen mit mindeſtens einer Weiche für den öffentlichen Verkehr werden betriebstechniſch als Bahnhöfe, ohne eine ſolche Weiche als Haltepunkte bezeichnet. 2. Durch die Längeneinmeſſung bezeichnete Punkte einer Linie, z. B. der Längsachſe einer Bahn. 3. Kleine Kapellen oder Bildſtöcke mit bildlichen oder figürlichen Darſtellungen aus der Leidensgeſchichte Chriſti kurz vor einem Wallfahrtsort, an denen die Wallfahrer Gebete verrichten. *H. Kübler.*

Stationsausgleichung, ſ. Methode der kleinſten Quadrate.

Stationsgebäude, ſ. Empfangsgebäude.

Stationsgleis, ſ. Verſchiebebahnhöfe.

Stationstelegraphen, ſ. Bahntelegraphen.

Stationswagen, ſ. Eiſenbahnbetrieb X.

Statiſch beſtimmte und **ſtatiſch unbeſtimmte Fachwerke,** ſ. Fachwerk (Fachwerkträger), Bd. 3, S. 535, 548, 551.

Statiſch beſtimmte und **ſtatiſch unbeſtimmte Träger, Trägerarten** und **-ſyſteme,** ſ. Träger.

Statiſche Berechnung von Baukonſtruktionen, ſ. Dimenſionenberechnung, Bd. 2, S. 772, und Grenzwerte, Bd. 4, S. 626.

Statiſche Momente, ſ. Angriffsmoment, Balken und Bogen (auch einfache und durchlaufende), Biegung, Kraftmoment, Mittelpunkt von Zug und Druck, Momentenſchema, Schnittkräfte u. ſ. w.

Stative (für geodätiſche Inſtrumente) ſind Dreibeine von etwa 1,25 m Höhe mit einem Kopfe zur Befeſtigung des Inſtruments. Die Konſtruktion iſt abhängig von Größe, Gewicht und Bauart des zu tragenden Inſtruments.

Für Höhenmeſſer, Winkelköpfe und ähnliche Inſtrumente dient häufig nur ein einfacher Stab als Stütze. — Für kleine und leichte Inſtrumente, wie Taſchennivelliere und Buſſolen, kommt vielfach das Zapfenſtativ zur Anwendung, bei dem das Inſtrument auf einem Zapfen oder einer Schraube befeſtigt wird und die drei Beine auf den Seitenflächen eines dreiſeitigen Prismas ſich bewegen. Werden ſolche kleinen Stative zum bequemen Zuſammenlegen wie ein Stock hergerichtet, ſo nennt man ſie Stockſtative.

Für Theodolite, Tachymeter, Meßtiſche und Nivellierinſtrumente werden in der Regel Stative verwendet, welche nach der Form ihres wagerecht zu ſtellenden Oberteiles als Scheiben- oder Tellerſtative bezeichnet werden. Die Konſtruktion ſowie die Befeſtigung des Inſtruments auf dem Kopfteil ſind ſehr verſchieden und abhängig vom Inſtrument. Für die Winkelmeſſer iſt ein entſprechender Spielraum zum Zentrieren der Inſtrumentachſe über dem Meſſungspunkte erforderlich. Am gebräuchlichſten iſt die Befeſtigung durch eine Schraubenſtange. Sie wird auf einen zentralen Achszapfen des Inſtruments aufgeſchraubt und zieht es durch eine ſtarke Spiralfeder auf dem Stativkopf feſt, z. B. Bd. 6, S. 643, Fig. 5. Die Schraubenſtange bildet die Verlängerung der Inſtrumentachſe und trägt eine Vorrichtung zum Einhängen des Schnurlotes. An den Stativen für ältere Inſtrumente findet man ſtatt der Schraubenſtange wohl den Stengelhaken, der in eine Oeſe am unteren Teil des Inſtruments eingreift. — Der Stativkopf iſt entweder aus Holz oder aus Metall hergeſtellt. Die Beine ſind ſtets aus Holz gefertigt und mit ſtarken Fußſpitzen (Schuhen) und Anſätzen (Auftritten) zum Feſttreten verſehen; zuweilen ſind ſie zur Erleichterung des Aufſtellens auf ungünſtigem Boden verſtellbar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eingerichtet. Von wesentlicher Bedeutung ist die Anordnung und Lagerung der Drehachse des Beines im Stativkopf. Diese Achse soll möglichst lang und stabil sein sowie gleichmäßigen Gang haben. Die günstigste, eine große Standfestigkeit gewährende Normalform ist von Vogler entwickelt in [1]. Ein danach konstruiertes einfaches und billiges Stativ s. [2] (s. Tachymetrie, Fig. 3). Neuerdings werden Stative dieser und ähnlicher Konstruktion bevorzugt, während früher das Münchner (Reichenbachsche) Stativ, bei welchem die Beine mit zylindrischen Gelenken im Stativkopf gelagert sind, sehr verbreitet war (vgl. Bd. 6, S. 645, Fig. 12). — Einige andre Formen veranschaulichen in Bd. 6, S. 643—645, die Fig. 5, 9, 13, in Bd. 6, S. 393, Fig. 2. Wegen der verschiedenen andern Formen und Befestigungsarten der Instrumente muß auf die Verzeichnisse der bei Geodätische Instrumente, Bd. 4, S. 382, genannten mechanischen Institute verwiesen werden. Die Anforderungen sind: Standfestigkeit, die man bei aufgestelltem Instrument prüft, Möglichkeit der schnellen und sicheren Befestigung des Instrumentes, bequeme Aufstellung und Zentrierung, geringes Gewicht. Ueber besondere Zentriervorrichtungen s. [2].

Für einzelne Zwecke kommen besondere Anordnungen in Betracht. Es ist zu erwähnen das Stativ mit starrem Lot von Meißner, das eine rasche und sichere Zentrierung, namentlich in Polygonzügen, gestattet [4]. Für schnelle Horizontierung bei Nivellierinstrumenten eignen sich die nach amerikanischem und französischem Muster mit Kugeleinstellung versehenen Horizontierköpfe [5]. Eine Uebersicht über verschiedene Nivellierstative gibt [6]. — Besondere Einrichtungen erfordert die Aufstellung der Meßinstrumente in Gruben und unterirdischen Kanälen. Hierzu dienen neben Stativen mit verstellbaren Beinen auch vertikal oder horizontal gegen die Wände gestemmte Spreizen, welche die Standplatten für die Instrumente tragen, oder Tragarme, welche in Balken eingeschraubt werden; vgl. a. Grubeninstrumente, Bd. 4, S. 642. — Für sehr große Instrumente werden besondere Böcke verwendet oder wie bei der Haupttriangulierung auch Pfeiler aus Stein oder Holz; vgl. Triangulierung. — Ueber Stative zur photographischen Kamera s. Bd. 5, S. 309.

Literatur: [1] Zeitschr. f. Vermessungswesen 1886, S. 104. — [2] Ebend. 1887, S. 468. — [3] Ebend. 1900, S. 100. — [4] Ebend. 1888, S. 115 und 252. — [5] Ebend. 1892, S. 262, sowie Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, 7. Aufl., fortgesetzt von Reinhertz, bearbeitet von Eggert, S. 489, Stuttgart 1908. — [6] Verhandlungen der internat. Erdmessung zu Genf 1893, Beil. A, II.

(† Reinhertz) Hillmer.

Statue, s. v. w. Bildsäule; **Statuenguß,** s. Kunstguß.

Stauanlagen (Stauwerke, Wehre, Wuhre, Sperren), quer über ein fließendes Gewässer ausgeführte Einbauten, dienen zur Wasseransammlung (für Wasserversorgung, Bewässerung, zur Speisung von Schiffahrtskanälen) oder zur Gewinnung einer Fallhöhe vom gehobenen, gestauten Wasserspiegel oberhalb des Stauwerkes, das ist vom Oberwasser, zum ursprünglichen, tieferen Wasserspiegel unterhalb des Einbaues, das ist zum Unterwasser (der sogenannten Staustufe), behufs Ausnutzung der Wasserkraft.

I. Allgemeines, Vorarbeiten.

In dem Becken oberhalb der Stauanlage (der sogenannten Wehrwage) findet infolge Verminderung der Wassergeschwindigkeit eine Ablagerung von Sinkstoffen und hiermit eine Flußbetterhöhung statt. Ist das gestaute Wasser zu nahe der Oberfläche eines anliegenden flachen Tales, so tritt hier eine der Landwirtschaft oder den Anwohnern nachteilige Versumpfung des Bodens ein; vielfach kommen dann auch schädliche Ueberschwemmungen durch austretende Hochwässer vor. Unmittelbar unterhalb des Wehres arbeitet das abstürzende Wasser auf Ausschwemmung und Vertiefung der Sohle, das ist Auskolkung, hin. Um diesen Uebelständen entgegenzutreten, muß man dafür sorgen:

1. Daß bei den am häufigsten vorkommenden Mittelwasserständen in mehr oder weniger durchlässigem Gelände der gestaute Spiegel mindestens noch ca. 40—50 cm tiefer liege als dieses Gelände. Ist es nicht möglich, dieses Ziel neben dem eigentlichen Zwecke des Wehres zu erreichen, so muß durch Dämme und Anlage von Parallelgräben (s. Entwässerung, Bd. 3, S. 466) die Vernässung der am Oberlaufe gelegenen Grundstücke verhütet werden.

2. Daß durch Eindämmungen das Uebertreten schädlicher Hochwasser verhindert werde. Handelt es sich nur um die Abhaltung der Sommerhochwasser, so genügt es — bei festen Wehren ohne Grundablaß —, wenn die Dammkrone des Oberwassers in jene Höhe gelegt wird, die sich beim Ueberfall der entsprechenden Hochwassermengen über das Wehr durch Rechnung ergibt. Im andern Falle müssen die Dammkronen um 40—50 cm über den höchsten berechneten Flußspiegel gelegt werden. Kann im Falle von Hochwasser die Stauanlage aus dem Wasser gezogen oder niedergelegt werden, so sind — wenigstens bei regulierten Flüssen — besondere Maßnahmen entbehrlich.

3. Daß die Sohle des Unterlaufes unterhalb der Stauwand des Wehres durch eine solide und genügend lange Sohlenbefestigung (Sturzpritsche, Abfallpritsche u. s. w.) und durch richtige Weiterführung der Flut gegen Vertiefungen (Auskolkungen) verwahrt werde; auch die Ufer und die Sohle des Unterlaufes müssen — besonders innerhalb der Länge von ca. 30 m unterhalb des Wehres — durch Befestigung der Böschungsfüße, Sohlenpflaster u. s. w. gegen Abbruch geschützt werden.

Die Stauanlagen und Ableitungskanäle zum Werkbetriebe werden in der Regel für den verfügbar gemachten Anteil der am häufigsten vorkommenden Mittelwasser eingerichtet; niedrigere Wasserstände werden natürlich auch ausgenutzt, ebenso ein Teil der Hochwässer. Verfügbar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

iſt der Ueberſchuß, der nach Abzug des für Zwecke der Schiffahrt, der Flößerei, der Fiſchpäſſe u. ſ. w. erforderlichen Waſſers im Fluſſe verbleibt; dieſer Ueberſchuß muß für alle vorkommenden Schwankungen im Waſſerſtande möglichſt genau feſtgeſetzt werden, wobei auch Rückſichten auf behördliche Vorſchriften, beſtehende Berechtigungen u. ſ. w. zu nehmen ſind. Eingehende Studien in dieſer Hinſicht ermöglichen dann die Feſtſtellung von Oberwaſſerſpiegel, Unterwaſſerſpiegel und Waſſermenge, bei allen denkbaren Veränderungen im Flußwaſſerſtande und bei den zuläſſigen Eingriffen von andern Waſſerberechtigten. Weitere Studien müſſen ſich auf die Beſchaffenheit des verfügbaren Betriebswaſſers erſtrecken. Es muß in Erfahrung gebracht werden, ob und in welchen Zeiten bezw. wie lange das Waſſer zugefriert, Grundeis führt u. ſ. w.; ferner, ob dasſelbe bei Hochwaſſer oder auch in andern Zeiten getrübt iſt und welcher Art dieſe Trübungen ſind (Sand und Kies, Schlamm u. ſ. w.); ob auch zeitweiſe und wie lange Blattfall, Gras, Holz und ähnliches Treibzeug in das Waſſer gelangen.

Im allgemeinen können in Kulturſtaaten zutreffende Aufſchlüſſe ebengenannter Art meiſtens von der ſtaatlichen Waſſerbaubehörde erlangt werden. Wo dies nicht der Fall iſt, bleibt nur eine direkte Meſſung der gewöhnlichen Niederwaſſer und Mittelwaſſer übrig, was manchmal mit großen Schwierigkeiten und Koſten verknüpft iſt. Berechnungen aus dem Einzugsgebiet für die entſprechende Flußſtelle ſind von recht zweifelhaftem Werte. Für Hochwaſſer ſind ſolche in Bd. 5, S. 85 ff. gegeben; für die kleinen Sommerhochwaſſer kann man im deutſchen Klima im mitteldurchläſſigen bis durchläſſigen Gelände pro Quadratkilometer annehmen, unter F das Einzugsgebiet in Quadratkilometern verſtanden:

Geländekategorie	Waſſermenge in Sekundenlitern		
	$F > 1{,}5 < 20$	$F > 20 < 200$	$F > 200$
In ganz ebenem Gelände	100—60	60—30	30—25
Im Hügellande	200—100	100—60	60—30
Im Mittelgebirge	300—200	200—100	100—60

Für das Hochgebirge, insbeſondere für alpine Gebiete, laſſen ſich überhaupt keine brauchbaren Zahlen angeben. Die Mittelwaſſermengen ſchwanken im deutſchen Klima in der Regel im Hügellande und Mittelgebirge zwiſchen 10 und 20 Sekundenliter vom November bis zum April, zwiſchen 6 und 10 Sekundenliter vom April bis zum November pro Quadratkilometer Einzugsgebiet. Niederwaſſermengen ſind aus dem Einzugsgebiet unberechenbar.

Im übrigen dienen für die Berechnungen der Geſchwindigkeiten Flußquerſchnitte u. ſ. w. die in den Art. Hydraulik und Querprofile der Flüſſe und Kanäle gegebenen Formeln; für die durch Ueberfälle und Wehröffnungen abfließenden Waſſermengen ſ. Grundablaß, Grundwehr und Ueberfallwehr. Vgl. a. Rohrleitung.

II. Der Aufſtau im Oberwaſſer.

In Fig. 1 bezeichnet Z die **Stauhöhe** am Wehre (Höhenunterſchied zwiſchen Ober- und Unterwaſſer) und S die (hydrauliſche) **Stauweite,** das iſt jene Entfernung wehraufwärts, bis zu welcher eine Erhöhung des urſprünglichen Waſſerſpiegels bemerkbar iſt. Die horizontale Diſtanz S' wird hydroſtatiſche Stauweite genannt und die geſtaute Waſſerſpiegellinie ABC **Staukurve.** Dieſe kann man angenähert als eine Parabel betrachten, welche in A den Scheitel mit lotrechter Achſe beſitzt, ſo daß CD als eine Tangente in C erſcheint. Nach den Geſetzen der Parabel iſt dann $AE = AD = Z$. Iſt J das relative Gefälle des urſprünglichen Waſſerſpiegels, ſo folgt aus der Figur:

$$S = 2S' = 2 \cdot Z : J.$$

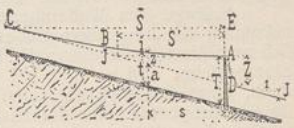


Fig. 1.

Einen andern Wert von S ſowie die Gleichung der Staukurve überhaupt erhält man unter Zugrundelegung der ungleichförmigen, hier gegen das Wehr hin verzögerten Bewegung des Waſſers (ſ. Hydraulik, Gleichung 12, Bd. 5, S. 152); nur ſetzt man dort der nötigen Vereinfachung wegen näherungsweiſe $u^2 - u_0^2 = 0$. Nach Rühlmann [2] wird weiter ein verglichenes rechteckiges Querprofil mit der urſprünglichen mittleren Waſſertiefe a angenommen. Stellt nun i das relative Gefälle des Staufpiegels, t die geſtaute Waſſertiefe und z den Aufſtau allein in der Entfernung s vor, ſo findet man, daß

$$i : J = a^3 : t^3. \qquad 1.$$

Schließlich ergibt ſich:

$$sJ = a\left[f\left(\frac{Z}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right)\right]. \qquad 2.$$

In der eckigen Klammer erſcheinen ganz gleiche Funktionen f eines Verhältniſſes von Z oder z zu a, deren Werte in der umſtehenden gekürzten Tabelle gegeben ſind.

Tolkmitt [1] und [3] ſetzt für die analoge Entwicklung der Staukurvengleichung ein paraboliſches Querprofil voraus, welches in der Mitte des Gerinnes eine urſprüngliche Waſſertiefe a und eine geſtaute Waſſertiefe t in der zugehörigen Diſtanz s beſitzt; die größte geſtaute Tiefe am Wehre heiße T. Es ergibt ſich hier:

$$i : J = a^4 : t^4, \qquad 3.$$

und dann die Gleichung

$$sJ = a\left[\varphi\left(\frac{T}{a}\right) - \varphi\left(\frac{t}{a}\right)\right]. \qquad 4.$$

Die Funktionswerte φ ſind gleichfalls in der Tabelle S. 258 enthalten; dabei iſt $t = a + z$ und $t : a = 1 + z : a$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\frac{Z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{t}{a}$	$\varphi\left(\frac{t}{a}\right)$	$\frac{Z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{t}{a}$	$\varphi\left(\frac{t}{a}\right)$
0,01	0,0067	1,01	0,074	0,8	2,0495	1,8	1,740
0,02	0,2444	1,02	0,254	1,0	2,2839	2,0	1,957
0,04	0,4889	1,04	0,440	1,5	2,8337	2,5	2,478
0,07	0,6958	1,07	0,599	2,0	3,3594	3,0	2,988
0,10	0,8353	1,10	0,708	2,5	3,8745	3,5	3,492
0,15	1,0051	1,15	0,842	3,0	4,3843	4,0	3,995
0,2	1,1361	1,2	0,948	4,0	5,3958	5,0	4,997
0,3	1,3428	1,3	1,119	5,0	6,4120	6,0	5,998
0,4	1,5119	1,4	1,262			8,0	7,999
0,5	1,6611	1,5	1,392			10,0	10,000
0,6	1,7980	1,6	1,513				

Mit Hilfe dieſer Stautabelle, beſonders wenn die diesfällige Kurve, in entſprechendem Maßſtabe auf Millimeterpapier aufgetragen, die Interpolation beſorgt, laſſen ſich alle diesbezüglichen Aufgaben leicht löſen. Den Rückſtau ſieht man zweckmäßig dort als beendet an, wo $z : a = 0{,}01$ oder $t : a = 1{,}01$ iſt; hierzu geht in den Gleichungen 2. und 4. s in die Stauweite S über. — In der Praxis genügt indeſſen für die meiſten Fälle die einfache, aus Fig. 1 erſichtliche Konſtruktion der Staukurve. Selbſtverſtändlich geht die Staukurve dort, wo bei den am häufigſten vorkommenden Mittelwaſſern ſtändig ein Waſſerüberfall über das Wehr ſtattzufinden hat, von dem Ueberfallſpiegel ▽ aus, wie in Fig. 1a angedeutet; der Rückſtau wird dann größer.



Fig. 1a.

Um anderweitigen Intereſſen gerecht zu werden, iſt behördlich der höchſte zuläſſige Aufſtau und zuweilen auch der mindeſtens aufrecht zu erhaltende Stau, das iſt der Höchſtſtau bezw. der Mindeſtſtau, vorgeſchrieben. Zur Kennzeichnung der ſo beſtimmten Staufpiegel dient die Eichmarke (ſ. d.) oder das Staumaß, auch der Eichpfahl oder Merkpfahl. Die Höhe der letzteren wird noch durch das Haimzeichen (ſ. d.) oder den Haimpflock (Haimſtock) ſichergeſtellt.

III. Einteilung und allgemeine Anordnung der Stauanlagen.

Nach der **Höhenlage der Oberkante** oder Krone des Einbaues zum Staufpiegel unterſcheidet man Staudämme (Staumauern), deren Krone im allgemeinen nicht, und Wehre, deren Krone mehr oder weniger vom Waſſer überſtrömt wird. Dieſe letzteren zerfallen noch in Ueberfallwehre oder vollkommene Wehre, wenn die Krone höher liegt als der Unterwaſſerſpiegel; Grundwehre oder unvollkommene Wehre, deren Krone unter dem Unterwaſſerſpiegel ſich befindet; Grundſchwellen oder Staufchwellen, wenn der Einbau ſich nur wenig über die Flußſohle erhebt, ſo daß deſſen Krone ſtets unter dem Niederwaſſerſpiegel verbleibt. Vollkommene Wehre werden vielfach durch Hochwaſſerſtände zu unvollkommenen umgewandelt.

Nach der **Richtung des Wehres zum Stromſtriche** teilt man ſie in gerade, ſchiefe, gekrümmte und gebrochene Wehre ein.

Solange dem Waſſerüberfall über ein Wehr der Charakter des vollkommenen Ueberfalls zukommt, hat die größere Ueberfallbreite auch eine geringere Ueberfallhöhe zur Folge, woraus ſich zwei Vorteile ergeben: die überſtrömende Waſſermaſſe wirkt mit geringerer Energie auf die Sturzpritſche, und es ſind bei verſchiedenen Waſſerſtänden die Schwankungen des Spiegels dann, wenn der Ableitungskanal nicht mehr die ganze Flußwaſſermenge aufnehmen kann oder ſie überhaupt nie ganz aufnehmen darf, geringer. Aus dem letzteren Grunde finden lange, ſchräg oder gekrümmt in den Fluß eingeſetzte Wehre dann, wenn die von oben kommende Waſſerwelle ſtoßweiſe auftritt und dadurch in einem vom Wehr aus bedienten Ableitungskanale zeitweiſe Ueberflutung erzeugen könnte, vorteilhafte Verwendung. Der Vorteil kann übrigens auch durch ſogenannte Streichwehre (ſ. unten) erreicht werden. Anderſeits verurſachen alle ſchiefen, polygonalen oder gekrümmten Wehre größeren Bauaufwand als ſolche, welche den Flußlauf ſenkrecht gegen die Stromachſe überqueren. Sobald unvollkommener Ueberfall (bei Hochwaſſer) ſtattfindet, gehen die oben beſprochenen Vorteile ſchiefer oder gekrümmter Wehre verloren; bei Hochwaſſer verläuft die Welle kaum anders, als wenn ein ſenkrecht zur Flußrichtung ſtehendes Wehr vorhanden wäre. Die normale Anordnung iſt die letztere (Fig. 2), wobei der Ableitungskanal am beſten ſenkrecht zur Flußrichtung abzweigt; ſie iſt bei beweglichen Wehren faſt ausnahmslos in Anwendung.

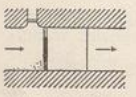


Fig. 2.

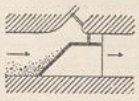


Fig. 3.

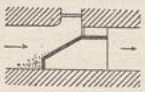


Fig. 4.

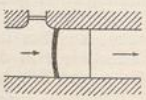


Fig. 5.



Fig. 6.

Die ſchiefen Wehre lenken die Strömung beſſer zum ſpitzen Uferwinkel (Fig. 3) hin, um allda einen abzweigenden Kanal zu ſpeiſen; der Angriff auf das gegenüberliegende Ufer erfordert aber eine gründliche Befeſtigung an dieſer Stelle. Die Hochwaſſer verlegen bei ſtarker Geſchiebeführung das rechte Ufer, und zwar manchmal ſo, daß eine beſondere Strömung ſich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausbilden kann, welche dem Ableitungskanal Waffer entzieht, das dann unbenutzt am Wehre überfällt. Man ift alfo dann und wann gezwungen, befondere Arbeiten vorzunehmen, um alles Waffer nach dem Ableitungskanal herüberzuziehen.

Die polygonal angelegten Wehre verurfachen keine befonderen Angriffe gegen die Ufer, wenn fie nach Fig. 4 angeordnet find. Dagegen bilden fich auch bei diefen leicht Verkiefungen im Flußbett, befonders an der Stelle oberhalb des Wehres, an welcher die Waffertrömung die Richtung ändert, wobei fich eine Welle mit rückenförmigem Scheitel bildet, und unterhalb, wo beim Ueberftrömen des Waffers eine Lücke entfteht.

Die im flachen Kreisbogen angeordneten Wehre (Fig. 5) find dann, wenn die Krümmung gegen das Unterwaffer hohl ift, vorteilhaft, weil fie eine gleichmäßige Wirkung des überftürzenden Waffers auf die Flußfohle begünftigen, die Uferangriffe verhindern und dabei eine Verlängerung der Wehrkrone ermöglichen. Sie werden jedoch nur dann verwendet, wenn die Ufer aus Felswänden beftehen, alfo die Widerlager des Bogens nicht zu teuer werden.

Außer diefen Anordnungen gibt es noch fogenannte Streichwehre (Fig. 6), bei welchen der Ueberfall feitlich einer Kanalwand in das Unterwaffer geht und die im wefentlichen die Beftimmung haben, die Spiegellage im Ableitungskanale innerhalb kleiner Schwankungen zu halten oder einen Kiesfang (f. d.) zu bedienen. Sie verhindern bei plötzlichem Anfchwellen des Waffers eine unwillkommene Anfchwellung im Ableitungskanale und find an einem Vorbecken angebracht, aus welchem Kiesablagerungen fich dann leicht entfernen laffen.

Nach der **Bauart** gibt es: Staudämme aus Erde, aus Mauerwerk; feltener auch aus Stein und Holz, dann aus Eifen und Eifenbeton. Sie find je nach ihrer Verwendung Abfchlußwerke für Mühlweiher, Teiche oder Talfperren, Klaufen (Triftklaufen); feite Wehre, die man je nach dem Baumaterial noch einteilt in hölzerne, halbmaffive (zum Teil aus Holz und Stein) und maffive (ganz aus Stein oder Beton); bewegliche Wehre, die fich im Bedarfsfalle zum Teil oder ganz befeitigen laffen, fo daß hierdurch der Stau vermindert oder aufgehoben wird, um namentlich dem Hochwaffer einen unfchädlichen freien Ablauf zu gewähren. Die verfchiedenen Arten der beweglichen Wehre find: Schleufenwehre (f. d.), Dammbalkenwehre, Walzenwehre, Nadelwehre, Klappenwehre, Trommelwehre, Torwehre. Hinfichtlich des Oeffnens und Schließens müffen die beweglichen Wehre entweder von Hand bedient werden, oder fie find einfach felbfttätig (automatifch), wenn fie fich bei Ueberfchreiten eines gewiffen Waffer-ftandes von felbft öffnen, oder doppelt felbfttätig, wenn fie fich dann bei Herabfinken des Waffer-fpiegels unter ein gewiffes Maß auch von felbft fchließen. Kombinierte Wehre find zum Teil feft, zum Teil beweglich; dabei erfcheint vielfach das feite Wehr als ein über die ganze Flußbreite ausgeführter Unterbau für den beweglichen Wehrauffatz; vielfach ift hingegen kein oder nur ein kurzer derartiger Auffatz vorhanden, dafür aber neben dem feften Wehrteile noch ein nahezu oder ganz auf die Flußfohle reichendes bewegliches Wehr (Grundfchleufe) ausgeführt (f. Grundablaß).

Abgefehen von den Staudämmen (f. unter IV) ift die **Stellung des Wehres im Fluffe** in der Regel entweder fo, daß längere Obergräben und Untergräben angeordnet (f. Werkkanäle) oder daß Gefällsftufen im Fluffe felbft gebildet werden.

Im erften Falle befteht der Vorteil, daß man mit einem Wehre von relativ geringer Höhe auskommt, das Geländevernäffung, Hochwaffergefahren und alle fonftigen Uebelftände, die eine große Stauhöhe im Gefolge hat, vermeiden läßt. Dagegen entftehen infolge der meift fehr langen Obergräben und Untergräben fowohl aus dem Geländeerwerb als auch aus der Grabenherftellung felbft vielfach recht große Koften. Bei gefchiebeführenden Flüffen follte — wenn irgend möglich — die Anordnung ftets fo erfolgen, daß der Untergraben an der hohlen Seite des Flußlaufes (Fig. 7) ausmündet, weil nur auf diefe Weife die höchft läftigen und gefällraubenden Verkiefungen am Auslauf vermieden werden können.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

Wird der Stau im Fluffe konzentriert, fo ergeben fich zwar größere Baukoften für das Wehr felbft und wegen der größeren Abfturzhöhe auch größere Gefahren bei ftarken Mittelwäffern und Hochwäffern; die Löfung wird aber in vielen Fällen — ganz befonders bei teurem Gelände — die wirtfchaftlich vorteilhaftere fein und hat den weiteren Vorzug, daß fich vor dem Wehre in der fogenannten Wehrwage eine Art Stauweiher bilden läßt, der für den Betrieb eines Kraftwerkes infolge von Waffer-klärung und als Vorratsbecken wertvoll ift. Auch hier follte bei gefchiebeführenden Flüffen — wenn irgend möglich — die Wehrftelle entfprechend Fig. 8 gewählt werden. Jedenfalls ift zu vermeiden, daß die Schutzmauer für den Untergraben (Fig. 9) fchräg gegen den Flußlauf gerichtet wird, da fie dann — abgefehen von der am Grabenauslauf entftehenden Verkiefung — als Abweisbuhne wirkt und Angriffe auf das bei *m* gelegene Ufer veranlaßt.

Mehr läßt fich allgemein nicht fagen. Man hat fich in der Praxis ftets mit befonderen Verhältniffen abzufinden, die dort am fchwierigften liegen, wo ein Kondominat hinfichtlich der Waffer-ausnutzung befteht. Eine größere Anzahl von Beifpielen aller Art bringt [4].

IV. Staudämme (Talfperren).

Durch den zweckmäßig an der engften Stelle erfolgenden Abfchluß eines Tales, alfo durch Aufhaltung des aus dem für diefe Stelle berechneten Einzugsgebiete abfließenden Waffers in einem Becken (Staubecken, Sammelteich), das eine möglichft vollkommene Ausgleichung zwifchen Zufluß und Abfluß zuftande bringt, findet unter allen Umftänden die befte Ausnutzung

des verfügbaren Waſſers ſtatt (ſ. Sammelteiche). In der Regel werden die Zugänge zum Becken aus den Niederſchlägen nach (möglichſt umfaſſend und ſorgfältig anzuſtellenden) Beobachtungen [5] berechnet, welche die für die einzelnen Monate des Jahres verfügbaren Anteile des ganzen Jahreszufluſſes in Prozenten angeben. Nachſtehende, einer verhältnismäßig ungünſtigen Verteilung dieſer Zugänge (der Sicherheit wegen iſt ſtets dieſe zu berückſichtigen) und dem Verbrauche (Abgang) bei einer ſtädtiſchen Waſſerverſorgung entſprechende Tabelle gibt ein Beiſpiel.

Größe des Einzugsgebietes = 20 Quadratkilometer; Niederſchlagshöhe im Jahrgange = 0,9 m; Zugang im ganzen Jahre = 30 % dieſer Niederſchlagshöhe = $0{,}3 \cdot 0{,}9 \cdot 20\,000\,000$ = 5 400 000 cbm; Vorrat am Anfange der Betriebsperiode = 2 000 000 cbm; Faſſungsvermögen des Staubeckens = 4 000 000 cbm; Abgang (Waſſerverbrauch einſchließlich aller Waſſerverluſte, Kompenſation u. ſ. w.) = 6 000 000 cbm.

Monat	Jahrgang							
	Zugang = Q		Abgang = V		$Q - V$		Beckeninhalt am Ende des Monats	Ueberlauf
	%	cbm	%	cbm	+ cbm	− cbm	cbm	cbm
Januar	5,2	280 800	5,8	348 000	—	67 200	1 932 800	—
Februar	36,6	1 976 400	5,4	324 000	1 652 400	—	3 585 200	—
März	11,0	594 000	6,7	402 000	192 000	—	3 777 200	—
April	1,2	64 800	8,1	486 000	—	421 200	3 356 200	—
Mai	0,5	27 000	9,9	594 000	—	567 000	2 789 000	—
Juni	0,5	27 000	10,3	618 000	—	591 000	2 198 000	—
Juli	0,7	37 800	10,8	648 000	—	610 200	1 587 800	—
Auguſt	0,5	27 000	12,1	726 000	—	699 000	888 800	—
September	1,2	64 800	10,6	636 000	—	571 200	317 600	—
Oktober	11,6	626 400	7,9	474 000	152 400	—	470 000	—
November	18,4	993 600	6,7	402 000	591 600	—	1 061 600	—
Dezember	12,6	680 400	5,7	342 000	338 400	—	1 400 000	—
	100	5 400 000	100	6 000 000	2 926 800	3 526 800	—	—

Man erſieht leicht, daß, ſofern Anfang Januar das Becken voll geweſen wäre, ein bedeutender Ueberlauf hätte ſtattfinden müſſen; wäre es leer geweſen, ſo wäre die Entnahme von 6 000 000 cbm unmöglich geworden, ebenſo dann, wenn der Anfangsinhalt nur 1 000 000 cbm betragen hätte u. ſ. w. Wie man ſich andern Verhältniſſen — z. B. den Abgängen bei Werkkanälen, Wäſſerungsbetrieben u. ſ. w. — anzupaſſen hat, dürfte nach dem vorgeführten Beiſpiel leicht herauszufinden ſein; die in der Tabelle ermittelten Verhältniſſe graphiſch darzuſtellen iſt vielfach üblich, unſers Erachtens aber nicht klarer. — Im allgemeinen wechſeln die Jahreszugänge zu den Sammelbecken zwiſchen einem Drittel und zwei Dritteln der im Einzugsgebiet ermittelten Niederſchlagsmengen; es ſind uns indeſſen Fälle bekannt, in welchen ſie bis auf 20 % zurückgehen, und es wird anderſeits behauptet, daß ſie auf 75 % und weiter anwachſen. Das Klima, die Bodenbeſchaffenheit und die über dem Boden ſtehenden Kulturen ſowie die Ortslage haben hierauf großen Einfluß.

Die meiſten der ausgeführten Staudämme ſind aus Erdanſchüttungen und Mauerwerk hergeſtellt, die im folgenden ausführlicher behandelt werden (vgl. a. [4]—[28]). Gemauerte Talſperren [5] bis zu 50 m Waſſerhöhe ſind dort zweckmäßig, wo tragfähiger und wenig zerklüfteter felſiger Baugrund leicht zu erreichen iſt; im andern Falle, bei wenig durchläſſigem Erdboden, baut man Erddämme, bei welchen man ſich jedoch innerhalb der Grenzen von 10—15 m Waſſerhöhe zu halten hat, jedenfalls 20 m Waſſerhöhe als äußerſt zuläſſiges Maß feſthalten ſollte. Reine Eiſenkonſtruktionen ſind bis jetzt nur wenig zur Anwendung gekommen (Beiſpiel in [29]), obſchon ſich hier gute Abdichtung und Standſicherheit erreichen laſſen; ausgeführte Talſperren in Eiſenbetonkonſtruktion ſind uns keine bekannt, wohl aber verſchiedene diesbezügliche Projekte [33]. — Um die Krone der Sperren bei Sturm vor Ueberflutung zu ſchützen, legt man ſie [7] an gemauerten Dämmen um $0{,}1 \cdot T$, bei Erddämmen um $0{,}1 \cdot T + 1 \sim 2$ m über den höchſten Stauſpiegel, unter T die größte Waſſertiefe im Stauweiher in Metern verſtanden; doch geht man bei Mauern nicht über das Maß von 3,5 m, bei Erddämmen nicht über das von 4,0 m hinaus. Die Koſten für die Herſtellung von Staudämmen ſind meiſt ſehr groß. Die Herſtellung und Unterhaltung muß eine ſehr ſorgfältige ſein, da beim Bruch dieſer Bauten unſägliches Unglück entſtehen kann ([5], S. 87 ff.). — Dient das Waſſer zu Zwecken der Waſſerverſorgung [18], ſo iſt ganz beſonders auf ein einwandfreies Einzugsgebiet zu achten [6].

Herſtellung der Talſperren aus Erde. Vom Boden iſt das oberflächliche, durchläſſige Material abzuheben, und alle pflanzlichen Stoffe, die ſpäter infolge Verweſung Hohlräume übrig laſſen würden, ſind ſorgfältig von der Unterlage ſowie auch vom Dammaterial zu entfernen. Wo nicht die ganze Dammbaſis auf eine waſſerdichte gewachſene Bodenſchicht aufgeſetzt werden kann wegen zu tiefer Lage der letzteren, muß mindeſtens bis auf dieſe ein waſſerdichter ſtehender Kern *a* (Fig. 10) [8] herabgeführt werden. Analog iſt ein waſſerdichter Anſchluß an den Seiten des Dammes, wo dieſer in die Berghänge eingebunden iſt, zu bewirken. Die eine einzige Fläche bildende oder ſeltener ſtufenförmig gebrochene Dammbaſis ſoll talaufwärts etwas abfallend geneigt ſein, um ſo eine vermehrte Sicherheit gegen das Abgleiten zu erzielen, wenngleich ſonſt noch, wie nötig, durch das Auffurchen und Lockern des Grundes eine innige Verbindung zwiſchen aufgeſchüttetem und gewachſenem Material bewirkt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Querprofil einer Erdtalſperre iſt durch die Kronenbreite, welche 2—10 m beträgt, und die Böſchungen — waſſerſeits gewöhnlich 2- bis 3fach, talſeits $1^1/_2$- bis 2fach — beſtimmt. Bei dieſen Abmeſſungen iſt auch die Stabilität des Dammes vollkommen geſichert [2], S. 36. Das zur Dammbildung benutzte Erdreich ſoll möglichſt waſſerdicht und gleichartig ſein; das beſte iſt eine Miſchung von etwa 2 Teilen Sand mit 1 Teil Ton. Beim Staudamm von Mittersheim ſetzte man auf je 1 cbm Erde noch 12 l hydrauliſchen Kalk zu. Das Dammaterial muß in feuchtem Zuſtande in geringen, etwa 15 cm ſtarken, bachauf gegen die Horizontale etwas abfallenden Schichten aufgetragen und jedesmal gut komprimiert werden; dies geſchieht vorteil-

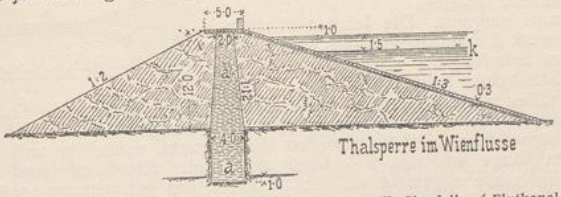


Fig. 10. *n* Grundablaß. *s* Schieberſchacht. *l* Hochwaſſerüberfall. *f* Flutkanal.

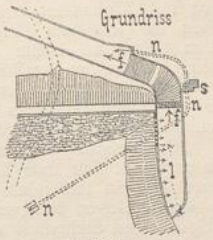


Fig. 10a.

haft mit ſchweren, ſtacheligen Walzen [9]—[11]. Vor dem Neuaufführen jeder Schicht ſoll die Oberfläche der unteren rauh und mit Waſſer beſpritzt ſein. — Die waſſerſeitige Böſchung wird zur Sicherung gegen Abſchwemmung durch ein Felſenpflaſter in hydrauliſchem Mörtel geſchützt; die talſeitige Böſchung durch Berafung. — Weil ſteilere Böſchungen durch den Wellenſchlag weniger leiden, ſo hat man bei mehreren franzöſiſchen Erddämmen deren Außenböſchung ſtufenförmig aus Beton und Pflaſterwerk hergeſtellt [9]. Um vollſtändige Waſſerundurchläſſigkeit des Dammes zu erreichen, wird nach engliſchem Syſtem in demſelben ein Tonkern (Puddle wall) *a* (Fig. 10) aus beſtem, maſchinell durchgearbeitetem Material hergeſtellt; derſelbe erhält je nach der Höhe 1,7—4 m obere Stärke, 1 : 12 bis 1 : 24 Anzug und wird von der undurchläſſigen Schicht aus der Tiefe in dem Grundſchlitze heraufgeführt. Nach franzöſiſchem Syſtem gibt man ſtatt des erwähnten Kernes eine beſonders waſſerdichte, ſtarke Schicht, welche gleichfalls auf dem undurchläſſigen Material oder Felſen in der Bodentiefe beginnt, als Dammbruſt an der waſſerſeitigen Böſchung (Fig. 11—13); hierdurch wird das Eindringen des Waſſers in

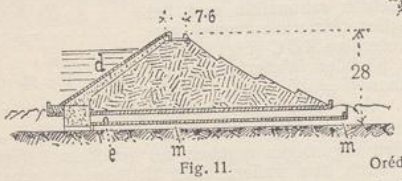


Fig. 11. Orédon-Talſperre.

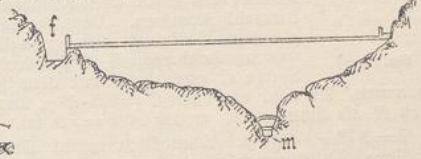


Fig. 12.

den Damm möglichſt hintangehalten. Nur iſt hier ein Tonkörper wegen eher zu befürchtender Austrocknung in der unmittelbaren Nähe der Außenfläche zu vermeiden; Beton, in mehreren Schichten übereinander ausgeführt, iſt für die waſſerdichte Dammbruſt zweckmäßiger. In Fig. 13 erſcheint auf dem Erddamme zuerſt eine Steinpflaſterung *a*, darauf nach außen hin der Reihe nach: eine dünne Betonlage, eine Steinſickerſchicht *b*, die ſtarke Betonlage *c*, abgedeckt durch eine Aſphaltſchicht, dann eine Steinpackung und das Außenpflaſter *d*; das Sickerwaſſer aus *b* wird ſchließlich durch den Entwäſſerungskanal *e* abgeleitet [12]; *m* iſt der Grundablaß und das Entnahmerohr, *f* das Flutgerinne. In neuerer Zeit hat man mehrfach den Kern entweder ganz oder nur im Grundſchlitze aus Beton hergeſtellt [13]. — Nach amerikaniſchem Syſtem wird der Erddamm im ganzen Profil aus gleichmäßigem, waſſerdichtem Material ausgeführt, am beſten aus Schotter und Lehm, beides in dünnen Schichten aufgetragen, gewäſſert und geſtampft oder mit Walzen komprimiert, wodurch man eine Art Lehmbeton erhält [14]. Vielfach wurden in Amerika aber auch Talſperren aus bloßer Steinſchüttung und -packung mit ſorgfältig geſchichtetem Trockenmauerwerk an den Böſchungsſeiten, dann aus Holzwerk mit Steineinfüllung, als Cribwerk, nach Art der Steinkäſten, ferner auch nach beiden Bauweiſen zuſammengeſetzt hergeſtellt [15]. In dieſen Fällen wurde die Waſſerundurchläſſigkeit durch einen auf der einfüßigen, waſſerſeitigen Böſchung ausgeführten ſtarken Bohlenbelag bewirkt; dieſen nagelte man auf in der Böſchungsfallinie gelegte und in das Maſſiv hinein verankerte Balken feſt. Die gut ausgetrockneten Bohlen ſind an den Kanten gehobelt worden und ſchließen nach dem Anquellen waſſerdicht zuſammen. — Hervorragend iſt die neuartig konſtruierte Talſperre, von 45 m größter Höhe, des Lower Otay-Refervoirs zu Otay in Kalifornien (Fig. 14). Inmitten des aus loſer Steinſchüttung mit $1^1/_2$füßigen Böſchungen gebildeten Dammes befindet ſich für die waſſerdichte Abſperrung ein „Stahlherz", das iſt eine Wand (Diaphragma) aus 6—9 mm ſtarken Stahlplatten. Dieſe ſind je ca. 2 m breit, 6 m lang

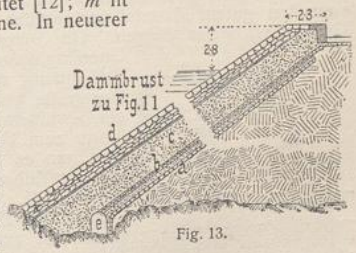


Fig. 13.

und wie für einen Dampfkeffel zuſammengenietet; die Blechränder wurden waſſerſeits noch etwas aufgebogen und kalfatert. Die Stahlwand *a* iſt auf das waſſerdichte Fundamentmauerwerk *b* geſetzt, welches vom feſten Untergrundfelſen, in der Tallinie 6,1 m hoch, heraufgeführt iſt. Alle Eiſenflächen ſind ſorgfältig mit Aſphaltteer angeſtrichen. In den Felſen der ſeitlichen Berghänge ſind etwa 1,2 m tiefe und breite Schlitze *c* ausgeſprengt, in welche die Stahlwand eingreift. Die letztere iſt ringsherum mit Zementmörtelmauerwerk *d* dicht angemauert und in der übrigen Fläche jederſeits zum Schutze mit einer 30 cm ſtarken Zementmörtelſchicht *e* (bez. Sandbeton) belegt [16].

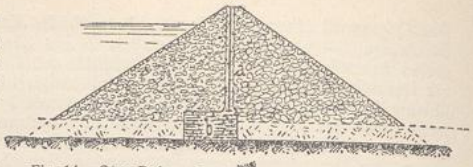
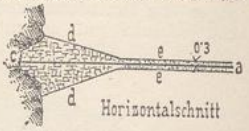


Fig. 14. Otay-Reſervoir in Kalifornien.



Gemauerte Talſperren ſollen nur auf geſunden Felsboden aufgeſetzt werden. Im Grundriſſe empfiehlt ſich ſtets die Bogenform mit nicht zu großem Krümmungsradius, ſo daß die Mauer wie ein ſtehendes Gewölbe dem meiſt horizontalen Waſſerdrucke widerſteht und ſich auf die ſeitlichen felſigen Berghänge wie auf Widerlager aufſtemmt. Hierdurch wird die Feſtigkeit und Sicherheit der Talſperre ungemein erhöht; ſämtliche der gebrochenen großen Staumauern waren im Grundriſſe geradlinig, ohne Bogenwirkung, hergeſtellt. — Die Mauerung muß mit wetterfeſten und feucht gehaltenen Steinen, ſatt in guten hydrauliſchen Mörtel gebettet, erfolgen. Die größeren Zwiſchenräume ſind ſorgfältig auszuſchiefern. — Das Querprofil einer gemauerten Talſperre wird in der Regel ſo berechnet, daß die ungünſtigſte Reſultierende aus ſämtlichen Kräften im Grenzfalle (bei vollkommener Waſſerfüllung) durch den talabwärts gelegenen Drittelpunkt der Baſis oder der gedachten Lagerfuge hindurchgehe, damit ſo auf der waſſerſeitigen Kante *A* bezw. Wand (Fig. 15 und 16) niemals Zugſpannung auftrete. Wirkt auf eine Mauer von rechteckigem Querſchnitt der Waſſerdruck auf der ganzen Höhe *h* (Fig. 15), ſo wird $W = 0{,}5 \cdot h^2 \gamma$, $G = b\,h\,\gamma_1$, wo γ und γ_1 die ſpezifiſchen Gewichte des Waſſers bezw. Mauerwerks bedeuten. Geht *R* durch den Drittelpunkt *N*, ſo folgt aus dem Kräftedreieck: $W : G = b : 2h$. Hieraus erhält man $b = h\sqrt{\gamma : \gamma_1}$. Das rechteckige Querprofil für ſich wird aber nur bei diesbezüglichen niedrigen Mauern ſowie für den Kronenaufſatz hoher Talſperren in Betracht kommen. Das theoretiſch rationellſte und bei gleicher Feſtigkeit den geringſten Materialaufwand verurſachende Querprofil iſt das dreieckige *ABC* (Fig. 16), die Spitze *C* gleichhoch mit dem höchſten Waſſerſpiegel angenommen. Es wird wie oben $W = 0{,}5 \cdot h^2 \gamma$, dann $G = 0{,}5 \cdot b\,h\,\gamma_1$, *R* gehe durch *N* als Stützpunkt, wobei $AN = \mu b$ ſei. Aus dem Kräftedreieck *OMN* erhält man: $W : G = b\,(3\mu - 1) : h$. Schließlich ergibt ſich hieraus: $b = \nu h$, wo $\nu = \sqrt{\gamma : \gamma_1\,(3\mu - 1)}$. Sämtliche *N* der verſchieden ideellen horizontalen Lagerfugen ergeben bei gefülltem Reſervoir die Gerade *CN* als Stützlinie. Analog iſt die durch den waſſerſeitigen Drittelpunkt gehende Gerade *CM* die Stützlinie bei leerem Reſervoir. Die größte Preſſung σ in *B* iſt, wenn $\mu < 2/3$, $\sigma = 2G\,(3\mu - 1) : b = h\,\gamma_1\,(3\mu - 1)$, und in *A* (fürs leere Reſervoir): $\sigma' = 2G : b = h\,\gamma_1$. Die Abweichung der Reſultanten *R* von der Lotrechten, und zwar der $\angle\,\varrho$, findet ſich aus der Fig. 16 zu: $\operatorname{tg}\varrho = \nu\,(3\mu - 1)$. — In der Regel wird die Dammkrone einer Staumauer zur Fahrbahn ausgebildet, ſo daß praktiſch das Mauerprofil etwa der Fig. 17 entſprechend auszuführen iſt. Die größte Preſſung kann bei gutem Material und ſolider Ausführung bis auf 12 kg pro Quadratzentimeter ſteigen. Die Berechnung ſolch zuſammengeſetzter Querſchnittsformen ſ. [17], [18], die graphiſche Beſtimmung derſelben ſ. unter Staumauern.



Fig. 15.

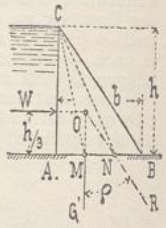


Fig. 16.

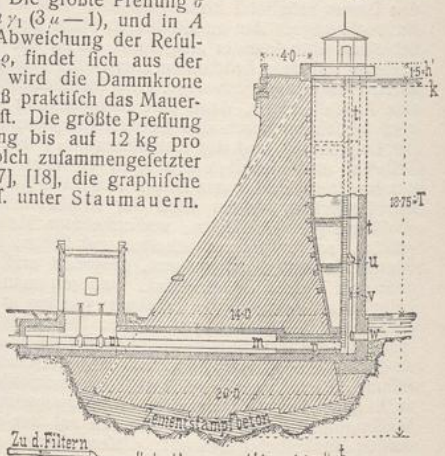
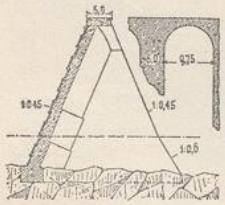


Fig. 17. Chemnitz-Talſperre.



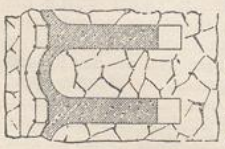


Fig. 18. Ogden-Talſperre.

Der große Vorteil, den die Gewölbeform bietet, führte zum Vorſchlage, dort, wo es bei übermäßiger Talbreite nicht möglich iſt, eine gewöhnliche Talſperrmauer mit genügender Krümmung auszuführen, ſtatt derſelben eine Reihe von ſtehenden Gewölben, ähnlich einem auf dem Boden umgelegten Viadukte, herzuſtellen; hierbei würden die Widerlager, entſprechend den Pfeilern, ſtrebenartig in den

Talgrund abwärts verlaufen [19] und [20]. Diese Auflösung in gegliederte Konstruktionen dürfte in Zukunft gegenüber dem plumpen Massivbau immer mehr Boden gewinnen. Fig. 18 stellt nach [21] die in Ogden errichtete Talsperre von 120 m Länge dar, die in ihrem mittleren Teil in 7 Oeffnungen von 9,75 m Lichtweite zwischen 5 m dicken Betonpfeilern von der Gestalt eines abgestumpften Dreiecks aufgelöst sind. Sie werden durch halbkreisförmige Betongewölbe verbunden, deren Stärke von unten nach oben abnimmt (unten 2,4 m, oben 1,8 m). Die Dichtung gegen die Wasserseite erfolgt durch einen 6,5 mm starken Stahlplattenbelag, der durch Bolzen mit dem Beton verankert wurde; merkwürdigerweise ist das Blech auf der Wasserseite nicht besonders abgedeckt. Leichte Zugänglichkeit und der Umstand, daß entstehende Defekte sofort bemerkt und repariert werden können, daß aber auch schwerere Beschädigungen niemals ein Umfallen der ganzen Sperre im Gefolge haben, sind besondere Vorzüge dieser und ähnlicher Anordnungen.

Als ein Zubehör zu den Staudämmen sind die Sicherheits- und Betriebseinrichtungen anzusehen. — Das Eindringen von Wasser in den Erd- und Mauerwerksdamm ist möglichst zu verhindern, da sonst der Frost zerstörend wirkt und auch ein unerwünschter Auftrieb zur Wirkung kommen kann. Dazu ist auf der Außenerdböschung eine wasserdichte Verkleidung und Pflasterung dienlich; bei der Staumauer (z. B. bei jener von Remscheid) hat sich auf der wasserseitigen, noch unregelmäßigen und mit Schmatzen versehenen Wandfläche ein dicker Anstrich mit Asphaltteer (Goudron) oder wie in Komotau nach [31] ein Asphaltguß gut bewährt, welcher noch durch eine angeschlossene dünne Mauerschicht oder durch Vorsatzsteine aus Beton vor Beschädigungen geschützt wurde. Für die Trockenhaltung des Talsperrenkörpers ist überdies wasserseitig eine vertikale Drainage dienlich, wie sie z. B. mit Erfolg in Komotau verwendet wurde [30]; teurer ist es, wie in [22] und [23] vorgeschlagen, an die ganze wasserseitige Stauwand eine Reihe von brunnenartigen, dicht gemauerten Schächten anschließen zu lassen, welche unten einen gemeinschaftlichen stollenartigen Sammel- sowie Ableitungskanal haben. Um das im ungünstigsten Falle bei bereits gefülltem Reservoir noch eintretende Hochwasser unschädlich abzuleiten, dienen die Hochwasserüberfälle (Flutausläße, Freiarchen). Am sichersten sind die keine Bedienung benötigenden freien Ueberfälle. Diese sind entweder an den Enden der Staudämme, wo letztere an die Gehirgslehnen eingebunden sind, möglichst im gewachsenen Felsen oder am Teichsaume, unmittelbar oberhalb der Talsperre (s. *l*, Fig. 10a Grundriß) angeordnet, und von ihnen führt ein kaskadenförmiges Flutgerinne *f* (s. a. Fig. 12) den alten Wasserlauf abwärts. Es wird empfohlen, für die größte Hochwassermenge einen Niederschlag von 150 mm pro 24 Stunden anzunehmen; dies gibt im Durchschnitte 1,74 cbm pro Quadratkilometer und Sekunde. Besser ist es aber, die Hochwasser nach den in Bd. 5, S. 86 und 87, gegebenen Regeln nach Lage des speziellen Falles zu bestimmen. Für das Ueberfallwehr vor dem Ableitungskanal sei die Ueberfallshöhe $h < 1{,}5$ m. Sonach ergibt sich als notwendige Länge l des Hochwasserüberfalles: $l \geqq Q : {}^2/_3 \mu h \sqrt{2gh}$ bezw. für ${}^2/_3 \mu = 0{,}5$, $h = 1{,}5$, $\sqrt{2g} = 4{,}43$, $l \geqq Q : 4$. In den Fig. 10 und 17 liegt der Wasserspiegel *k* in der Höhe der Ueberlaufkrone. Bei der ersteren (Wienflußtalsperre) ist das Einzugsgebiet $F = 53$ qkm und $l = 58$ m; bei der Chemnitztalsperre (Fig. 17) $F = 2{,}7$ qkm, $l = 25$ m.

Wasserentnahme und Grundablaß. In den meisten Fällen ist für die nutzbare Ableitung des Wassers aus dem Sammelteiche sowie für die Entleerung desselben mittels des Grundablasses nur ein einziger Abzugskanal oder eine Abzugsleitung (*m*, Fig. 11, 12) an der tiefsten Stelle des Teiches oder der Talsperre angeordnet. Am sichersten ist es, bei Ausführungen in Erde den Staudamm gar nicht durch diesbezügliche Oeffnungen zu unterbrechen, sondern den Ausfluß durch einen Stollen (*n*, Fig. 10a) zu leiten, welcher seitlich im Gebirge, vom Dammfuße gehörig entfernt, erbaut wird; dabei sind im Stollen gewöhnlich eiserne, von einem Schachte *s* aus absperrbare Rohrleitungen gelegt, welche am Anfange, so wie bei *p*, Fig. 17, dicht eingemauert und abgedämmt sind. Nur bei Staumauern sind solche Kanäle durch das Mauerwerk hindurch unbedenklich.

Hierbei ist vielfach, wie bei den französischen und spanischen Talsperren, teichseitig ein Brunnenturm *t* (Fig. 17) erbaut, von welchem der Abflußkanal *pm* beginnt und dessen erste Verschlußvorrichtung von oben bedient werden kann. Nach französischer Methode hat derselbe Brunnen *t* in verschiedenen Höhen selbständig absperrbare Oeffnungen *u*, *v* für den Austritt des Wassers aus dem Teiche, und es wird in der Regel nur die nächst unter dem Wasserspiegel befindliche Ausflußöffnung benutzt. Der Grundablaß *w* dient auch zum Wegschwemmen des im Reservoir abgelagerten Schlammes mittels starker Spülung. — Behufs Austrocknung des Mauerkörpers sowie zur teilweisen Besichtigung desselben ist z. B. bei der Staumauer für die Wasserversorgung von Liverpool in deren Mitte, etwa in der Höhe der Reservoirsohle, ein Stollen der Länge nach ausgespart, der durch einen Querstollen von der Talseite aus zugänglich ist [24]. Zum Zwecke der möglichsten Reinhaltung des Teiches ist manchmal am oberen Anfange desselben, wo der natürliche Wasserlauf einmündet, ein durchlässiger Steindamm (als Grobfilter bestimmt) angeordnet, der nach aufwärts ein Schlammbassin oder Klärbassin bildet; in diesem sollen die schwersten Sinkstoffe zur Ablagerung kommen. Ferner ist in einigen Fällen neben dem höchsten Teichsaume ein Umlaufgerinne ausgeführt, bestimmt, ein zu trübes oder überschüssiges Hochwasser vom Oberlaufe mit Umgehung des Reservoirs direkt abzuleiten; dann ist an der sonstigen Einmündungsstelle des Baches in den Sammelteich eine Absperrschleuse anzubringen.

Bei verschiedenen Wasserabgaben nach Maß oder nach Verhältnis kommen noch Meß- und Teilungseinrichtungen bei den Talsperren vor. Wichtig ist eine telegraphische Verbindung vom Staudamme zu den unterhalb befindlichen Ortschaften, um im Falle einer Gefahr rasch Warnungen ergehen zu lassen [25]—[28].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

V. Feste und bewegliche Wehre, Kombinationen.

A. Feste Wehre.

Bleibt der in Flüssen die Stauwand bildende Wehrkörper stets und unverändert an gleicher Stelle und reicht derselbe von einem Ufer zum andern, so bildet er ein festes Wehr. Im allgemeinen sind solche Anlagen als Ueberfallwehre selten, als Grundwehre dagegen häufig. Der feste Wehrkörper eines Ueberfallwehres ist meistens durch einen Grundablaß (s. d.) unterbrochen, der beweglich sein muß, um nach Oeffnung desselben den vor dem Wehre abgelagerten Schlamm, Sand, Kies u. s. w. fortschaffen (vgl. a. Kiesfang), nach Gutfinden bei Hochwasser die Ueberfallhöhe verringern und eventuell Reparaturen am Wehr, Anbringen von Wehraufsätzen u. s. w. vornehmen zu können. Auf diese Weise entsteht eine Kombination des festen und eines beweglichen Wehres in einem zusammenhängenden Wehrkörper, für den in der Praxis die Bezeichnung festes Wehr noch beibehalten wird, wenn die überwiegend größere Länge des Wehrkörpers fest bleibt. Grundwehre werden in größeren Flüssen für Zwecke der Wasserableitung gewöhnlich nur dann hergestellt, wenn die Flußwassermenge stets erheblich größer ist als die abgeleitete Betriebswassermenge oder wenn die Wasserentnahme — wie bei Spiegelschleusen — an der Flußsohle erfolgt. Ueberfallwehre, deren Ueberfallwoge frei auf die Sturzpritsche niederfällt, sollten in einer Stufe nicht erheblich höher als 3—4 m angelegt werden, besonders dann nicht, wenn der Fluß bei Hochwasser größere Steine mitführt. Im übrigen ist der direkte Absturz, bei dem die Energie der Wasserwoge zum größten Teil auf der Sturzpritsche oder in einem Wasserkissen vernichtet wird, stets der Anordnung schräger oder gekrümmter Wehrböden, auf welchen sich die Energie der Wasserwelle zum Schaden der unter dem Wehre gelegenen Flußstrecke erhöht, vorzuziehen.

Die meist übliche Grundrißform eines in einem Flußtale befindlichen festen Wehres mit Grundablaß nebst dem vertikalen Schnitt in der Strömungsrichtung des Wassers ist in Fig. 19 dargestellt, in der auch die üblichen Bezeichnungen eingeschrieben sind (vgl. a. Schleusenwehr, Fig. 1). Jedes Wehr muß — einerlei ob fest oder beweglich — seiner Bestimmung entsprechend möglichst wasserdicht sein. Auf der Seite der Abfallpritsche soll nie ein die Stauwand stützender oder tragender Konstruktionsteil von der abstürzenden Woge getroffen werden, weil die letztere zerstörend auf eine solche Stütze wirken würde.

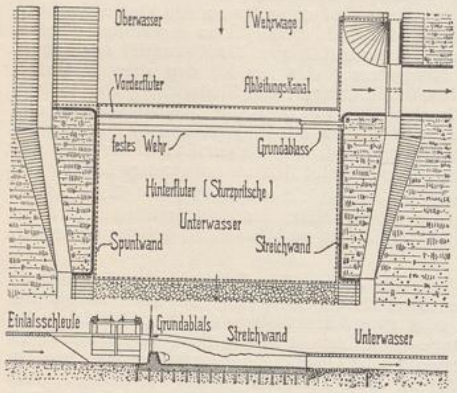


Fig. 19.

Bei jedem Wehre veranlassen in geschiebeführenden Flüssen die Hochwasser unterhalb der Sturzpritsche im Flußbette mehr oder weniger große Geschiebeablagerungen. Bei direktem Absturz der Woge auf die Sturzpritsche oder in ein Wasserkissen sind diese Ablagerungen am geringsten — richtige Anordnung vorausgesetzt. Am größten werden sie, wenn die Woge auf schrägen oder gekrümmten Abschußböden der unterhalb gelegenen Flußstrecke zugeführt wird, weil hierbei die Wasserwelle am Uebergang von der großen Absturzgeschwindigkeit in die geringere Ablaufgeschwindigkeit des Unterwassers zu einem Rücken anschwellen muß, unter dem die Geschiebe liegen bleiben. Die Ursache der unvermeidlichen Geschiebeablagerungen liegt aber im allgemeinen überall darin, daß bei der Bewegung des Wassers zwischen den Streichwänden und über die befestigte Sturzpritsche stets eine geringere Reibung entsteht als in der anschließenden rauhen Flußsohle.

Nachdem der Grundriß der Wehre im wesentlichen stets ähnlich der in Fig. 19 wiedergegebenen Anordnung sich gestaltet, werden im folgenden in der Hauptsache nur die Schnitte in der Längsachse des Flusses zur Verdeutlichung von Spezialkonstruktionen gegeben.

Grundwehre (Staufchwellen, Grundfchwellen), deren Krone nie über den Flußwasserspiegel hinausragt und die eine geringe Höhe über Flußsohle haben (Maximum 1 m), können ohne Nachteil für deren Dauer aus Holz erstellt werden.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.

Bei geringen Tiefen und fester Sohle genügt das Aneinanderreihen von drei oder vier Senkwürsten (Fig. 20) mit einer Nachschüttung von großen Steinen oder ein aus letzteren hergestellter Steinwurf allein (Fig. 21). In Flüssen mit starkem Gefälle und bedeutendem Hochwasser sind derartige Wehre häufig und auch zweckmäßig, weil keine großen Bauwerte der Vernichtung ausgesetzt bezw. die Wehre gewöhnlich billig wiederherzustellen sind. Ist die Flußsohle beweglich, so müssen, sofern man Senkwürste oder Steine als Stauvorlage benutzen will, Haltepfähle oder Spuntwände (s. d.) geschlagen werden, um das Unterspülen und Fortreißen des Wehres zu verhindern. Man verwendet dann entweder Pfahlreihen (Mann an Mann) mit vor- und hinterlegten Senkwürsten (Fig. 22) oder Spuntwände mit Steinwürfen (Fig. 23). Häufig

werden auch solide Holzkonstruktionen nach Fig. 24 eingebaut, die allerdings mehr kosten, aber nur geringfügige Reparaturen erfordern. Zu den Grundwehren zählen auch die im Hochgebirge vielverbreiteten sogenannten Spiegelschleusen (Fig. 25). Sie eignen sich besonders dort, wo

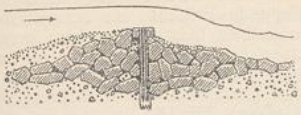


Fig. 23.



Fig. 24.

reichlich Gefälle vorhanden, die Flußsohle felsig und das Flußwasser nur geschiebeführend, also nicht schlammig ist. Die kleinen und mittleren Wassermengen werden ganz abgefangen; größere Mittel- und Hochwasser gehen über solche Wehre, ohne Schaden anzurichten, weg. Die Verschüttungen der Spiegel mit grobem Kies sind in der Regel der Wassergewinnung nicht hinderlich, können aber erforderlichenfalls leicht beseitigt werden. Der Ableitungskanal muß begehbar oder mindestens schlupfbar sein.

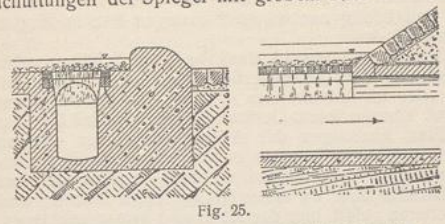


Fig. 25.

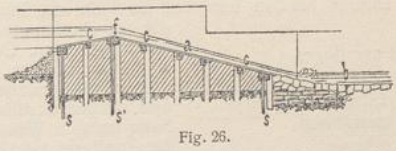


Fig. 26.

Ueberfallwehre. Hier richtet sich die Ausbildung der eigentlichen Stauwand in erster Linie nach der Höhe derselben, sodann nach der Beschaffenheit der Flußsohle, den verfügbaren Geldmitteln und der zulässigen Bauzeit. Mit Eisenbetonkonstruktionen wird heutzutage unter sonst gleichen Umständen der Wehrbau am schnellsten fertig. Dauerhafte Bauwerke aus Mauersteinen erfordern eine relativ lange Bauzeit; Beton gestattet eine rafchere Ausführung. Holzbauten sind unter Umständen die billigsten, lassen sich

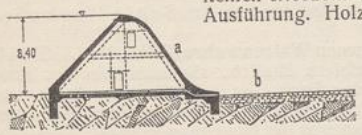


Fig. 27.



Fig. 28.

ebenfalls rasch herstellen und werden deshalb, trotz ihrer Vergänglichkeit, immer noch sehr viel zu Wehrbauten benutzt. Mit Rücksicht auf den Absturz bezw. raschen Abfluß des Wassers von der Wehrkrone ins Unterwasser gibt es verschiedene Konstruktionen:

a) Senkrechte Wehre mit plötzlichem Abfall.

b) Wehre mit geneigtem Abfall- oder Abschußboden (*a*, Fig. 26).

c) Stufen- oder Pritschenwehre (Fig. 28); dabei werden in der Regel nur größere Stufenhöhen (2—4 m) gewählt, wozu aber auch entsprechend lange Sturzpritschen nötig sind.

d) Wehre mit gekrümmtem Abfallboden (*a*, Fig. 27), besonders bei massiven Stein- und Betonwehren oder bei hohlen Eisenbetonwehren (vgl. [33], worin eine Anzahl solcher Wehre beschrieben und abgebildet) häufiger vorkommend.

Die Versicherung der Stelle (*b*, Fig. 26—28), an der das überstürzende Wasser auf die Sohle niederfällt, heißt Nachbettung; dazu dient entweder die weiter fortgesetzte Mauerung oder Betonage des dann meist gekrümmten Abfallbodens allenfalls mit nachfolgender Gegensteigung oder eine starke Pflasterung oder ein Steinwurf. In den beiden letzteren Fällen werden im kiesigen Flußbett häufig auch einige Reihen Pfähle eingerammt, um so den Steinen Stützpunkte gegen das Wegschwemmen zu bieten. Das Wehrfundament muß auf nichtfelsiger Sohle zum Schutze gegen Unterwaschung von Spundwänden (*s*, Fig. 26) eingefaßt sein. Diese Figuren stellen der Reihe nach ein hölzernes, hohles und massives Wehr dar. Beim hölzernen (Fig. 26) erscheint noch eine dritte Spundwand *s'*, deren eine Zange das höchstliegende Kappholz, der Fachbaum *f* ist; die Oberkante des letzteren wird von der sonstigen Bedielung *c* nicht überdeckt.

Feste Ueberfallwehre aus Holz halten immerhin 10 bis 15 Jahre; zweckmäßig und einfach sind Anlagen aus Holz und Eisen, entsprechend Fig. 29, die sowohl im festen wie im Kiesboden angeordnet werden können. Die Rückwärtsverankerung der aus Doppel-T-Eisen bestehenden Nadeln an einen Bodenpfahl gibt der Stauwand einen guten Halt; die Konstruktion ist verhältnismäßig billig und dauerhaft. Darstellungen von Anlagen aus Holz und Stein, die bei uns in neuerer Zeit wenig mehr (nur bei Provisorien) zur Anwendung gelangen, findet man in [1] und [32] sehr reichlich. In [32], S. 84 ff., sind auch die amerikanischen Steinkistenwehre beschrieben und abgebildet. Von Eisenbeton umhüllte Steinpackungen erwähnt [33], S. 275; sie sind durchaus zu empfehlen und billig, wo reichlich Steine vorhanden sind.

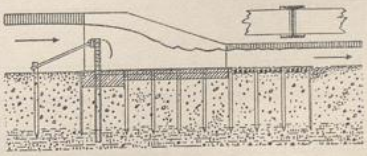


Fig. 29.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Von größter Wichtigkeit ſind bei allen Wehren ſolide und genügend lange Sturzpritſchen, beſonders bei jenen mit relativ großer Ueberfallhöhe. Da ſich auch bei der ſolideſten Konſtruktion ein Angriff des Waſſers nicht vermeiden läßt, erfolgt vielfach auf die aus Beton oder Steinpflaſterung beſtehende Pritſche ein Schutzbelag aus Holz (gegen Auftrieb ſtets zu verankern bezw. aufzunageln), Eiſenſchienen u. dergl. Sehr gut bewährt hat ſich bei großen Abſturzhöhen die Teilung der Stufe in zwei Ueberfälle durch Anbringung eines Waſſerkiſſens (Fig. 30), in dem ſich die Sturzwelle austoben kann. Je tiefer das Kiſſen, um ſo beſſer die Wirkung

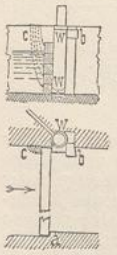


Fig. 30.

B. Bewegliche Wehre.

Die beweglichen Wehre ermöglichen ein Herausnehmen oder Umlegen der Stauwand zum Zwecke des freien Durchlaſſes von Waſſer, wodurch bei Hochwaſſern ein ſchädlicher Aufſtau, der bei feſten Wehren nicht zu vermeiden iſt und häufig nachteilige Wirkungen hat, in Wegfall kommt. Das einfachſte der beweglichen Wehre iſt das

Dammbalkenwehr. Bei der primitivſten Anordnung iſt dasſelbe dem Schützenwehre ähnlich, indem nur ſtatt der Falle die Damm-, Einlage- oder Verſatzbalken angewendet ſind, die in Dammnuten oder an Dammfalzen (*a*, Fig. 31) geführt bezw. geſtützt werden. Damit können leicht Oeffnungen bis 7, ſelbſt bis 11 m abgeſperrt werden. Zum Einhängen der Aufzugketten oder -ſtangen dienen die zentriſch angebrachten umlegbaren Ringe *r*. Bequemer und raſcher zu öffnen ſind ſolche Dammbalkenwehre, die ſich auf einer Seite an eine Wendeſäule *w* oder an einen Klapppfoſten ſtützen; wird die Arretierung der letzteren gelöſt, hier der Stützkeil *b* herausgeſchlagen, ſo dreht ſich die Säule um bezw. legt ſich der Pfoſten nieder, die Verſatzbalken verlieren ſo daran ihren Halt und ſchwimmen auf; damit ſie nicht fortgeſchwemmt werden, ſind ſie an Ketten *c* aufgehängt [1]. Hierher gehören auch die in der Enz vielfach verwendeten Rheinhardſchen Wehre mit einlegbaren Stützpfoſten; man vgl. [34].


Fig. 31.

Die ſehr wichtigen **Schützenwehre** ſind in dem Art. Schleuſenwehre ausführlich behandelt.

Die neuerdings in Aufnahme gekommenen **Walzenwehre** (D.R.P. Nr. 135813/14) ſind im Prinzip den Schützenwehren inſofern ähnlich, als auch hier der Staukörper (die Walze) ganz aus dem Waſſer entfernt werden kann. Es geſchieht dies durch Aufwinden der Walze vom Ufer aus, wobei ſich der Aufzugmechanismus nur an einem Ende der Walze befindet, während das freie Ende ſofort beim Anheben der Bewegung mitgeht. Die diesbezüglichen Einrichtungen ſind aus Fig. 32 und aus [35] zu erſehen. Der Aufzug kann von Hand oder durch Motor bedient werden. Das Innere des dampfkeſſelartig zuſammengenieteten Walzenkörpers iſt gegen den Waſſerdruck gut abgeſteift; der dem Stau entſprechende Durchmeſſer kann bis 3 m betragen. Gegenüber den Schützenwehren hat das Walzenwehr den Vorzug, daß alles Treibzeug unaufgehalten über die geſchloſſene Walze abſchwimmen kann, während bei Schützenwehren

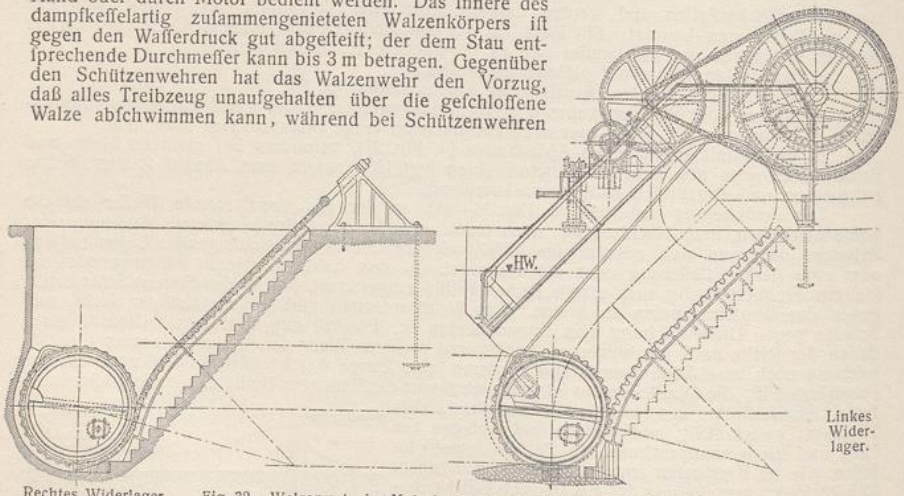


Fig. 32. Walzenwehr im Main bei Schweinfurt. (Grundriß ſ. Fig. 49.)

die von dem Aufzugmechanismus zu den Schützentafeln herabreichenden Verbindungsteile leicht zur Anhäufung von Treibzeug Veranlaſſung geben. Bei ſteigendem Hochwaſſer iſt überdies — im Gegenſatz zu den Verhältniſſen beim Schützenwehr — durch den Auftrieb die Hebung der Walze nicht erſchwert, ſondern erleichtert. In der Regel werden die Walzenwehre auf einem feſten Ueberfallwehr aufgelagert; die Krone des letzteren muß ſehr exakt bearbeitet werden, damit zwiſchen dieſer und der hölzernen, an der Walze befeſtigten Abſchlußſchwelle

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein wafferdichter Verfchluß entfteht. Die Aufzugsketten find reichlich ftark zu konftruieren, damit fie niemals verfagen. Bei vielfachen Ausführungen der Vereinigten Mafchinenfabriken Augsburg und Nürnberg A.-G. haben fich die — allerdings etwas teuern — Wehre durchaus bewährt.

Beim **Nadelwehr** (vgl. a. [34], Bd. 2, S. 232) wird der Stau durch die Nadeln *f g* (Fig. 34 bis 36), Stäbe von geringer Breite und Dicke, hervorgebracht; diefe ftützen fich im Unterbau an die Schwelle oder Anfchlagfläche *f* und oben an die Nadellehne *e*; fie follen möglichft dicht aneinander

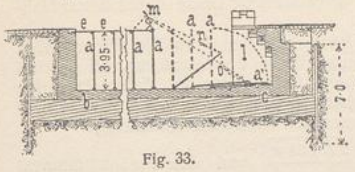


Fig. 33.

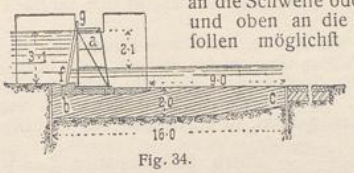


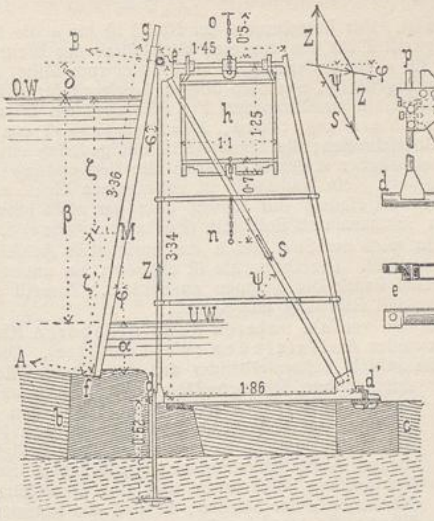
Fig. 34.



Fig. 35.

fchließen, fo daß der im übrigen unvermeidliche Wafferverluft auf das geringfte Maß reduziert werde. Die erfte vollkommene Konftruktion in der oberen Yonne bei Baffeville vom Jahre 1834 rührt von Poirée her; in Fig. 33—40 find die diesbezüglichen Ausführungsformen an der kanalifierten Oder dargeftellt [36]. Das Gerippe befteht aus den Wehrböcken *a* (Fig. 33, 34, 36), auch Wehrrippen, Wehrrahmen, Stützklappen genannt, die auf dem feften Unterbau *b c* in den Zapfen *d* und *d'* (Fig. 36, 37) drehbar gelagert find; ihre aufrechte Stellung wird vorzüglich durch die je zwei Nachbarböcke feft verbindenden, aus Eifenröhren gefertigten Stützftangen, Barren oder Nadellehnen *e e* (Fig. 33, 39) bewirkt, deren erfte bezw. letzte am fogenannten Blindbocke des Widerlagers oder Pfeilers aufgedornt ift. Die Bedienung des Nadelwehrs erfolgt von jenem Ufer aus, an dem fich das Schleufenwärterhaus befindet. Vom Stege aus, der durch die von einem zum nächften Wehrbock greifenden Eifentafeln *h* (Fig. 36) gebildet wird,

Fig. 36. Fig. 36a. Fig. 38.



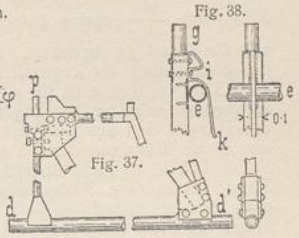


Fig. 37.

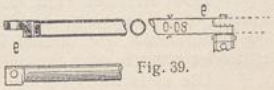


Fig. 39.

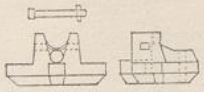


Fig. 40. Lagerbock *d'*.

können die Nadeln leicht ausgehoben werden; mittels eines an der Stemmnafe *i* (Fig. 38) unterfetzten Wuchtbaumes rückt man fie um fo viel in die Höhe, daß fie vom Anfchlag *f* abgleiten, dann auffchwimmen und am Haken *k*, zum Herausnehmen bereit, hängen bleiben. Beim größten Hochwaffer legt man auch die Wehrrahmen auf den Boden nieder (Fig. 33), fo daß kein Abflußhindernis beftehen bleibt. Damit die letzten, dem entfernteren Widerlager oder Pfeiler zunächft befindlichen Stützklappen auch Platz zum Umlegen haben, find dafelbft Nifchen *l* (Fig. 33, 35) ausgefpart. Zum Wiederaufrichten des Wehrs werden die einzelnen Rahmen nach und nach mit Hilfe einer transportabeln Winde *m* (Fig. 33) an den Ketten *n o* (Fig. 36), deren Teile kontinuierlich zufammengehängt find, in die Höhe gezogen; darauf erfolgt die Feftftellung durch das Aufftecken der gelochten Stützftangenenden *e* auf die Dorne *p* (Fig. 37) fowie durch das Einklinken der Stegtafeln *h*.

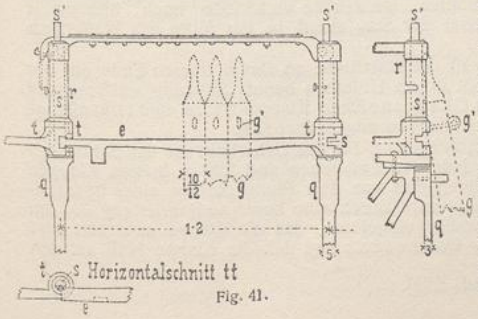


Fig. 41.

Bei den Nadelwehren der kanalifierten Maas in Belgien und des kanalifierten Mains unterhalb Frankfurt ift die Kummerfche Auslöfevorrichtung (Fig. 41) angebracht [37]. Dabei geht die Vorderfäule *q* des Bockes oben in einen Hohlzylinder *r* über; in diefem befindet fich ein Drehbolzen (eine drehbare vertikale Welle) *s*. Die Nadellehne *e* ift mittels der Hülfe *t* auf *r* aufgefchoben, fo daß fie in einer horizontalen Ebene fich umdrehen kann. An der Stelle, an der die vom Nachbarbocke kommende Barre an *s* anfchlägt, haben *t* und *r*

entſprechende Ausſchnitte, und auch von s iſt allda der halbe Querſchnitt weggenommen. Bei der im Horizontalſchnitt tt gezeichneten Stellung von s bleibt e in der Stützlage und überträgt den Druck der eingeſetzten Wehrnadeln g auf s. Wird aber s mittels eines auf ſeinen oberen Vierkant s' aufgeſetzten Schlüſſels um 90° gedreht, ſo daß der erwähnte Ausſchnitt von s dem Anſchlagende von e zugekehrt wird, dann ſchlägt dieſes infolge des Nadeldruckes nach abwärts durch; dabei werden ſämtliche Nadeln desſelben Wehrfeldes, d. i. ein Nadelſpiel, plötzlich frei und ſchwimmen auf; um ſie aufzuhalten, iſt eine am Bock angebundene Leine durch deren Haltringe g' gezogen.

Berechnung der Nadeln und des Wehrbockes: Die Bezeichnungen ſ. in Fig. 36 und 36a; dann ſei γ = ſpezifiſches Gewicht des Waſſers; μ die horizontale Breite des Rechtecks, auf welches der Waſſerdruck betrachtet wird; ζ die Tiefe unter dem Oberwaſſer, in der das Maximalangriffsmoment M auftritt. Wird nun die Unterwaſſertiefe α verhältnismäßig klein, alſo M innerhalb der Stauhöhe β vorausgeſetzt, ſo erhält man aus der allgemeinen Momentengleichung

$$M = \frac{B(\delta+\zeta)}{\cos\varphi} - \frac{\mu\gamma\zeta^3}{6\cos^2\varphi}$$ durch Differentiation $$\zeta = \sqrt{\frac{2B\cos\varphi}{\mu\gamma}}$$ und das Maximalmoment $M_{max} = B(3\delta + 2\zeta) : 3\cos\varphi$; dabei iſt der obere Stützendruck:

$$B = \frac{\mu\gamma}{6(\alpha+\beta+\delta)\cos\varphi}[(\alpha+\beta)^3 - \alpha^3].$$

Iſt aber α verhältnismäßig groß und M'_{max} innerhalb α liegend, ſo wird $\zeta' = \frac{A\cos\varphi}{\mu\beta\gamma}$ und $M'_{max} = \frac{A^2}{2\mu\beta\gamma}$, wozu $A = W - B$, wenn $W = \frac{\mu\alpha}{2\cos\varphi}[(\alpha+\beta)^2 - \alpha^2]$ den totalen Waſſerdruck auf die Wand fg bedeutet. Zur Berechnung der Nadel iſt für μ die Nadelbreite einzuſetzen. Bei Beſtimmung der Zugkraft Z für den vorderen Vertikalſtab des Wehrbockes und der Druckkraft S in der Strebe iſt für μ die Entfernung μ' vom Mittel zum Mittel der benachbarten Stützklappen zu nehmen; der zugehörige, aus dem obigen Ausdruck für B folgende Wert heiße B'. Dann ergibt ſich aus dem Kräfteparallelogramm Fig. 36a zwiſchen B' als Reſultierende und Z und S als Komponenten: $S = B'\cos\varphi : \cos\psi$, $Z = B'\sin(\psi - \varphi) : \cos\psi$. Das Gewicht einer Nadel ſoll 30 kg nicht überſchreiten; die Stauhöhe iſt infolgedeſſen eine beſchränkte (ca. 3 bis 3,5 m). Beſondere Nadelausheber u. dergl. geſtatten die Verwendung ſchwererer Nadeln und etwas höherer Stauſtufen [34]. Kein Nadelwehr iſt vollkommen dicht, auch im neuen Zuſtande nicht; bei Froſt kann man die Nadeln nur ſchwer oder gar nicht herausnehmen. Ueber den Erſatz der Nadeln durch Schützen und Rolltafeln (Rolladenwehre) ſ. [1], S. 301.

Beim **Klappenwehr** wird der Stau durch um horizontale Achſen drehbare rechteckige Tafeln, die Klappen, bewirkt. Die Drehachſe iſt entweder am unteren Rande oder mehr in der Mitte bezw. am oberen Rande der Klappen angeordnet. Zumeiſt ſind die Klappenwehre entweder einfach oder doppelt ſelbſttätig eingerichtet.

Die einfachſten Formen von am unteren Rand drehbaren Klappenwehren ſind:

a) Die Aufſteck- oder Auffatzladen (Wehrauffätze). Dieſe beſtehen meiſt aus horizontalen Brettern, die mittels Scharnierbänder auf der Krone feſter Wehre befeſtigt und durch dünne, ſchwache Holzſtreben in ihrer aufrechten Stellung gegen den Waſſerdruck geſtützt werden. Sie dienen vornehmlich dazu, den ſonſtigen teilweiſen Ueberfall des geringen Niederwaſſers über das feſte Wehr gänzlich zu verhindern und ſo möglichſt die ganze Waſſermenge in den Ableitungskanal zu drängen. Bei Hochwaſſer bewirken der größere Waſſerdruck und das Ueberſtürzen das Brechen oder Herausfallen der Streben, ſo daß die Klappen ſelbſt umfallen. Das Wiederaufrichten derſelben nach Ablauf des Hochwaſſers muß durch einen Arbeiter von der Wehrkrone aus geſchehen.

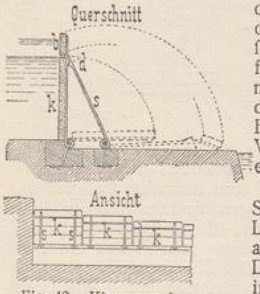


Fig. 42. Klappenwehr bei Steinen.

b) Ein ebenſo einfach ſelbſttätiges Klappenwehr, für geringere Stauhöhen gut geeignet, iſt das in Fig. 42 dargeſtellte, zu Steinen (bei Lörrach in Baden) ausgeführte. Jede Klappentafel k wird durch zwei an ihren Fußpunkten drehbar befeſtigte Streben s aufrecht gehalten. Dieſe tragen an den oberen Enden noch ein Brett b; wenn hierauf infolge Hochwaſſers ein Druck entſteht, ſo wird die Reibung an der Stützknagge d überwunden und Klappe ſowie Strebe fallen auf den Unterbau nieder. Damit die einzelnen Klappen nur nach und nach, erſt bei fortgeſetztem Steigen des Waſſers umfallen, werden ſie verſchieden hoch, hier um je 5 cm differierend, gemacht (vgl. Anſicht), wobei der Stau zuerſt in der Mitte des Waſſerlaufs freigegeben wird [38].

c) Beim Klappenwehr von Jeſovits iſt die Stützſtrebe an ihrem oberen Ende mit der Klappe ſcharnierartig befeſtigt. Der Strebenfuß iſt am Unterbau behufs Stützung entſprechend eingeklinkt. Am Boden iſt ähnlich wie beim Chanoineſchen Klappenwehre eine Hakenſtange zum Auslöſen der Streben und Umwerfen der Klappen angeordnet [39].

d) Das Girardſche Klappenwehr, ausgeführt für das Ueberfallwehr der Stauanlage bei Auxerre zur Kanaliſierung der Yonne [1]. Jede der 2 m hohen und 3,52 m breiten Klappen iſt in ihrer Mitte von einer Strebe geſtützt, deren Fuß von dem Plungerkolben einer hydrauliſchen Preſſe gelenkig feſtgehalten wird. In dieſe wird durch eine kupferne Rohrleitung das am Ufer von einem Kompreſſor erzeugte Druckwaſſer eingeführt, das die Klappe aufrichtet und aufrechterhält. Beim langſamen Auslaſſen des Druckwaſſers legt ſich die Klappe ſanft auf den Boden nieder.

e) Das Klappenwehr von Thénard, ſ. [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

f) Das hydroſtatiſche Klappenwehr von Joſuah White, im Unterhaupt einer Schiffsſchleuſe ausgeführt (Fig. 43). Durch einen Kanal *a* wird das Oberwaſſer in den von der Stauklappe *k* und der Stützklappe *k'* ziemlich dicht abgeſchloſſenen Raum *r* eingelaſſen; hierbei heben ſich beide Klappen, bis *k'* an den Randleiſten *l* anſtößt, und der Stau iſt hergeſtellt. Wird *a* mit dem Ausflußkanal zum Unterwaſſer in Verbindung gebracht, ſo fallen beide Klappen nieder.

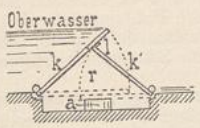


Fig. 43. Hydroſtatiſches Klappenwehr.

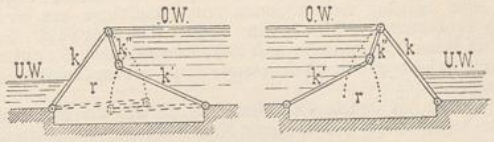


Fig. 44. Movable reversible hydraulic weir.

g) Sehr eigentümlich ſind einige neuere nordamerikaniſche Klappenwehre, wie z. B jenes „movable reversible hydraulic weir", d. i. umkehrbares, bewegliches hydroſtatiſches Wehr (Fig. 44). Dieſes kann den höheren Waſſerſtand ſowohl auf der einen als auf der andern Seite, alſo umgekehrt, halten. Die beiden Hauptklappen *k* und *k'* ſind an den oberen Rändern durch eine Zwiſchenklappe *k''* gelenkig verbunden. Aehnlich wie bei Fig. 43 wird hier die Druckkammer *r* durch verſchließbare Kanäle mit einem der Waſſerſtände in Verbindung geſetzt, bei nur geringem Waſſerdrucke wird die Bewegung der Klappen durch einen eingelegten Preßluftbehälter befördert [13].

Klappenwehre, deren horizontale Drehachſe nahe der Mitte der Klappe gelegen iſt. Hierher gehören die wichtigſten Klappenwehre, die bei Flußkanaliſierungen vielfach im großen angewendet ſind. Ihre Wiederaufrichtung iſt aber nach einem Hochwaſſer im allgemeinen recht ſchwierig und zieht man deshalb zurzeit die viel leichter zu handhabenden Nadelwehre vor.

a) Klappenwehr nach Chanoine, ähnlich der Fig. 45. Die Klappe *k* wird an der Drehachſe *c* von dem Bogengeſtell *s t* getragen und lehnt ſich mit dem unteren Rande an eine Schwelle am Unterbau. Die zwei zu einem feſten Rahmen miteinander verbundenen Stangen *t* ſind an ihren Fußpunkten *e* um eine horizontale Achſe drehbar befeſtigt, und die Strebe *s*, oben mittels eines Scharniers am erwähnten Rahmen angreifend, ſtemmt ſich unten gegen eine Knagge oder einen Stemmſchuh *d*. Dieſe befindet ſich auf einer im Unterbau angebrachten gußeiſernen Platte, die auch noch eine Führungsrinne *r* beſitzt. In der letzteren gleitet der Strebenfuß abwärts, wenn die Strebe *s* mittels einer auf der Sohle bei *h* liegenden und vom Ufer oder einem Mittelpfeiler aus durch ein Zahnradgetriebe bewegten Hakenſtange aus ihrem Halt zur Seite geſchoben wird. Hierbei fällt zugleich der Strebenbock ſamt der Klappe auf den Boden in die punktiert gezeichnete Lage *k'*. Die Klappendrehachſe *c* iſt in einer ſolchen Höhe über der Sohle, und zwar zwiſchen dem unteren Drittel- und dem Halbierungspunkt der Höhe, angeordnet, daß bei einem gewiſſen Hochwaſſerſtande ſich die Klappe von ſelbſt in die Schwebelage *k''* umdreht und ſomit dem Hochwaſſer faſt freien Ablauf gewährt. Dabei ſchützt entweder eine Kette oder der vortretende Strebenkopf die Klappe vor dem Ueberkippen. Sinkt hierauf der Waſſerſtand hinreichend, ſo daß der Waſſerdruck auf den unteren Klappenteil größer wird als auf den oberen, dann ſtellt ſich die Klappe wieder von ſelbſt auf, den Stau bewirkend. Das völlige Niederlegen nach *k'* wird erſt bei fortgeſetzt ſteigendem Hochwaſſer vorgenommen,

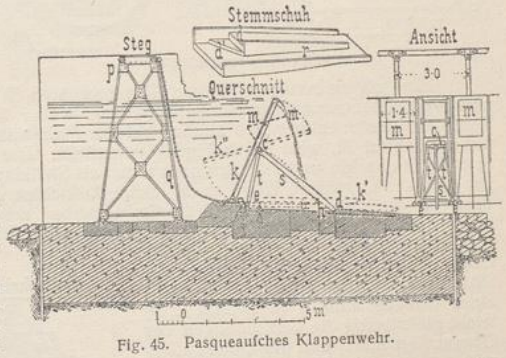


Fig. 45. Pasqueaufſches Klappenwehr.

und zwar nur allmählich eine Klappe nach der andern. Zu dieſem Behuf ſind die Daumen oder Haken der erwähnten Hakenſtange bei *h* etwas weiter voneinander entfernt als die Stützſtreben *s*; hierdurch werden dieſe beim Heranziehen von *h* nur nach und nach erfaßt. Damit ſolche große Klappen bei einem Anſteigen des Waſſers ſich nicht ſo ſchnell umlegen und, wenn dies geſchehen, bei geringem Sinken des Waſſerſtandes ſich bald wieder von ſelbſt aufrichten, wird deren oberer Teil nicht vollwandig, ſondern nach Krantz mit einem eingeſchalteten Drehſchützfelchen, einer ſogenannten Schmetterlingsklappe *m*, hergeſtellt. Dieſe öffnet ſich bei eintretendem Hochwaſſer zuerſt, in die Lage *m m* (Fig. 45) umſchlagend, und gibt ſo ſchon einen oberen Teil des Stauprofils frei. Das Wiederaufrichten der niedergelegten Wehrklappen nach Ablauf eines Hochwaſſers geſchieht jetzt nicht mehr, wie anfänglich, von einem Schiffe, ſondern bequemer von einem Dienſtſteg aus, der von umlegbaren Poiréeſchen Ständern oder Böcken *p q*, wie ſolche bei Nadelwehren üblich ſind, getragen wird. Hierbei zieht man mittels einer tragbaren Winde an der vom unteren Klappenende bis zum betreffenden Bocke befeſtigten Kette, bis der Strebenfuß in die Knagge *d* auffchlägt; und nach dem Freilaſſen derſelben Kette richtet ſich die Klappe von ſelbſt auf; eventuell wird mit einem Stoß auf deren unteren Teil mittels einer Stange, eines Bootshakens, nachgeholfen. Detailkonſtruktionen ſ. [40].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Bei der Pasqueauſchen Konſtruktion (Fig. 45) hat der Stemmſchuh der Klappenſtrebe *s* zwei Abſätze; der obere (*d*) hält dem Strebenfuß eine normale Fläche zum Stützen entgegen. Wird aber die vorher gewöhnlich ſchon in die Schwebeſtellung umgeſchlagene Klappe mit der Kette vom Dienſtſteg aus etwas herangezogen, ſo fällt der Strebenfuß auf den unteren Abſatz *d'* herunter, von deſſen ſchräger Wandfläche dieſer wie von einer ſchiefen Ebene in die Führungsrinne *r* abgleitet, und die Klappe ſamt dem Bockgeſtell ſinkt zu Boden. Auf dieſe Art kann man beliebig viele Klappen vom Dienſtſteg aus bedienen, und es erſcheint ſelbſt bei großer Flußbreite ein Mittelpfeiler nicht notwendig [41]. Eine andre Fußlagerplatte ſ. [13].

c) Beim Klappenwehr mit Schwimmern nach Krantz iſt, ähnlich der Fig. 43, gleichſam die mehr ſchräggeſtellte Strebeklappe *k'* zu einem Hohlkörper, einem Schwimmer entſprechend, umgewandelt [1].

d) Das Wehr von Cvetkovics iſt aus der Höhe nach mehrteiligen Klappen gebildet, die im Gegenſatz zu den früheren Konſtruktionen nicht durch Stützſtreben, ſondern durch Zugſtangen in der aufrechten Stauſtellung gehalten werden. Der Auftrieb eines oberen Klappenflügels bewirkt das ſelbſttätige Aufrichten, das Ueberſchreiten des höchſtzuläſſigen Waſſerſtandes aber das ſelbſttätige Niederlegen der Klappe [1].

Von den Wehren mit am oberen Rande befindlicher Drehachſe iſt die zweckmäßigſte Konſtruktion das Doellſche Klappenwehr D.R.P. Nr. 41159 (Fig. 46). Durch das am entſprechenden Hebelarm angebrachte Gegengewicht G_1 wird bis zu einem gewiſſen, höchſt erlaubten Waſſerſtande die Klappe *k* zugehalten. Bei weiterem Anſteigen des Waſſers überwiegt dann der Waſſerdruck, die Klappe öffnet ſich und es findet unten ein raſcher Ausfluß ſtatt, der wieder aufhört, ſobald der Waſſerſpiegel auf das normale Maß geſunken iſt. Das nicht unbedingt nötige Gegengewicht G_2 wirkt nur zum Offenhalten der Klappe behufs leichteren Ausfluſſes mit. Die Berechnung der Klappenwehre ſ. [1], S. 246.

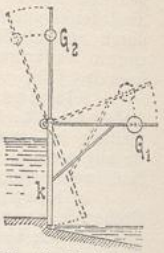


Fig. 46. Doellſches Klappenwehr.

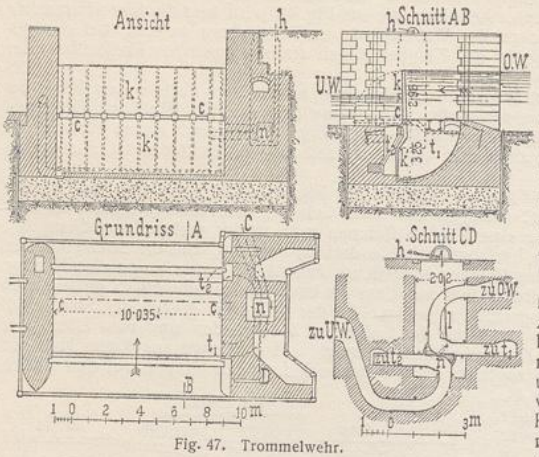


Fig. 47. Trommelwehr.

Eine eigens benannte Art von Klappenwehren iſt das **Trommelwehr** nach Desfontaine; eine Vervollkommnung desſelben rührt von Mohr her. Dieſe Konſtruktion, wie ſie in der Spree zu Charlottenburg und ähnlich bei der Mainkanaliſierung für den Floßdurchlaß zu Frankfurt ausgeführt iſt, wird durch Fig. 47 dargeſtellt. Die eigentliche Stauklappe *k* hat am Boden in *c* die Drehachſe und ſetzt ſich nach unten als Stellklappe *k'* fort (ſ. Schnitt *AB*) Dieſe letztere hat eine etwas größere Höhe als *k*. Beim Aufrichten oder Niederlegen von *k* dreht ſich *k'* in dem Hohlraum der Trommel, die im Unterbau ausgeſpart und nach oben möglichſt waſſerdicht abgeſchloſſen iſt. Dieſe wird durch *k'* in eine Vorder- und Hinterkammer t_1 und t_2, auf der Ober- bezw. Unterwaſſerſeite liegend, geſchieden. Nach Mohr laſſen ſich mittels eines Vierweghahns *n* (ſ. Schnitt *CD*) leicht gleichzeitig die Verbindungen des Oberwaſſers mit t_1 und des Unterwaſſers mit t_2 oder verkehrt herſtellen. Im erſteren Falle überwiegt der Oberwaſſerdruck auf die Stellklappe *k'* und der Stau iſt durch *k* hergeſtellt. Hiernach können durch eine Vierteldrehung desſelben Hahnes *n*, mittels des Hebels *h* und der angeſchloſſenen Lenkerſtange *l* die Verbindungen von t_1 und t_2 mit dem Unter- bezw Oberwaſſer bewirkt werden, wobei *k* ſich auf den Boden niederlegt; bei einer gewiſſen Zwiſchenſtellung des Vierweghahnes aber ſind die erwähnten Verbindungskanäle geſperrt und die Stauklappe *k* bleibt hierdurch auch in einer ſchrägen Mittellage ſtehen [42].

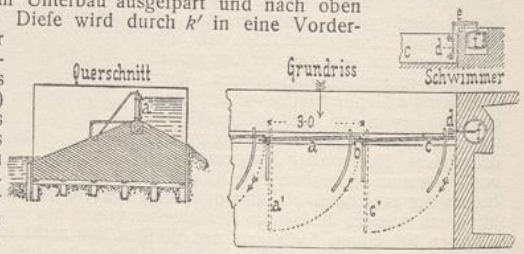


Fig. 48. Drehtorwehr.

Ein praktiſches **Torwehr** mit ſelbſttätiger Auslöſung bei Hochwaſſer iſt jenes von Fraſſi (Fig. 48), das als beweglicher Aufſatz auf einem feſten Wehre im Fluſſe Lambro bei Linate (Provinz Pavia) ausgeführt iſt. Der breitere Flügel *a* der zweiarmigen Tore ſtützt ſich auf den ſchmäleren Flügel *b* des Nachbartores; das erſte Tor *c* wird aber durch eine Hakenſtange *d* feſtgehalten, die mittels eines zweiarmigen Hebels *e* mit einem Schwimmer *f* in Verbindung ſteht. Wenn das Hochwaſſer die größtzuläſſige Höhe überſchreitet, ſo tritt es in den Schwimmer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

raum und hebt durch den Auftrieb den Schwimmer. Hierdurch werden die Haken *d* aus den Bügeln heruntergeschoben, das Tor *c* schlägt infolge des Wasserdrucks in die Stellung *c'* auf und hiermit öffnen sich zugleich sämtliche Tore.

Seltener angewendete Klappenwehre s. [43]—[45]; vgl. a. D.R.P. Nr. 717, 18453, 66888, 76005 und die in [1], S. 315 angeführte Literatur sowie die in den Zeitschriften Zentralblatt der Bauverwaltung, des Vereins deutscher Ingenieure, für das Turbinenwesen u. s. w. enthaltenen neueren Veröffentlichungen.

C. Kombinationen.

Die Lage der festen Wehrkrone ist dadurch, daß der Spiegel bei Hochwasser oberhalb des Wehres eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, zum vornherein gegeben; sie kann in vielen Fällen, besonders bei Anordnungen entsprechend Fig. 8, S. 259, wesentlich höher als die Sohle des Unterwassers angenommen werden (Berechnungen s. Grundablaß und Grundwehr, Ueberfallwehr). Bei Mittelwasser ist sodann ein größerer Wasseraufstau möglich, der durch ein bewegliches, auf die feste Wehrkrone gesetztes Wehr (Schützen-, Klappen-, Walzenwehr u. s. w.), also durch eine Kombination verschiedener Wehrarten, erzeugt wird. Bei solchen kombinierten Anlagen entstehen manchmal sehr große Höhenunterschiede zwischen Wehrkrone und Sohle des Unterwassers, wobei dann die Nachteile aus der Wirkung der überstürzenden Hochwasserwelle entweder durch einen gekrümmten Wehrrücken (vgl. Fig. 27) oder besser durch Zwischenschaltung einer Trennungsmauer und Bildung eines Wasserkissens (Fig. 30) überwunden werden.

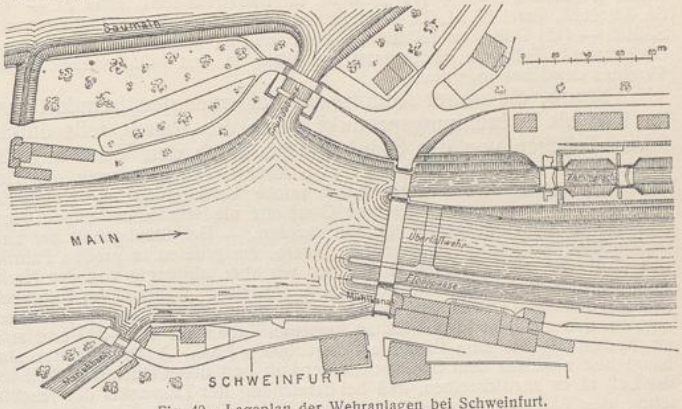


Fig. 49. Lageplan der Wehranlagen bei Schweinfurt.

Wenn auf dem Flusse, in dem das Wehr errichtet wird, Schiffahrt stattfindet, so richtet man, wo angängig, den Werkkanal zum Gebrauche für die Schiffahrt ein [4], S. 648; es werden dadurch die Gefahren und Nachteile beseitigt, die der Schiffahrt aus flachem Wasser und großen Geschwindigkeiten im Flusse selbst erwachsen würden. Einlaß- und Auslaßschleusen sind dann diesem besonderen Zwecke anzupassen. Für die Flößerei dagegen ordnet man fast ohne Ausnahme besondere Floßgassen (s. d.) an. Manchmal werden für alle Bedürfnisse getrennte Anordnungen vorgezogen; wir geben in Fig. 49 einen Grundriß, entsprechend dem Walzenwehre im Main bei Schweinfurt, mit besonderem seitlichem Grundablaß, Schiffsdurchlaß, Floßgasse und Mühlkanal. Weitere Dispositionen s. Bd. 4, S. 94 und [4]; die Anbringung von Fischwegen s. d.

Zum Schlusse wollen wir nochmals als von besonderer Wichtigkeit hervorheben, daß alle Stauanlagen in Flüssen eine genügend lange solide Sturzpritsche mit darauffolgender Sohlenbefestigung erfordern; durch Vernachlässigung dieser Forderung entstehen sehr häufig ungewöhnlich große Reparaturkosten, sogar Einstürze. Ferner sollten die Streichwände jedes Wehres aus gutgefugtem Mauerwerk oder aus Beton, niemals aus Holzverschalungen gebildet werden und am Anschlusse der Sturzpritschen Streichschwellen erhalten, um jede Hinterspülung zu verhindern. Eine gute Unterhaltung der Stauwand und dort, wo diese aus Beton besteht, ein Schutzbelag gegen Frostwirkungen ist ebenfalls dringendes Erfordernis.

Literatur: [1] Handbuch der Ing.-Wiss., Bd. 3, 1. Abt., 1. Hälfte, Leipzig 1892. — [2] Rühlmann, Hydromechanik, Hannover 1880. — [3] Tolkmit, Grundlagen der Wasserbaukunst, Berlin 1898. — [4] Köhn, T., Ausbau von Wasserkräften, Leipzig 1908. — [5] Ziegler, P., Der Talsperrenbau, Berlin 1900. — [6] Bericht des Ausschusses über die 25. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, Braunschweig 1901. — [7] Krantz, L'étude sur les murs de reservoirs, Paris 1870. — [8] Wienflußtalsperre, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897, S. 241, Tafel 16. — [9] Erddamm von Paroy, Annales des ponts et chaussées 1880, I, S. 98, Tafel 5. — [10] Desgl. von Panthier, ebend. 1880, II; desgl. von Torcy Neuf, ebend. 1893, II, S. 34. — [11] Zeitschr. des Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover 1886, Tafel 23. — [12] Orédontalsperre, Annales des ponts et chaussées 1887, II. — [13] Roloff, Nordamerikanisches Wasserbauwesen, Berlin 1895, S. 94. — [14] Wochenschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1889, S. 333. — [15] Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 35. — [16] Engin. News 1898, S. 157. — [17] Kreuter, Berechnung der Staumauern, Berlin 1894; Derf., Beitrag zur Berechnung und Ausführung der Staumauern, München 1909. — [18] Lueger, Die Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895 S. 324. — [19] Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898, S. 151. — [20] The Engin. Record 1897, S. 291. — [21] Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 450. — [22] Annales des ponts et chaussées 1895, II, S. 77. — [23] Oesterr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst 1895. — [24] Deutsche Bauztg. 1889. — [25] Kresnik, Die Sicherheits- und Benützungsvorkehrungen bei Wasserreservoirtalsperren, Wien 1889; auch in Wochen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schrift des Oesterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1889, S. 313. — [26] Hanric, Travaux d'hydraulique: Barrage-Réservoir du Hamiz, Algier 1894. — [27] Borchardt, Die Remscheider Stauweiheranlage, München 1897. — [28] Weber von Ebenhof, Bau etc. der Wasserstraßen, Wien 1895, S. 148. — [29] Zentralbl. der Bauverwaltung 1898, S. 531; Engineering Record 1898, S. 404; Journ. of the Western Society of Engineers 1905, Bd. 10, S. 615. — [30] Betonkalender für 1908, 2. Teil, S. 393. — [31] Die Wasserwerke der Stadt Komotau, Selbstverlag der Stadtgemeinde. — [32] Strukel, M., Der Wasserbau, 1. Teil, Leipzig 1897. — [33] v. Emperger, F., Handbuch für Eisenbetonbau, Bd. 3, Berlin 1907. — [34] Möller, M., Grundriß des Wasserbaues, Bd. 2, S. 221, Leipzig 1906. — [35] Zeitschr. des Oesterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1903, Nr. 50; Walzenwehre, ihre weitere Entwicklung und bisherige Bewährung, Mainz 1905. — [36] Zeitschr. für Bauwesen 1896, Tafel 50 bis 54. — [37] Ebend. 1888, Tafel 14—17. — [38] Deutsche Bauztg. 1890, S. 561. — [39] Oesterr. Monatsschr. für den öffentlichen Baudienst 1895, S. 331. — [40] Hans-Düsing, Kanalisierung der Maas, Wiesbaden 1885. — [41] Zeitschr. für Bauwesen 1881, Tafel 29. — [42] Ebend. 1886, Tafel 31, 32; 1888, Tafel 17, 51, 52. — [43] Ebend. 1890, Tafel 72. — [44] Zentralbl. der Bauverw. 1890, S. 212. — [45] Döll, Das selbsttätige Auftriebwehr, Metz 1904. — Vgl. a. die Stichworte Elektrizitätswerk, Talsperre, Wasserkraft und Wehr in den Inhaltsverzeichnissen der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Lueger.

Staub, die unsrer Atmosphäre beigemengten fremdartigen Bestandteile, die ihr teils als Verbrennungsprodukt durch den Rauch, teils durch Emporwirbelung feiner Teilchen von der Erdoberfläche durch den Wind zugeführt werden.

Mittels des Staubzählers von Aitken bestimmt man den Gehalt einer Luftprobe an Staubteilchen, indem diese durch rasche Verdünnung zur Kondensation gebracht wird und die Zahl der auf einer geteilten Glasplatte niederfallenden feinen Tropfen, die gleich der Anzahl der Staubteilchen ist, gezählt werden. — Der Staubgehalt der Luft ist außerordentlich verschieden, am geringsten über dem Meere, am größten in großen Fabrikstädten, größer nahe dem Erdboden als in großen Höhen, wo wir aber, abhängig von der Herkunft der Winde, wie auch sonst, sehr verschiedene Verhältnisse antreffen. Während im Kubikzentimeter in Glasgow (Winter) 170000—470000 und Edinburg (Winter) 45000—250000 Stäubchen ermittelt wurden, ergaben sich auf dem Rigi-Kulm an manchen Tagen nur 400—800 und an Tagen, wo der Wind am Nachmittag bis zum Gipfel aufstieg, 6000—7000. Aitkin stellte eine zahlenmäßige Abhängigkeit zwischen dem Staubgehalt der Luft und deren Duchsichtigkeit fest. Dem Staubgehalt der Luft ist es zuzuschreiben, daß bei Erreichung des Taupunkts der feuchten Luft eine Kondensation des Wasserdampfes eintritt, indem jedes Stäubchen den Kern für ein feinstes Wassertröpfchen abzugeben vermag. In absolut staubfreier feuchter Luft erfolgt die Kondensation erheblich später, wenn die Luft mit Wasserdampf bereits übersättigt ist. Nach Wilson ist die Uebersättigung dann etwa eine viermalige; ist V_1 das Volum der Sättigung, V_2 das Volum, bei dem eine Kondensation in staubfreier Luft stattfindet, so ist $V_2 = 1{,}25\ V_1$. — Dem großen Gehalt an Staub ist der Nebelreichtum und die Dichte des Nebels in großen Städten mit reichlicher Rauchentwicklung zuzuschreiben, berüchtigt sind in dieser Beziehung die Londoner Nebel. Mit der Einführung der rauchlosen Verbrennung wird dem Nebel in den Städten daher erfolgreich entgegengewirkt (vgl. Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1906). — Ebenso wie der Rauch der Vulkane und die Staubmassen bei deren gewaltigen Ausbrüchen, wie bei dem Ausbruch des Krakatoa, durch die Winde eine außerordentlich große Verbreitung finden, so gilt dies auch zuweilen von den durch den Wind mechanisch aufgewirbelten Staubmassen; in der letzteren Beziehung sind viele Fälle bestimmt nachgewiesen, wo Staub von der Afrikanischen Wüste teils auf direktem Weg über das Mittelmeer durch südliche Winde, teils auch auf dem Umwege über den Atlantischen Ozean durch westliche Winde in Europa weit nordwärts verbreitet worden ist.

Großmann.

Staubbekämpfung, s. Entstaubungsanlagen, Gewerbehygiene, Sprengwagen, Staubfauger, Straßenunterhaltung.

Staubexplosion. Der in der Luft aufgewirbelte Staub brennbarer Stoffe kann, entzündet, so rapid verbrennen, daß dabei alle Erscheinungen einer Explosion eintreten.

Von besonderer Wichtigkeit sind die in den Kohlenbergwerken vorkommenden Staubentzündungen, welche durch unmittelbar vorhergehende Schlagwetterexplosionen bezw. durch Sprengschüsse eingeleitet werden. Der hierbei auftretende Gasdruck ist außer von andern Faktoren namentlich auch von der Zusammensetzung der Kohle abhängig. Denkt man sich den Staub von reinem Kohlenstoff in Form von Holzkohle gleichmäßig in der für die Umwandlung in Kohlendioxyd gerade ausreichenden Luftmenge suspendiert und entzündet, so berechnet sich der Druck, welchen die Verbrennungsprodukte im Moment ihrer Bildung bei konstantem Volumen ausüben, auf 11,3 Atmosphären.

Die vor etwa einem Dezennium von der Firma Fr. Krupp unternommenen Versuche, staubförmige Steinkohle im Gemisch mit Luft zum direkten Betrieb von Explosionsmotoren zu verwenden, haben keine befriedigenden Ergebnisse geliefert; zweifellos ist eine gleichmäßige Verteilung des Kohlenstaubs in der Luft nur sehr schwer zu erzielen, und außerdem leiden die Zylinderwandungen durch die bei der Verbrennung hinterbleibende Asche not.

Außer dem Staub von Stein- und Braunkohlen hat auch der Staub von Müllerei- und ähnlichen Produkten schon öfters Veranlassung zu folgenschweren Explosionen gegeben; als besonders gefährlich ist weiterhin der Staub einzelner Drogen sowie des Schwefels anzusehen.

Als Mittel zur Verhütung von Staubexplosionen kommt, abgesehen von dem Fernhalten von Zündflammen, Funken u. s. w., das Niederschlagen des Staubs mittels feiner Wasserstrahlen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bezw. das Berieſeln der inneren Umfaſſungswände der den Staub einſchließenden Kammern oder Kanäle in Betracht. *C. Häußermann.*

Staubfänger, ſ. Aſpiration.

Staubfiguren, elektriſche (Lichtenbergſche Figuren). Bringt man den Knopf einer geladenen Leidener Flaſche mit einer Platte aus Harz oder Schellack in Berührung, ſo findet rings um die Berührungsſtelle eine Elektriſierung der Platte ſtatt, welche durch aufgeſtreute Pulver, wie Semen Lycopodii oder Schwefelblumen, ſichtbar gemacht werden kann, indem ſich die Pulver an den elektriſch geladenen Teilen der Platte dauernd anhängen.

Dieſe Staubfiguren ſind verſchieden geſtaltet, je nachdem die Flaſche poſitiv oder negativ geladen war. Bei poſitiver Ladung entſteht eine Figur mit dendritiſch verzweigten Strahlen, bei negativer Ladung ein runder Fleck. Faßt man eine Leidener Flaſche abwechſelnd an der äußeren Belegung und am Knopfe, ſo kann man auf der Platte poſitive und negative Schriftzeichen anbringen, indem man bald mit dem Knopfe, bald mit der äußeren Belegung ſchreibt. Dieſe Schriftzeichen werden noch nach längerer Zeit ſichtbar, wenn man mittels eines Beſtäubers ein Gemenge von Mennige und Schwefelblumen aufſtreut; die rote Mennige hängt ſich als elektropoſitiv an den negativen Stellen, der negative Schwefel an den poſitiven Schriftzügen an. Beſonders ſchöne Figuren liefert ein Gemiſch dreier Pulver: 1 Vol.-Proz. Karmin, 3 Vol.-Proz. Lycopodium, 5 Vol.-Proz. Schwefel [4]. Kundt erzeugte Staubfiguren auf Metallplatten, gegen die er eine Glimmentladung aus einer genäherten Spitze führte. Ueber die Erklärung ſ. [1], [2]. Eine Zuſammenſtellung der Verſuche und der zur Erklärung aufgeſtellten Hypotheſen gibt [3].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, 6. Aufl., S. 530, Braunſchweig 1895. — [2] Lehmann, O., Molekularphyſik, Leipzig 1888, Bd. 2, S. 252 ff. — [3] Overbeck, H., Ueber elektriſche Figuren, Jahresber. d. Herzogl. Karls-Realgymnaſiums, Bernburg 1894. — [4] Bürker, R., Ein Dreipulvergemiſch für elektriſche Staubfiguren, Zeitſchr. für phyſikaliſchen und chemiſchen Unterricht 1900, S. 282. *Aug. Schmidt.*

Staubgrün, grüne Körperfarbe für Oel und Waſſer, giftig, durch Fällen von Kupfervitriol-Arſeniklöſung mit Pottaſche und Schwerſpat. *Andés.*

Staubſammler zur Reinigung von Gaſen, ſ. Gaswaſchapparate, Kraftgas, Roheiſen.

Staubſauger (Vakuumreiniger), Apparate und Maſchinen, mit welchen in Wohnungen, Lagerräumen, Werkſtätten, Eiſenbahnwagen u. ſ. w. der Staub mittels einer künſtlich erzeugten Luftleere durch eine geſchloſſene Rohrleitung abgeſaugt werden kann, ohne daß der Staub aufgewirbelt wird und ohne daß es nötig iſt, Möbel, Teppiche u. ſ. w. von ihrem Platz zu entfernen.

Der eigentliche Sauger beſteht aus einem Mundſtück aus Metall, dem man je nach dem beſonderen Zweck verſchiedene Formen geben kann; die am meiſten gebräuchlichen ſind in den Fig. 1 und 2 dargeſtellt. Das Mundſtück ſitzt am Ende eines beweglichen Schlauches, der die nötige Länge hat, um in dem betreffenden Raum das Mundſtück leicht überall anſetzen zu können. Die Luftleere wird erzeugt mittels einer Vakuumpumpe, die durch Elektromotor oder durch einen andern Motor angetrieben wird; kleinere Apparate für Handbetrieb werden ebenfalls vielfach angeboten, doch können dabei nur ganz kleine Verhältniſſe in Frage kommen. Die Vakuumpumpen für Motorbetrieb werden in verſchiedenen Formen ausgeführt, ſtehend und liegend, als Kolbenpumpen oder Membranpumpen ſowie auch als rotierende Pumpen. Die in Fig. 3 dargeſtellte vertikale Kolbenpumpe, Syſtem Booth, hat ſich wohl am beſten bewährt; man erzielt mit dieſer ein Vakuum von 72—74 cm Queckſilberſäule, alſo etwa 96 %. Fig. 4 zeigt die komplette Staubabſaugeeinrichtung für ein Wohnhaus. Die von einem Elektromotor getriebene Vakuumpumpe iſt im Keller des Hauſes aufgeſtellt; von der Pumpe aus geht eine Rohrleitung durch alle Stockwerke des Hauſes; in jedem Stockwerk können beliebig viele Anſchlußſtellen für Schlauchleitungen eingerichtet werden. Der durch die Leitungen abgeſaugte Staub darf aber nicht in die Pumpe ſelbſt gelangen; zu dieſem Zweck und um überhaupt den Staub abzufangen und zu beſeitigen, wird zwiſchen die Pumpe und die Rohrleitungen ein Luftfilter eingeſchaltet, in welchem der Staub ſich an einem Filtertuch niederſchlägt; das Filter hat unten eine leicht verſchließbare Klappe, bei deren Oeffnung der Staub herausfällt und in einem untergeſtellten Gefäß abgefangen werden kann; es gibt auch Filter mit Waſſerſpülung im Anſchluß an die Waſſerleitung und Kanaliſation. Komplette Anlagen dieſer Art liefern unter anderm die Vakuumreinigergeſellſchaft Frankfurt a. M., A. Flack, Wiesbaden, P. Dierſe, Berlin. Pumpen dazu liefert die Maſchinen- und Armaturenfabrik vormals H. Breuer & Co., Höchſt a. M.,

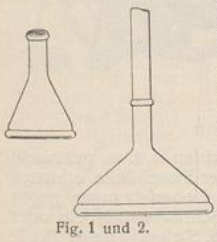


Fig. 1 und 2.

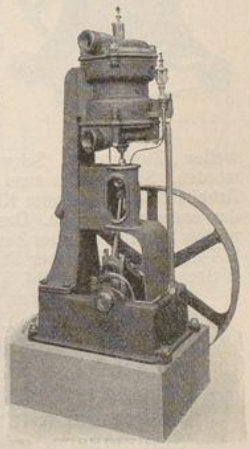


Fig. 3.

für Leiſtungen von 40—300 cbm ſtündlich, rotierende Pumpen die Firma Siemens-Schuckert-Werke, Berlin. Zur Reinigung der Eiſenbahnwagen bedient man ſich in großen Bahnhöfen eines andern Syſtems, bei welchem das Vakuum im Abſaugemundſtück mittels komprimierter Luft injektorartig erzeugt wird; bei ſehr langen Leitungen iſt nämlich die durch die Vakuumpumpe erzeugte Luftleere am Ende der Schläuche nicht mehr groß genug, um eine kräftige Wirkung zu erzeugen und man bedient ſich in ſolchen Fällen einer Kompreſſions-



Fig. 4.

pumpe, um die Luft von beliebig höherer Spannung (1 : 5 Atmoſphären) dem Saugmundſtück zuzuführen. Natürlich iſt bei ſolchen Anlagen der Aufwand an motoriſcher Arbeitsleiſtung beträchtlich größer als bei direkten Vakuumanlagen. Die Kompreſſionsanlagen werden von der Firma A. Borſig in Tegel b. Berlin ausgeführt. *Blecken.*

Stauchen bezeichnet in der Schmiedetechnik allgemein das Zuſammendrücken des Materials, ſo daß (in der Regel örtlich beſchränkte) Verdickungen durch Erbreiterung des Querſchnitts unter Verkürzung des Arbeitsſtücks entſtehen.

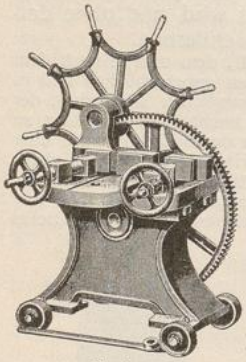


Fig. 1.

Das Stauchen ſtabförmiger Arbeitsſtücke wird in der Weiſe ausgeführt, daß ſie an der zu ſtauchenden Stelle erhitzt und auf den Boden aufgeſtoßen werden; ſehr lange Arbeitsſtücke werden wagerecht an einer Kette aufgehängt und gegen einen gleichfalls an einer Kette aufgehängten, hin und her ſchwingenden ſchweren Gußeiſenblock geſtoßen. — Fig. 1 und 2 zeigen Stauch- und Schweißmaſchinen, die in Schmiedewerkſtätten zum Zuſammenſchweißen und Kröpfen von Wellen, Anſtauchen von Köpfen und Bunden, Zuſammenſchweißen und Anſtauchen von Bundwellen, Kolben, Kuppelſtangen, Kurbeln und Kurbelwellen, Zugſtangen, Schwungrad- und Exzenterwellen, Geſtängen, Achſen u. ſ. w. gebraucht werden. Sie beſitzen zwei Klemmbackenpaare zum Einſpannen des an der Stauchſtelle erhitzten Arbeitsſtücks. Das eine Klemmbackenpaar wird mittels Handrads und Ueberſetzungen gegen das andre verſchoben. Das Feſtſpannen der Arbeitsſtücke erfolgt durch Schraubenſpindeln oder mittels ſelbſtſpannender Zangen [1]. — Ueber Bolzenkopfſtauchmaſchinen ſ. Schmieden, Bd. 7, S. 748, Fig. 26, 27; über Stauchen der Nietköpfe ſ. Nieten, Bd. 6, S. 614; über Stauchen beim Walzen ſ. Kaliber, Bd. 5, S. 285; über Stauchen der Sägezähne ſ. Sägen, Bd. 7, S. 544.

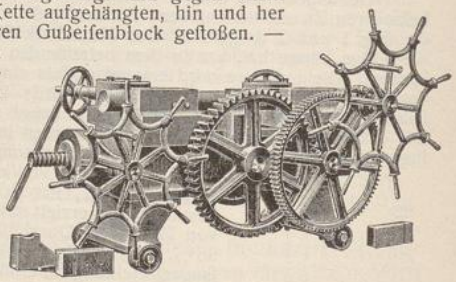


Fig. 2.

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. *A. Widmaier.*

Stauchgrenze, ſ. Druckelaſtizität, Bd. 3, S. 117; vgl. Fließgrenze.

Stauchprobe, ſ. Proben, technologiſche.

Stauchſieb, ſ. Setzarbeit.

Stauchverſuch, ſ. Schlagverſuch.

Staudamm (Staumauer), **Stauhöhe,** ſ. Stauanlagen.

Staumauern, graphiſche Berechnung (im übrigen ſ. Stauanlagen). Kleinere Staumauern erhalten wie die Stützmauern meiſtens einen trapezförmigen Querſchnitt;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

größeren Mauern gibt man aus Sparſamkeitsgründen in der Regel an der Vorderfläche, häufig auch an der Hinterfläche, einen konkaven Anlauf. Bei erſteren genügt es, die ſtatiſchen Verhältniſſe an der Grundfläche der Mauer (AB in Fig. 1) und in der Fundamentfläche zu unterſuchen; bei letzteren dagegen (Fig. 2) muß die Unterſuchung für verſchiedene wagerechte Schnitte durchgeführt werden. In der Regel wird verlangt, daß die im Mauerwerk bezw. im Fundament auftretende größte Spannung die zuläſſige Grenze nirgends überſchreite und daß an der Hinterfläche keine Zugſpannungen auftreten, denn ſie können leicht zu Riſſen Veranlaſſung geben. Wenn in einen ſolchen Riß Waſſer ſickert, ſo ſtellt ſich ein hydroſtatiſcher Auftrieb ein, der für den Beſtand der Mauer ſehr gefährlich werden kann.

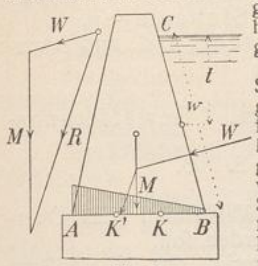


Fig. 1.

Fig. 1 erläutert das Verfahren zur Unterſuchung einer kleineren Staumauer von trapezförmigem Querſchnitt. Der Waſſerdruck W iſt gleich $w\,t$, gleich der Länge der benetzten Wand mal der Entfernung ihres Mittelpunktes vom Waſſerſpiegel; er greift im unteren Drittel der Wand an und ſteht auf der Wand ſenkrecht; das Mauergewicht M greift im Schwerpunkt des Trapezes an. Die Mittelkraft R wird in üblicher Weiſe durch graphiſche Zuſammenſetzung (vgl. Seilpolygon) gefunden. Sollen nun Zugſpannungen ausgeſchloſſen ſein, ſo muß R die Mauerfläche AB innerhalb des inneren Drittels KK' ſchneiden (vgl. Kern). Geht R links von K' vorbei, ſo muß die Mauer verſtärkt werden. Die längs AB auftretenden Spannungen beſtimmt man am ſchnellſten mittels der Kernformel (ſ. d.). Bezeichnet man die Abſtände der Kraft R von den Kernpunkten K und K' mit r und r', ſo iſt die Spannung in A gleich $6Rr:s^2$ und die in B gleich $6Rr':s^2$, worin s die Mauerbreite AB bezeichnet. Zur beſſeren Ueberſicht ſtellt man die Spannungsverteilung häufig graphiſch in Form des in Fig. 1 ſchraffierten Trapezes dar.

Fig. 2 zeigt die Spannungsermittlung bei einer Mauer mit konkavem Anlauf. Man teilt die Mauer durch wagerechte Schnitte in geeigneter Weiſe ein, berechnet für jede Mauerſchicht deren Gewicht M und den darauf treffenden Waſſerdruck W und ſetzt dieſe Kräfte durch zwei Seilecke S und S' zuſammen. Die Größe der Kräfte M und W beſtimmt man wie oben. Um die Angriffspunkte der W zu finden, zieht man (Fig. 2 rechts) die Linien CD und CE, teilt die eingeſchloſſene Fläche der Schichtenteilung entſprechend in Trapeze und ermittelt deren wagerechte Schwerlinien, wie es für die fünfte Schicht angedeutet iſt, indem man die Drittelspunkte der einen Seite mit den gegenüberliegenden Ecken des Trapezes verbindet. Um nun die Spannungen für eine beliebige Schnittfläche zu erhalten, beſtimmt man mit Hilfe des Kraftecks und der beiden Seilecke die Mittelkräfte der oberhalb angreifenden M und W (vgl. Seilpolygon) und ſetzt ſie zur Mittelkraft R zuſammen, worauf ſich die beiden Grenzſpannungen ganz ſo wie beim erſten Beiſpiel berechnen laſſen. Gewöhnlich berechnet man dieſe Spannungen auch noch für das leere Baſſin; in dieſem Falle iſt die Mittelkraft der M allein in Rechnung zu ziehen. Die beſchriebenen Zeichnungen und Berechnungen ſind in der Fig. 2 für die Schichtenlinie 5 6 durchgeführt worden; die ſchraffierten Flächen ſtellen die Spannungen dar, und zwar oberhalb der Linie für gefülltes, unterhalb für leeres Baſſin; die beigeſchriebenen Zahlen geben die Randſpannungen in Tonnen pro Quadratmeter an.

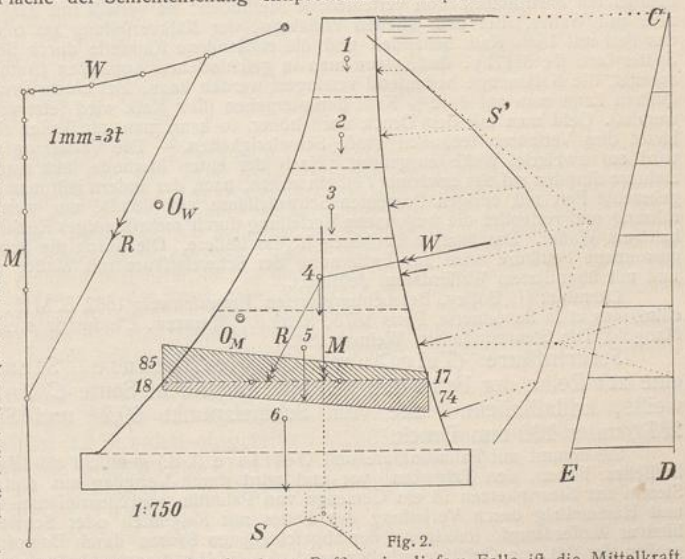


Fig. 2.

Bei feſtem ſeitlichem Talanſchluß werden Staumauern nicht ſelten im Grundriß gekrümmt ausgeführt, ſo daß ſie wagerechte Gewölbe bilden; ſolche Mauern können nur unter Zuziehung der Theorie der elaſtiſchen Formänderungen richtig berechnet werden.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1866; Clericetti, Hydrostatica graf. etc., Novarra 1874; v. Ott, Vorträge über Baumechanik, Prag 1877; Undeutſch, Zivilingenieur 1877, S. 289; Pelletreau, Annales des ponts et chaussées 1877, S. 258 und 480, und 1879, S. 198; Saviotti, Annuario del R. Istit. Tecn. di Roma 1879; Crugnola, Sui Muri di Sostegno etc., Turin 1882; Lauenſtein, Graph. Statik, Stuttgart 1898.

Mörſch.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Staurolith, Mineral, wasserhaltiges Magnesia-Tonerde-Silikat, $H_2Fe_3Mg_3Al_{12}S_6O_{34}$. Kristallisiert rhombisch. Braunrot, sehr dunkel, oft granatähnlich; durchsichtig bis undurchsichtig; glasglänzend, spröde. Härte $7^1/_2$. Spez. Gew. 3,34—3,77. Sehr schwer schmelzbar; von Säuren kaum angreifbar. Meist im Glimmerschiefer (Tessin). Nur ganz reine Kristalle werden wie Granat geschliffen und als Edelsteine getragen. Wert gering. *Leppla.*

Stauschleuse, s. v. w. Schleusenwehr, s. d. und Stauanlagen.

Stauschwelle, s. v. w. Grundschwelle, Grundwehr, s. d. und Stauanlagen.

Stausee, s. Sammelteiche.

Stauventil, bei dem Petersenschen Wiesenbausystem, s. Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 762.

Stauwässerung, s. Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 763.

Stauweite, -werke, s. Stauanlagen.

Stauziel, die bestimmte Höhe, auf welcher ein Wasserstand (das Oberwasser) vermittelst einer Stauanlage (s. d.) erhalten werden soll.

Stearin, richtiger Tristearin, ist das Triglyzerid der Stearinsäure $[C_3H_5(O\cdot C_{18}H_{35}O)_3]$; das von den Stearinfabriken erzeugte Stearin ist aber nicht dieses, sondern ein Gemenge von festen Fettsäuren [1].

Die Fette, hauptsächlich Talg, Palmöl, Knochenfett, werden durch Verseifung in Fettsäuren und Glyzerin gespalten und die erhaltenen Fettsäuren danach zur Abscheidung der flüssigen Fettsäuren zuerst einer kalten und hierauf einer warmen Pressung in hydraulischen Pressen unterworfen. Die in der Presse zurückbleibende feste Masse ist das Stearin, welches als Kerzenmaterial dient. Aus dem Abgepreßten werden die festen Fettsäuren noch nach Möglichkeit gewonnen, und der flüssige Teil unter dem Namen Olein in den Handel gebracht. Dieses Olein, welches im wesentlichen eine mit etwas festen Fettsäuren verunreinigte Oelsäure ist, findet Verwendung in der Seifenfabrikation und in der Textilindustrie. — Zur Verseifung der Fette benutzt die Stearinfabrikation verschiedene Methoden; sie verseift mit Kalk, mit Schwefelsäure oder mit Wasser. Bei dem ältesten Verfahren, der Kalkverseifung im offenen Gefäß, wurde das Fett mit 15% Kalk behandelt und die entstandene Kalkseife durch Schwefelsäure zersetzt. Später fand de Milly, daß, wenn man in geschlossenen Apparaten (Autoklaven) unter Druck arbeitet, die Kalkmenge bedeutend verringert werden kann. Bei einem Druck von 8—12 Atmosphären kann man auf 4—2% Kalk heruntergehen (statt Kalk wird jetzt vielfach Magnesia verwendet). Geht man mit dem Druck noch höher, so kann man mit Wasser allein verseifen; doch bietet dies Verfahren technisch große Schwierigkeiten. — Die Verseifung durch Schwefelsäure wird auf zweierlei Weise ausgeführt. Nach der einen Methode läßt man die Schwefelsäure mehrere Stunden auf das erwärmte Fett einwirken, nach der andern läßt man das auf 105—110° C. gebrachte Fett mit einigen Prozenten Schwefelsäure von 66° Bé nur wenige Minuten in Berührung und vollendet die begonnene Verseifung durch mehrstündiges Kochen mit schwefelsäurehaltigem Wasser. Das letztere Verfahren ist das bessere. Die durch die Schwefelsäureverseifung gewonnene Fettsäure wird zur Entfernung der Schwefelsäure mit Wasser und Dampf gekocht und mit überhitztem Wasserdampf destilliert.

Literatur: [1] Bolley, Beleuchtungswesen, Braunschweig 1862, S. 74 ff.; Droux, Les produits chimiques et la Savonnerie, Paris 1878, S. 59 ff.; Marazza, L'industria stearica, Mailand 1893; Mangold, Die Stearininduſtrie, Weimar 1896. *Deite.*

Stearinsäure (Talgsäure, Cetyleffigsäure, Stearophansäure), eine zur Reihe der Fettsäuren gehörige organische Säure $C_{18}H_{36}O_2$, eine fettige, weiße, kristallinische Masse vom Schmelzpunkt 69,2° und Siedepunkt gegen 287° unter 100 mm Druck.

Sie kommt mit Palmitinsäure und Oelsäure (s. d.) gemischt als Glyzinester in festen tierischen Fetten, den Talgarten, vor und wird durch Verseifen aus diesen gewonnen. Das Stearin der Stearinkerzen ist ein Gemenge von Palmitin- und Stearinsäure, welches aus Rinder- und Hammeltalg durch Verseifung des Fettes mit Kalkmilch oder Schwefelsäure oder überhitztem Wasserdampf, Reinigung der abgeschiedenen Säuren durch Dampfdestillation und Abpressen der flüssigen Oelsäure erhalten wird (s. a. Essigsäure). Außer als Kerzenmasse findet die rohe, gewöhnlich als Stearin bezeichnete Stearinsäure Verwendung als Salben- und Pomadenzusatz. *Bujard.*

Steatit (Speckstein), s. Talk.

Stechbeitel, s. Stemm- und Stechzeug.

Stechen der Gewölbe, Herstellung einer Ueberhöhung im Scheitel.

Wird bei böhmischen und preußischen Kappen, insbesondere aber bei Kreuzgewölben angewendet. Bei letzteren kann diese Ueberhöhung dadurch bewirkt werden, daß man die das Kreuzgewölbe bildenden Zylinderstücke nach der Mitte zu ansteigen läßt oder die Scheitellinien der Kreuzkappen gekrümmt anstatt geradlinig annimmt und mit „Bogenstich" einwölbt. In beiden Fällen ist die Einwölbung auf den Schwalbenschwanz (s. d.) allen andern Einwölbungsarten vorzuziehen. Das Stechen der Gewölbe soll bei Ausführung in Backsteinen einem Setzen des Gewölbes in der Mitte vorbeugen. *L. v. Willmann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stecher, Beſtandteil der Schützen- oder Schußwächter, ſ. Weberei.

Stechheber, röhrenförmiges, unten und oben offenes Glas- oder Metallgefäß zur Entnahme von Flüſſigkeitsproben vgl. Pipetten.



Stechkarre (Sackkarre), zweirädriger Handkarren eigenartiger Form zur Beförderung von Kiſten, Ballen, Säcken u. a. auf Güterböden, Kaiſchuppen, Speichern u. ſ. w.; ſ. die Figur (Oskar Krieger, Dresden). *Cauer.*

Stechmaſchine, ſ. Petinetmaſchine und Wirkerei.

Stechſchloß, ſ. Jagdgewehre; auch ſ. v. w. Yaleſchloß, ſ. Bd. 7, S. 734.

Stechzeug, ſ. Stemm- und Stechzeug.

Steckſchlüſſel oder Stechſchlüſſel, ſ. Schraubenſchlüſſel.

Steckſchütze, ſ. Weberei.

Steg, 1. in der Baukunſt ein dünner ſchmaler Bandſtreifen, der einzelne Bauglieder trennt, z. B. die Kannelüren am ioniſchen Säulenſchaft, bei den Triglyphen u. ſ. w.; 2. eine ſchmale, nur für einzelne Fußgänger benutzbare Ueberbrückung; 3. ſchmaler Weg (Steig). *Weinbrenner.*

Steg (Bühne, Lauf), ſ. Tragewerk.

Stehbolzen halten zwei Platten in feſtem Abſtand, entweder als Schrauben (Fig. 1) oder als eingeſchraubte Bolzen mit vernieteten Köpfen (Fig. 2). An Stelle des Säulchens (Fig. 1) genügt vielfach eine durchgehende Schraube mit einem zwiſchen den Platten eingeſetzten Rohrſtück.

Die Stehbolzen (Fig. 2) der Lokomotivkeſſel verbinden die ebenen Wände der inneren und äußeren Feuerbuchſe in 70—100 mm Abſtand und ſtehen in quadratiſcher Anordnung mit $e = 100$ bis 110 mm Entfernung. Die Stärke der Platten (ſ. d., Fig. 5—7) richtet ſich nach der Befeſtigung der Bolzen. Die kupfernen Bolzen erhalten Gewinde von 26 mm, auch bis 30 mm Durchmeſſer und 10 (oder 11) Gänge auf 1″ engl.; eiſerne Bolzen haben 23 mm Durchmeſſer. Die Zugſpannung bei q Atmoſphären Dampfüberdruck $s = e^2 q\, 4/\pi\, d_1^2$ erreicht für Kupfer 300—400 kg/qcm, für Schweißeiſen 500, für Flußeiſen 600. Am beſten hat ſich Mangankupfer mit 4—5 % *Mn* bewährt [1] mit einer Zugfeſtigkeit von 3100 kg/qcm im kalten und im 200° warmen Zuſtande und einer Dehnung von 39 bezw. 34 %, gegenüber reinem Kupfer von 1570 Zugfeſtigkeit bei 200° und 34 % Dehnung. Die Deckenanker der Feuerbuchſen beſtehen aus Eiſen und werden etwas ſtärker als die Seitenwandſtehbolzen gehalten. Infolge der Wärmeausdehnung hebt ſich die Feuerbuchsdecke um mehrere Millimeter, ſo daß die oberen Reihen der Stehbolzen unter Verbiegung nachgeben müſſen. Um den Bruch eines Bolzens durch Waſſerausſickerung erkennbar zu machen, durchbohrt man ſie auf 3 mm Weite wenigſtens an der Außenſeite. Nach dem Einſchrauben des Bolzens wird das dazu benutzte Vierkant (Fig. 2) abgehauen, die überſtehenden Enden werden vom Gewinde befreit und zu flachen Nietköpfen niedergeſchlagen, ſchließlich wird die Durchbohrung außen wieder angebohrt. *Lindner.*

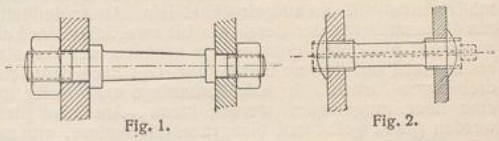


Fig. 1. Fig. 2.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 826.

Stehende Gänge nennt der ſächſiſche Bergmann ſolche Gänge, welche, nach dem in zweimal 12 Stunden eingeteilten ſächſiſchen Bergkompaß, zwiſchen Stunde 12 und Stunde 3 ſtreichen, d. h. von SSW gegen NNO.

Literatur: Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde, 4. Aufl., Wien 1907, S. 9. *Treptow.*

Stehendes Gut, ſ. Takelage.

Stehknecht (Bankknecht), ſ. Hobelbank.

Stehlade, ſ. Weberei.

Steifrahmen, in eiſernen Brückentragwerken die biegungsſteifen rahmenförmigen Querverbände, welche durch die Pfoſten der Tragwände und die an ſie feſt angeſchloſſenen oberen und unteren Querriegel oder -träger gebildet werden.

Solche Steifrahmen kommen zur Anwendung, wenn bei unten zwiſchen den Tragwänden liegender Fahrbahn keine diagonale Querverſtrebung angebracht werden kann. Sie haben die Aufgabe, die lotrechte Stellung der Tragwände zu ſichern und im Vereine mit der Windverſtrebung die wagerechten Kräfte aufzunehmen. Iſt eine obere Windverſtrebung vorhanden, ſo muß dieſe an Steifrahmen endigen, welche ihr als Stützpunkte dienen und als End- oder Portalrahmen entſprechend kräftig auszubilden ſind. Iſt bei unzureichender Höhe der Tragwände kein oberer Querverband möglich (offene Brücken), ſo iſt die Seitenſteifigkeit des Ueberbaues durch ſteife Halbrahmen zu ſichern, welche durch feſten Anſchluß der Querträger oder beſonderer Querriegel an die Pfoſten der Tragwände entſtehen. *Melan.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Steigband, ſ. Gurtförderer ſowie Buhle, Maſſentransport, Stuttgart 1908.

Steige, ſ. v. w. Treppe (ſ. d.).

Steigen, ſtetig anſteigende Straßenſtrecken (ſ. Serpentinen, Wendeplatten).

Steigen, im Bergbau allgemein ſ. v. w. anſteigen. — Das Steigen im beſonderen: in bezug auf eine Schicht oder Lagerſtätte, eine Linie, welche in der ſtärkſten Neigung derſelben gegen die wagerechte Ebene, und zwar von unten nach oben gezogen wird (vgl. a. Fallen). *Treptow.*

Steiger, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 364.

Steigerturm, Steiggeräte, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 781 ff.

Steiglade, eine Wechſellade, bei welcher die Schützenkäſten übereinander angeordnet ſind und welche von unten gehoben wird, vgl. a. Hebelade (Hub- oder Fallkäſten), ſ. Weberei. *E. Müller.*

Steigort, ſ. Strecken (im Bergbau).

Steigrad, ſ. Uhren.

Steigung, ſ. Längenprofil, Neigungsverhältnis, Straßenbau.

Stein (Lech), ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

Steinabrichtmaſchine, ſ. Steinbearbeitungsmaſchinen.

Steinanſtriche, Oelfarbenanſtriche auf gewöhnlichem weichem Sandſtein; letzterer wird zuerſt mit heißem Leinöl getränkt und erhält hierauf zwei oder drei Farbenlagen, deren jede für ſich vollkommen trocken ſein muß.

Als Farbe verwendet man Kreide, mit Bleiweiß gemiſcht und mit Ocker, Rebenſchwarz, Ultramarin abgetönt; dieſe Miſchungen geben je nach den verſchiedenen Mengen die unterſchiedlichſten Farbentöne. Maueranſtriche werden gewöhnlich an den Straßenfronten der Häuſer als Faſſadenanſtriche ausgeführt und ſichern hier große Widerſtandsfähigkeit, Schönheit und leichte Reinigung. Sollen verputzte Flächen mit Oelfarben geſtrichen werden, ſo dürfen dieſe keinen Anſtrich mit Kalkmilch haben und müſſen möglichſt gut ausgetrocknet ſein. Am vorteilhafteſten iſt Verputz aus Zementmörtel, der durch ein bis zwei Jahre der Luft ohne Anſtrich ausgeſetzt war. Man grundiert, je nachdem der Verputz porös iſt, ein- bis zweimal mit heißem Leinöl und trägt nach dem Trocknen zwei bis drei Lagen Farben auf; jede Farbenlage muß völlig trocken ſein, ehe eine neue aufgetragen werden kann. Am häufigſten werden grau-, gelb- und blaugrüne (meergrüne, erbſengrüne und ſteingrüne), ſeltener rötliche und violettgraue Färbungen gewünſcht. Derartige Anſtriche, gut ausgeführt, verhüten das Auſſaugen von Feuchtigkeit und halten ſehr lange, ſind aber auch ziemlich koſtſpielig. *Andés.*

Steinaſche, ſ. Pottaſche.

Steinausleſemaſchine, ſ. Reinigungsmaſchinen für Getreide.

Steinbearbeitungsmaſchinen. Dieſe in der Neuzeit zu größerer Bedeutung gekommenen Hilfswerkzeuge ſind in drei große Gruppen zu trennen: 1. Maſchinen zum Arbeiten im Steinbruch und zum Lostrennen der Felſen. Hierzu gehören Schrämmaſchinen und Bohrmaſchinen (ſ. d.); 2. Maſchinen zur Bearbeitung von Werkſteinen, welche nachſtehend beſchrieben werden, und 3. die ſogenannten Hartzerkleinerungsmaſchinen, wozu hauptſächlich Steinbrecher, Walzwerke, Kollergänge, Pochwerke Anwendung finden; ſ. a. Mühlen.



Fig. 1. Teilfäge für mehrere Blätter. *c* Spannlaſchengehäuſe. *d* Ausladung. *e* Schaltmechanismus für Tiefgang. *m* Handkurbel zum ſchnellen Heben und Senken des Rahmens.

Hobelmaſchinen und **Drehbänke** für Steine. Als Werkzeug dient ein feſtſtehender Stahl, der eventuell mit Diamanten armiert iſt, oder eine Sprengſcheibe, auch Rollmeſſer genannt. Zur Herſtellung von Profilen werden ſehr ſchnell rotierende Schleifſcheiben aus Schmirgel oder Carborundum verwendet. Dem Werkſtück wird eine Translationsbewegung gegeben oder eine Rotationsbewegung, wenn es ſich um die Herſtellung von Säulen handelt. Das Schleifen und Polieren der Werkſtücke erfolgt auf den gleichen Maſchinen unter Anwendung von Sand oder gekörntem Stahl bei entſprechender Beſchleunigung der Bewegungsgeſchwindigkeit. — Vgl. a. den Katalog von E. Offenbacher, Markt-Redwitz-Eger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Große Bedeutung haben die **Steinſägemaſchinen,** die nicht nur zum Zerlegen der Bauſteine, zur Herſtellung von Gewänden u. ſ. w. Verwendung finden, ſondern auch geſtatten, gleichzeitig bis zu 70 Platten aus edleren Steinmaterialien, insbeſondere Marmor und Granit, in einem Arbeitsvorgang herzuſtellen. Als Sägeblätter dienen im allgemeinen glatte Stahlbänder, welche unter Verwendung von Quarzſand oder gekörntem Stahl Fugen in die Steine einſchleifen. Aus dieſem Grunde werden Steinſägen ſtets mit horizontal ſchwingenden Rahmen ausgeführt. Nur ganz weiche Kalkſteine und Schiefer laſſen ſich mit gezahnten Sägeblättern bearbeiten.

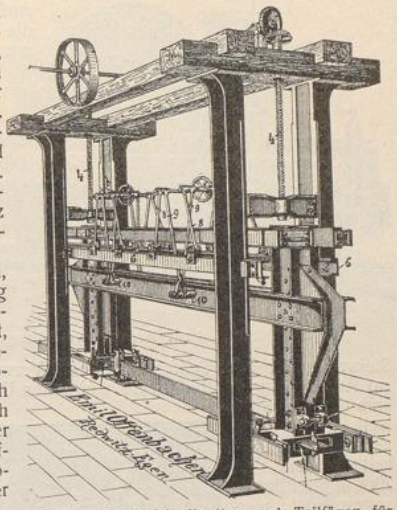


Fig. 2. Univerſalvollgatter und Teilſägen für glatte, gezahnte und diamantierte Sägeblätter. 4 Steuerſpindeln. 6 Hilfsrahmen. 8 und 9 Verbindende und verſtellbare Doppellenker. 10 Sägerahmen.

Vollgatter beſtehen aus einem kräftigen Rahmen, der durch Kurbelradvorgelege in horizontaler Richtung hin und her bewegt wird und ſich infolge ſeiner Aufhängung an Pendeln bei jeder Bewegung etwas hebt, wodurch das Sägematerial unter die Sägeblätter gelangt. Durch Spindeln wird der Sägerahmen automatiſch und in einſtellbarer Geſchwindigkeit, je nach der Härte des Steines, abwärts geführt, wobei durch einfaches Umſtellen eines Hebels auch ein ſchneller Hoch- oder Tiefgang erzielt werden kann. Die Aufgabe des Säge- bezw. Schleifmateriales erfolgt automatiſch durch Zufluß von Waſſer auf einen hin und her bewegten Verteiler.

In jenen Fällen, in welchen man in bezug auf die Breite des Arbeitsſtückes keine Begrenzung wünſcht, empfiehlt ſich die Anwendung der Teilſägen (Fig. 1), bei welchen der Rahmen ſeitlich offen iſt. Schaltung und Wirkungsweiſe iſt genau ſo, wie unter Vollgatter beſchrieben. Neu und ſehr zweckmäßig iſt die Aufhängung der Univerſalſägemaſchinen, welche nach D.R.P. Nr. 135606 als Vollgatter oder Teilſäge ausgeführt wird (Fig. 2). Dieſelbe geſtattet, durch Drehen der Handräder 12 die

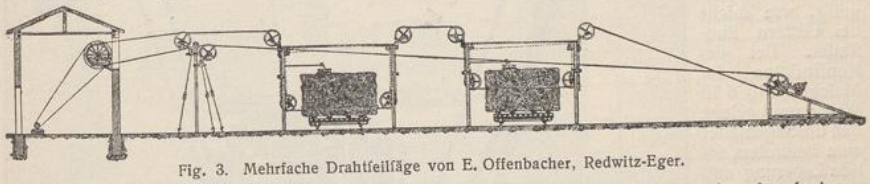


Fig. 3. Mehrfache Drahtſeilſäge von E. Offenbacher, Redwitz-Eger.

Schwingungsbahn des Rahmens bezw. die Pfeilhöhe der Bogenbewegung entſprechend einzuregulieren, ſo daß dieſe Maſchinen mit einem viel größeren Hub, als bisher bekannt, laufen und ſowohl mit glatten Blättern mit Sand, als auch mit Diamantſägeblättern (ſ. unten) beſpannt werden können.

Drahtſeilſägen finden ſowohl im Bruch Anwendung, um Felſen direkt herauszuſchneiden, als auch zum Zerteilen der auf andre Weiſe gebrochenen Blöcke. Wie aus Fig. 3 erſichtlich, beſteht die Wirkungsweiſe der Drahtſeilſägen darin, daß eine endloſe Drahtlitze über eine entſprechende Anzahl von Seilrollen geführt und automatiſch unter Zuführung von Sand und Waſſer in den Stein eingepreßt wird. Da die Drahtlitze aus drei einzelnen Drähten gewunden iſt, ſo bilden ſich durch ihre Spiralform Hohlräume, welche die Zuführung des Sandes trotz der Anpreſſung der Litze in die Schnittfuge ermöglichen. Um die dem jeweiligen Stand der ſägenden Litze entſprechende Spannung zu regulieren, dient ein auf einer ſchiefen Ebene laufender Spannwagen. Drahtſeilſägen laſſen ſich ſo anordnen, daß mittels eines Seiles von 200—500 m Länge auf verſchiedenen Stellen eines Werkplatzes geſägt werden kann, und zu dieſem Behufe ſind die ſogenannten Orientationsſtänder (Seilführungsſtänder) und eine größere Anzahl von Sägeſtändern nötig.

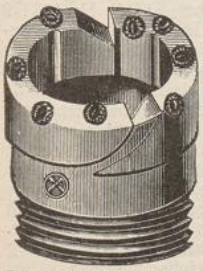


Fig. 4. Diamantierte Bohrrohre (Kronen).

Diamantwerkzeuge. Seitdem es gelungen iſt, durch patentierte Verfahren Diamanten ohne Anwendung von leichtflüſſigem Metall direkt in Stahl einzupreſſen, hat ſich das Anwendungsgebiet von Diamantwerkzeugen ſehr erweitert. Sie dienen als ſogenannte Tiefbohrkronen im Bergbau und ermöglichen eine ganz bedeutende Schnelligkeit in der Herſtellung der Bohrlöcher. In Fig. 4 iſt eine Bohrkrone abgebildet, die mit auswechſelbaren Diamantzähnen (Disken) verſehen iſt. Als beſtes Material ſind die ſchwarzen Diamanten, „Carbons“, bekannt, welche auch den höchſten Preis haben.

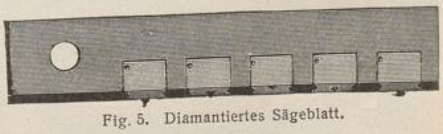


Fig. 5. Diamantiertes Sägeblatt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

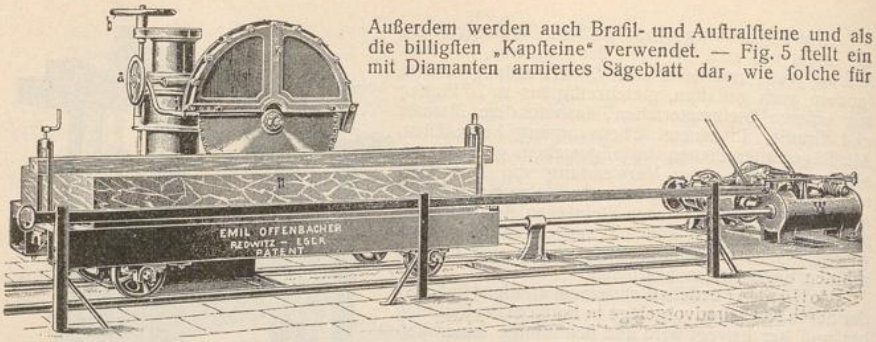


Fig. 6. *a* Handrad zur Horizontalverſtellung. *b* Handrad zur Vertikalverſtellung *w* Schaltgehäuſe.

Außerdem werden auch Braſil- und Auſtralſteine und als die billigſten „Kapſteine“ verwendet. — Fig. 5 ſtellt ein mit Diamanten armiertes Sägeblatt dar, wie ſolche für Steinvollgatter oder Teilſägen (ſ. oben) Verwendung finden; Fig. 6 veranſchaulicht eine Maſchine zur Anwendung der beſonders wirkſamen Diamantkreisſägeblätter. Bei dieſen iſt der Effekt deshalb der günſtigſte, weil große Umlaufsgeſchwindigkeiten, bis zu 2000 m pro Minute, angewendet werden können und weil die Diamantfaſſung nur einſeitig beanſprucht wird, ſich alſo weniger lockert als bei hin und her gehender Bewegung, wie ſolche bei Gattern ſtattfindet. Bei der Konſtruktion der Maſchine Fig 6 iſt Wert darauf gelegt, daß die Sägeblätter eine beſonders ſolide Lagerung und Führung erhalten und daß die auf dem Wagen befindlichen Arbeitsſtücke mit regulierbarer Geſchwindigkeit je nach der Steinhärte gegen das Diamantblatt automatiſch vorgeſchoben werden. — Diamantkreisſägemaſchinen werden zum Trennen von Blöcken, Teilen von Platten, Zuſchneiden auf Maß, zum Säumen und Zerteilen der Platten in einzelne Leiſten unter Anwendung mehrerer Diamantkreisſägen gefertigt. An Stelle der Diamantkreisſägeblätter haben ſich in neuerer Zeit die nach D.R.P. Nr. 163179 hergeſtellten Patentſägezähne, beſtehend aus einem Stahlkern mit an dieſem befeſtigten Schleifkranz aus Carborundum, vielfach eingeführt, da ſie bei billigeren Betriebskoſten einen glatteren Schnitt als erſtere ergeben.

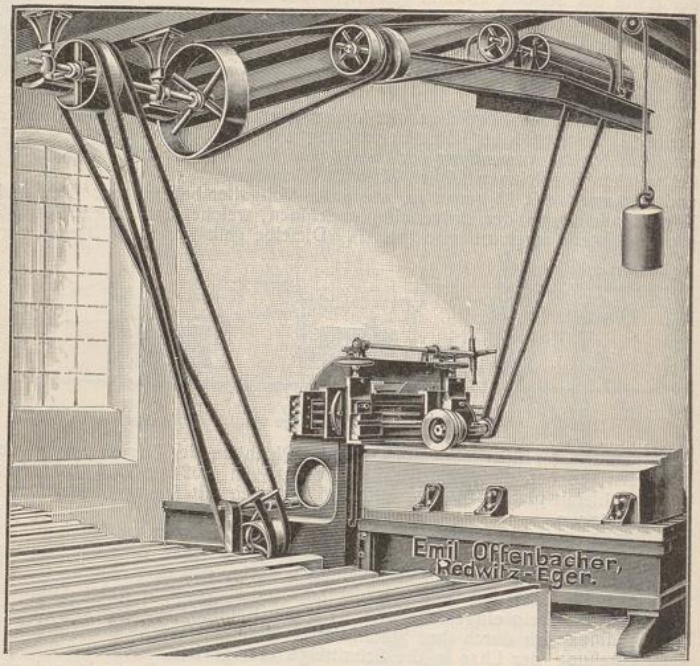


Fig. 7. Hobel-, Fräs- und Sägemaſchine.



Fig. 8. Schleif- und Polierwalzen für Kanten.

Diamantabrichtwerkzeuge dienen hauptſächlich zum Abdrehen von Schleifſteinen. An Stelle des Diamantwerkzeuges können auch Sprengſcheiben angewendet werden.

Fräsmaſchinen zur Profilierung harter und weicher Geſteine haben ſich ſpeziell durch die Erfindung des

Carborundums (ſ. d.) hervorragend entwickelt. Carborundum iſt ein auf elektriſchem Wege hergeſtelltes Siliciumkarbid von nadelförmiger Beſchaffenheit, das in Härte gleich nach dem Diamant rangiert. Die daraus hergeſtellten künſtlichen Schleifſcheiben, welche eine Umfangsgeſchwindigkeit bis zu 2000 m pro Minute erhalten, eignen ſich zum Fräſen der härteſten Geſteinsarten. Fig. 7 zeigt eine derartige Fräsmaſchine für Treppenſtufen. Das Arbeitsſtück wird auf den Wagen gelegt und automatiſch gegen die ſchnell rotierenden Fräſſcheiben herangeführt. Dieſe ſind vertikal, horizontal und in jedem Winkel einſtellbar und eventuell hintereinander gelagert, derart, daß eine Scheibe mit grobem Korn vorarbeitet und die andre mit feinem Korn nachfräſt. Die ſo erzielten Profile ſind derart glatt, ſcharf und glänzend, daß ſie nur noch einer ganz geringen Politurarbeit bedürfen. — Fräsmaſchinen werden auch für Plattenbearbeitung gebaut und hat ſich insbeſondere zur Bearbeitung von Plattenrändern die Anordnung als Walzenſchleifmaſchine nach Fig. 8 bewährt. Die Carborundumwalze arbeitet auf einer ganzen Länge von 2—3 m und zwar nicht nur durch die Rotation, ſondern auch durch ihre kontinuierliche axiale Hinundherbewegung.

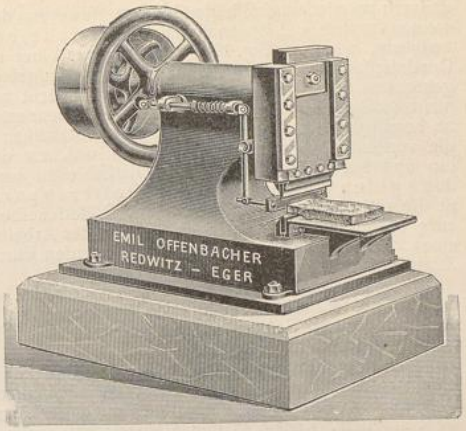


Fig. 9. Plattenſpaltmaſchine.

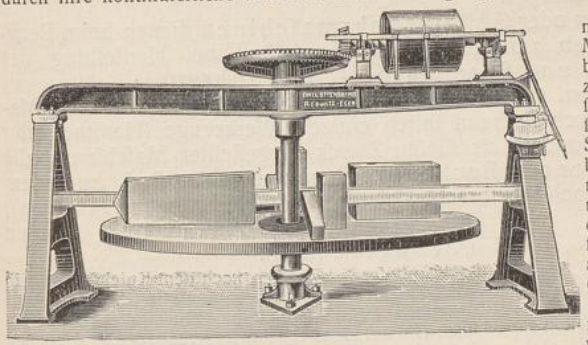


Fig. 10. Schurſcheibe mit Oberantrieb.

Plattenſpaltmaſchinen dienen zur Herſtellung der für Moſaikzwecke vielfach gebrauchten Würfel und ebenſo zur Fabrikation von Pflaſterſteinen. Die Konſtruktion beſteht im weſentlichen aus einer Schneide, auf welcher das Arbeitsſtück aufgelegt und einem mittels Exzenters oder komprimierter Luft betätigten Hammer, der auf das Arbeitsſtück niederfallt und es an die Schneide anpreßt, wodurch die Spaltung entſteht (Fig. 9).

Stockhämmer ſind mit Zähnen verſehene Stahlwerkzeuge, welche zur Herſtellung von glatten Flächen dienen. Weil die Zähne ſich häufig abnutzen, ſo werden ſolche mittels ſogenannter Stockhammerfräsmaſchinen wieder in Stand geſetzt. Da das Stocken ſtets Handarbeit vorausſetzt, nachdem für dieſen Zweck geeignete Maſchinenkonſtruktionen bisher noch nicht geſchaffen werden konnten, ſo iſt dies immer eine teure Arbeit. Dieſelbe wird neuerdings mit praktiſchem Erfolg

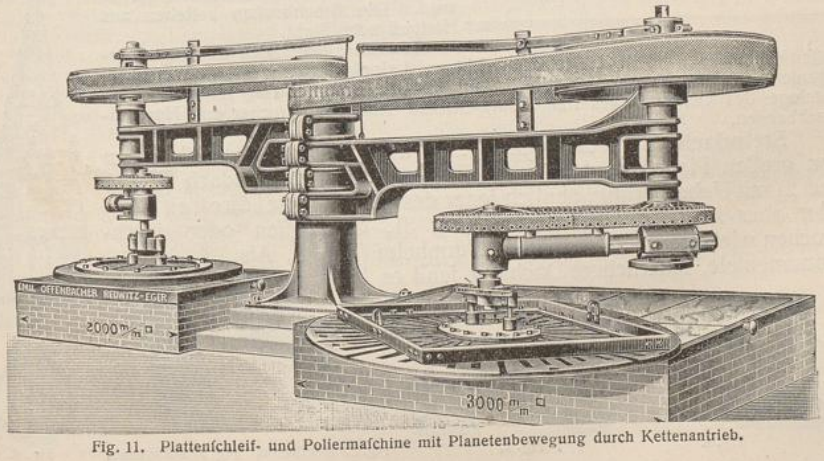


Fig. 11. Plattenſchleif- und Poliermaſchine mit Planetenbewegung durch Kettenantrieb.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dadurch vermieden, daß harte Gesteine, direkt aus dem Bruch kommend, geschurt, d. h. geschliffen werden mittels der sogenannten Schurscheiben oder Abrichtmaschinen. Dieselben bestehen, wie aus Fig. 10 ersichtlich, aus einer rotierenden Hartgußschleifscheibe von 2—4 m Durchmesser, auf welche die Arbeitsstücke aufgelegt werden und unter Zugabe von Sand oder gekörntem Stahl sich durch ihr eignes Gewicht andrücken und so sich abschleifen. Damit sie nicht infolge der Zentrifugalkraft fortgeschleudert werden, sind die Arbeitsstücke mit Ketten zu befestigen oder durch eingezogene Holzbalken zu sichern. Auf die gleiche Art arbeiten die vertikalen Abrichtmaschinen, bei welchen das Arbeitsstück auf einem separaten Wagen hin und her geführt wird. Das Glattschleifen und Polieren der Steine erfolgt vorzugsweise durch gelenkige Schleif- und Polierapparate (vgl. Bd. 7, S. 176). Bei diesen Maschinen ist die rotierende, mit Filz bezogene Polierscheibe an zwei gelenkig verbundenen Armen derartig befestigt, daß sie auf allen Punkten des Arbeitsstückes frei hin und her bewegt und mittels eines Hebels entsprechend angedrückt werden kann. Als Poliermittel dienen Pottée (Eisenoxyd), Zinnasche, Schmirgel u. s. w.

Plattenschleifmaschinen arbeiten derartig, daß eine größere Anzahl von Plattengrößen mittels Gips auf dem gemeinsamen Fundament zu einer großen Fläche vereinigt werden. Auf derselben werden Schleif- und Polierscheiben von 1,5—2,5 m Durchmesser in Planetenbewegung in Tätigkeit versetzt (Fig. 11).

Schrämmaschinen (s. d.) werden besonders in Amerika häufig angewendet, um in Steinbrüchen die Blöcke von den gewachsenen Felsen abzutrennen. Sie bestehen aus einem fahrbaren Dampfmotor, welcher in Verbindung mit einer Anzahl von Meißeln, die ähnlich wie ein Pochwerk arbeiten, Kanäle in den Stein einschlagen und so einen etagenförmigen Abbau gestatten.

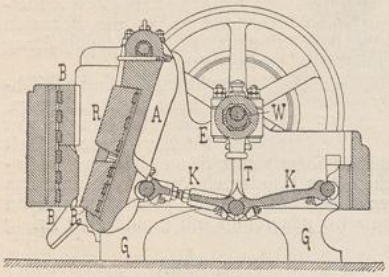
Bohrmaschinen für Werkstättenbetrieb unterscheiden sich nicht wesentlich von den für die Eisenindustrie (Bd. 2, S. 191) gebräuchlichen; s. a. Bohr- und Sprengarbeit, Tiefbohren.

Seeberger.

Steinbett (Erdkasten) einer Straße, der zur Aufnahme der befestigten Fahrbahn zugerichtete Erdkörper.

Steinbohrmaschinen oder Gesteinsbohrmaschinen dienen beim Bergbau- und Steinbruchbetrieb zum Ersatz der Handarbeit bei Herstellung der Sprenglöcher (vgl. Bohr- und Sprengarbeit, Tiefbohren).

Steinbrechmaschinen. Das Zerkleinern von Steinen und steinigen Materialien geschieht entweder von Hand durch einfache Werkzeuge (Hammer oder Schlägel) oder mittels besonders für diesen Zweck hergestellter Maschinen, die entweder als Steinbrecher oder Backenbrechwerke gebaut sind. Außerdem hat man für diesen Zweck noch Steinbrechwalzwerke und Kollergänge (s. Mühlen); für weitergehende Zerkleinerung dienen Pochwerke (s. d.).



Eine der gewöhnlich nach dem Kniehebelprinzip konstruierten Steinbrechmaschinen ist in der nebenstehenden Figur dargestellt. Ein starkes Gußeisenstück *G* dient einesteils zur Lagerung der beweglichen Teile sowie anderseits den feststehenden Backen *B* des Brechmaules als Widerlager. Der schwingende Arm *A* nimmt die beweglichen Brechbacken *R* auf. *K* sind Kniestützen, die mit der Stange *T* einen Kniehebel bilden, der durch das Exzenter *E* und die Welle *W* in Tätigkeit gesetzt wird. Die Brechbacken bestehen aus Hartguß oder Stahl.

Literatur: Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 4, Abt. 3, Die Baumaschinen, Leipzig 1887, S. 53. — Weisbach, Ingenieur- und Maschinenmechanik, 2. Aufl., 3. Abt., Braunschweig 1888, S 85. — Kataloge des Grusonwerkes Magdeburg-Buckau, Abt. Steinbrecher und Hartgußbrechbacken.

Steindach, Eindeckung aus 1. natürlichen Steinen in Form von großen Platten, entweder als flaches oder Terrassendach (Fig. 1 und 2) mit Ueberfalzung, ähnlich jener des Falzziegeldaches (s. d.) oder aber in steiler Dachneigung (Fig. 3), geschlossen oder durchbrochen wie beim mittelalterlichen Turmhelm (Fig. 4). Als monumentale, feuersichere Dachung fand es im Altertum.

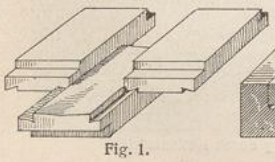


Fig. 1.

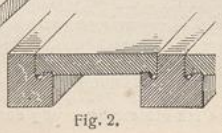


Fig. 2.



Fig. 3. Werksteine.



Fig. 5. Backsteine.



Fig. 4.

in Aegypten, Syrien [1] und an mittelalterlichen Bauten [2] öfter Anwendung; 2. künſtlichen Steinen, welche an den ſteilen Flächen von Turmhelmen (Fig. 5) oder an Waſſerſchrägen (Fig. 6) der Strebepfeiler angewendet; 3. Stampfbeton, der bei ſorgfältiger Ausführung ein fugenloſes Dach ergibt.



Fig. 6. Naſenſteine.

Literatur: [1] Vogué, M. de, Syrie centrale, Paris 1865/77. — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonnée de l'arch. française etc., Paris 1861, Bd. 5, S. 20 ff. — [3] Chabat, P., Dictionnaire de construction, Paris 1875, Bd. 1, S. 401. — [4] Handbuch der Architektur, Darmſtadt 1894, III. Teil, Bd. 2, 5. Heft, Kap. 40: Maſſive Steindächer, S. 344 ff.

Weinbrenner.

Steindruck, ſ. Lithographie.

Steindruckmaſchinen, Preſſen, die für lithographiſchen (ſ. Lithographie) und zumeiſt auch algraphiſchen (ſ. Aluminium, Bd. 1, S. 161) und zinkographiſchen (ſ. Zinkographie) Druck dienen.

Man unterſcheidet auch hier Handpreſſen (ſ. d.) und Schnellpreſſen (ſ. d.); unter dieſen Zylinderflachform- und Rotationsmaſchinen. Die Steindruckhandpreſſe, für die Herſtellung von Probeabzügen (Andrucken), Umdrucken und kleineren Auflagen unentbehrlich, beſteht aus einem rahmenartigen Holzkaſten (dem Steinbett oder Karren), der über einer Walze (durch die Friktion zwiſchen dieſer mit Kurbel angetriebenen Walze und dem Bette oder mittels Gurtes, der auf einer mit einem Sternrad angetriebenen Welle aufgewickelt wird) unter einem durch einen exzentriſchen Handhebel oder einen federnden Trittheben angepreßten, mit einem Lederſtreifen bekleideten Holzleiſte (dem Reiber) hindurchgezogen wird. Zwecks Vermeidung des Springens der Steine werden dieſe mit Filztüchern oder Linoleumplatten unterlegt. Das Einwalzen der Steine mit Farbe und das Feuchten (ſ. Lithographie) geſchieht vor jedem Abdruck mit der Hand. Auf das aufgelegte Papierblatt gelangt noch der Auflagedeckel, eine mit Unſchlitt beſchmierte Preßſpahnpappe. Nach erfolgtem Abdruck wird der Reiber (der nur durch einen Stift in der Mitte in der Führungsleiſte befeſtigt ſein darf, damit er ſich dem Steine anſchmiegen kann) gelockert, worauf der Karren, durch ein Gewicht gezogen, in ſeine Ruhelage zurückkehrt. Die kleineren Handpreſſen werden ausſchließlich durch Menſchenkraft betrieben; dagegen muß für ſehr große motoriſcher Antrieb empfohlen werden, weil ein Steckenbleiben während des Durchziehens einen unbrauchbaren Abdruck ergeben und zum Brechen des Steines führen kann. — Die für den Druck aller größeren Auflagen dienenden Zylinderflachformmaſchinen ähneln der für Buchdruck gebrauchten einfachen Schnellpreſſe (ſ. Buchdruckmaſchinen), zeigen jedoch mehr oder weniger wichtige Aenderungen. Zunächſt iſt das mit lederüberzogenen Walzen (Maſſewalzen [ſ. Walzenmaſſe] können wegen der ſtets feuchten Form nicht verwendet werden) ausgeſtattete Farbwerk als Tiſchfarbwerk ausgebildet und es befindet ſich vor dem Druckzylinder. Hinter dieſem iſt das Feuchtwerk angebracht. Es beſteht aus einem Waſſerbehälter, aus dem eine mit Stoff bekleidete Walze das Waſſer auf den ebenſo bezogenen Feuchttiſch abgibt, von dem Filzwalzen die Flüſſigkeit in geringer Menge abnehmen und den Stein einfeuchten. Meſſingene Ueberreiber entfernen den Schmutz von den Feuchtwalzen. Das Steinbett (Fundament) muß wegen der verſchiedenen Dicke der Steine in der Höhenrichtung verſtellbar ſein. Der Antrieb des Fundaments erfolgt durch Eiſenbahnbewegung (ſ. d.), Doppelrechenbewegung, Kurbelrollenbewegung u. ſ. w. und wird bei den ſogenannten Doppelgangſchnellpreſſen zweimal unter dem Farbwerk weggeführt, bevor der Zylinder behufs Abdruckens abrollt. Der Druckzylinder wird durch ſtarke Federn geſpannt, um das Brechen der Steine zu vermeiden. Häufig ſteht eine Druckzylinderbremſe in Anwendung. Bogenglätter, Punktiervorrichtungen (ſ. Punktieren), Anlegemarken mit Mikrometerſtellſchrauben u. ſ. w. dienen genauem Paſſen der Formen bei Mehrfarbendruck. Für das Bedrucken von Celluloid werden beſondere, der Blechdruckmaſchine (ſ. Blechdruck) ähnliche Preſſen mit Uebertragungszylinder gebaut. Die bedruckten Papierbogen werden zumeiſt von Hand abgenommen; ſie können aber auch automatiſch von der Maſchine ausgeführt werden. Beim Druck von Aluminium- oder Zinkblechformen werden eiſerne Spannblöcke als Unterlagen verwendet; ferner benutzt man an Stelle der ledernen Auftragwalzen mit Gummi überzogene, die zwangsweiſe geführt werden, damit ſie nicht „rutſchen". — Hauptſächlich zum Druck von Tapeten u. dergl. iſt die Steindruckrotationsmaſchine („Rotograph") der Charlottenburger Farbwerke in Berlin gedacht, die „endloſes" Papier (von einer Rolle ablaufend) zwiſchen einer aus gekittetem Lithographieſtein beſtehenden abgedrehten Formenwalze und einem mit Gummituch überzogenen Druckzylinder bedruckt. Auf die Steinwalze wird das Druckmuſter mittels beſonderer Maſchine durch Umdruck aufgebracht und ſodann geätzt. Während jeder Umdrehung rollen auf der Formenwalze zuerſt Feuchtwalzen, dann Färbewalzen ab. Bei Mehrfarbendruck durchläuft der Papierſtrang unmittelbar hintereinander mehrere Rotographmaſchinen. — Eine ſehr ſtarke Verwendung finden heute bereits die Rotationsmaſchinen für algraphiſchen und zinkographiſchen Druck. Sie ſind zum Teil ſo konſtruiert, daß die Formenplatte nur einen Teil des kontinuierlich rotierenden Formenzylinders bedeckt, während ein andrer Teil als Feuchttiſch dient. Der Druckzylinder ſteht nach jedem Abdruck kurze Zeit zur Aufnahme des nächſten Bogens ſtill. Andre Maſchinen beſitzen zwei gleichgroße, ſtets rotierende Zylinder und geſtatten mitunter auch das Bedrucken von Rollenpapier. Ferner exiſtieren bereits derartige algraphiſche und zinkographiſche Rotationsmaſchinen für Mehrfarbendruck, der in einem Arbeitsvorgang abgewickelt wird. — Die für Buchdruck ſo außerordentlich wertvollen Tiegeldruckpreſſen können für Steindruck u. dergl. keine Benutzung finden, da bei ihnen der Abdruck der ganzen Form in einem Zeitmoment erfolgt, was bei Flachdruckformen einen ganz ungeheuren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zeitaufwand erforderte. Mit dem Bau von Steindruckmaſchinen befaſſen ſich in Deutſchland: Faber & Schleicher, A.-G. in Offenbach a. M.; Leipziger Schnellpreſſenfabrik, A.-G., vorm. Schmiers, Werner & Stein in Leipzig; Bohn & Herber in Würzburg; Schnellpreſſenfabrik A.-G., vorm. Albert & Co. in Frankental; Maſchinenfabrik Johannisberg, Klein, Forſt & Bohn Nachf. in Geiſenheim a. Rh.; Karl Krauſe in Leipzig; Hugo Koch in Leipzig-Connewitz; Steinmeſſe & Stollberg, G. m. b. H. in Nürnberg u. a. *A. W. Unger.*

Steine, ſ. Bauſteine; vgl. a. Geſteine, Steinprüfung.

Steine, feuerfeſte, müſſen den jeweilig erforderlichen Hitzegrad aushalten, ohne zu ſchmelzen, den Temperaturwechſel, ohne zu reißen, den Einflüſſen derjenigen Stoffe, die innerhalb der mit ihnen aufgebauten Feuerungsanlagen ſich entwickeln, großen Widerſtand entgegenſetzen und endlich nötigenfalls einen bedeutenden Druck ertragen können. Je nach dem Charakter der herzuſtellenden Produkte verwendet man feuerfeſte Steine von beſonderen Eigenſchaften.

Man unterſcheidet ſaure und baſiſche feuerfeſte Steine. Zu letzteren gehören die tonerdereichen Schamotteſteine ſowie die Magneſitziegel. Schamotteſteine werden aus feuerfeſten Tonen hergeſtellt, die mit Schamotte gemagert werden (das iſt ſcharf gebrannter feuerfeſter Ton, welcher ſo weit zerkleinert wird, daß Stücke von Gries bis zu Erbſengröße entſtehen). Magneſitziegel beſtehen aus Magneſia, von welcher der größere Teil bis zur Sinterung (tot) gebrannt ſein muß, während der Reſt nur ſo weit gebrannt iſt, daß die Magneſia, mit Waſſer angemacht, noch plaſtiſch wird. Die aus dieſer Maſſe hergeſtellten Steine werden ſcharf gebrannt und geben dann ein Material von hoher Feuerfeſtigkeit. Dinasſteine (Silicaſteine) beſtehen aus Quarz, Quarzit oder Infuſorienerde, welche Stoffe mittels geringer Mengen von plaſtiſchen Materialien wie Ton, Kalkbrei, Gips zu einer formbaren Maſſe angemacht und nach der Formung ſcharf gebrannt werden. Die Dinasſteine gehören zu den ſauern, feuerfeſten Steinen und ſind um ſo feuerfeſter, je höher ihr Gehalt an Kieſelſäure iſt.

Infolge der Unſchmelzbarkeit eignet ſich der Kohlenſtoff zur Herſtellung feuerfeſter Steine, der Kohlenſtoffſteine, die für den Boden, ſeltener auch für Geſtell und Roſt der Hochöfen ſowie für elektriſche Schmelzöfen Verwendung finden. Nicht brauchbar ſind Kohlenſtoffſteine da, wo ſie der Einwirkung hocherhitzter, oxydierend wirkender Gaſe ausgeſetzt oder wo ſie in fortdauernder Berührung mit kohlenſtoffarmem flüſſigem Eiſen ſein würden, da dieſes durch Kohlenſtoffaufnahme die Steine auflöſen würde; eine Verbrennung der Steine würde auch bei andauernder Berührung mit eiſenreichen Schlacken eintreten, deren Eiſenoxydulgehalt durch den Kohlenſtoff der Steine zu Eiſen reduziert würde.

Zur Herſtellung der Kohlenſtoffſteine benutzt man guten Gießereikoks mit möglichſt niedrigem Aſchengehalt, der gemahlen und mit Steinkohlenteer im Verhältnis 4 : 1 gemiſcht wird, dem durch Deſtillation der Waſſergehalt und die Leichtöle entzogen ſind. Aus dieſer Maſſe werden die Steine in Formen aufgeſtampft und hierauf getrocknet. Nach dem Trocknen werden die Steine gebrannt, wobei ſie luftdicht in Muffeln, die aus Schamotteplatten aufgemauert werden, eingeſchloſſen ſind. Die gebrannten Kohlenſtoffſteine ſind ſehr hart, beſitzen dichtes, feinkörniges Gefüge und geben beim Anſchlagen mit dem Hammer einen hellen Klang. Ihr ſpez. Gew. iſt 1,2—1,4. — Auch gewiſſe natürliche Steine haben eine ziemlich hohe Feuerfeſtigkeit; dazu gehören verſchiedene Sandſteine, Quarzſchiefer, Quarzite, Grauwackenſteine u. ſ. w. Vgl. a. Steinprüfung und Tonwaren.

Literatur: [1] Wernicke, Fr., Die Fabrikation der feuerfeſten Steine, Berlin 1905. — [2] „Stahl und Eiſen“ 1890, S. 112. — [3] Gießerei-Ztg. 1908, S. 493. *Dümmler. A. Widmaier.*

Steine, künſtliche, ſ. Kunſtſteine, Schlackenſteine.

Steinerhaltungsmittel. Sand- und Kalkſteine zu Bauzwecken halten oft dem Einfluſſe der Witterung nicht ſtand, indem der Froſt mechaniſch zerſtörend wirkt, und indem Waſſer und Kohlenſäure der Luft die weichen Kalkteile und die Bindemittel mancher Sandſteine löſen. Dazu treten noch die Wirkungen niederer Organismen, welche ſich auf den Steinen anſiedeln. Um der Verwitterung vorzubeugen, ſind mancherlei Verfahren [1] vorgeſchlagen, doch kommen wohl nur die folgenden ernſtlich in Betracht.

1. Ueberziehen mit Waſſerglaslöſung (Silikatiſieren) für Kalkſteine, auch für Marmor; man nehme Löſung 1 : 1000 [4]. Hierbei wandelt ſich das Calciumkarbonat in Calciumſilikat um, das den Einwirkungen der Atmoſphärilien widerſteht. Zugleich wird Verſchluß aller Poren bewirkt; aber eben dieſer Verſchluß veranlaßt häufig ein Abblättern der oberen Schicht.

2. Das von Hartmann und Hauers in Hannover hergeſtellte Teſtalin; für Sandſteine, auch für Zement, dagegen weniger für Kalkſteine geeignet. Durch aufeinander folgende Tränkungen mit einer alkoholiſchen Löſung von Oelſäurekaliſeife und mit einer Löſung von Tonerdeacetat bildet ſich unlösliche ölſaure Tonerde, welche dem Waſſer den Zutritt verwehrt [2].

3. Anwendung der Keßlerſchen Fluate, das ſogenannte Fluorieren oder Fluatieren, ſowohl für Sand- wie auch für Kalkſteine geeignet. Diente auch zum Schutze gefärbter ägyptiſcher Kalkſteinbildwerke. Die Fluate ſind waſſerlösliche Salze der Kieſelfluorwaſſerſtoffſäure, und zwar finden beſonders das Aluminium- und Magneſiumſalz Verwendung $3\,SiFl_4$, $2\,AlFl_3$ und $SiFl_4$, $MgFl_2$. Sie ſetzen ſich mit dem Calciumkarbonat ſo um, daß Kieſelfäure, Calciumfluorid und Tonerde bezw. Magneſiumfluorid neben entweichender Kohlenſäure entſtehen. Die im Steine verbleibenden Produkte ſind unlöslich, ſchließen aber dabei die Poren nicht völlig,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo daß die im Innern des Steines befindliche Feuchtigkeit verdunſten und bei Froſt nicht wie bei dem Waſſerglasverfahren gegen eine undurchdringliche und dadurch zum Abſplittern neigende Oberfläche wirken kann. Zugleich erhöht ſich ſowohl die Zug- wie auch die Druckfeſtigkeit der Steine bedeutend, und endlich bietet die Fluatierung auch einen Schutz gegen Mikroorganismen [2]. Für die Tränkung der Oberfläche von Sandſteinen, welche nicht kalkhaltig ſind, ſoll nach Keßler zuerſt ein Auftragen mit ſogenanntem Avantfluat ſtattfinden. Avantfluat iſt eine Waſſerglaslöſung, welche mit Aluminiumfluat als unlösliche Produkte 12 $NaFl$, 2 $AlFl_3$ (Kryolith) und Kieſelſäure bildet. Ueber die Anwendung, Zuſammenſetzung, Wirkung, Koſten u. ſ. w. der Fluate ſ. die eingehende Broſchüre von H. Hauenſchild [3].

4. Das Szerelmey iſt ein neueres für Sandſtein (Figuren am Berliner Zeughaus) bewährtes Tränkungsmittel. Es enthält Mineralöl nebſt Ceresin oder Paraffin und wohl auch Leinöl.

5. Ueberziehen mit Zaponlack (zaponieren) für Gipsguß und andre in geſchützten Räumen ſtehende Gegenſtände. Man nehme 6 : 100 haltende Löſung [5].

Für Marmordenkmäler iſt eine Löſung von weißgebleichtem Bienenwachs in Benzin das beſte; alle 5 Jahre neu behandeln. Fluat und ferner Teſtalin wirken dafür ebenfalls gut. Verſuchsweiſe wurde endlich Carnaubawachs verwendet. S. a. Altertümerkonſervierung.

Es ſei ſchließlich bemerkt, daß die Verwitterungsfähigkeit nicht allein von der Waſſerauſſaugungsfähigkeit abhängt.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1894, S. 175. — [2] Ebend., S. 199. — [3] Hauenſchild, H., Die Keßlerſchen Fluate, Berlin 1895. — [4] Chem. Zeitſchr., 2. Jahrg., 1903, S. 203. — [5] Zeitſchr. f. Ethnologie, 1904, Heft 1, S. 163. — [6] Steinerhaltungsmittel, Bericht der Kgl. Sächſ. Kommiſſion zur Erhaltung der Kunſtdenkmäler, Dresden 1907.

(Rathgen) Moye.

Steinerſche Fläche (Römerfläche), eine Fläche vierter Ordnung mit drei durch einen Punkt gehenden Doppelgeraden und der Gleichung

$$a x^2 y^2 + b x^2 z^2 + c y^2 z^2 - 2 d x y z = 0.$$

Die Tangentenebene ſchneidet in zwei Kegelſchnitten. Die Haupttangentenkurven ſind Kurven vierter Ordnung zweiter Spezies.

Literatur: Salmon, G., Analyt. Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, II, Leipzig 1880, S. 375, 435, 533—535; Goller, A., Ueber die Steinerſche Fläche, München 1902; Pascal, E., Repertorium der höheren Mathem., deutſch von Schepp, Leipzig 1902, Bd. 2, 12. Kap., § 9. *Wölffing.*

Steinfachwerk gehört zur Klaſſe des gemiſchten Mauerwerks, und zwar werden hier die Ecken, Liſenen, wagerechten Gurt- und Geſimsſtreifen, die Fenſter- und Türgewände u. ſ. w. beim Quaderfachwerk aus Hauſteinen, die übrigen Wandflächen aus Backſteinen, beim Backſteinfachwerk bezw. aus Backſteinen und Bruchſteinen hergeſtellt [1], [2].

Wenn nicht viel durchlaufende Schichten angewendet werden, ſo tritt leicht der Mißſtand ein, daß die verſchieden gebildeten Teile des Bauwerkes ſich ungleich ſetzen und eine Trennung oder einen Bruch einzelner Teile oder Verzahnungen herbeiführen. Es iſt daher, namentlich wenn Bruchſteinmauerwerk mit in Frage kommt, auf einen guten Verband zu achten.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, Darmſtadt 1891, S. 16 f. — [2] Ebend., 3. Teil, Bd. 1, Abt. 1, S. 69.

L. v. Willmann.

Steinfurnier, ſ. Marmorfurnier.

Steingrau, eine den Ton des natürlichen Steingrau imitierende Deckfarbe aus Kreide oder Bleiweiß und Gelb, Schwarz, Rot, Blau, je nach Erfordernis gemiſcht.

Andés.

Steinguß (Zementguß), ſ. Beton, Bd. 1, S. 728, Füllmauer, Bd. 4, S. 205, und Gußgewölbe, Bd. 4, S. 697.

Steingut, ſ. Tonwaren.

Steinhärtungsmittel, ſ. Steinerhaltungsmittel

Steinholz, ſ. Xylolith.

Steinkaſten, Steinkiſten, Cribs, auch Holzkaſten, Senkkaſten, durch Hölzer feſtgehaltene Steinlagen zum Schutz gegen Waſſerangriff.

Es werden von unbehauenen Baumſtämmen Wände gebildet, ähnlich den Blockwänden (ſ. Holzwände), nur daß die benachbarten Stämme ſich nicht dicht aufeinander legen, ſondern einen gewiſſen Zwiſchenraum, eine Fuge, freilaſſen. Dieſer Abſtand wird durch die zweite, rechtwinkelig zur erſten aufgebrachte Balkenlage hervorgerufen, indem die Hölzer an den Kreuzungspunkten nur wenig überkämmt ſind und daſelbſt noch durch Holznägel oder durchgehende Eiſenſtangen bezw. Schrauben feſt verbunden werden. Solche Seitenwände bilden nun einen mehr oder minder länglichen, oben 2—5 m breiten dammförmigen Hohlraum; in Entfernungen von je etwa 4 m ſind Mittelquerwände angebracht; zu unterſt wird aus dichterer Holzlage ein Boden gebildet, der Raum mit größeren Steinen ausgefüllt und dann der Kaſten verſenkt. Die Steinkäſten ſtellen einen ſehr großen und ſchweren, feſt zuſammenhaltenden Körper vor, welcher der ſtärkſten Strömung zu widerſtehen vermag und ſich an beſonders gefährdeten Stellen bei Wildbach- und Gebirgsflußregulierungen, als Parallelwerk oder als Buhne angewendet, vorzüglich eignet (ſ. a. Stauanlagen).

Steinklammern, Gußſtäbe oder beſſer ſchmiedeeiſerne Flachſtäbe, deren Enden („Füße“) umgebogen und gewöhnlich aufgehauen oder aufgerauht ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie werden so in die obere Lagerfläche zweier Steine eingelassen, daß die 25—40 mm langen Klammerfüße in je ein entsprechend großes und tiefes Loch eingreifen, in welchem sie mit Blei, Schwefel, Gips, Zement, Asphalt oder Steinkitt befestigt werden. In besonderen Fällen, und zwar wenn Quader mit einer Backsteinhintermauerung zu verbinden sind, oder wenn mehr als zwei Steine verbunden werden sollen, erhalten die Steinklammern entgegengesetzt umgebogene oder gegabelte Enden. *L. v. Willmann.*

Steinkohle, s. Brennstoffe, Bd. 2, S. 287.

Zu den Uebergängen zwischen echter Glanz- und Mattkohle gehört die im Königreich Sachsen häufig vorkommende Pechkohle; sie hat lebhaften Glanz und muscheligen Bruch, die Farbe ist bräunlichschwarz. Rußkohle nennt man im Zwickauer und Lugauer Kohlenreviere die dort in mächtigen Bänken auftretende Faserkohle, weil sie stark abfärbt; ihre Farbe ist tiefschwarz, sie hat Seidenglanz. Die nicht selten auftretenden Steinkohlen, welche aus abwechselnden Lagen lebhaft glänzender und solchen mattglänzender Kohle bestehen, nennt man Schichten- oder Schieferkohle; auf dem Querbruche, senkrecht zur Schichtung, ist deutliche Streifung zu erkennen. — Bankkohlen sind aschenreiche, minderwertige Kohlen. *Treptow.*

Steinkohlenaufbereitung, Arbeiten, welche mit der geförderten Rohkohle vorgenommen werden, um verkäufliche Kohle herzustellen.

Ist die Kohle rein, wie z. B. auf manchen oberschlesischen Gruben, so werden lediglich durch Sieben (s. Siebvorrichtungen) bestimmte Korngrößen hergestellt, und zwar Stückkohle etwa bis 100 mm abwärts, Würfelkohle von 100 bis 60 mm, Knörpelkohle von 60 bis 40 mm, Nußkohle von 40 bis etwa 8 mm. Im Handel werden Abstufungen nach der Korngröße in noch engeren Grenzen verlangt, sie werden als Würfelkohle I und II u. s. w. unterschieden. Die Kohle unter 8 mm wird bei backenden Kohlen meistens zur Herstellung von Koks verwendet und heißt daher Kokskohle, bei Magerkohlen kann die Kleinkohle zur Brikettherstellung (Bd. 2, S. 302) benutzt werden. — Ist die Kohle unrein, so muß zur Abscheidung der groben und feineren Berge (letztere auch Bergeschlämme genannt) noch ein nasser Prozeß (daher die Bezeichnung Kohlenwäsche), nämlich das Setzen (s. Setzarbeit) angewendet werden. — Beim Bau der Kohlenwäschen ist auf eine bequeme und schonende Verladung der Kohlen weitgehendste Rücksicht zu nehmen.

Literatur: Lamprecht, R., Die Kohlenaufbereitung, mit 36 Taf., Leipzig 1887; Bilharz, O., Die mechanische Aufbereitung von Erzen und mineralischer Kohle in ihrer Anwendung auf typische Vorkommen, Bd. 2, Die Aufbereitung der mineralischen Kohle mit 12 Taf., 1898. *Treptow.*

Steinkohlenformation (Karbon, -formation, -periode), die technisch wichtigste der paläozoischen Formationen, über der Devonformation und unter dem Rotliegenden lagernd.

Sie gliedert sich in zwei Abteilungen: 1. Kohlen- oder Bergkalk, Subkarbon, Untere Abteilung, vornehmlich eine marine Ablagerung von Kalksteinen oder eine gemischte marin-fluviatile (Kulm) von Grauwacken, Kiesel- und Tonschiefern. Der Bergkalk ist dunkelgrau bis schwarz, dicht bis körnig, vielfach aus Krinoiden bestehend, wie der als schwarzer Marmor viel verwendete „Petit Granit" (Maffles in Belgien) und der schwarze und weißgeaderte Kalk von Dinant (Belgien). Die Kiesel- und Tonschiefer sind ebenfalls meist dunkelgrau bis schwarz. Gewisse Lagen sind als Schleifsteine für feine Stahlwaren verwendbar. Manche Tonschiefer werden als Dachschiefer benutzt (Lehesten in Thüringen). Die Grauwacken sind meist grobkörnig, sehr zäh und fest. Untergeordnet sind anthracitische Kohlen von geringer Mächtigkeit. Blei-, Zink- und Eisenerze treten als Gänge und Lager im Kohlenkalk vielfach auf (Aachen, Belgien, Harz, England, Nordamerika). Die Schichtenlagerung ist durchweg in Zentraleuropa eine gestörte, und zwar gefaltete, gestauchte und aufgerichtete. Zuweilen ungleichförmig (diskordant) auf älteren Formationen lagernd, besonders das Kulm, alsdann konglomeratisch. Verbreitung: am Nordrand des rheinischen Schiefergebirges (Westfalen, Aachen), Belgien, Fichtelgebirg, Schlesien, England, Frankreich, Rußland u. s. w.

2. Eigentliche, flözreiche oder produktive Steinkohlenformation, Obere Abteilung, vorwiegend eine Ablagerung von Flüssen und Binnenseen, bestehend aus Konglomeraten, Schiefertonen, Sandsteinen und Kohlenflözen, untergeordnet aus Kalksteinen, Tonsteinen u. s. w. Die Kohlenflöze sind aus der Verwesung von Sumpf- und Landpflanzen hervorgegangen. Die Konglomerate und Sandsteine sind meist hell gefärbt, ziemlich locker, kalkfrei, in einigen Fällen durch Kieselsäure verkittet und sehr fest. Die Schiefertone sind meist grau, auch schwarz, oft reich an Kohlenteilchen (Kohlenschiefer), reich an Pflanzenresten (Gefäßkryptogamen, Monokotyledonen, Koniferen). Die Lagerung ist stets gestört, aber selten in dem Maße wie die ältere Abteilung, meist nur in Mulden und Sättel aufgerichtet. Vielorts in ungleichförmiger (diskordanter) Auflagerung auf den zunächst älteren und gefalteten Formationen auftretend. Meist in kleinen, engbegrenzten Becken abgelagert. Hinsichtlich des Kohlenreichtums ist zu erwähnen: Oberschlesien, 104 Flöze mit 154 m Kohle, darunter das Schuckmannflöz mit 12 m, das Xaveriflöz mit 17 m Kohle; Niederschlesien, 31 Flöze mit 42 m Kohle; Zwickauer Mulde, 11 Flöze mit 10 m Kohle; Lugauer Feld mit 7 Flözen, davon 4 bauwürdig; Ibbenbüren mit 7 bauwürdigen Flözen und 5,30 m Kohle; Piesberg mit 3 bauwürdigen Flözen und 2,7 m Kohle; Westfalen, Ruhrrevier, 176 Flöze, davon 70 bauwürdig mit 81 m Kohle; Saargebiet, 82 Flöze mit 77,6 m Kohle. Noch reicher an Kohlen und ausgedehnter sind englische Gebiete in Newcastle, Durham, Lancashire, Yorkshire, Nottingham, Derby, Staffordshire, Wales und diejenigen Rußlands (Zentralrußland, Donez und Don), Nordamerika u. s. w. Die Mächtigkeit der einzelnen Flöze geht bis über 10 m. Die gesamte Jahresförderung an Steinkohlen auf der Erde mag 1 000 000 000 t betragen. Durch zahlreiche Tiefbohrungen wurde in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den letzten 10 Jahren die unterirdiſche Verbreitung des flözführenden Kohlengebirges in weit ausgedehnterem Maße nachgewieſen, als es bis dahin bekannt war; insbeſondere die große Ausdehnung der Steinkohlenformation in Weſtfalen und links des Rheines nach Norden zu bis nach Holland, die Fortſetzung des Kohlengebirges an der Saar nach Lothringen und über die Moſel hinaus nach Frankreich. — Neben der Steinkohle beherbergt die Formation noch Eiſenerze als tonige Sphäroſiderite oder Kohleneiſenſteine. Manche Sandſteine werden zum Bauen benutzt; kieſelige auch als Mühlſteine. Schiefertone dienen zur Backſteinbrennerei. Gewiſſe Tonſteine (Saargebiet, Neurode) ſind für hochfeuerfeſte Waren zu benutzen.

Literatur: Credner, Elemente der Geologie, 10. Aufl., Leipzig 1906; Gümbel, C. v., Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1888; Lottner, Das weſtfäliſche Steinkohlengebirge, Iſerlohn 1868, 2. Aufl.; Prietze, Leppla, Müller, Das Saarbrücker Steinkohlengebirge, Berlin 1904; Römer, Ferd., Geologie von Oberſchleſien, Breslau 1870; Mietzſch, H., Geologie der Kohlenlager, Leipzig 1875; Gaebler, C., Das oberſchleſiſche Steinkohlenbecken, Kattowitz 1908; Kayſer, E., Lehrbuch der Geologie, II. Formationskunde, 2. Aufl., Stuttgart 1902; Frech, F., Lethaea geognostica, Lethaea palaeozoica, Bd. 2, Stuttgart 1899 u. 1901; Naſſe, Die Kohlenvorräte der europäiſchen Staaten, 2. Aufl., Berlin 1893; Frech, F,, Ueber Ergiebigkeit und vorausſichtliche Erſchöpfung der Steinkohlenlager, Stuttgart 1901; Potonié, Die Entſtehung der Steinkohle, Berlin 1907; Hull, Coalfields of Great Britain, 5. Aufl., London 1905; Toula, Die Mineralkohlen Oeſterreichs, Wien 1903.

Leppla.

Steinkorb dient dazu, um auf Bauſtellen, in Flüſſen u. ſ. w. verſunkene Steine u. ſ. w. zu entfernen. Er iſt eine Verbindung von Ketten, die in zweifacher Weiſe hergeſtellt wird: entweder bildet ſie ein aus einem Netz von Ketten beſtehendes Mittelſtück, worauf der Stein gewälzt wird, oder es iſt nur eine um den Stein zu legende Kette mit hinaufreichenden Seitenketten vorhanden; erſtere hat an einem Ende einen Haken, der mittels einer daran befeſtigten Stange in ein paſſendes Glied des andern Endes gehakt wird. *Schmitt-Darmſtadt.*

Steinlinie, bei der Kataſtervermeſſung (ſ. d.) eine Meſſungslinie, auf der Grenzſteine eingerichtet ſind; vgl. Grenzmarke, Stückvermeſſung.

Steinmergel, harte, meiſt kalkreiche Mergel oder Mergelkalke, beſonders häufig im Keuper.

Steinmetzzeichen, ein ſchon im Altertum, beſonders aber auf den Werkſtücken der Bauten des Mittelalters angebrachtes Zeichen des bearbeitenden Steinhauers; es ſcheint weſentlich der Lohnberechnung wegen, aber auch als Inſchrift eingeführt worden zu ſein.

Das geometriſche Zeichen wurde dem Steinmetzen von der Bauhütte verliehen; auch die Meiſter hatten ihre eignen Zeichen, die an hervorragenden Orten des Baues angebracht wurden. In neuerer Zeit hat ſich die Aufmerkſamkeit auf dieſe Zeichen gerichtet, und es iſt in der Tat gelungen, dadurch die Namen vieler bisher unbekannter Baumeiſter feſtzuſtellen. Dieſe Steinmetzzeichen wurden als Ehrenzeichen angeſehen; bei ihrer Verleihung fand ein Gottesdienſt und darauf ein kleines Feſtmahl ſtatt. Wer etwas Entehrendes tat, verlor das Zeichen; wer ſein Zeichen an einem Stein anbrachte, bevor er beſichtigt war, mußte Strafe zahlen. Später konnte man, wie Mothes [1] berichtet, aus der Art des Zeichens den Grad des Arbeiters erkennen; wurde ein Lehrling Wandergeſelle, ſo bekam er ein aus rechtwinkligen Linien zuſammengeſetztes Zeichen (Fig. 1); wurde er ein richtiger Geſelle, ſo wurden die Linien ſchiefwinklig zuſammengeſtellt (Fig. 2); die Meiſter bekamen Kreisſegmente (Fig. 3), während die Werkmeiſter Vollkreiſe führen durften (Fig. 4); im übrigen herrſchten in den verſchiedenen Bauhütten andre Gebräuche, ſo daß eine allgemeine Unterſcheidung in der oben angeführten Weiſe bezweifelt werden muß [1]. Auch in den älteſten hiſtoriſchen Zeiten, namentlich in Griechenland und Rom, wurden ähnliche Zeichen auf die Werkſtücke geſetzt, desgleichen finden ſie ſich auf Steinen aus der Renaiſſanceperiode; ſie ſcheinen namentlich in der Zopfzeit viel gebraucht worden zu ſein ([2]—[4]).

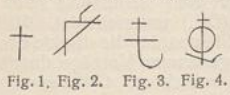


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Literatur: [1] Mothes, O., Illuſtr. Baulexikon, Leipzig und Berlin 1884, Bd. 4, S. 265. — [2] Rziha, Studien über Steinmetzzeichen, Wien 1883. — [3] Neuwirth, Die Satzungen des Regensburger Steinmetzentages, Wien 1888. — [4] Derf., Die Wochenrechnungen und der Betrieb des Prager Dombaues, Prag 1896. — [5] Schönermark und Stüber, Hochbaulexikon, Berlin 1903, S. 795 ff.

Weinbrenner.

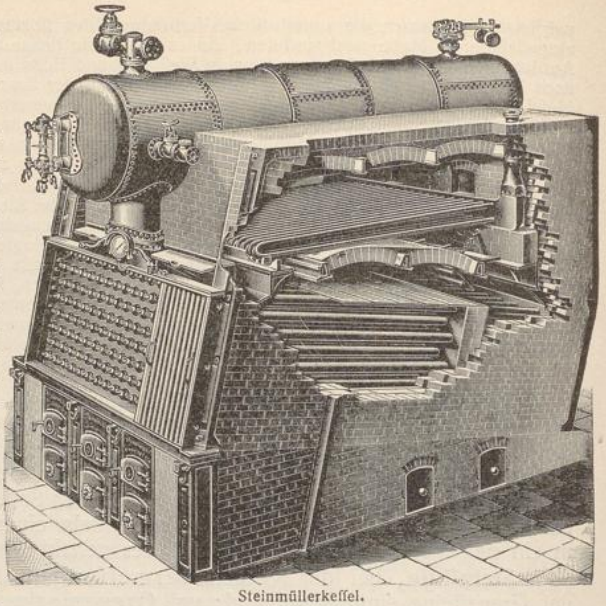
Steinmüllerkeſſel, ein viel verbreiteter Waſſerrohrkeſſel, gebaut von L. und C. Steinmüller, Gummersbach (Rheinland).

Verbindung der Waſſerrohre vorn und hinten durch je eine prismatiſche, geſchweißte, mit Stehbolzen verankerte Waſſerkammer (ſ. Figur S. 288). Dieſe ſtehen oben durch hinreichend weite Stutzen mit dem Oberkeſſel in Verbindung. Die Rohrlöcher der vorderen und hinteren Waſſerkammerwand werden durch koniſche Innenverſchlüſſe mit rein metalliſcher Dichtung verſchloſſen. Im Oberkeſſel iſt über der vorderen Waſſerkammer ein Blechzylinder eingebaut, in den das aufſteigende Dampf- und Waſſergemiſch gelangt. In einem anſchließenden wagerechten Rohr ſoll der Dampf ſich vom Waſſer völlig trennen, ehe er in den Dampfraum des Oberkeſſels gelangt. Der Keſſel wird auch vielfach mit einem zwiſchen Röhrenbündel und Oberkeſſel liegenden Ueberhitzer, aus U-förmigen Röhren beſtehend, ausgerüſtet. *O. Herre.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Steinöl, ſ. Petroleum, Bd. 7, S. 71.

Steinpackung. Während bei der Steinſchüttung (ſ. d.) die Steine nur auf die betreffende Bauſtelle geworfen werden und da ganz ungeregelt lagern, werden bei der Steinpackung die Steine durch Arbeiter derart verlegt, daß ſie in geregelter Weiſe aufeinander ruhen und eine Art Verband untereinander beſitzen. Der Hammer wird entweder gar nicht gebraucht oder äußerſtenfalls dazu, um eine Kante oder Ecke abzuhauen, die das Einfügen eines Steines in die benachbarten verhindert. *Schmitt-Darmſtadt.*



Steinmüllerkeſſel.

Steinpapier, ein beſonders hergerichtetes, mit einer mineraliſchen Schicht verſehenes Papier für lithographiſche Zwecke. Schon der Erfinder der Lithographie, Alois Senefelder, erhielt 1819 ein Patent auf die Herſtellung eines Papiers, das zum Erſatz des Lithographieſteines (ſ. Lithographie) ſogar ſelbſt beim Auflagendruck dienen ſollte. Senefelder beſtrich Papier (er verſuchte auch mit Leinöl getränkte, verharzen gelaſſene Leinwand) mit einem Gemenge von weißer Kreide, Gips, Kalk, fetter Erde, Ton, Metalloxyden und Oel. Das Produkt erwies ſich jedoch als praktiſch unbrauchbar. — In neuerer Zeit erhielten jedoch Johann Rottach in Wien und Joſef Hanſel in Graz Patente auf ein Steinpapier, das tatſächlich mancherlei Verwertung zuläßt. Es iſt ein mittelſtarkes Kartonpapier, das mit einem Brei aus Zinkweiß, Gelatine, Glyzerin und Waſſer mittels Walzen überzogen und mit Alaunlöſung gehärtet wird. Es können mit fetter Tuſche Feder- oder fette Kreidezeichnungen (das Steinpapier iſt „glatt“ oder verſchieden „gekörnt“ erhältlich) auf dem Steinpapier, ebenſo Umdrücke (vgl. Lithographie) darauf gemacht werden. Dieſe Zeichnungen oder Umdrücke laſſen ſich längere Zeit aufbewahren (was natürlich gegenüber dem Aufbewahren der viel Raum beanſpruchenden und teuern Steine von großem Vorteil ſein kann), bei Gebrauch dann gummieren, anreiben und auf den Auflagedruckſtein u. ſ. w. umdrucken. Man kann auch, wenn man das bezeichnete Steinpapier wie einen Stein behandelt (ſ. Lithographie), eine geringe Menge von Abdrücken unmittelbar vom Steinpapier ſelbſt herſtellen, wodurch es ſich weſentlich von den Umdruckpapieren (ſ. d.) unterſcheidet. Mit Chromateiweiß (ſ. Chromatphotographie) überzogen, geſtattet das Steinpapier die direkte Erzeugung photolithographiſcher Kopien. Derzeit allerdings ſind alle die genannten Vorzüge durch Verwendung algraphiſcher Platten (ſ. Bd. 1, S. 161) in viel höherem Maße erreichbar. *A. W. Unger.*

Steinpreſſen dienen zur Herſtellung von künſtlichen Steinen aus Zement, Ton u. ſ. w. — S. a. Kunſtſteine.

Erfordert die Maſſe in der Form nur geringen Druck, ſo verwendet man Handhebelpreſſen (ſ. Preſſen). Steinpreſſen für ſtärkere Preſſung ſind dagegen in der Regel als hydrauliſche Preſſen (ſ. Preſſen) ausgeführt. — Die Formen für die Steine ſind entweder zweiteilig oder einteilig; im letzteren Fall iſt aber eine Ausſtoßvorrichtung notwendig, um den Stein aus der Form zu entfernen. Fig. 1 zeigt eine hydrauliſche Steinpreſſe für Akkumulatorbetrieb mit ſeitlich angeordneter hydrauliſcher Ausſtoßvorrichtung; Leiſtungsfähigkeit bis zu 1200 Steinen pro Tag. — Fig. 2 zeigt eine hydrauliſche Steinpreſſe mit rotierendem Tiſch für einen Druck bis zu 300 t, zur Fabrikation von Zement- und feuerfeſten Steinen. — Steinpreſſen von gleicher Konſtruktion

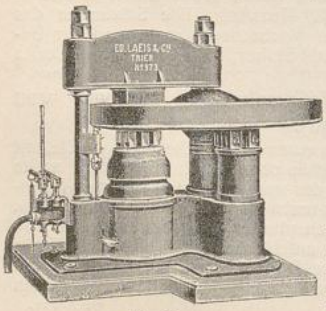


Fig. 2.

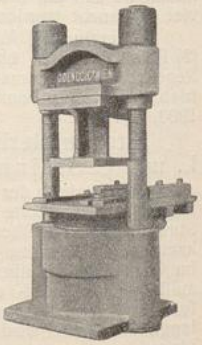


Fig. 1.

werden auch zur Herſtellung der Teerdolomitſteine für baſiſche Beſſemerbirnen (ſ. Fluß-eiſen) verwendet.

A. Widmaier.

Steinprüfung, Verfahren, um an Bauſteinen die äußere Beſchaffenheit, Dichtigkeit, Waſſeraufnahmefähigkeit und Feſtigkeit, das Anhaften des Mörtels ſowie den Gehalt an löslichen Beſtandteilen und ſchädlichen Beimengungen, die Waſſerdurchläſſigkeit, Wetterbeſtändigkeit und den Schmelzpunkt feſtzuſtellen.

Nach ihrem Urſprung ſind die Bauſteine zu unterſcheiden in „natürliche“ und „künſtliche“. „Natürliche“ ſind alle diejenigen, welche bergmänniſch, alſo in Steinbrüchen gewonnen werden, und „künſtliche“ ſolche, die aus Tonen, Zement, Kalk, Gips und andern Rohſtoffen, z. B. auch aus Sägeſpänen, Kork und Torf ſowie aus Schlacke mit beſtimmten Bindemitteln von Hand oder unter der Preſſe geformt und dann entweder nur durch Einwirkung der Luft oder unter Waſſer oder durch Brennen bei höheren Wärmegraden in den feſten Zuſtand übergeführt werden. Die mechaniſchen Eigenſchaften der natürlichen Steine gleicher Gattung ſind mehr oder weniger abhängig von dem Bruch, aus dem ſie entnommen ſind; ſogar in demſelben Bruch liefern die einzelnen Bänke Material von verſchiedenen Eigenſchaften. (Zur vollſtändigen Kennzeichnung der Steinart dienen petrographiſche und geologiſche Angaben.) Von Einfluß auf die Eigenſchaften iſt ferner die ſogenannte Bruchfeuchtigkeit, d. h. der Feuchtigkeitszuſtand bei der Gewinnung, alſo auch die Zeit der Gewinnung und die Dauer der Lagerung an der Luft bis zur Prüfung. Die höchſte Feſtigkeit liefert unter ſonſt gleichen Umſtänden das in trockener Jahreszeit gebrochene Material. Bei künſtlichen, gebrannten Steinen ſpielt der Brenngrad eine erhebliche Rolle. Bei der Beurteilung ſolcher Steine nach den Verſuchsergebniſſen iſt daher zu beachten, ob die Proben den am ſchwächſten oder den am ſtärkſten gebrannten Steinen entſtammen oder dem Durchſchnitt entſprechen. Die Konferenzbeſchlüſſe [1] empfehlen die Verwendung der ſchwächſtgebrannten Steine zur Prüfung. Bei allen andern künſtlichen Steinen, zu deren Herſtellung beſondere Bindemittel — Zement, Kalk, Gips u. ſ. w. — verwendet ſind, hängen die Eigenſchaften von dem Erhärtungsgrad des Bindemittels, alſo ebenfalls von dem Alter der Steine und von der Art der Erhärtung — unter Luft, Waſſer, Dampfdruck u. ſ. w. — ab. Bei Prüfung der Bauſteine werden ermittelt:

1. Die äußere Beſchaffenheit durch Angaben über die Abmeſſungen, den Zuſtand der Oberfläche ſowie über das Bruchgefüge und die Färbung. Die einheitliche Beſchreibung der letzteren erfolgt zweckmäßig an Hand von Farbentafeln, wie ſolche von der Eidgenöſſiſchen Materialprüfungsanſtalt in Zürich zuſammengeſtellt ſind.

2. Der Dichtigkeitsgrad. Hierzu wird beſtimmt:

a) das ſpezifiſche Gewicht s, d. h. das Gewicht der Raumeinheit des lückenloſen Stoffes mittels Volumenometers — ſ. Mörtelprüfung, Bd. 6, S. 455 — an der gepulverten und bei 100—120° C. getrockneten Steinmaſſe. Zur Erzielung einheitlicher Korngröße iſt das Steinpulver zuvor durch Abſieben auf Sieben von 900 und 4900 Maſchen auf den Quadratzentimeter von den gröbſten und feinſten Teilen zu befreien [1].

b) das Raumgewicht r, d. h. das Gewicht der Raumeinheit des trockenen Probekörpers einſchließlich der Hohlräume, durch hydroſtatiſche Wägung nach der ſogenannten Waſſerſättigungsmethode. Beſtimmt werden hierbei das Gewicht G des bei 80—100° C. getrockneten Probeſtückes, ferner an der waſſergeſättigten Probe die Gewichte G_n an der Luft und G_w unter Waſſer (hydroſtatiſch). Dann iſt $G_n - G_w = V$ (Rauminhalt) und das Raumgewicht $r = \frac{G}{G_n - G_w}$.

Der Dichtigkeitsgrad $\mathfrak{d}$ des Materials, d. h. die in der Raumeinheit des Körpers enthaltene Stoffmenge berechnet ſich nun aus r und s zu $\mathfrak{d} = r/s$. Bei vollkommen dichtem Material iſt $r = s$, alſo $\mathfrak{d} = 1$, bei porigem Material dagegen iſt $\mathfrak{d} < 1$. Die Größe des auf die Raumeinheit des Körpers entfallenden, vom Stoff nicht erfüllten Raumes iſt der „Undichtigkeitsgrad“ $u = 1 - r/s = 1 - \mathfrak{d}$.

3. Das Waſſeraufnahmevermögen W_g in Gewichtsprozenten oder W_r in Raumprozenten. Es ergibt ſich aus den Gewichten G der bei 80—100° C. getrockneten und G_n der waſſerſatten Probe zu $W_g = \frac{G_n - G}{G} 100$ oder $W_r = r \frac{G_n - G}{G} 100$. Zur Waſſerſtränkung werden die Proben, um die Luft entweichen zu laſſen, allmählich unter Waſſer gebracht und darin ſo lange belaſſen, bis ſie nach dem Ergebnis wiederholter Wägungen gleichbleibendes Gewicht angenommen haben, meiſt nach 100 Stunden (vgl. a. Tonwaren).

4. Die Druckfeſtigkeit, bei natürlichen Steinen an würfelförmigen Proben, deren Kantenlänge bei Hartgeſteinen gleich 4 cm, bei weichen Geſteinen gleich 6 cm gewählt zu werden pflegt. Zu unterſcheiden iſt zwiſchen Feſtigkeit ſenkrecht und parallel zum Lager; die erſtere iſt in der Regel die größere. Die Würfel ſind demgemäß, nach dem Lager orientiert, aus dem Steinblock herauszuarbeiten. Dies geſchieht, um Lockerungen des Gefüges zu vermeiden, am beſten auf dem Gatter mit Diamantlägen unter reichlichem Waſſerzufluß. Der Block wird zunächſt in parallele Platten (Dicke gleich Kantenlänge des Würfels) und dieſe in Prismen zerlegt, von denen die Würfel dann auf Kreisſägen mit Diamantſtaub oder Diamantin abgeſchnitten werden. Die Druckflächen ſind ſchließlich ſauber zu bearbeiten (ſ. Druckverſuch), am beſten durch Schleifen oder durch Behobeln. Künſtliche Steine (Ziegel) wurden früher in ihrer urſprünglichen Form durch Druck auf die Breitſeiten geprüft. Heute geſchieht dies nach Abgleichen der Druckflächen mit Zementmörtel nur noch ausnahmsweiſe z. B. bei Loch-(Decken-)Steinen. Bei allen andern ſtellt man annähernd würfelförmige Körper her, indem man den Stein in der Mitte (quer zur Länge) auf dem Gatter zerſchneidet, die beiden Hälften durch eine dünne Schicht aus reinem Portlandzement aufeinander mauert und die Druckflächen mit fettem Mörtel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abgleicht. Die beiden Schnittflächen ſollen nicht übereinander liegen, ſondern auf verſchiedenen Seiten der fertigen Probe. Das Abgleichen erfolgt gleichzeitig für eine größere Zahl Proben in zwei Arbeitsſtufen für die beiden Flächen auf einer Zinkplatte zwiſchen zwei Lehren mit parallelen Kanten. Die zuſammenhängend aufgetragene Mörtelſchicht wird mit dem Abſtreichlineal geglättet und dann über den Stoßfugen der einzelnen Proben zerſchnitten. Die Prüfung erfolgt früheſtens 28 Tage nach dem Vermauern und 8—14 Tage nach dem Abgleichen. Bei geringerem Alter der Mörtelſchichten kann die Bruchlaſt zu gering ausfallen. Der Mörtel zum Abgleichen beſteht aus gleichen Gewichtsteilen Zement und Sand; fetterer Mörtel (reiner Zement) liefert höhere Druckfeſtigkeiten, haftet aber ſchlecht an den Steinflächen. Die Dicke der Vermauerungsfuge ſoll höchſtens 1,5 cm betragen.

5. Die Biegefeſtigkeit bei ſolchen Steinen, die auch im praktiſchen Gebrauch auf Biegung beanſprucht ſind, z. B. bei Flieſen, Pflaſterklinkern, Trottoirplatten und beſonders bei Dachziegeln. Die Verſuche werden bei Unterſtützung der Proben an beiden Enden und Einzellaſt in der Mitte durchgeführt. Bei Dachziegeln mit unregelmäßigem und unſymmetriſchem Querſchnitt werden auf der Unterſeite der Probe zwei Leiſten aus Zementmörtel an den Enden als Auflager und auf der Oberſeite eine ſolche Leiſte in der Mitte zwiſchen den erſteren zur Laſtübertragung angebracht, indem man den Mörtel zwiſchen Holzlehren aufträgt, die an die Probe angepaßt ſind. Die Stützweite wird im allgemeinen gleich 30 cm gewählt.

6. Die Stoßfeſtigkeit, d. h. der Widerſtand gegen örtliche Stoßbeanſpruchung, beſonders bei Dachbedeckungen und Fußbodenbelag, indem ein birnenförmiges Gewicht beſtimmter Größe auf die Probe fallen gelaſſen wird, die hierbei in einem Kaſten auf feinem, abgeſiebtem Sand feſt aufliegt. Die Schläge werden auf die Oberſeite der Probe in deren Mitte ausgeübt. Beſtimmt wird durch mehrere Verſuche aus verſchiedenen Fallhöhen die Geſamtſchlagarbeit, die beim erſten Schlage den Bruch der Probe herbeiführt.

7. Der Widerſtand gegen Abnutzen durch Schleifverſuche und auf dem Sandſtrahlgebläſe. Beim Schleifverſuch wird der Gewichtsverluſt G_1 nach beſtimmten Schleifwegen feſtgeſtellt und dann aus ihm und dem Raumgewicht r des Materials die abgeſchliffene Maſſe m in Kubikzentimetern berechnet ($m = G_1 r$). Die Schleifvorrichtung [2] beſteht aus einer wagerecht liegenden gußeiſernen Scheibe von 750 mm, die in der Minute 30 Umdrehungen macht. Die ebene quadratiſche Fläche von 50 qcm der von einem Hebel getragenen Probe wird mit 30 kg = 0,6 kg/qcm Belaſtung gegen die obere Breitſeite der Scheibe gedrückt, wobei der mittlere Abſtand vom Mittelpunkt der Scheibe 220 mm beträgt. Als Schleifmittel dient Naxosſchmirgel Nr. 3. Hiervon werden je 20 g zu Beginn des Verſuches und dann immer nach je 22 Scheibenumdrehungen vor der Probe auf die Scheibe geſchüttet, nachdem zuvor der alte Schmirgel und die abgeſchliffene Steinmaſſe entfernt ſind. Die Gewichtserhebungen erfolgen nach je fünfmaligem Erneuern des Schmirgels, alſo nach 110, 220, 330 und 440 Umdrehungen der Scheibe. Die Gewichtsverluſte für die vier Schleifperioden geben im Vergleich untereinander einen Anhalt zur Beurteilung der Gleichartigkeit des Materials an der Oberfläche und im Innern. Eine zweite, der Baufchingerſchen ähnliche Maſchine iſt die von Dorry [3], [4]. Sie arbeitet bei 521 mm Schleifwegdurchmeſſer gleichzeitig mit zwei Proben und zeigt die Abnutzung mittels Zeiger als Längenmaß an und iſt mit einer Vorrichtung zum Anfeuchten der Schleiffläche verſehen. Van der Kloes ſchiebt auf feiner Einrichtung drei Proben, gleichzeitig in einem auf Schienen ruhenden Rahmen loſe geführt, von Hand auf einer gußeiſernen Platte hin und her, unter Zuführung von Sand und Waſſer [5]. Der gleichzeitigen Prüfung mehrerer Proben dürfte der Mangel anhaften, daß die von der härteren Probe abgeſchliffenen Teile die Abnutzung der weicheren Probe fördern, während die harte Fläche von dem abgeſchliffenen weichen Material verſchlämmt, ihre Abnutzung alſo befördert wird, ſo daß die Unterſchiede im Abnutzungswiderſtand zugunſten des härteren Materials zu groß erſcheinen. Bei Prüfung auf dem Sandſtrahlgebläſe [6] wird die Probe an einer Handkurbel über einer Stahlblechſchablone gedreht, durch deren runde Bohrung der Sand durch getrockneten Dampf von 3 Atmoſphären Spannung getrieben wird, wobei der Dampf ſelbſt von der Probe abgelenkt iſt. Beſtimmt wird der Gewichtsverluſt der Probe nach 3 Minuten Blaſedauer.

8. Die Froſtbeſtändigkeit, d. h. das Widerſtandsvermögen der Bauſteine gegen die Sprengwirkung des in den Poren gefrierenden Waſſers, welche nach Braun beſonders bei allmählichem Gefrieren eintritt, während bei plötzlich ſcharfem Froſt nur die äußeren Schichten gefrieren, ohne daß der Froſt in das Innere des Geſteins eindringt. Tetmajer erklärt mangelhafte Froſtbeſtändigkeit damit, daß die vom Stein kapillar aufgeſaugte Feuchtigkeit der Kittſubſtanz (bei Sandſteinen) oder die Körpermaſſe ſelbſt (bei oolithiſchen, erdigen Kalkſteinen) erweicht, ſo daß die Feſtigkeit des Steines ſchließlich nicht mehr hinreicht, der Expanſionskraft des im Stein ſich bildenden Eiſes hinreichenden Widerſtand zu leiſten. Die Froſtbeſtändigkeit ſei daher abhängig von der Poroſität, dem Waſſeraufnahmevermögen und dem Grade der Erweichung. Alle drei Eigenſchaften kämen ſummariſch zum Ausdruck in der Größe des Verhältniſſes der Feſtigkeit im waſſergeſättigten Zuſtande zur Trockenfeſtigkeit. Tetmajer nennt dieſes Verhältnis den Beſtändigkeitskoeffizienten und bezeichnet diejenigen Steine als froſtbeſtändig, deren Trockenfeſtigkeit und Beſtändigkeitskoeffizient unter einen angemeſſenen geringſten Wert nicht heruntergehen. Die Feſtigkeit könne durch den Druckverſuch, welcher einfacher durchzuführen ſei als der Zugverſuch, ermittelt werden, da beide Feſtigkeiten in gleichem Maße durch die Erweichung der Kittſubſtanz litten und das Verhältnis von Zug zu Druck für das gleiche Material konſtant ſein müſſe. Unter Berückſichtigung der geſamten praktiſchen Erfahrungen und der Ergebniſſe ſeiner Unterſuchungen teilt Tetmajer die Trümmergeſteine und oolithiſchen Kalkſteine in verſchiedene Güteklaſſen und ſchreibt für dieſe folgende geringſte Beſtändigkeitskoeffizienten η vor [7]:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Material		Trümmergesteine	Oolithische Kalksteine
Geringste Werte für η	Klasse I	0,75	0,75
	„ II	0,60	0,60
	„ III	0,50	—

Von Gary wird die Berechtigung des „Beständigkeitskoeffizienten" bestritten [8]. Entsprechend den Beschlüssen der Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren [1] umfaßt die Prüfung auf Frostbeständigkeit: die Ermittlung und den Vergleich der Druckfestigkeit (s. Abschnitt 4) der trockenen Steine, der wassergesättigten Steine sowie der im wassersatten Zustande 25 mal gefrorenen, wieder aufgetauten und dann entweder wieder getrockneten oder, wie es im Königl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde Gebrauch ist, im wassersatten Zustande belassenen Steine, ferner die Ermittlung des Gewichtsverlustes der 25 mal gefrorenen Steine, wobei die durch das Gefrieren mechanisch abgetrennten und die in einer bestimmten Menge Wasser löslichen Bestandteile zu berücksichtigen sind; schließlich die Besichtigung der gefrorenen Steine unter Zuhilfenahme der Lupe, wobei besonders zu beachten ist, ob Risse oder Absplitterungen eintraten.

Zur Prüfung in wassersattem Zustande dienen dieselben Proben, an denen das Wasseraufnahmevermögen bestimmt wurde (s. Abschnitt 3). Das Gefrieren soll in 25-maligem Wechsel mit Wiederauftauen bei — 15 bis — 20° C. erfolgen und je 4 Stunden währen. Hierzu dienen mittels einer Eismaschine gekühlte Schränke oder Gruben oder doppelwandige Zinkkästen, bei denen der Raum zwischen beiden Wänden mit einer Kältemischung aus Eis und Kochsalz gefüllt wird. Die Proben kommen wassersatt in den Kühlraum und aus diesem dann zum Auftauen 3 Stunden lang in Gefäße mit Wasser von Zimmerwärme, um die sich etwa loslösenden Teile sammeln zu können. Treten letztere in größeren Mengen auf, so werden sie getrocknet und ihre Gewichtsmengen in Hundertteilen des ursprünglichen Gewichtes des trockenen Steines bestimmt.

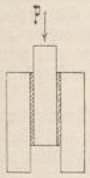
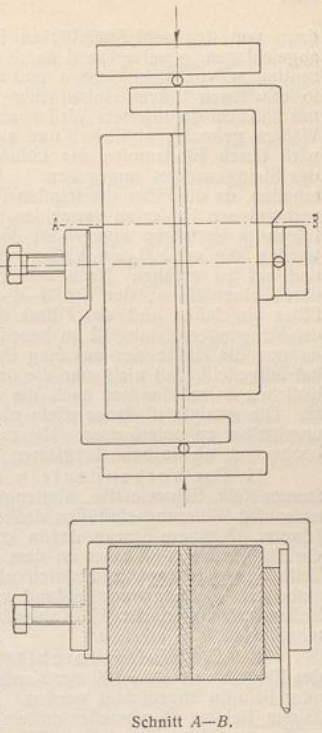


Fig. 1.



Schnitt *A—B*.

Fig. 2.

9. Die Haftfestigkeit des Mörtels bei Ziegeln und andern künstlichen Mauersteinen. Nach dem Verfahren von Bauschinger werden hierzu drei Steine nach Fig. 1 miteinander vermauert und der Druck *P* bestimmt, bei dem der mittlere Stein von den seitlichen sich löst. Zum Vergleich wird der Druck angegeben in Kilogramm/Quadratzentimetern, bezogen auf die Gesamtfläche der beiden Mörtelfugen. Anzugeben ist ferner der Verlauf des Bruches, d. h. ob der Mörtel von dem Stein sich löste oder in sich gespalten ist, oder ob Stücke aus den Steinoberflächen mit herausgerissen sind. Der Mörtel ist aus den gleichen Materialien (Sand- und Bindemittel) und in der gleichen Zusammensetzung herzustellen, wie er beim Bau verwendet werden soll. Mängel des angegebenen Verfahrens sind, daß keine reinen Schubspannungen in den Mörtelfugen entstehen und daß die beiden Fugen entweder nicht gleichmäßig beansprucht werden oder wegen verschieden großer Festigkeit nicht beide gleichzeitig zu Bruch gehen. Das Verfahren von Rudeloff sucht diese Mängel zu beseitigen. Bei ihm werden nach Fig. 2 nur zwei Steine miteinander vermauert, und dann wird durch Auflagewinkel und zwei zylindrische oder kugelförmige Druckstücke angestrebt, daß die gemeinsame Ebene der Kräfte zur Erzielung möglichst reiner Schubbeanspruchung in der Fuge liegt. Der Spannbügel hindert die Auflagewinkel am Umschlagen, während zylindrische Zwischenlagen etwaige Reibungswiderstände beheben sollen.

10. Der Gehalt an löslichen Bestandteilen. Wasserlösliche Bestandteile in Ziegelsteinen sind besonders schwefelsaure Salze. Sie stammen entweder aus den verarbeiteten Rohmaterialien, dem Ton und Wasser, oder sie sind erst beim Brennen durch saure Bestandteile der Heizgase (Schwefelsäure oder Salzsäure) in dem Stein gebildet worden. Ihre schädliche Wirkung besteht meist weniger in Zerstörung der Steine selbst, als in der Ausscheidung von Salzen auf der Steinoberfläche beim Verdunsten der im Stein enthaltenen Feuchtigkeit. Diese gelblichweißen Ausscheidungen geben dem Mauerwerk ein schlechtes Aussehen, durchdringen sogar den Putz, stoßen letzteren hierbei häufig ab und zerstören Malereien und Tapetenbekleidungen. An dem fertigen Mauerwerk ist der Ursprung der Salze nicht zu erkennen, da sie, von den Hintermauerungssteinen ausgehend, die Verblender durchdringen und auch wohl aus dem Mörtel stammen können. Die aus den Heizgasen stammenden löslichen Salze lagern sich in den Oberflächenschichten ab; die Salze der Rohmaterialien werden beim Brennen in den äußeren Schichten zerstört und finden sich daher mehr im Innern der Steine. — Zur Untersuchung einer Steinlieferung auf das Vorhandensein solcher Salze ist demgemäß das Probematerial zweckmäßig dem Innern schwachgebrannter Steine zu entnehmen, die noch nicht mit Wasser in Berührung gekommen sind. Die Steine werden nach drei Richtungen gespalten und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann von den acht Spaltftücken jedes Steines die in letzterem nach innen gelegenen Ecken abgefchlagen, gepulvert und durch Abfieben auf zwei Sieben mit 900 Mafchen auf den Quadratzentimeter von dem Groben und mit 4900 Mafchen von dem Staubfeinen befreit. Von dem fo erhaltenen Pulver einheitlicher Korngröße werden nach den „Konferenzbefchlüffen" 25 g mit 250 ccm deftilliertem Waffer ausgelaugt, eine Stunde unter Erfetzung des verdampfenden Waffers gekocht, abfiltriert und ausgewafchen. Die Menge der vorhandenen löslichen Salze wird durch Eindampfen der Löfung und fchwaches Glühen feftgeftellt und in Hundertteilen des Steingewichtes angegeben. — Es ift fchwierig, bei diefem Verfahren ein klares Filtrat zu erhalten, da die Filter die feinften Teile des Ziegelpulvers leicht hindurchlaffen. Um die hiermit verbundenen Fehler zu vermeiden, ift vom Chemifchen Laboratorium für Toninduftrie folgendes Verfahren angegeben: Von dem Pulver, das auf dem 4900-Mafchenfieb zurückblieb, werden 50 g mit 500 ccm Waffer 1 Stunde gekocht, in einem Glaskolben von 1 l Inhalt überfpült und auf 1 l ergänzt. Nach dem Erkalten und Abfitzenlaffen wird die Hälfte der Flüffigkeit durch einen Hahn, der fich 3—4 cm über dem Boden des Glaskolbens befindet, durch ein Filter abgelaffen und das Filtrat dann wie bei dem erftgenannten Verfahren behandelt. Bei der Mengenberechnung ift zu beachten, daß die erhaltenen Salze fich auf 25 g Pulver beziehen, da nur die Hälfte der aus 50 g Pulver gewonnenen Löfung eingedampft wurde. Mäckler hat feftgeftellt, daß nicht nur die örtlichen Verhältniffe und die Menge der im Stein enthaltenen löslichen Salze, fondern auch die Art der Porenverteilung für deren Auswitterung maßgebend ift. Die Analyfe ift daher allein nicht ausfchlaggebend, fondern die Neigung zum Auswittern unmittelbar zu unterfuchen. Hierzu werden die Probefteine waffergatt gemacht und dann wird beobachtet, ob fie beim langfamen Trocknen an der Luft auswittern.

11. Das Vorhandenfein fchädlicher Beimengungen, befonders von kohlenfauerm Kalk, Schwefelkies, Marienglas u. f. w., die das Ausfehen des Steines verfchlechtern und unter den Witterungseinflüffen deffen Zerftörung durch Abfprengen einzelner Teile herbeiführen können. Kleinere Stücke davon können durch die Brennhitze unfchädlich gemacht werden, die Unterfuchung ift daher an dem ungebrannten Ton vorzunehmen. Hierzu werden die groben Teile ausgefchlämmt und durch ein Sieb von 400 Mafchen auf den Quadratzentimeter abgefondert. Der Schlämmrückftand wird dann bei 100° C. getrocknet und mit der Lupe auf feine Beftandteile unterfucht [1]. Kohlenfaurer Kalk gibt fich ferner durch Aufbraufen beim Begießen mit Salzfäure zu erkennen.

12. Die Wafferdurchläffigkeit bei Dachziegel. Hierzu dienen Bruchftücke des Ziegels von etwa 100 mm Kantenlänge, die getrocknet und an den Bruchflächen mit Wachs oder Paraffin abgedichtet werden. Auf das wagerecht gelegte Stück wird ein Glaszylinder mit 35 mm lichtem Durchmeffer mittels Wachs waffergicht aufgekittet. Der Zylinder ift mit Teilmarken verfehen. Er wird zu 20 cm Höhe mit Waffer gefüllt und dann nach beftimmten Zeiten beobachtet, wieviel Waffer in den Stein eingedrungen ift, und ferner die Zeit feftgeftellt, innerhalb welcher fich auf der Unterfeite des Ziegels eine feuchte Stelle zeigt. Bei glafierten Steinen wird die Glafur innerhalb einer hinreichend großen Stelle abgefchliffen. Bei einem zweiten Verfahren wird der ganze Ziegel mit einem etwa 10 cm hohen Rand aus mit Wachs beftrichenem Papier umgeben und dann beobachtet, ob bis zur beftimmten Höhe aufgegoffenes Waffer durch den Ziegel fickert oder nicht.

13. Die Wetterbeftändigkeit glafierter Steine. Hierzu werden Proben a) zur Hälfte in Salzfäure hineingehängt und b) unter einer Glasglocke den Dämpfen rauchender Salzfäure ausgefetzt. Beobachtet wird die Zeit, nach welcher der Glanz verfchwindet und ein bunter Farbenfchimmer (Irifieren) eintritt. Nicht wetterbeftändige Glafuren überziehen fich in den Säuredämpfen nach verhältnismäßig kurzer Zeit mit einem leicht haftenden Anfluge aus Hydrofilikat, unter welchem fie irifieren.

14. Der Schmelzpunkt feuerfefter Steine (f. a. Tonwaren) wird an pyramidenförmigen Steinfplittern von etwa 20 mm Länge ermittelt, indem fie neben fogenannten Seegerfchen Schmelzkegeln mit bekannten Schmelzpunkten auf einer Schicht eines feingefiebten Gemifches von Zettlitzer Kaolin und Aluminiumoxyd in einem Schmelztiegel untergebracht und mit diefem in einem Devilleſchen Ofen erhitzt werden. An dem Verhalten der Splitter im Vergleich mit den Schmelzkegeln wird auf den Schmelzpunkt der erfteren gefchloffen.

Literatur: [1] Befchlüffe der Konferenzen über einheitliche Unterfuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konftruktionsmaterialien auf ihre mechanifchen Eigenfchaften, München 1893. — [2] Baufchinger, Mitteilungen aus dem mech.-techn. Laboratorium der Kgl. Technifchen Hochfchule zu München, Heft 11. — [3] Toninduftrieztg. 1896, S. 240. — [4] Rudeloff, Das Materialprüfungswefen auf der Pariſer Weltausftellung, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes 1901, S. 37. — [5] Baumaterialienkunde 1901, S. 10. — [6] Gary, Verfuche mit dem Sandftrahlgebläfe, Mitteilungen aus dem Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde, 1904, S. 103. — [7] Tetmajer, Mitteilungen der Anftalt zur Prüfung von Baumaterialien am Eidgenöffifchen Polytechnikum zu Zürich, Heft 1, 1884, S. 15. — [8] Gary, Die deutfchen natürlichen Baufteine in bezug auf ihre Feftigkeit und phyfikalifchen Eigenfchaften, Zentralblatt der Bauverwaltung 1890, S. 53. *Rudeloff.*

Steinfäge, f. Steinbearbeitungsmafchinen.

Steinfcher Herd, f. Herdarbeit, Bd. 5, S. 45.

Steinfchlag, f. Befchotterung und Schotter.

Steinfchlagbahnen, f. Straßenbau.

Steinfchlagpflafter, f. Kleinpflafter.

Steinfchleiferei, f. Edelfteinfchleiferei, Steinbearbeitungsmafchinen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Steinſchlichtung iſt entweder gleichbedeutend mit Steinpackung (ſ. d.) oder man bezeichnet damit eine noch geregeltere Lagerung der Steine und einen noch etwas ſolideren Verband; vom Hammer wird alsdann etwas mehr Gebrauch gemacht. Selbſtredend geſchieht das Ineinanderfügen der Steine nicht ſo ſolid und verbandmäßig wie beim Trockenmauerwerk (ſ. d.). *Schmitt-Darmſtadt.*

Steinſchmelzen, ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

Steinſchneiderei, ſ. Edelſteinſchleiferei, Steinbearbeitungsmaſchinen.

Steinſchnitt, derjenige Teil der Baukunſt, welcher ſich unter Berückſichtigung der Geſetze der Statik weſentlich mit der Beſtimmung der Form und Größe der einzelnen Schnittſteine beſchäftigt, aus denen ein der äußeren Geſtalt nach gegebenes Bauwerk zuſammengeſetzt werden ſoll.

Außer dieſer Zerlegung in die geeignetſten Steinteile iſt es Aufgabe des Steinſchnitts, die für den Steinmetz zur Bearbeitung der Steine erforderlichen Abbrettungen, Abwicklungen und Schablonen der Seitenflächen der einzelnen Steine feſtzuſtellen und abzuleiten. Als Grundlage für die Löſung dieſer überaus mannigfaltigen Aufgaben der Lehre des Steinſchnitts dienen die Regeln des Steinverbandes, und als Hauptaufgaben können angeführt werden: die Behandlung der Mauern mit geböſchten, gekrümmten und windſchiefen Flächen, Kernbögen, Gewölbe, insbeſondere Gewölbedurchdringungen, ſchiefe und anſteigende Gewölbe, Niſchen, Ueberkragungen und Trompen.

Literatur: [1] Ringleb, A., Lehrbuch des Steinſchnitts, Berlin 1844. — [2] Adhémar, J., Die Lehre vom Steinſchnitt, bearbeitet von O. Möllinger, Solothurn 1842, S. 346. — [3] Behſe, W. H., Die techniſche Anwendung der darſtellenden Geometrie, Halle a. S. 1871. — [4] Paradies, J., Die Lehre vom Steinſchnitt, Hannover 1873. — [5] Harres, Die Schule des Steinmetzen, Leipzig 1866. — [6] Wehrle, Projektive Abhandlung über Steinſchnitt, Zürich 1869/80. — [7] v. Willmann, L., Die Quaderabdeckung der Flügelmauern, Zeitſchr. für Arch. u. Ingenieurweſen 1903, S. 355; Derſ., Steinſchnittaufgaben des Ingenieurs, „Der Steinbruch" 1907, S. 183, 200, 234 und 258; auch als Sonderausgabe, Leipzig 1908. *L. v. Willmann.*

Steinſchrauben finden an Stelle der Ankerſchrauben (ſ. d.) zur Befeſtigung von Geſtellen auf Steinblöcken oder Mauerwerk Anwendung, wenn die von ihnen aufzunehmende Kraft mäßig iſt und ſtoßfrei wirkt.

Die Schraubenſtärke d liegt innerhalb der Grenzen von $^1/_2$—$1''$. Der lange, verjüngte Kopf von quadratiſchem Querſchnitt mit aufgehauenen Kanten (Fig. 1) hält ſich in dem ebenfalls verjüngten Loch des Steines durch die Ausfüllung von Zement, Blei, Gips oder Schwefel. In hartem Stein laſſen ſich die Löcher nur bis zu mäßiger Tiefe richtig aushauen, ſo daß für Granit 100 mm Tiefe genügen müſſen, bei weicherem Sandſtein kann man auf 200 mm, in Mauerwerk und Beton auf 300—400 mm Tiefe gehen und hat die Schrauben danach zu bemeſſen. Die Neigung der Flanke gegen die Mittellinie beträgt 1 : 15, etwas mehr bei kurzem, etwas weniger bei langem Kopf, ſo daß die Stärke am Fuß auf etwa $2\,d$ kommt. Da die Lochwandungen uneben ausfallen, ſind hölzerne oder eiſerne Beilagen an den vier Seiten des Kopfes zur Befeſtigung ungeeignet. Die Berlin-Anhaltiſche Maſchinenbau-A.-G. hat Steinſchrauben nach Fig. 2 und 3 eingeführt. Die Ankerſchrauben (Fig. 2) von $d = 16$—51 mm Stärke und mit Längen über $^1/_4$ m enthalten auf dem quadratiſchen Kopf einen Gußklotz von $3\,d$ Höhe und unterer Breite in einem Loch von $3\,d + 30$ mm gleichbleibender Weite. Die Steinſchrauben (Fig. 3) von 13—39 mm Stärke mit flachem, rechts- und linksgängig gewundenem Kopfſtück haben $12\,d + 50$ mm ganze Länge. *Lindner.*

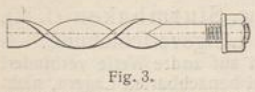


Fig. 3.

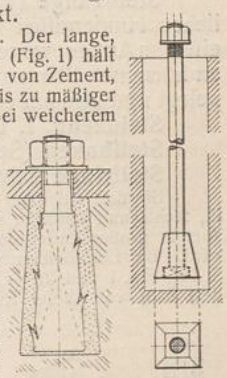


Fig. 1.

Fig. 2.

Steinſchüttungen (Steinwürfe), Anſchüttungen von Steinen im Waſſer. Sie werden im Grundbau hauptſächlich in drei Fällen angewendet: 1. In ſehr tiefen Flüſſen, bei Bauten am und im Meer (Kaimauern, Hafendämme u. ſ. w.) als eigentliche Fundamentkonſtruktion. Die Steine müſſen ſo groß ſein, daß ſie von der Strömung nicht fortgeriſſen werden. Hat man keine ausreichende Menge ſolchen Steinmaterials zur Verfügung, ſo ſchüttet man den Kern des Fundaments aus kleineren Steinen und verwendet die großen Blöcke für die Böſchungen. Letztere müſſen immer ſehr flach gehalten werden, weshalb ſolche Fundamente ſehr viel Material erfordern; zur Befeſtigung der Böſchungen verſenkt man auf letztere wohl auch größere künſtliche Steinblöcke (ſ. Steinverſenkung und Seehäfen). Vor Ausführung der Steinſchüttung wird die Sohle abgebaggert. 2. Bei den hochliegenden Pfahlroſten, um die Pfähle gegen das Ausknicken zu ſchützen (ſ. Pfahlroſte). 3. Als Schutz gemauerter oder betonierter Fundamente gegen die Angriffe des Waſſers, gegen Unterwaſchen u. ſ. w. *Schmitt-Darmſtadt.*

Steinverband, die zweckmäßige gegenſeitige Lagerung der Steine in einer Mauer, was durch die ſogenannte Schichtung und durch die zweckentſprechende Form, Größe und Stellung der einzelnen Steine in jeder Schicht herbeigeführt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die „Schichten“ oder „Scharen“ eines jeden Mauerwerks werden durch „Lagerflächen“ begrenzt, und damit auf diefen keine Verfchiebung erfolgen kann, gilt als erfte Hauptregel, daß fie möglichft fenkrecht zur Druckrichtung gerichtet fein müffen. Bei gewöhnlichen Gebäudemauern liegen die Lagerflächen daher wagerecht, beim Gewölbe werden fie fenkrecht zur Wölblinie, alfo angenähert fenkrecht zur Stützlinie, bei Stützmauern fchräg, d. h. möglichft fenkrecht zum Erddruck, angeordnet. Die die einzelnen Steine in jeder Schicht begrenzenden „Stoßflächen“ erhalten, da fie, um Steine mit fcharfen Kanten zu vermeiden, fenkrecht zu den Lagerflächen ftehen müffen, eine zur Druckrichtung gleichlaufende Lage. Damit nun der Druck aus der einen Mauerfchicht in die nächfte auf eine möglichft große Fläche verteilt wird, dürfen die Stoßflächen zweier übereinander liegenden Schichten nicht übereinander liegen, fondern müffen von Schicht zu Schicht verfetzt erfcheinen. Durch die aus obigem hervorgehenden beiden Grundregeln: 1. Senkrechtftellung der Lagerflächen zur Druckrichtung, 2. Verfetzung der Stoßflächen in zwei aufeinander folgenden Schichten, wird ganz allgemein ein gegenfeitiges Ueberbinden je zweier aufeinander folgenden Schichten und dadurch ein den äußeren Hauptkräften widerftehender Verband herbeigeführt. Werden Hauffteine verwendet, die nicht gleichgroß zu fein brauchen, fo entfteht der Quaderverband (f. d.). Werden lauter gleichgroße und durch ihre Abmeffungen einen guten Verband begünftigende Steine verwendet, fo ergeben fich die bei der Ausbildung des Backfteinverbandes entftandenen befonderen Verbandregeln; f. Backfteinverband. *L. v. Willmann.*

Steinverfenkung dient zur Gründung von Kaimauern und Molen.

Nachdem die Waffertohle durch Baggern von Schlamm und fonftigem weichem Boden befreit ift, werden etwaige Unebenheiten desfelben durch Schüttung kleinerer Steine ausgeglichen; alsdann verfenkt man künftliche Steinblöcke aus Beton oder Ziegelmauerwerk; bei allen diefen Arbeiten ift die Mitwirkung von Tauchern zweckmäßig. Die Steinblöcke werden möglichft groß genommen (im Hafen von Breft bis zu 45 cbm, im Hafen zu Newhaven 100 cbm); fie werden verfenkt und verfetzt: 1. mittels fchwimmender Krane (Suezkanal); 2. mittels befonderer Schiffe, unter welche die Blöcke bei Hochwaffer gehängt werden (Breft); 3. von Gerüften aus (Holyhead); 4. mittels verfchiebbarer Krane (Amfterdamer Seekanal). Vgl. a. Seehäfen.

Literatur: [1] Nouvelles annales de la construction 1889, S. 81. — [2] Wochenfchrift des Oeftterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 205. — [3] Allgem. Bauztg. 1876, S. 58. — [4] Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1856, S. 359. *Schmitt-Darmftadt.*

Steinwurf, f. Steinfchüttungen.

Steinzange (Teufelsklaue) dient zum Befeitigen von Steinen oder ähnlichen Hinderniffen unter Waffer. Sie befteht aus zwei kräftigen, gekrümmten eifernen Armen, wovon entweder nur einer oder auch beide (bei genügendem Raum) an hölzernen Stangen befeftigt find. Die Arme werden um den zu hebenden Stein gelegt und alsdann eine Kette angezogen. S. a. Greifzeuge. *Schmitt-Darmftadt.*

Steinzeug, f. Tonwaren.

Stellhaken (Sperrhaken), f. Schloß; auch f. v. w. Sturmhaken (f. d.).

Stellringe fichern eine Welle oder Scheibe gegen Längsverfchiebung.

Sie find auf einer Welle, wenn die Verfchiebung nicht fchon auf andre Weife verhindert ift, rechts und links an einem Lager aufzufetzen oder zwifchen zwei benachbarten Lagern, nicht aber in großer Entfernung, damit bei Wärmedehnungen der Welle jede Klemmung vermieden wird. Bei Losfcheiben wendet man ftatt des Stellringes auch die Leerlaufbuchfe an (f. Bd. 2, S. 384, Fig. 1 und 2). — Die Schrauben dürfen nicht überragen. Nur bei unbeweglichen Ringen darf man von diefer Regel abfehen. Schlitzfchrauben genügen für die kleineren Stellringe (Fig. 1). Gewöhnlich fteckt der Vierkantkopf der Stahlfchraube in einer für den Schlüffel erweiterten Bohrung (Fig. 2) oder die Schraube ift der Länge nach vierkantig hohl (Fig. 3), fo daß fie mit einem Vierkantftab angezogen werden kann und fich mit Ringfchneide in der Welle feftthält, ftatt der Spitze in einer Anbohrung der Welle (Fig. 1) oder der ftumpfen Druckfläche (Fig. 2). Die Abmeffungen für d cm Bohrung betragen durchfchnittlich: $D = 1{,}3\,d + 3$ cm; $b = 0{,}2\,d + 2{,}5$ cm; $\delta = 0{,}1\,d + 1$ cm; größere Ringe von $d = 7$ cm an erhalten zwei um 90° verfetzte Schrauben; Gewicht $= 0{,}5\,d^2$; Preis $= 0{,}13\,d^2 + 3$ *M.* Geteilt aufzufetzende Ringe (Fig. 2) koften 10 *M.* mehr wie die einfachen. — Für Wellen ohne Axialfchub aus Reibkupplungen, Kegelrädern oder dergleichen genügen kleinere Stellringe nach [1] mit näherungsweife $D = 1{,}5\,d + 0{,}5$ cm für $d = 1{,}4$ bis 5 cm Durchmeffer und $D = d + 3$ cm für $d = 5$—10 cm Durchmeffer; $b = 0{,}15\,d + 1$ cm; $\delta = 0{,}1\,d + 0{,}5$ cm.

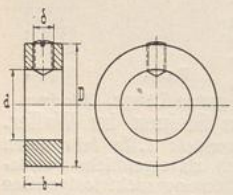


Fig. 1.

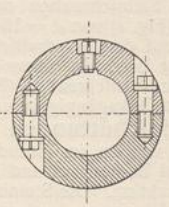

Fig. 2.


Fig. 3.

Literatur: [1] Ludwig Loewe & Co., Normalien im Mafchinenbau, 2. Aufl., Berlin. *Lindner.*

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

Stellung, f. Chronometer, Uhren.

Stellungsfläche, in der Elaftizitätslehre, f. Spannungen.

Stellungswinkel, f. Nebenfpannungen, Bd. 6, S. 596.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stellwerke (Zentralapparate, Zentralfignal- und Weichenficherungsapparate) find Vorkehrungen, durch die entweder nur Weichen oder nur Signale oder Weichen und Signale gemeinfam von einem Punkte aus mittels Leitungen geftellt werden. Im weiteren Sinne gehören hierher auch Einrichtungen, bei denen Weichen zwar örtlich von Hand geftellt, aber von einem Zentralpunkte aus in ihrer Stellung feftgehalten (verriegelt) werden (Riegelwerke) fowie Einrichtungen, bei denen die Beherrfchung der Weichen und Signale nicht durch Leitungen, fondern durch Schlüffelverfchluß gefchieht (Schlüffelwerke).

I. Grundfätze der Gefamtanordnung.

1. **Weichenftellwerke** dienen dazu, zwei oder mehrere Weichen von einem Punkte aus zu ftellen, um die Bedienung zu vereinfachen und Mißverftändniffe bei ihr zu vermeiden, die Bedienungsmannfchaft einfchränken zu können und ihre Gefährdung beim Ueberfchreiten der Gleife zu verhüten fowie um Zug- und Rangierbewegungen zu befchleunigen. Eine gegenfeitige Abhängigkeit der einzelnen Weichenftellungen ift hierbei im allgemeinen nicht vorhanden. Solche Stellwerke werden namentlich auf Rangierbahnhöfen angewendet, um Gruppen von Weichen, die zu einem Auszieh- oder Ablaufgleis gehören, zufammenzufaffen. Als einfachften Fall eines Weichenftellwerkes kann man die Zufammenführung der Stelleitungen einer Kreuzungsweiche (engliſchen Weiche) oder einer Doppelweiche (verfchränkten dreiteiligen Weiche) oder der beiden Weichen einer einfachen Gleisverbindung zu einer gemeinfamen Stellvorrichtung betrachten.

2. **Signalftellwerke** geftatten, die Stellung eines oder mehrerer Signale von einem hierfür bequem gelegenen Punkte aus zu bewirken. Ihre Verwendung kommt da in Frage, wo in den durch die Signale zu deckenden Gleisabfchnitten Weichen entweder überhaupt nicht oder nur in geringer Zahl vorhanden find. Im letzteren Falle wird, foweit eine Abhängigkeit der Signalftellung von der Stellung der Weichen im Intereffe der Betriebsficherheit erforderlich ift, diefe Abhängigkeit dadurch erzielt, daß die Signalleitung durch ihre Bewegung beim Umftellen des Signals eine Verriegelung der Weichen in der erforderlichen Stellung herbeiführt, oder daß der an einer Weiche angebrachte Signalftellbock diefe beim Umftellen verriegelt. Wo die Fahrrichtungen, die zwei Signalen entfprechen, fich gegenfeitig gefährden, wird die Einrichtung im Signalftellwerk fo getroffen, daß die betreffenden Signale (feindliche Signale) nicht gleichzeitig auf Fahrerlaubnis geftellt werden können. Signalftellwerke werden angewendet auf Blockftellen, bei Bahnkreuzungen auf freier Strecke, ferner auch bei Anfchlußgleifen, einfachen Abzweigungen und auf kleinen Stationen. Als einfachftes Signalftellwerk kann man eine Vorrichtung betrachten, mittels der ein vor der Stationseinfahrt befindliches Signal durch einen auf dem Bahnfteig oder im Stationsbureau befindlichen Stellhebel (oder eine Kurbel) geftellt wird.

3. **Vereinigte Weichen- und Signalftellwerke** laffen die durch die Stellwerke zu 1. und 2. verfolgten Zwecke gemeinfam erreichen. Die Stellung einer Anzahl von Signalen und Weichen (bezw. auch die Verriegelung von Weichen) wird von einem bequem gelegenen Punkte aus bewirkt; hierdurch wird u. U. an Perfonal gefpart, deffen Gefährdung vermieden; die Rangierbewegungen und Zugfahrten werden befchleunigt und zugleich wird zwifchen der Stellung der Signale und derjenigen der Weichen jede erforderliche oder gewünfchte Abhängigkeit hergeftellt. Die in diefer Beziehung von einem guten Stellwerk zu erfüllenden Bedingungen f. unter II. C. Solche Stellwerke werden mehr und mehr auf allen nicht ganz unbedeutenden Stationen, bei Bahnabzweigungen u. f. w. verwendet.

Abarten der Stellwerke zu 3. find: Riegel- und Signalftellwerke, bei denen vom Stellwerk aus nur die Signale geftellt, dagegen fämtliche Weichen, die zur Handftellung eingerichtet find, verriegelt werden, ferner Riegelwerke, bei denen vom Stellwerk aus lediglich Handweichen, wie vor, verriegelt werden, um auf Grund diefer Verriegelung mittels Stationsblockung oder Schlüffel die an andrer Stelle erfolgende Signalgebung abhängig zu machen. Auch find als Weichen- und Signalftellwerke folche Stellwerke anzufehen, die zwar keine Signalhebel, aber außer den Weichenhebeln auch Fahrftraßenhebel enthalten, von deren Verfchluß durch Blockfelder die Signalgebung an andrer Stelle abhängig ift.

Mit den Stellwerken zu 2. und 3. find bisweilen Stellvorrichtungen für Gleisfperren, Entgleifungsfchuhe, Wegefchranken u. f. w. verbunden; unter Umftänden ift auch die Signalftellung von der Stellung folcher Vorrichtungen abhängig gemacht. Die an dem eigentlichen Stellwerk ausgeübte Stellbewegung wird durch Leitungen auf die Stellvorrichtungen der Signale, auf die Stell- oder Verriegelungsvorrichtungen der Weichen übertragen. Bisher hat man die Signalftelleitungen vorwiegend aus Drahtzügen, und zwar in Deutfchland, Oefterreich-Ungarn und der Schweiz aus Doppeldrahtzügen, die Weichenftelleitungen aus Geftängen oder Doppeldrahtzügen hergeftellt (mechanifche Stellwerke). In neuerer Zeit find für die Uebertragung der Stellbewegung auch Druckflüffigkeit, Druckluft und Elektrizität in entfprechend hergeftellten Leitungen zur Anwendung gekommen (Kraftftellwerke). Bei den folgenden Erörterungen werden zunächft mechanifche Stellwerke vorausgefetzt und zum Schluffe die Kraftftellwerke befprochen.

Die Bewegung der Drahtzug- und Geftängeleitungen erfolgt durch Hebel oder (nur bei erfteren) Kurbeln, die, an einem Geftell nebeneinander aufgereiht, das eigentliche Stellwerk bilden. Wie jede Weiche zwei Stellungen hat, je nachdem die eine oder andre Zunge anliegt, und jedes Signal eine Halt- und eine Fahrtftellung, fo hat auch jeder Hebel und jede Kurbel im allgemeinen zwei Stellungen, eine Grundftellung (in der Hebel und Kurbel fich ftets befinden, wenn nicht die andre Stellung augenblicklich durch den Betrieb erfordert wird) und eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gezogene Stellung (in die Hebel und Kurbel nur vorübergehend nach Bedarf versetzt werden). Bei den Signalen ist in den meisten Ländern die Haltstellung Grundstellung; bei den Weichen sind für die Wahl der Grundstellung Zweckmäßigkeitsrücksichten maßgebend. Zweiflüglige Signale pflegt man in Deutschland durch entgegengesetzt gerichtete Bewegungen einer und derselben Doppeldrahtleitung mittels zweier eigenartig verbundener Hebel (Doppelsteller) oder eines eigenartig gebauten Hebels zu bewegen; bei dreiflügligen Signalen tritt eine zweite Leitung und ein besonderer Hebel hinzu. Doppelsteller kommen auch bei Kupplung zweier sich ausschließender Signale an verschiedenen Masten und bei Verriegelungsleitungen vor. Man hängt auch häufig die Stellvorrichtungen zweier Weichen an ein und denselben Drahtzug oder dasselbe Gestänge, man kuppelt die Weichen. Die gleichzeitige Umstellung bewirkt dann ein einfacher Hebel mit einer Grund- und einer gezogenen Stellung. Solche Anordnung verringert die Zahl der Hebel und spart Zeit beim Umstellen, ist aber nur bei solchen Weichenpaaren zulässig, die stets gemeinsam umgestellt werden dürfen oder müssen, wie die Zungenpaare am einen Ende einer doppelten Kreuzungsweiche oder die beiden Weichen, die zu einer einfachen Gleisverbindung gehören. Mehr als zwei Zungenpaare an eine Drahtleitung zu hängen oder die Kupplung bei langen und mehrfach abgelenkten Leitungen anzuwenden, empfiehlt sich nicht, da sonst das Umstellen zu viel Kraft erfordert (bei Kraftstellwerken gilt diese Beschränkung nicht). Bei Abänderungen in der Weichenanlage und infolgedessen auch im Stellwerk können vorhandene Kupplungen sehr unbequem werden. Es empfiehlt sich ferner, von der Kupplung zweier Weichen dann abzusehen, wenn dadurch zwei sonst gleichzeitig mögliche Zugfahrten gegenseitig ausgeschlossen werden. Kupplungen zweier Weichen sind schließlich dann betriebsgefährlich, wenn es vorkommen kann, daß die eine durch eine Rangierfahrt aufgeschnitten wird, während die andre einer Zugfahrt dienen soll.

Die räumliche Ausdehnung eines Stellwerksbezirks ist bei Gestänge- und Drahtzugleitungen begrenzt (Weichenstellung in der Regel nicht über 350 m). Aber auch bei Kraftstellwerken macht man einen Stellwerksbezirk zweckmäßig nicht größer, als daß der Stellwerkswärter ihn vollständig überblicken kann. Ausgedehnte Bahnhofsanlagen weisen daher mehrere Stellwerksbezirke auf, auch Durchgangsbahnhöfe von mittlerem Umfang in der Regel wenigstens zwei, die je die an den beiden Enden des betreffenden Bahnhofs liegenden Ein- und Ausfahrtsweichen und Signale zusammenfassen. Um dem Stellwerkswärter einen Ueberblick über die Stellung der Mast- und Weichensignale, über die Zug- und Rangierbewegungen und Besetzung der Gleise zu gewähren, stellt man alle bedeutenderen Stellwerke in hochgelegenen, mit vielen Glasfenstern versehenen Gebäuden (Stellwerkstürmen) auf. Auf kleinen Bahnhöfen weist man indessen auch wohl zur Vereinfachung des Dienstes dem einzigen Stellwerk seinen Platz auf dem Bahnsteig vor dem Stationsgebäude oder in einem Vorbau des Stationsgebäudes an, eine Anordnung, die sich z. B. häufig in Süddeutschland und der Schweiz findet, wo die gebirgige Beschaffenheit des Landes geringere Zugstärken und daher auch kleinere Bahnhofslängen bedingt. In diesem Falle kann der Fahrdienstleiter die Umstellungen selbst ausführen oder unter seinen Augen ausführen lassen. Befinden sich dagegen die Stellwerke vom Fahrdienstbureau räumlich getrennt, so werden zur sicheren und Mißgriffe ausschließenden Verständigung zwischen Fahrdienstbureau und Stellwerken mechanische oder elektrische Blockierungen angewendet. Befinden sich in zwei solchergestalt von einem Fahrdienstbureau abhängig gemachten Stellwerken Signale, die einander feindlich sind (z. B. Einfahrt von den entgegengesetzten Seiten auf dasselbe Gleis), so wird die gleichzeitige Freigabe zweier solcher Signale dadurch verhindert, daß man zwischen den beiden im Fahrdienstbureau befindlichen Blockwerken eine entsprechende Abhängigkeit herstellt. Neuerdings hat man, wo die örtlichen Verhältnisse dies gestatteten, gern eines der Stellwerke (selbstredend das wichtigste, u. U. auch das einzige Stellwerk) als Befehlsstelle ausgebildet, in der sich der Fahrdienstleiter befindet, und von der aus der telegraphische Zugmeldedienst mit den Nachbarstationen abgewickelt wird. Dann sind nur die andern Stellwerke, soweit solche vorhanden, von dem Stellwerk in der Befehlsstelle durch Blockverbindungen abhängig zu machen. Der wesentlichste Teil des Betriebsdienstes spielt sich unter den Augen des Fahrdienstleiters und nach seinen mündlichen Weisungen ab. Der Bahnsteigdienst ist dann oft vom Zugbetriebsdienst vollständig getrennt und wird durch besondere Beamte versehen. In England kommt eine eigentliche Stationsblockung im allgemeinen nicht vor, da jeder Stellwerksbezirk durch besondere Signale gedeckt zu werden pflegt.

II. Mechanische Stellwerke.

Es sind zu besprechen: A. die Leitungen, B. die Stell- und Verriegelungsvorrichtungen an Weichen und Signalen, C. die eigentlichen Stellwerke, D. die Blockverbindungen der Stellwerke mit dem Fahrdienstbureau bezw. untereinander.

A. **Die Leitungen.** 1. Gestängeleitungen bestehen entweder aus vollem Rundeisen oder, und zwar in der Regel, aus Gasrohren von etwa 42 mm äußerem Durchmesser und 4 mm Wandstärke, die aus einzelnen Stücken durch Schraubmuffen zu einem Ganzen verbunden und in Abständen von höchstens 3,5 m auf festen Rollen, Kugellagern, Walzen oder beweglichen Rollen geführt werden. In England werden vielfach ⊓-Eisen zu Gestängen verwendet. Charakteristisch für die Gestängeleitungen ist, daß sie bei Umstellung im einen Sinne auf Zug, im andern Sinne auf Druck beansprucht werden. Die Führung der Gestängeleitungen vom Stellwerk zu den zu stellenden Weichen geschieht meist unterirdisch. Sie setzen sich aus geradlinigen Stücken zusammen, die an den Ablenkungspunkten durch Winkelhebel bezw. bei mehreren nahe aneinander liegenden Leitungen durch sogenannte Senfenhebel (Sichelhebel) verbunden sind und in der Regel teils parallel, teils quer zu den Gleisen liegen. Man sucht die Richtungsänderungen durch möglichst direkte Führung tunlichst einzuschränken, zugleich aber so anzuordnen, daß hierdurch, d. h. durch möglichst gleiche Länge der bei derselben Umstellbewegung gezogenen und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gedrückten Strecken, tunlichſt ein Ausgleich der durch die Wärme bewirkten Längenänderungen eintritt. Nötigenfalls wird ſolcher Ausgleich durch beſondere Kompenſationshebel bewirkt. Ein vollſtändiger Ausgleich iſt nicht erforderlich, da die Weichenſtellvorrichtungen bis zu einem gewiſſen Grade die Temperaturänderungen kompenſieren (vgl. unter II. B. 1).

2. Drahtzugleitungen. Die in manchen Ländern (ſo in England, Frankreich, Italien) für Signalſtellung noch vielfach verwendeten einfachen Leitungen hat man in Deutſchland, Oeſterreich-Ungarn und der Schweiz als betriebsgefährlich ganz verlaſſen und wendet nur noch Doppeldrahtzüge an (für Signal- und Verriegelungsleitungen 4—5 mm ſtark, für Weichenſtellleitungen 5—6 mm ſtark), die vom Stellwerk zur Weiche oder zum Signal und wieder zurück zum Stellwerk geführt ſind. Bei Umſtellung des Hebels bezw. der Kurbel im Stellwerk in einem Sinne wird der eine Draht angezogen, der andre nachgelaſſen, bei Umſtellung im entgegengeſetzten Sinne tritt umgekehrte Beanſpruchung ein. Es arbeitet alſo ſtets der gezogene Draht (Unterſchied von den Geſtängen, ſ. oben). Die Führung erfolgt in der Regel ſo weit, als keine Behinderung des Bahnhofsperſonals zu befürchten iſt oder als keine Gleiſe zu unterkreuzen ſind, oberirdiſch, ſonſt unterirdiſch. Die Drähte werden in gewiſſen Abſtänden (etwa alle 10—15 m, in den Kurven öfter als in den Geraden) durch paarweiſe angeordnete Rollen von etwa 60 mm Durchmeſſer geſtützt, die bei oberirdiſcher Führung an hölzernen Pfählen, Gasrohrpfoſten, Winkeleiſenpfählen u. ſ. w. befeſtigt ſind, bei unterirdiſcher Führung auf eiſernen Füßen oder Steinen ruhen. Je nach der Anzahl der Doppeldrahtleitungen von 1, 2, 3 ... ſind 2, 4, 6 u. ſ. w. Rollen vorhanden.

An Scharnieren pendelnd aufgehängte Rollen geſtatten die Führung der Drähte in flachem Bogen bezw. mit ſchwachen Knicken, wobei die Rollen ſich ſchräg einſtellen. Bei ſtärkeren Ablenkungen benutzt man paarweiſe auf einer lotrechten Achſe ſitzende Umlenkrollen von zweckmäßig mindeſtens 230 mm Durchmeſſer, die gewöhnlich auf eiſernen Füßen gelagert und bei unterirdiſcher Führung von eiſernen Schutzkaſten umſchloſſen ſind. An den Umlenkrollen werden die Drähte durch Stahldrahtſeile oder Ketten erſetzt.

Die Längenänderungen durch die Wärme werden bei Doppeldrahtleitungen durch ſogenannte Spannwerke ausgeglichen. Das Beiſpiel eines Spannwerks (Fig. 1) von Zimmermann und Buchloh zeigt, wie die beiden vom Stellwerk kommenden und zum Signal weitergehenden Drähte einer Doppelleitung zwiſchen zwei Paaren von feſten Rollen *a*, *a*, *a*, *a* am Fuße des Spannwerksgeſtells, über die ſie laufen, nach oben abgelenkt ſind, um durch das Rollenpaar *b*, *b*, das am einen Ende des ein Gegengewicht *d* tragenden zweiarmigen Hebels *c* gelagert iſt, nach oben gezogen, alſo angeſpannt zu werden. Während des Umſtellens des Signals muß das freie Spiel des zweiarmigen Hebels *c* aufgehoben ſein, da ſonſt die vom Stellwerk auf den Zugdraht übertragene Bewegung das Gewicht *d* anheben könnte, ſtatt das Signal umzuſtellen. Deshalb iſt innerhalb des Hebels *c* das Rollenpaar *b b* in einem drehbaren Rollenträger *e* gelagert, der ſich beim Anziehen eines der beiden Drähte verdreht und an der gebogenen Führungsſtange *f* feſtklemmt. Der hier befolgte Grundſatz, den Spannungsunterſchied zwiſchen ziehendem und nachlaſſendem Draht zur Feſtſtellung eines Rollenpaars zu benutzen, liegt den meiſten Spannwerksbauarten zugrunde. Die Spannwerke ordnet man tunlichſt unter den Stellhebeln oder Kurbeln im Stellwerk an. Iſt dies nicht möglich, dann werden beſondere Spannwerke (ein ſolches iſt das in Fig. 1 dargeſtellte) zwiſchen dem Stellwerk und den Signalen aufgeſtellt. In Oeſterreich-Ungarn werden keine

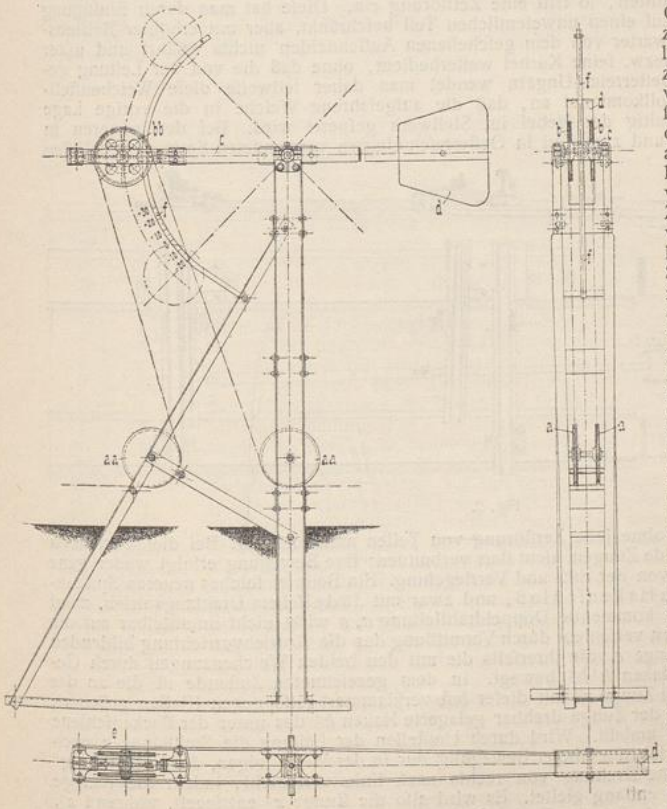


Fig. 1.

Spannwerke in den Signaldrahtzügen verwendet, letztere vielmehr von Zeit zu Zeit, namentlich bei großen Wärmeſchwankungen, nachreguliert.

Sowohl Geſtänge- wie Drahtleitungen werden bei unterirdiſcher Führung in Kanäle eingeſchloſſen, und zwar entweder in verdeckte Holzkanäle oder beſſer in unten offene ſchmiede- oder gußeiſerne Kanäle, bei großer Zahl der Leitungen auch in Kanäle aus Profileiſen oder in gemauerte Kanäle mit Holz- oder Riffelblechdeckeln. Alle Umlenkhebel, Ablenkrollen u. ſ. w. liegen in dieſem Fall in hölzernen oder beſſer eiſernen oder gemauerten Schutzkäſten. Beſondere Sorgfalt iſt auf die Entwäſſerung der Leitungskanäle und der Schutzkäſten zu verwenden, da ſonſt leicht Verunreinigungen der Leitungen eintreten und im Winter durch Feſtfrieren Betriebsſtörungen entſtehen können.

B. **Die Stell- und Verriegelungsvorrichtungen.** 1. Stellvorrichtung an einer Weiche. Bei Weichenſtellwerken hat man ſich zuweilen damit begnügt, die Geſtängeleitung mittels Winkelhebels unmittelbar auf die Weichenzugſtange einwirken zu laſſen, mit der beide Zungen ſtarr verbunden ſind. Solche Vorrichtungen gewähren nicht die Sicherheit, daß nach bewirkter Umlegung des Stellhebels bezw. der Stellkurbel die Umſtellung voll bewirkt iſt und die Zungen nicht klaffen, und ſind für vereinigte Weichen- und Signalſtellwerke als betriebsgefährlich nicht ausreichend. In England fügt man daher jedem Hebel einer von Zügen ſpitz befahrenen Weiche einen zweiten Hebel hinzu, der die Weiche in der gewollten Lage verriegelt, wobei die Möglichkeit und Vornahme der Umlegung dieſes zweiten Hebels gewährleiſtet, daß die Weiche richtig und vollſtändig geſtellt iſt. In Deutſchland hat man Umſtellvorrichtungen erſonnen, ſogenannte Spitzenverſchlüſſe, bei denen durch Umlegen desſelben Hebels oder derſelben Kurbel mittels eines Geſtänges oder einer Doppeldrahtleitung die Entriegelung der bisher anliegenden Weichenzunge, die Umſtellung der Weiche und die Verriegelung der nach der Umſtellung anliegenden Zunge bewirkt werden. Hierdurch werden zugleich mäßige Längenänderungen der Leitung unſchädlich gemacht, da ſolche nur eine Verkürzung oder Verlängerung des Ver- bezw. Entriegelungsweges bewirken, die eigentliche Umſtellbewegung aber nicht beeinfluſſen. Die erſten Vorrichtungen dieſer Art hielten an der ſtarren Verbindung der beiden Weichenzungen feſt, wie ſie bei Handſtellung angewendet wird, ſo daß beide Zungen ihre Umſtellbewegung genau gleichzeitig und in gleichem Tempo ausführten, während die vorhergehende Entriegelung und die folgende Verriegelung ſich im Ruhezuſtande beider Zungen vollzogen, alſo zeitlich von der Umſtellung ſcharf geſchieden waren. Wird ſolche Weiche durch falſches Befahren aufgeſchnitten, ſo tritt eine Zerſtörung ein. Dieſe hat man durch Einfügung ſogenannter Abſcherſtifte auf einen unweſentlichen Teil beſchränkt, aber mit erhöhter Betriebsgefahr, da der Stellwerkswärter von dem geſchehenen Aufſchneiden nichts erfährt und unter Umſtänden ſeinen Hebel bezw. ſeine Kurbel weiterbedient, ohne daß die von der Leitung gelöſte Weiche folgt. In Oeſterreich-Ungarn wendet man daher teilweiſe dieſe Weichenſtellvorrichtungen derart vervollkommnet an, daß die aufgefahrene Weiche in die vorige Lage zurückſchlägt und gleichzeitig der Hebel im Stellwerk geſperrt wird. Bei den neueren in Deutſchland, der Schweiz und zum Teil in Oeſterreich-Ungarn verwendeten Spitzenverſchlüſſen

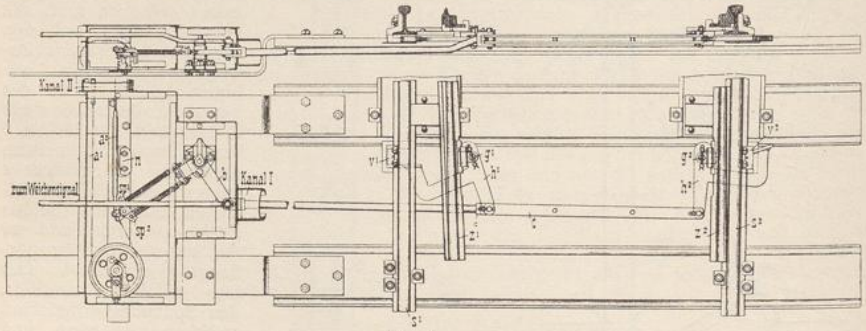


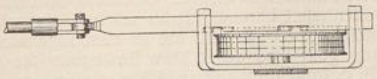
Fig. 2.

dagegen ſind die Weichen ohne jede Zerſtörung von Teilen aufſchneidbar. Bei dieſen neueren Spitzenverſchlüſſen ſind beide Zungen nicht ſtarr verbunden; ihre Bewegung erfolgt weder ganz gleichzeitig noch getrennt von der Ent- und Verriegelung. Ein Beiſpiel ſolches neueren Spitzenverſchluſſes, das ſogenannte Hakenſchloß, und zwar mit Jüdelſchem Drahtzugantrieb, zeigt Fig. 2. Die vom Stellwerk kommende Doppeldrahtleitung a, a wirkt nicht unmittelbar auf die Weichenzungen z^1 z^2, ſondern verſchiebt durch Vermittlung des die Antriebvorrichtung bildenden Winkelhebels b die Stellſtange c, die ihrerſeits die mit den beiden Weichenzungen durch Gelenke g^1 g^2 verbundenen Haken h^1 h^2 bewegt. In dem gezeichneten Zuſtande iſt die an der Backenſchiene s^2 anliegende Zunge z^2 mit dieſer feſt verklammert (alſo gegen Klaffen geſichert, d. h. verriegelt), weil der an der Zunge drehbar gelagerte Haken h^2 das unter der Backenſchiene befeſtigte Verſchlußſtück v^2 umfaßt. Wird durch Umſtellen der Leitung die Stellſtange c nach links bewegt, ſo kann der Haken h^2 dieſer Bewegung nur in der Weiſe folgen, daß er ſich um g^2 dreht, während h^1 ſich ohne Drehung von rechts nach links verſchiebt, indem die ſchräge Vorderfläche von h^1 auf v^1 entlang gleitet. Es wird alſo die Zunge z^2 entriegelt, während z^1, von h^1 mitgenommen, anfängt, ſich der Backenſchiene s^2 zu nähern. Sobald z^2 ganz entriegelt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d. h. der Haken h^2 so weit aufgeschlagen ist, daß er v^2 nicht mehr umfaßt, kann h^2, durch einen Knaggen verhindert, sich nicht weiter drehen. Im zweiten Stadium der Bewegung folgen daher beide Haken und Zungen der Bewegung der Stellstange; z^2 beginnt also sich von der Backenschiene s^2 zu entfernen, z^1 nähert sich s^1 weiter bis zum Anliegen. Im dritten Stadium der Bewegung gelangt z^2 zum vollen Aufschlag, während z^1 durch h^1 verriegelt wird.

Dieselben Bewegungen finden statt, falls die Weiche durch falsches Befahren aufgeschnitten wird. Das aufschneidende Fahrzeug wirkt anfangs nur auf die frei bewegliche Zunge z^1; diese setzt die übrigen Teile mit in Bewegung und entriegelt so z^2, bevor eine Zerstörung durch Aufschneiden von z^2 eintreten kann. Das Hakenschloß ist also ohne Zerstörung seiner Bestandteile aufschneidbar. Die Antriebvorrichtung besitzt eine Sperre. Bei etwaigem Bruch des letzten Zugdrahtes a^1 fängt sich der Sperrhaken sp^1 am Sperrstück n, so daß die Weiche durch die Spannung des heilgebliebenen Drahtes a^2 nicht umgestellt wird. Vielmehr bewegt sich dann die Antriebvorrichtung nur so weit, daß das damit verbundene Weichensignal ein Störungsbild zeigt. Da bei diesem und andern aufschneidbaren Spitzenverschlüssen das Aufschneiden auch rückwärts in der Leitung eine Bewegung hervorruft, so muß, damit im Stellwerk selbst keine Zerstörung eintritt, dort eine lösbare Verbindung vorhanden sein. Durch deren Lösung wird zugleich (vgl. unter II. C.) der Weichenhebel u. s. w. gesperrt und der Stellwerkswärter benachrichtigt. Die aufschneidbaren Spitzenverschlüsse lassen sich in zwei Gruppen ordnen. Bei der einen Gruppe, der das Hakenschloß angehört, ist für jede Zunge ein besonderer Verschluß vorhanden, der die Zunge unmittelbar mit der Schiene zusammenklammert. Bei der andern Gruppe, zu der z. B. das Gelenkschloß von Schnabel & Henning gehört, besteht die Stellvorrichtung in dem in Gleismitte oder außerhalb des Gleises liegenden Weichenschloß, gegen das die anliegende Zunge abgestützt und hierdurch verriegelt ist. Um ein Umstellen der Weichen unter fahrenden Zügen zu verhindern, werden bisweilen mit den Spitzenverschlüssen sogenannte Fühl- oder Druckschienen verbunden. Solange ein Rad sich auf solcher Schiene befindet, ist Umstellung unmöglich.



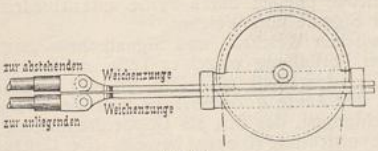


Fig. 3 a.

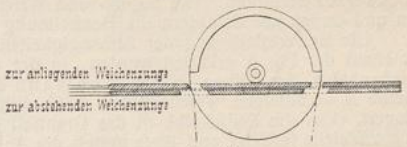


Fig. 3 b.

2. Verriegelungsvorrichtung an einer Weiche. Die Verriegelung kann sowohl bei Weichen in Frage kommen, die von Hand gestellt werden (s. I. 2. 3) als bei Weichen, die von einem Stellwerk aus gestellt werden und von deren richtiger Lage man sich, wenn sie spitz befahren werden, besonders überzeugen will. In beiden Fällen kann die Verriegelung entweder durch den an der Weiche vorbeigeführten Signaldrahtzug oder durch einen besonderen Verriegelungsdrahtzug erfolgen, der durch einen eignen Hebel (oder eine Kurbel) vom Stellwerk aus bewegt wird. Der Drahtzug läuft über die wagerecht liegende Riegelrolle (Fig. 3), die auf ihrer Fläche einen randförmigen Riegel trägt, der dazu bestimmt ist, in Ausschnitte der mit der Weichenzugstange verbundenen Riegelstange, bei ungleichzeitiger Zungenbewegung (Fig. 3) besser in zwei Riegelstangen, die je mit einer Zunge unmittelbar verbunden sind, zu greifen. Entweder verriegeln zwei entgegengesetzte Bewegungen des Signal- oder Verriegelungsdrahtzuges die Weiche in ihren beiden Stellungen (Fig. 3 a) oder in derselben Stellung (Fig. 3 b) oder es verriegelt dieselbe Bewegung des Drahtzuges die Weiche in beliebiger Stellung, oder endlich die eine Bewegung des Drahtzugs verriegelt die Weiche, die andre läßt sie frei (vgl. I). Dient derselbe Doppeldrahtzug zur Bewegung mehrerer Riegelrollen oder soll eine solche in einen Signaldrahtzug eingeschaltet werden, so würden bei den nicht am Ende der Drahtleitung befindlichen Rollen, wenn man nicht besondere Vorkehrungen träfe, durch die Temperaturbewegungen der beiden Stränge des Drahtzuges störende Verdrehungen eintreten. Dies vermeidet man durch Einschaltung von Vorrichtungen, die bei der durch Temperaturänderung hervorgerufenen gleichgerichteten Bewegung beider Drahtstränge die Riegelrolle ruhen lassen, während die beim Umstellen eintretende entgegengesetzte Bewegung beider Stränge die Rolle in Tätigkeit setzt (Rollen mit Kompensation), z. B. die Stahmersche Verschlußrolle mit Wendegetriebe.

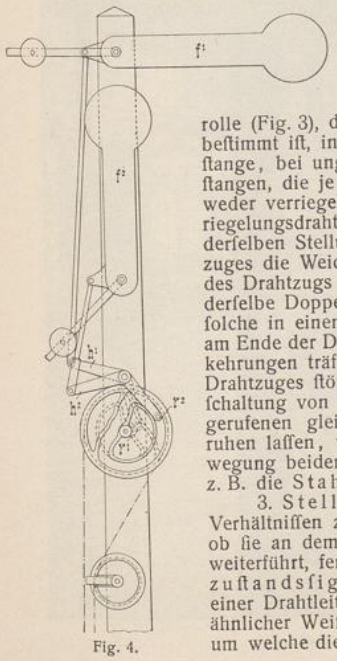


Fig. 4.

3. Stellvorrichtung an einem Signale. Es ist bei deutschen Verhältnissen zu unterscheiden, ob die Drahtleitung am Signale endigt oder ob sie an demselben vorbei zu einem zweiten Signale oder einem Vorsignale weiterführt, ferner ob das Signal ein-, zwei- oder dreiflüglig ist (vgl. Bahnzustandssignale). In Fig. 4 ist eine Antriebvorrichtung für ein am Ende einer Drahtleitung befindliches zweiflügliges Signal dargestellt, wie solche in ähnlicher Weise die meisten Stellwerksfirmen ausführen. Die Antriebscheibe, um welche die Doppeldrahtleitung geschlungen ist, trägt auf Vorder- und Rück-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feite je eine Kurvenrille, in deren jeder ein Röllchen r^2, r^1 gleitet, das mittels Winkelhebels h^2, h^1 mit der Stellſtange jedes Signalflügels f^2, f^1 verbunden iſt. Bei Bewegung des Doppeldrahtzuges in der einen Richtung dreht ſich die Antriebſcheibe im Sinne des Uhrzeigers und beide Flügel gehen in Fahrtſtellung. Bei umgekehrter Bewegung des Doppeldrahtzuges bewegt ſich die Antriebſcheibe entgegengeſetzt dem Uhrzeiger; es geht dann nur der Flügel f^1 in Fahrtſtellung, während Flügel f^2 ruhen bleibt, weil die das Röllchen r^2 beeinfluſſende Kurvenrille eine konzentriſche Bewegung macht. Endigt die Drahtleitung nicht am Signal, ſo werden, wie bei den Riegelrollen (ſ. oben), Kompenſationsvorrichtungen eingeſchaltet. Man verlangt ferner von den Signalen in der Regel Erfüllung der Bedingung, daß bei an beliebiger Stelle eintretendem Drahtbruch Hauptſignal und Vorſignal ſelbſttätig auf „Halt“ fallen.

4. Stellvorrichtungen an Gleisſperren, Entgleiſungsvorrichtungen u. ſ. w. werden nach denſelben Grundſätzen, wie diejenigen an Weichen, im übrigen in der durch die beſondere Konſtruktion der Vorrichtung bedingten Weiſe hergeſtellt.

C. Die eigentlichen Stellwerke. Von der Behandlung der reinen Weichenſtellwerke und reinen Signalſtellwerke ſoll hier abgeſehen werden und nur die Einrichtung vereinigter Weichen- und Signalſtellwerke, als der vollkommenſten Anlagen, zur Erörterung gelangen, wobei die Verwendung von Drahtzug- bezw. Geſtängehebeln in der in Deutſchland üblichen Anordnung vorausgeſetzt wird.

Die Weichenſtellhebel, Signalhebel, Weichenverriegelungshebel, Hebel zu Gleisſperren u. ſ. w. ſind, wie ein in Fig. 5 wiedergegebenes Stellwerk der Firma Max Jüdel & Co. zeigt, nebeneinander auf einem Geſtell angebracht. Die Verlängerung dieſes Geſtells bildet der ſogenannte Blockunterſatz (in Fig. 5 vorn, rechts), der die Stations- und Streckenblockwerke trägt, und in dem in der Regel unter Glasverſchluß (in Fig. 5 iſt dieſer heruntergeklappt) ſich die Sperren befinden, bei denen die Blockwerke mit dem Stellwerke zuſammenwirken. Oberhalb der Sperren ragen aus dem Blockunterſatz die (kleinen) Fahrſtraßenhebel heraus. Jeder ſolche Fahrſtraßenhebel dient dazu, bei ſeiner Umlegung eine Schubſtange zu bewegen, die in dem ſogenannten Verſchlußkaſten hinter dem ganzen Stellwerk entlang geht und durch ihre Bewegung die Abhängigkeiten zwiſchen Weichen- und Signalhebeln (ſ. d. folgende) und zwiſchen dieſen und den Blockwerken vermittelt. Die Signal- und Weichenhebel pflegen durch Farbe unterſchieden zu ſein und tragen auf Schildern die Bezeichnung der Signale und Weichen.

Die Bewerkſtelligung der Abhängigkeiten zwiſchen Weichen- und Signalhebeln mag an der Hand der Fig. 6 erläutert werden, in der unter Fortlaſſung einzelner Teile ein Drahtzugweichenhebel der Firma Hein, Lehmann & Co. dargeſtellt iſt. Der mit der Drahtſeilſcheibe B verbundene Weichenhebel A iſt mittels der Achſe a drehbar in dem Hebelbock b gelagert. Um die Seilſcheibe iſt das Drahtſeil geſchlungen, das ſich als Doppeldrahtleitung ll bis zur Weiche fortſetzt und dieſe mittels der Antriebvorrichtung (ſ. oben) bewegt. (Bei Geſtänge-

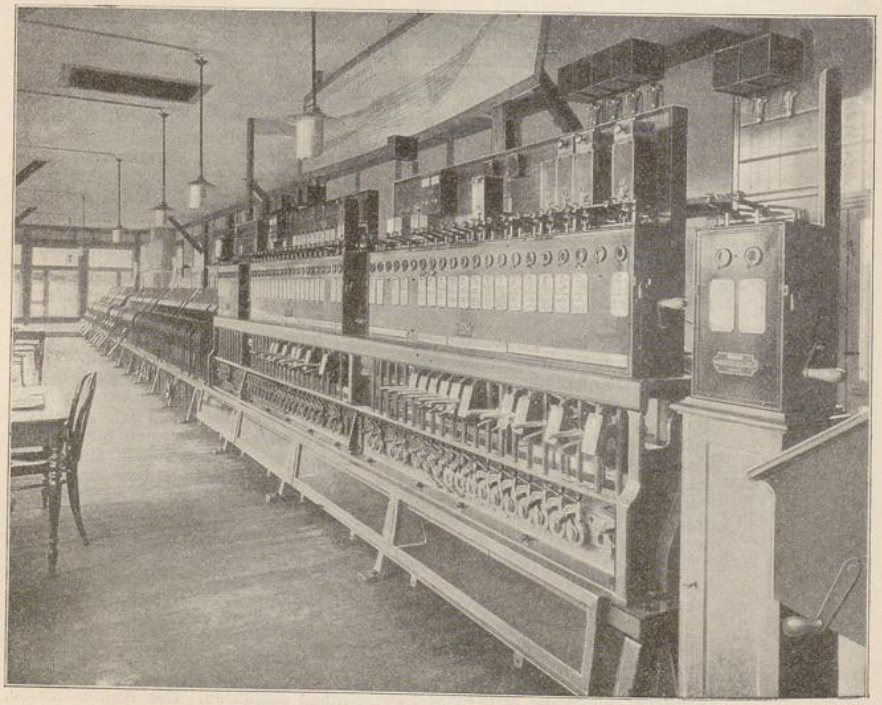


Fig. 5. Stellwerk im Hauptperſonenbahnhof Lübeck.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtellwerken iſt ſtatt der Seilſcheibe in der Regel ein Zahnkranz vorhanden, der auf eine Zahnſtange als erſten Teil des Geſtänges wirkt.) Entſprechend den beiden Endſtellungen der Weiche hat auch der Hebel zwei Endſtellungen, und zwar die Grundſtellung und die gezogene Stellung, beide um 180° voneinander verſchieden, letztere in Fig. 6a punktiert. In beiden Endſtellungen iſt der Hebel gegen zufällige Bewegung dadurch geſichert, daß ein damit verbundener Riegel *F* in eine Einkerbung k^1, k^2 des Hebelbocks eingreift. Um den Hebel umzuſtellen, muß man daher durch Andrücken der Handfalle *H* gegen den Handgriff des Hebels den Handfallenriegel *F* mittels der Handfallenſtange *St* aus der Einkerbung k^1 oder k^2 herausheben. Während der Umſtellung ſchleift *F* auf der zylindriſch geformten Oberfläche von *b*. Die Handfalle wird nun zugleich benutzt, den Weichenhebel bei Fahrtſtellung eines Signalhebels in der dafür erforderlichen Endſtellung zu verſchließen. An die verlängerte Handfallenſtange St^1 iſt nämlich am Ende mittels des Zapfens *z* die Gelenkſtange *g* angeſchloſſen, die auf den Verſchlußbalken *V* wirkt. Beim Ausheben des Handfallenriegels *F* durch Andrücken der Handfalle bewegt ſich der Zapfen *z* aus der exzentriſchen Lage, in der er in Fig. 6a und 6b gezeichnet iſt, in eine der Achſe des Hebels und der Seilſcheibe konzentriſche. Während der Umſtellung des Hebels bleibt *z* folglich ruhen. Beim Einklinken des Handfallenriegels (Loslaſſen der Handfalle) in der gezogenen Stellung des Hebels gelangt *z* in die zweite (in Fig. 6a punktiert angegebene) exzentriſche Lage z^1. Der Verſchiebung von *z* nach z^1 in zwei Tempi entſpricht die Bewegung des Verſchlußbalkens von V^1 nach V^2. Je nachdem für eine Zugfahrt die Weiche in der Grundſtellung oder gezogenen Stellung gebraucht wird, wird der Verſchlußbalken in der Stellung V^1 bezw. V^2 dadurch feſtgelegt, daß mittels eines Fahrſtraßenhebels (ſ. oben) eine der Schubſtangen *sch* in der Längsrichtung verſchoben wird, und hierdurch ein an der Schubſtange ſitzender Verſchlußkörper unter bezw. über V^1 bezw. V^2 tritt. Wie in Fig. 6c dargeſtellt, iſt der Verſchlußkörper im erſten Falle rechtwinklig (*v*), im zweiten hakenförmig (*w*). Dieſelbe Bewegung der Schubſtange gibt gleichzeitig in umgekehrter Weiſe einen ebenſo konſtruierten Signalhebel frei, der in Grundſtellung durch einen auf ſeinen Verſchlußbalken wirkenden Verſchlußkörper feſtgelegt war. Das nun folgende Umlegen des Signalhebels in die Fahrtſtellung legt den Fahrſtraßenhebel in gezogener Lage und ſo mittelbar alle durch ihn verſchloſſenen Weichenhebel feſt. Der Verſchluß wirkt alſo nicht auf die Hebel ſelbſt, ſondern auf die Handfallen, ſo daß ſchon das Ausklinken der Handfalle eines ſo verſchloſſenen Hebels unmöglich iſt. Die z. B. in England vorherrſchende Anordnung, bei der die Verſchlüſſe unmittelbar auf die Hebel wirken, geſtattet große Kraftanwendung auf die Verſchlußteile und begünſtigt ſo deren Zerſtörung.

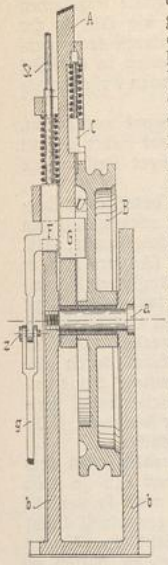


Fig. 6b.

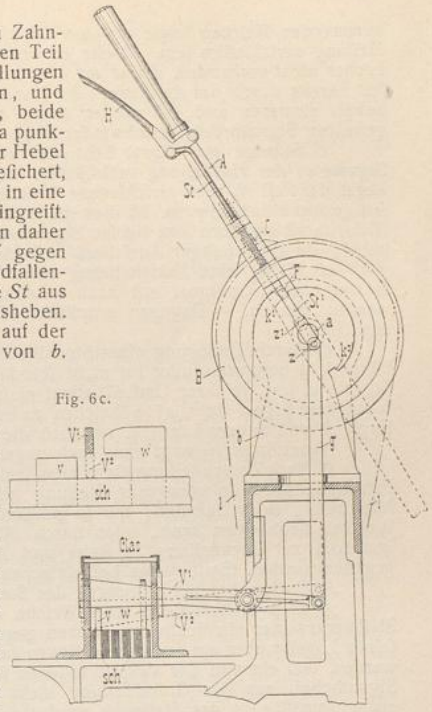


Fig. 6c.

Fig. 6a.

Damit die beim Auffchneiden einer Weiche in der Drahtleitung (bezw. bei Geſtängeſtellwerken im Geſtänge) hervorgerufene Bewegung keine Zerſtörung hervorruft, iſt der Weichenhebel mit der Seilſcheibe *B* (dem Zahnkranz) nicht feſt, ſondern durch den federnden Keil *C* verbunden, ſo daß beim Auffchneiden die Seilſcheibe (der Zahnkranz) ſich gegen den Hebel verdreht, wovon der Wärter ein ſichtbares und hörbares Zeichen erhält. Damit aber beim Umſtellen die Seilſcheibe u. ſ. w. dem Hebel ſicher folgt, wird ſie mit ihm beim Andrücken der Handfalle durch den in ihren Ausſchnitt *U* tretenden Knaggen *G* gekuppelt.

Die heutzutage gebräuchlichen Stellwerkshebel (auch der in Fig. 6 dargeſtellte in ſeiner vollſtändigen Geſtalt) weiſen nun noch, um weitgehenden Sicherheitsforderungen zu genügen, allerlei Vervollkommnungen auf, die zu beſchreiben hier zu weit führen würde. Statt deſſen ſeien hier nur die weſentlichſten Forderungen aufgezählt, die man heute in Deutſchland und ähnlich in der Schweiz und in Oeſterreich-Ungarn (in andern Ländern mit mannigfachen Abweichungen) an ein gutes Stellwerk zu ſtellen pflegt:

a) Ein Fahrſignal ſoll erſt gezogen werden können, wenn alle von der betreffenden Zugfahrt berührten Weichen richtig ſtehen, ferner alle Weichen in Nachbargleiſen, aus denen Fahrzeuge in das Zugfahrtgleis von der Seite her gelangen können (ſogenannte feindliche Weichen), abweiſend ſtehen und ebenſo alle zum Schutze des Zugfahrtgleiſes in einmündenden Gleiſen angeordneten Gleisſperren oder Entgleiſungsvorrichtungen in Wirkſamkeit ſind.

b) Solange ein Signal ſteht oder umgeſtellt wird, ſollen die Stell- oder Verriegelungshebel aller für die betreffende Zugfahrt als Fahrtweichen oder feindliche Weichen in Frage

kommenden Weichen sowie etwaiger Gleissperren u. s. w. in ihrer durch die Zugfahrt bedingten Stellung verschlossen sein. Dieser entweder auf den vermittelnden Fahrstraßenhebel oder, wo solcher nicht vorhanden, direkt auf die Handfallen der Weichenhebel u. s. w. wirkende Verschluß soll bereits durch das Ausklinken der Handfalle des noch in der Haltstellung befindlichen Signalhebels eintreten und erst wieder durch das Einklinken der Handfalle des auf Halt zurückgestellten Signalhebels verschwinden (vgl. indessen auch f).

c) Solange ein Signal steht oder umgestellt wird, sollen alle diesem Signale feindlichen Signale in der Haltstellung verschlossen sein. Sofern zwei feindliche Signale, wie dies in der Regel der Fall ist, eine verschiedene Weichenstellung bedingen, wird schon hierdurch der gegenseitige Ausschluß bewirkt. Ist dies nicht der Fall, z. B. bei Einfahrt von zwei Seiten in dasselbe Gleis, so ist zwischen den beiden Signalhebeln bezw. zwischen den entsprechenden Fahrstraßenhebeln ein gegenseitiger Ausschluß besonders herzustellen.

d) Ist für eine Fahrtrichtung außer dem Hauptsignal noch ein Wegesignal vorhanden, so darf das Hauptsignal erst nach bewirkter Fahrtstellung des Wegesignals auf Fahrt gestellt werden können. — Dagegen empfiehlt es sich, die Zurücknahme in beliebiger Reihenfolge zuzulassen.

e) Durch Umlegung eines Signalhebels sollen die Hebel aller durch die betreffende Zugfahrt nicht berührten oder ihr nicht feindlichen Weichen und die Hebel aller nichtfeindlichen Signale u. s. w. in ihrer Umstellbarkeit nicht beeinträchtigt werden. Hieraus folgt auch, daß, wenn kein Signal steht, alle Weichen zu Rangierzwecken frei beweglich sind. (Anders z. B. in England und andern Ländern, wo auch die Weichenhebel in gegenseitiger Abhängigkeit stehen.)

Neuerdings verlangt man noch gegen Umstellen der Weichen unter dem fahrenden Zuge:

f) Nach Zurückstellung eines Signalhebels auf Halt soll der die Weichenhebel verschließende Fahrstraßenhebel in gezogener Stellung gesperrt sein und erst (mittels Blockwerks) durch die Mitwirkung eines Beamten, der so postiert ist, daß er die vollendete Durchfahrt durch alle Weichen beobachten kann, oder durch Mitwirkung des fahrenden Zuges (mittels Schienenkontakts) zur Rückstellung in Ruhe und Aufhebung des Verschlusses der Weichenhebel freigegeben werden. (Statt dessen bei einfachen Verhältnissen örtliche Festlegung der Weichen, s. D).

Außerdem hat bei Störungen das Stellwerk folgende Bedingungen zu erfüllen:

g) Beim Aufschneiden einer Weiche oder beim Reißen eines Leitungsdrahtes muß dem Stellwerkswärter ein sichtbares Zeichen gegeben werden. Der Weichenhebel darf sich (je nach seiner Lage) weder ein- noch ausklinken lassen. Der Verschluß im Stellwerk muß so verstellt werden, daß ein von der aufgeschnittenen Weiche abhängiger Fahrstraßenhebel (eventuell direkt Signalhebel) aus der Grundstellung nicht umgelegt werden kann, bevor nicht die Weiche ordnungsmäßig in das Stellwerk wieder eingeschaltet ist. Durch das Aufschneiden dürfen an dem Hebel keinerlei Zerstörungen herbeigeführt werden, vielmehr muß sich die aufgeschnittene Weiche in kurzer Zeit wieder einschalten lassen. Diese Bedingung heißt kurz: die Weichenhebel müssen aufschneidbar sein.

Die ferneren Bedingungen, welche bei Verbindung von Stellwerken mittels Blockeinrichtungen zu erfüllen sind, werden unter II. D erörtert. — Um alle Sicherheitsbedingungen erfüllen zu können, ist der Gleisplan des Bahnhofes mit besonderer Berücksichtigung der Stellwerksanlage aufzustellen oder zu ergänzen. Alle gegenseitigen Abhängigkeiten werden in einer sogenannten Verschlußtafel dargestellt, deren Aufstellung auf Grund der Fahrordnung (d. h. der Uebersicht über die Wege der fahrplanmäßigen Züge) erfolgt. In den Verschlußtafeln pflegt man die Verschlüsse von Weichen in Grundstellung durch das $+$-Zeichen, diejenigen in gezogener Stellung durch das $-$-Zeichen darzustellen.

D. **Die Blockverbindungen der Stellwerke** dienen dazu, entweder die Signalstellung eines Stellwerks von der Zustimmung und den Befehlen des Beamten im Fahrdienstbureau oder auch die Signalstellung eines Stellwerks von der Weichenfestlegung in einem andern Stellwerk abhängig zu machen oder eine gegenseitige Abhängigkeit der Signalstellung zweier Stellwerke herzustellen, die sich auch über die Grenzen einer Station hinaus von Station zu Station und über die ganze Bahnstrecke ausdehnen kann, und dann Streckenblockung heißt (vgl. Blockeinrichtungen), während man die innerhalb einer Station hergestellten Abhängigkeiten als Stationsblockung zu bezeichnen pflegt.

Die Stationsblockungen sind entweder mechanische oder elektrische. Die mechanischen Blockungen, welche in Süddeutschland früher vorherrschend zur Verwendung gelangt sind, werden durch Kurbeln oder Hebel mittels Drahtzug- oder Gestängeleitung betätigt und entsprechen im wesentlichen den Stellwerken selbst, nur daß an Stelle der Stellvorrichtungen hier die Verriegelungs- und Freigabevorrichtungen in dem abhängigen Stellwerke treten. Die elektrischen Stationsblockungen, jetzt fast ausschließlich verwendet, bestehen, soweit nicht bei elektrischen Stellwerken Vorrichtungen besonderer Bauart zur Anwendung kommen, in der Regel in Wechselstromblockwerken, die vorwiegend von der Firma Siemens & Halske in Berlin und Wien hergestellt werden und im wesentlichen dieselbe Einrichtung zeigen wie die Streckenblockwerke (s. Fig. 5, vgl. a. Blockeinrichtungen). Sie dienen zur Verbindung der Stellwerke mit dem Fahrdienstbureau und unter sich. Die Schaltungen werden in den verschiedenen deutschen Ländern, der Schweiz und Oesterreich-Ungarn nach verschiedenen Grundsätzen ausgeführt, die hier im einzelnen zu erörtern nicht angängig ist.

Um die Umstellung von Weichen unter dem fahrenden Zuge zu verhüten, legt man entweder die Weichen örtlich mittels Fühl- oder Druckschienen (s. unter II. B. 1) oder sogenannter Zeitverschlüsse, isolierter Schienen u. s. w. während der Zugfahrt selbst fest, oder aber man verriegelt die ganze Fahrstraße durch Festlegung des Fahrstraßenhebels. Diese Festlegung wird dann entweder durch die Zugfahrt selbsttätig mittels Kontakts beseitigt oder nach vollendeter Zugfahrt durch den Fahrdienstleiter oder einen andern Beamten unter Verwendung von Block-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feldern. — Wo die Signale in den Stellwerken benachbarter Stationen durch Streckenblockung verbunden sind, müssen die Signalhebel noch besonderen Anforderungen genügen, insbesondere die Ausfahrsignale mit Haltfalleinrichtung und Wiederholungssperre versehen sein. Es ist dann nicht möglich, einem zweiten Zuge Ausfahrt in dasselbe Streckengleis zu geben, bevor der erstausgefahrene Zug die nächste Zugfolgestelle erreicht hat und von dieser die Strecke entblockt ist. Wo Streckenblockung vorhanden, bestehen auch zwischen dieser und der Stationsblockung Abhängigkeiten. Die verschiedenen Lösungen hierfür zu erörtern, würde hier zu weit führen.

Mechanische Stellwerke werden in Deutschland ausgeführt von: Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin (Köslin); Fiebrandt, Bromberg; Gast, Berlin; Hein, Lehmann & Co., Berlin; Max Jüdel & Co., Braunschweig; Kraus, München; Maschinenfabrik Eßlingen; Müller & May, Görlitz; Scheidt & Bachmann, München-Gladbach; Schnabel & Henning, Bruchsal; Siemens & Halske, Berlin; Stahmer, Georgmarienhütte; Vögele, Mannheim; Weinitschke, Berlin; Willmann, Dortmund; Zimmermann & Buchloh, Berlin u. a.

III. Kraftstellwerke.

Bei den Kraftstellwerken werden die Weichen und Signale nicht durch Menschenkraft, sondern durch eine elementare Kraft (Druckflüssigkeit, Druckluft, Elektrizität) umgestellt, die, zur Weiche und zum Signal geleitet, dort eine Antriebvorrichtung betätigt. Während bei den mechanischen Stellwerken die Wirkung der gegenseitigen Verschlüsse der Hebel dadurch gewährleistet wird, daß die Antriebe der Weichen und Signale an den von den Hebeln bewegten Leitungen hängen, fehlt bei den Kraftstellwerken solche direkte Abhängigkeit. An ihre Stelle treten Rückmeldevorrichtungen, die sogar bei guter Bauweise noch sicherer sind, weil sie die Signalgebung von der vollendeten Umstellung der Weichen abhängig machen. Das in Deutschland bisher vorwiegend verwendete und auch im Auslande weitverbreitete rein elektrische System von Siemens & Halske (zuerst in Prerau, Oesterreich, 1893) benutzt Gleichstrom von etwa 125 Volt. Die neueste Schaltung für Weichenantrieb und Stellwerk zeigt schematisch Fig. 7a und 7b. Damit die mit Hakenschloß versehene Weiche aus ihrer in Fig. 7a gezeichneten Endstellung in die entgegengesetzte umgestellt wird, muß der antreibende Motor in dem Sinne umlaufen, daß durch Vermittlung zweier Kammräder und einer Schnecke die mit dem Schneckenrad verbundene Steuerscheibe entgegengesetzt dem Uhrzeiger sich dreht. Bei Umstellung der Weiche in entgegengesetztem Sinne hat auch der Motor in entgegengesetztem Sinne umzulaufen. Der Motor hat zu diesem Zwecke zwei Wicklungen, 1b und 2b, die erregt werden, je nachdem der elektrische Strom dem Motor durch die Leitung 1a oder 2a zugeführt wird. Dagegen fließt der Strom auf seinem Weiterlaufe durch die Ankerbürsten und den Anker,

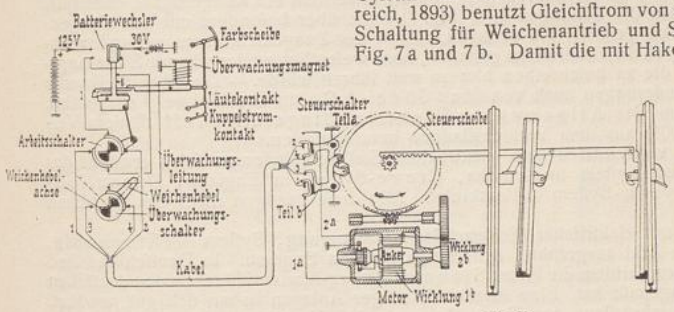


Fig. 7a.

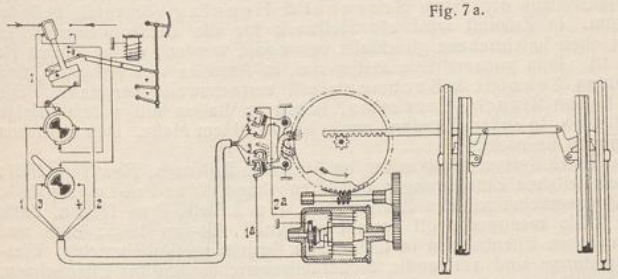


Fig. 7b.

beidemal in demselben Sinne, um dann durch die Erde zum Stellwerk zurückzukehren. Auf dem Hinweg vom Stellwerk zur Weiche fließt der Strom durch Leitung 1 oder 2, je nachdem er der Motorwicklung 1b oder 2b durch Leitung 1a bezw. 2a zuströmen soll. In der in Fig. 7a gezeichneten Lage ist indessen Leitung 1, 1a im Stellwerk, Leitung 2, 2a im Steuerschalter des Weichenantriebs unterbrochen. — Zur Umstellung der Weiche wird der Weichenhebel im Stellwerk in die in Fig. 7b gezeichnete Lage gebracht. (Um die an der Weichenhebelachse sitzenden Kontakte deutlich sichtbar zu machen, sind zwei Schnitte der Achse, die sich in Fig. 7a, 7b eigentlich decken müßten, übereinander gezeichnet.) Es fließt nun Strom von 125 Volt von der kraftspendenden Akkumulatorbatterie durch Batteriewechsler, Arbeitsschalter, Leitung 1, Steuerschalter, Leitung 1a zum Motor und durch die Erde zur Batterie zurück. Der Motor läuft um und die Weiche gelangt in ihre entgegengesetzte Endstellung. Inzwischen hat am Anfang ihrer Drehung die Steuerscheibe den Teil *a* des Steuerschalters umgestellt, so daß jetzt Leitung 2, 2a zusammenhängen und es möglich ist, vor beendeter Umstellung durch Rückstellung des Weichenhebels jederzeit die Weiche in ihre erste Lage zurücklaufen zu lassen. Geschieht dies nicht, so stellt kurz vor beendigter Weichenumstellung die Steuerscheibe auch den Teil *b* des Steuerschalters um, so daß dieser in die in Fig. 7b punktiert gezeichnete Lage gelangt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dadurch wird der Zuſammenhang zwiſchen Leitung 1 und 1a unterbrochen. Der Motor kommt zum Stillſtand. Dagegen fließt der durch 1 zur Weiche gelangende Strom nun durch Leitung 3 zum Stellwerk zurück, gelangt durch den Ueberwachungsſchalter zum Ueberwachungsmagneten und durch die Erde zum Minuspol der Batterie. Der Ueberwachungsmagnet zieht ſeinen Anker an, wonach es erſt möglich iſt, diejenigen Signale in Fahrtſtellung zu bringen, bei denen die betreffende Weiche beteiligt iſt. Der Anker des Ueberwachungsmagneten ſchaltet aber zugleich den Batteriewechſler um, ſo daß zur Erſparnis ſtatt der 125-Voltbatterie für den Ruhezuſtand die 30-Voltbatterie den Ueberwachungsſtrom liefert. Solcher Ueberwachungsſtrom war auch in der in Fig. 7a gezeichneten Stellung durch Leitung 2, 4 vorhanden. Er wurde bei Umlegung des Weichenhebels unterbrochen. Dabei war gleichzeitig der Batteriewechſler zwangsweiſe auf 125 Volt umgeſchaltet für den Fall, daß der Anker kleben bleiben ſollte.

Die Steuerſcheibe iſt mit dem Schneckenrad nicht feſt, ſondern mittels Reibungskupplung verbunden. Nachdem die Weiche in die eine oder andre Endſtellung gelangt, alſo die Steuerſcheibe zum Stillſtand gebracht iſt, läuft der Motor noch ein kleines Stück weiter, bis die durch obige Umſchaltung bewirkte Aenderung der Stromläufe ihn zum Stillſtand bringt. Die Reibungskupplung zwiſchen Steuerſcheibe und Schneckenrad macht die Weiche auffchneidbar.

Der Signalantrieb weiſt einen ähnlichen Motor auf. Zwiſchen dieſem und dem Signalflügel iſt eine elektromagnetiſche Kupplung eingeſchaltet, deren Leitung über Kontakte an den Ueberwachungsmagneten aller derjenigen Weichen geführt iſt (ſ. Fig. 7a), die bei der Signalſtellung als Fahrt- oder Schutzweichen in Betracht kommen. Iſt nur bei einer dieſer Weichen die Rückmeldung des Ueberwachungsſtromes ausgeblieben, ſo geht der Signalflügel nicht auf Fahrt. Wird eine Weiche durch falſches Befahren aufgeſchnitten oder gerät ſie ſonſt in Unordnung, ſo fällt der auf Fahrt ſtehende Flügel eines Signals, bei dem ſie beteiligt iſt, auf Halt. Daß eine Weiche ſich nicht in Endſtellung befindet, ſieht der Stellwerkswärter daran, daß hinter einem Fenſter ſtatt des weißen Teils der ſchwarze Teil einer mit dem Ueberwachungsmagneten verbundenen Farbſcheibe (ſ. Fig. 7a) ſichtbar iſt. Er hört außerdem ein Klingelſignal. Bei ſpitz befahrenen Weichen werden die Leitungen 3, 4 (Fig. 7) noch über beſondere mit den Zungenſpitzen verbundene Kontakte geführt, die verſagen, ſobald der Zungenſchluß im geringſten unvollkommen iſt. Dieſe elektriſchen Stellwerke geſtatten, noch weſentlich weitergehende Sicherungsbedingungen zu erfüllen, die zu beſchreiben hier zu weit führen würde. — Dieſelben Stellwerke werden mit geringen Abänderungen auch von Max Jüdel & Co. in Braunſchweig ausgeführt. Ein neues Stellwerksſyſtem der Allgemeinen Elektrizitätsgeſellſchaft iſt dem Vernehmen nach kürzlich (1909) aus dem Verſuchsſtadium herausgetreten.

Von im Auslande verwendeten rein elektriſchen Stellwerksſyſtemen ſeien erwähnt das Taylor-Syſtem und Union-Syſtem in Amerika, Crewe-Syſtem in England, Ducouſſou-Rodary-Syſtem und Bleynie-Syſtem in Frankreich. Alle dieſe genügen nicht den deutſchen Sicherungsbedingungen.

Druckluftſtellwerke mit elektriſcher (Schwachſtrom-) Steuerung, Syſtem Weſtinghouſe, ſind in Amerika in großer Zahl ausgeführt, neuerdings auch in England. In Deutſchland ſind ſie erſt verwendbar geworden, ſeitdem die Firma Stahmer (Georg-Marien-Hütte) ſie den deutſchen Sicherungsbedingungen angepaßt hat. Eine Anzahl derartiger Anlagen haben ſich gut bewährt. Ein ganz ähnliches Stellwerksſyſtem der Firma Schnabel & Henning (Bruchſal) befindet ſich noch im Verſuchsſtadium. In Zukunft wird als Stellwerk für die elektropneumatiſchen Anlagen vorausſichtlich das oben beſchriebene gleichfalls verwendet werden, deſſen Bauart für dieſen Zweck mitberechnet iſt. Rein pneumatiſche Stellwerke, in Amerika viel verbreitet, ſind in Deutſchland von der Firma Scheidt & Bachmann erſt verſuchsweiſe verwendet. Die Druckflüſſigkeitsſtellwerke, Syſtem Bianchi-Servettaz, haben in Italien mit gutem Erfolge ausgiebige Verwendung gefunden, in andern Ländern nur in beſchränktem Maße. Den deutſchen Sicherungsbedingungen genügen ſie nicht.

Literatur: Adams, The Block System of Signaling on American Railroads, New York 1901; Bauer, Praſch, Wehr, Die elektriſchen Einrichtungen der Eiſenbahnen, Wien-Peſt-Leipzig 1893; Boda, Die Sicherung des Zugsverkehrs auf den Eiſenbahnen, 1. u. 2. Teil, Prag 1898 u. 1903; Boschetti, Centralizzazione della manovra degli scambi e segnali, Torino 1905; Büte und v. Borries, Die nordamerikaniſchen Eiſenbahnen in techniſcher Beziehung (Reiſebericht), Wiesbaden 1892; Claus, Weichentürme und verwandte Sicherheitsvorrichtungen für Eiſenbahnen, Braunſchweig 1878; Deharme, Chemins de fer, Superstructure, Paris 1890; Flamache, Huberti, Stévart, Traité d'exploitation, Bd. 2, Brüſſel 1887; Galine, Exploitation technique des chemins de fer, Paris 1901; Goßmann, Installation Hydrodynamique (Syſtem Bianchi und Servettaz); Grinling, The ways of our railways, London 1905; Haßler, Die elektriſchen Eiſenbahnſignale mit beſonderer Berückſichtigung der Einrichtungen der kgl. württ. Staatsbahnen, Stuttgart 1895; Kemmann, Der Verkehr Londons mit beſonderer Berückſichtigung der Eiſenbahnen, Berlin 1892; Kohlfürſt, Die elektriſchen Einrichtungen der Eiſenbahnen und das Signalweſen, Wien 1883; Derſ.; Die elektriſchen Telegraphen für beſondere Zwecke, Handbuch der elektriſchen Telegraphie, Bd. 4, Berlin 1881; Derſ., Die Fortentwicklung der elektriſchen Eiſenbahneinrichtungen, Wien-Peſt-Leipzig 1891; Derſ., Die elektriſchen Telegraphen- und Signalmittel ſowie die Sicherungs-, Kontroll- und Beleuchtungseinrichtungen für Eiſenbahnen auf der Frankfurter Internationalen Elektriſchen Ausſtellung 1891, Stuttgart 1893; Derſ., Signal- und Telegraphenweſen, Geſchichte der Eiſenbahnen der öſterreich-ungariſchen Monarchie, 19. bis 21. Lieferung, Wien-Teſchen Leipzig 1898; Derſ., Die ſelbſttätige Zugdeckung auf Straßen-, Leicht- und Vollbahnen, Stuttgart 1903; Derſ., Neues auf dem Gebiete der elektriſch ſelbſttätigen Zugdeckung, Stuttgart 1906; Kolle, Die Anwendung und der Betrieb von Stellwerken, Berlin 1888; Meyer, Grundzüge des Eiſenbahnmaſchinenbaues, Bd. 3, Berlin 1886; Rank, Die Sicherung von Bahnabzweigungen mit beſonderer Berückſichtigung der Induſtriegleiſe, Wien 1894; Derſ., Stellwerke,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Bd. 7, Wien 1895; Derſ., Die Streckenblockeinrichtungen, Wien 1898; Scheibner, Die mechaniſchen Sicherheitsſtellwerke im Betriebe der vereinigten preußiſch-heſſiſchen Staatsbahnen, Bd. 1 u. 2, Berlin 1904 u. 1906; Schmitt, E., Signalweſen, Prag 1878; Scholkmann, Signal- und Sicherungsanlagen, Bd. 2, 4. Abſchn. von Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1902 u. 1904; Schubert, Die Sicherungswerke im Eiſenbahnbetriebe, 4. Aufl., Wiesbaden 1903; Schwerin, Elektriſche Eiſenbahnſignale und -weichen, im Handbuch der Elektrotechnik, XI, 2, Leipzig 1908; Signal Dictionary, New York 1909; Weber, M. M. v., Das Telegraphen- und Signalweſen der Eiſenbahnen, Weimar 1867; Wilſon, Mechanical Railway Signalling, 2. Aufl., London 1901; Derſ., Power Railway Signalling, London 1908; Winkler, Vorträge über Eiſenbahnbau, Heft 11, Signalweſen, Wien 1877; ferner verſchiedene Aufſätze in Zeitſchriften, ſo im Zentralblatt der Bauverwaltung, im Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, in der Zeitſchrift für das geſamte Eiſenbahnſicherungsweſen (Das Stellwerk), in Glaſers Annalen für Gewerbe und Bauweſen, in Dinglers Polytechn. Journal, in den Elektriſchen Kraftbetrieben und Bahnen, in der Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., in der Revue générale des chemins de fer et des tramways, in der Zeitſchr. d. Internationalen Eiſenbahnkongreßverbandes; außerdem die Veröffentlichungen und Zeichnungen der Stellwerksfabrikanten; ſchließlich die Beſtimmungen des Deutſchen Reiches und andrer Länder und die Dienſtvorſchriften der Eiſenbahnen. *Cauer.*

Stelzen, ſ. Auflager, Bd. 1, S. 354.

Stelzenfundament, ſ. Pfahlroſte.

Stelzenlager, ſ. Auflager der eiſernen Brücken.

Stelzung, Ueberhöhung eines Bogens, d. h. lotrecht herabgeführte Verlängerung der Bogenlinie unter die Mittelpunkthöhe.

Sie hat zum Zweck, die volle Halbkreisform eines Rundbogens, der auf vorſpringenden Gliedern aufgeſetzt iſt, zur Erſcheinung zu bringen. Als Regel gilt, die Stelzung gleich dem Kämpfervorſprung zu nehmen; dazu kommen noch andre Geſichtspunkte, wie die Höhe über dem Auge, wagrechte Gliederung u. ſ. w., in Betracht. Die Stelzung wird vielfach angewendet bei gotiſchen Kreuz- und Sterngewölben, damit ſämtliche Rippen ſenkrecht aus ihren Kämpferpunkten herausſteigen.

Literatur: Gottgetreu, Lehrb. d. Hochbaukonſtruktionen, 1. Teil, Berlin 1880; Handb. d. Arch., 3. Teil, Bd. 2, Heft 3, 2. Lief., Darmſtadt 1895. *L. v. Willmann.*

Stemmaſchine, Holzbearbeitungsmaſchine zum Stemmen (ſ. Stemm- und Stechzeug) von Löchern oder Schlitzen.

Ihre Bauart iſt je nach den Werkzeugen verſchieden. Dieſe ſchneiden entweder nur nach einer Seite (Fig. 1, Fig. 2 mit Anſätzen *a a*, und Fig. 3 mit Zähnen *b b* zur leichteren Entfernung der Späne bei der Rückwärtsbewegung) oder nach beiden Seiten (Fig. 4). — Das Stemmeiſen wird in einer Spindel oder einem Schlitten eingeſpannt und durch Kurbelgetriebe von Hand oder maſchinell bewegt. Die Maſchinen für die Stemmeiſen nach Fig. 1—3 haben meiſt eine Wendevorrichtung für das Stemmeiſen, um durch Wenden um 180° das Loch an beiden Seiten kantig zu ſtemmen. Zur Erleichterung und Beſchleunigung der Stemmarbeit wird häufig zuerſt ein Bohrer angewendet, welcher ein Loch oder zwei Löcher an beiden Enden des beabſichtigten Loches oder Schlitzes bohrt, und dann ein Stemmeiſen,

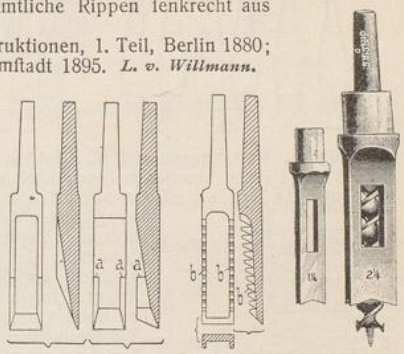


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

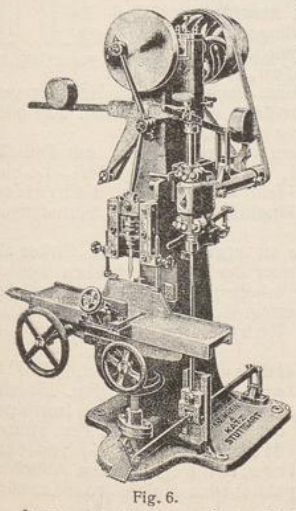


Fig. 6.

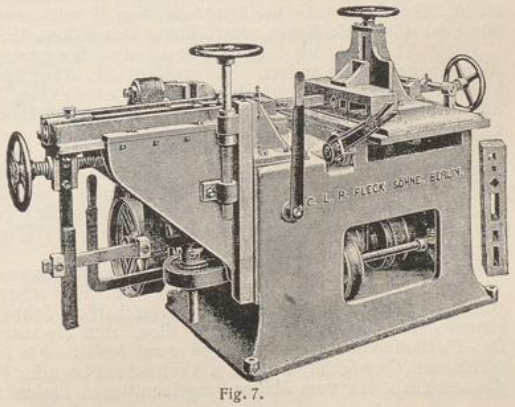


Fig. 7.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welches das Loch kantig ſtemmt, auch das zwiſchen den beiden Löchern enthaltene Holz entfernt. Fig. 5 zeigt ein Stemmeiſen mit innenliegendem Bohrer, wobei beim Stemmen durch den Bohrer die Späne aus dem Loch entfernt werden. Die Stemmaſchinen werden in vertikaler Anordnung gebaut; Fig. 6 zeigt eine vertikale Stemmaſchine mit ſeitlich angeordneter Bohrſpindel und Wendevorrichtung für das Stemmen; in Fig. 7 iſt eine horizontale Stemmaſchine für Stemmeiſen nach Fig. 5 dargeſtellt. *A. Widmaier.*

Stemmeiſen, Stemmen, ſ. Stemm- und Stechzeug.

Stemmtor, ſ. Schleuſentor.

Stemm- und Stechzeug, Werkzeuge (Holzmeißel) zur Herſtellung von Vertiefungen, Winkeln, Löchern, Gehrungen u. dgl. in Holzarbeiten. Das Eintreiben des Werkzeuges geſchieht entweder durch einfachen Druck der Hand, Stechen, oder durch Schläge mit einem hölzernen Schlegel, einem Hammer oder mit dem breiten Teile einer Axt, Stemmen. Demgemäß ſind die Stechwerkzeuge im allgemeinen ſchwächer und kleiner, die Stemmwerkzeuge ſtärker und größer. Sehr oft werden die Werkzeuge ſowohl zum Stechen als auch zum Stemmen benutzt. Die Holzarbeiter haben von jedem Werkzeug einen Satz, in welchem mehrere Stücke verſchiedener Größe enthalten ſind.

I. Stemm- und Stechzeug der Tiſchler: Stemmeiſen oder Stemmbeitel, Stechbeitel mit breiter, gerader Schneide (Fig. 1); die Schneide iſt beim deutſchen Stemmeiſen zweiſeitig zugeſchärft, ähnlich wie Fig. 4, beim engliſchen einſeitig, um die Seitenwände

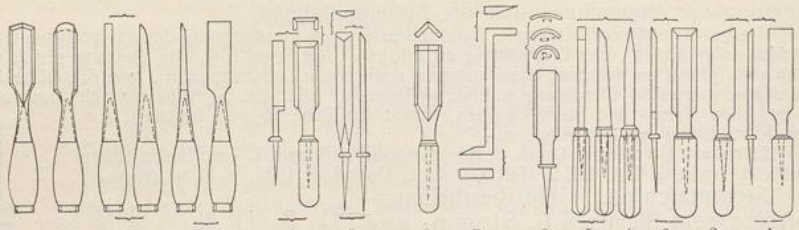


Fig. 14. 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1.

der Löcher, Vertiefungen u. ſ. w. leichter rechtwinkelig zur Außenſeite ſchneiden zu können; Fig. 3 zeigt einen deutſchen Stechbeitel mit drei zugeſchärften Kanten; er wird wenig gebraucht. Balleiſen mit breiter, ſchräger Schneide (Fig. 2), wirkt mehr wie ein Meſſer, zum Wegſchaffen der über eine Fläche vorſtehenden Enden hölzerner Zapfen u. dergl. Lochbeitel mit ſchmaler Schneide; der deutſche iſt zweiſeitig (Fig. 4) und der engliſche einſeitig (Fig. 5) zugeſchärft. Der Lochbeitel dringt ſchneller als das Stemmeiſen in das Holz ein; er dient vorzüglich zur Herſtellung ſchmaler Löcher, Vertiefungen u. dergl. Hohleiſen (Fig. 6) von halbkreisbogenförmigem Querſchnitt *a*, oder ſchwächer gekrümmtem Querſchnitt *b* und *c* (Flachhohleiſen) zum Einſtechen krummliniger Umriſſe, Ausarbeiten rinnenförmiger oder gekehlter Vertiefungen u. ſ. w. Die Schneide erſcheint in der Seitenanſicht als eine gerade Linie; ſie kann auch bogenförmig erſcheinen. Anſchlageiſen, Einlaßeiſen (Fig. 7) wird da gebraucht, wo kein Raum für Stemmbeitel oder Lochbeitel und Hammer verbleibt. Geißfuß oder Gehreiſen (Fig. 8) mit zwei Schneiden, die miteinander 90° oder 60° oder 45° einſchließen, zur Bildung von Ecken, Gehrungen u. ſ. w.

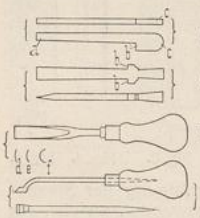


Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

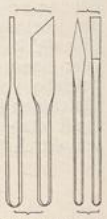


Fig. 20. Fig. 19.

II. Stemm- und Stechzeug der Wagner iſt dem vorigen ähnlich, nur ſind die Abmeſſungen etwas anders. Stemmbeitel, Stechbeitel, Hohleiſen (größer), Lochbeitel (kürzer und ſtärker), Kantenbeitel (Fig. 9) für ſehr tiefe Löcher, Führeiſen oder Viereiſen (Fig. 10) zum Einſchlagen des Umriſſes länglich viereckiger Vertiefungen für Radſpeichen in der Nabe.

III. Stemm- und Stechzeug für Zimmerleute iſt etwas länger und ſtärker als dasjenige der Tiſchler. Da die Werkzeuge mit dem Hammer oder der Axt eingetrieben werden ſollen und die bisherigen Hefte leicht zerſplittern würden, ſo erhalten die Werkzeuge ſtatt der Angeln koniſche röhrenförmige Anſätze, daher heißen ſie allgemein Rohrmeißel und einzeln Rohrſtemmeiſen (Fig. 11), Rohrlochbeitel (Fig. 12), Rohrhohleiſen (Fig. 13) und Rohrgeißfuß (Fig. 14).

IV. Stemm- und Stechzeug der Bildhauer, Bildhauereiſen ſ. Bd. 2, S. 30 f.

V. Stemm- und Stechzeug der Formſchneider. Flacheiſen (Fig. 15) mit gerader, zweiſeitig oder einſeitig zugeſchärfter Schneide *a*; auf das Ende *c* wird mit dem Hammer geſchlagen, der Anſatz *b* dient zum Herausziehen des Werkzeuges aus dem Holze. Das Flacheiſen kann nach Fig. 16 zwei Anſätze *b b* haben. Hohleiſen (Fig. 17) von verſchiedenen Querſchnitten *d*, *e*, *f*. Grundeiſen oder Feltriereiſen (Fig. 18) zum Abheben des zwiſchen den vom Meſſer vorgeſchnittenen Linien ſtehengebliebenen Holzes vom Grunde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VI. Stemm- und Stechzeug der Schloſſer, häufig ohne Griffe, Fig. 19 dem Stechbeitel entſprechend, Fig. 20 dem Lochbeitel entſprechend, beide Kreuzmeißel genannt, ferner Flachmeißel mit breiter Schneide, Reißhaken mit ſchmaler Schneide am hakenförmigen Ende. *(† Dalchow) A. Widmaier.*

Stempel, Bezeichnung für: 1. Werkzeuge zum Prägen (ſ. d.), Stanzen (ſ. d.) u. ſ. w.; 2. Werkzeug zum Einſchlagen von Zahlen, Buchſtaben u. ſ. w. in Arbeitsſtücke u. ſ. w.; 3. Preßſtempel in Preſſen (ſ. d.); 4. Holzſtämme zur Grubenzimmerung (ſ. d. und Tunnelbau); 5. kurzes Rundholz zur Unterſtützung der Rüſtſtangen an Lauf- oder Baugerüſten (ſ. Auflauf, Bd. 1, S. 362). *A. Widmaier.*

Stempeln, Stempelmaſchinen (Markiermaſchinen), hier: Eindrücken von Firmennamen, Fabrikmarken, Maßeinteilungen oder Zeichen und Buchſtaben irgendwelcher Art in Maſchinenteile, Werkzeuge und Gebrauchsgegenſtände.

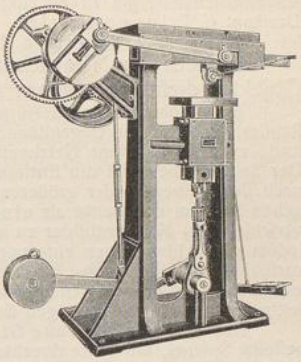


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Stempelmaſchine, deren weſentlichſten Teil der durch ein Kurbelgetriebe hin und her bewegte gravierte Stempel bildet, der für flache Stücke, wie Feilen u. ſ. w. walzenförmig (Fig. 2), für runde Stücke, die während des Markierens auf dem durch das Gewicht gehobenen Tiſch rollen, dagegen flach (Fig. 3) iſt. Nach Beendigung des Hubes bewegt ſich der Tiſch wieder nach unten, der Stempel geht zurück und die Maſchine ſteht ſo lange ſtill, bis ſie wieder eingerückt wird. Während des Stempelrückgangs werden die Arbeitsſtücke ausgewechſelt. Für ſchwerere Gegenſtände werden dieſe Maſchinen mit feſtſtehendem Tiſch und an Ständern geführtem Querſchlitten ausgeführt. *A. Widmaier.*



Fig. 2.



Fig. 3.

Stengelhaken, Stange mit Haken zur Befeſtigung geodätiſcher Inſtrumente auf dem Stativ (ſ. d.).

Stenochromie, ein der Synchromie (ſ. d.) ähnliches Verfahren von C. H. Otto Radde in Hamburg zur Erzeugung von Farbendruckbildern.

Auch bei dieſer Methode wird zum Kolorieren des nachher mittels Woodburydrucks (ſ. d.) aufgebrachten Zeichnungsbildes ein ſynchrones Farbendruckverfahren (ſ. Farbendruck) mittels Farbſtoffblockform (ſ. Blockdruck) benutzt. Radde verwendet als Bindemittel für die Pigmente 4 Teile Hammelnierenfett, 2 Teile gebleichtes Bienenwachs, 4 Teile venetianiſchen Terpentin, 1 Teil gebleichtes Leinöl und 1 Teil gebleichtes Mohnöl. Er befeuchtet, nicht wie Turati bei ſeiner Synchromie (ſ. d.), den Formblock, ſondern das Papier mit einem Gemenge von 40 Teilen Terpentingeiſt, 10 Teilen Leinölfirnis, 6 Teilen Bleizucker und 1 Teil Sikkativ. Sowohl die Synchromie wie auch die Stenochromie erwieſen ſich bei der praktiſchen Erprobung als ſchwierig durchführbar und daher unrentabel. *A. W. Unger.*

Ster, Körpermaß, beſonders für Holz = 1 cbm.

Stereobat, der Kern des aus drei Stufen beſtehenden Unterbaues des griechiſchen Tempels, welcher meiſt aus Hauſteinen hergeſtellt wurde.

Stereochemie, die Lehre derjenigen Kohlenſtoffiſomerien, die nicht durch Verſchiedenheit der Konſtitution (ſ. d.), ſondern der Konfiguration (ſ. d.), d. h. die verſchiedene räumliche Anordnung der Atome erklärt werden.

Literatur: van't Hoff, Lagerung der Atome im Raume, Braunſchweig 1894. *Abegg.*

Stereochromie, Waſſerglasmalerei, Verfahren zur Herſtellung von mehr oder weniger wetterbeſtändigen Malereien auf beſonders vorbereitetem Verputz unter Zuhilfenahme von Waſſerglas als Bindemittel der mit Waſſer angeriebenen Farben und des Malgrundes.

Von der Freskomalerei unterſcheidet ſich die Stereochromie vorteilhaft durch größere Beſtändigkeit und die Möglichkeit, die Arbeit beliebig unterbrechen und Nachbeſſerungen vornehmen zu können. Näheres in Andés, Praktiſches Handbuch für Anſtreicher, 3. Aufl., Wien 1905; Bernhard, Das Waſſerglas und ſeine Anwendung, Frankfurt a. M. 1893. *Andés.*

Stereographiſche Projektion, zentralperſpektiviſche, winkeltreue Abbildung, ſ. Kartenprojektion.

Stereometer (Volumenometer), Inſtrument zur Beſtimmung des Volumens und des ſpezifiſchen Gewichtes pulverförmiger Körper. Apparate von Say, Kopp, Regnault u. a.; Volumenometer von Schumann, ſ. Bd. 6, S. 455.

Stereometrie, derjenige Teil der elementaren Geometrie, der ſich mit den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

räumlichen Gebilden, also mit Gerade, Ebene, Zylinder, Kegel, Kugel und den Polyedern beschäftigt.

Zwei Ebenen im Raume schneiden sich nach einer Geraden und teilen den Raum in vier Flächenwinkel oder Keile. Drei Ebenen im Raum schneiden sich in einem Punkt und teilen den Raum in acht Ecken oder Dreikante. Ein Dreikant hat drei Seiten (die Ebenen, durch die es entsteht), drei Winkel (die Winkel dieser Ebenen) und drei Kanten (die Schnittlinien dieser Ebenen). Konstruiert man ein Dreikant, indem man auf den Seiten eines gegebenen Dreikants in der Spitze Lote errichtet und diese als Kanten des Dreikants ansieht, so ist letzteres das Polardreikant (die Polarecke) des gegebenen. Schneiden sich mehr als drei Ebenen in einem Punkt, so bilden sie ein Vielkant (körperliche Ecke). Der Schnitt eines Dreikants mit einer konzentrischen Kugel ist ein sphärisches Dreieck mit denselben Seiten und Winkeln wie das Dreikant (s. Trigonometrie).

Literatur s. Geometrie [1]—[4], [6]. *Wölffing.*

Stereoskop, Vorrichtung, um bei Benutzung zweier ebener Bilder eines Objektes dieses vor unsern Augen plastisch erscheinen zu lassen.

Beim Sehen mit zwei Augen entsteht auf der Netzhaut jedes Auges ein Bild des Gegenstandes. Dabei geben Gegenstände, die nicht selbst ebene Bilder, sondern körperlich ausgedehnt sind, zwei verschiedene Netzhautbilder, um so verschiedener, je näher sie den Augen stehen. Der Sehende beurteilt die Entfernung eines mit den Augen fixierten Punktes des Gegenstandes nach der kleineren oder größeren Konvergenz, die er den beiden Augenachsen (s. Auge) zu geben hat, um den Punkt als einen zu sehen; er vereinigt in der Gesichtsempfindung die zwei verschiedenen Netzhautbilder zu einem einzigen plastischen Bilde des Gegenstandes. Hält man jedem der beiden Augen eine von zwei Aufnahmen desselben Gegenstandes vor, die aus etwas verschiedenen Richtungen, sei es photographisch, sei es als perspektivische Projektionen mathematischer Körper, genommen wurden, dem linken Auge die linke, dem rechten die rechtseitige Aufnahme, so vereinigen sich die beiden Bilder zu einem plastischen Wahrnehmungsbild.

Das Wheatstonesche Stereoskop hat als Hauptteil zwei rechtwinklig gegeneinander gestellte Spiegel, die mit senkrechter Kante jeder vor einem der beiden Augen stehen und ihm das Spiegelbild der zwei Figuren vorhalten, deren eine linker, die andre rechter Hand aufgestellt ist.

H. von Helmholtz hat diese Verwendung der Spiegel zu erhöhter Wirkung gesteigert in seinem Telestereoskop [1], einem Vorläufer des Zeißschen Relieffernrohrs, indem er unter Anwendung zweier weiterer, die Strahlen um 90° ablenkender Spiegel, welche den ersteren parallel in einiger Entfernung rechts und links aufgestellt werden, zwei doppelt reflektierte Bilder desselben körperlichen Gegenstandes dem Auge vorführt. Da der Sehende mittels der Augenachsen gleichsam eine Dreiecksmessung über seiner Augendistanz als Basis ausführt, so gibt die Helmholtzsche Einrichtung für diese Triangulierung eine vergrößerte Basis, die Entfernung der beiden seitlichen Spiegel. Dadurch erscheinen die Tiefendimensionen der betrachteten Gegenstände vergrößert und auch weiter entfernte körperliche Objekte erscheinen deutlich plastisch. Ueber die weitere Ausbildung des Prinzips zum Zeißschen Doppelfernrohr und zum stereoskopischen Distanzmesser vgl. Bd. II, S. 788 und [2].

Eine vervollkommnete Einrichtung hat das Stereoskop durch Brewster erhalten. Die beiden stereoskopischen Bilder werden nebeneinander gestellt, und mittelst zweier vor den Augen stehender Glasprismen erhalten die Strahlen eine solche Ablenkung, daß das linke Bild ein wenig nach rechts, das rechte nach links gerückt, und beide Bilder an denselben Ort in Sehweite gerückt erscheinen. Zugleich erhalten beide eine Vergrößerung wie durch eine schwache Lupe, bezw. es wird die Länge des Apparats erheblich kleiner als die Sehweite, indem die Prismen sphärisch konvexe Flächen erhalten, so daß sie als Hälften einer Konvexlinse wirken, deren linke Hälfte vor dem rechten Auge steht und umgekehrt.

Die meisten Stereoskopbilder entsprechen deswegen der Natur nicht, weil die Basis für ihre photographische Aufnahme erheblich größer ist als die dem Sehenden gewohnte Sehbasis, die Entfernung seiner zwei Augen; die Bilder machen wegen der vergrößerten Tiefendimensionen, also der verhältnismäßig verkürzten Breite und Höhe, den Eindruck von Miniaturgebilden. Bekannt sind z. B. die stereoskopischen Aufnahmen, welche Pouillet vom Monde gegeben hat. Es sind Aufnahmen des Mondes in zwei verschiedenen Extremen seiner Libration, sie lassen den Mond plastisch in der Größe eines mittleren Erdglobus vors Auge treten.

Diesen Mangel der Naturtreue vermeidet in überraschender Weise das Vérascope von Richard in Paris [4], ein dem Stereoskop ähnlich gestalteter Aufnahmeapparat für Momentaufnahmen beider Bilder auf derselben Platte. Die erzeugten Bilder werden in gewöhnlichem Stereoskop betrachtet.

Die Eigenschaft der komplementären Farben gibt Anlaß zu einer besonderen Art des stereoskopischen Sehens. Zeichnet man die zwei zusammengehörigen Stereoskopbilder beide auf dasselbe Papier übereinander, das eine in der einen, das andre in der komplementären Farbe, und betrachtet nun die Zeichnung durch eine Brille mit entgegengesetzt komplementären Gläsern, so wird jedem Auge das dem Glase gleichgefärbte Bild unsichtbar, das komplementäre erscheint schwarz, die beiden schwarzen Bilder vereinigen sich zu einem schwarzen plastischen Bilde. Solche Zeichnungen in komplementären Farben nennt Ducos du Hauron Anaglyphen [3].

Außer für Liebhaberzwecke und als Salonspielerei dient das Stereoskop zur plastischen Darstellung geometrischer Figuren für Unterrichtszwecke, und nach Dove zur Unterscheidung echter und unechter Wertpapiere, indem ein unechtes Papier mit dem echten sich nicht so vollständig zu einem ebenen Bilde vereinigt, wie zwei ganz gleichgezeichnete echte Scheine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine wirklich wertvolle Verwertung als wiſſenſchaftliches Inſtrument erfährt das Stereoſkop in dem von der Firma Zeiß in Jena hergeſtellten **Stereokomparator** von C. Pulfe-rich [5]. Derſelbe dient zur mikroſkopiſchen Vergleichung zweier mit demſelben Fernrohr erhaltener photographiſcher Bilder des geſtirnten Himmels, die zu verſchiedenen Zeiten erhalten wurden. Der Apparat beſteht aus zwei gebrochenen Mikroſkopen, die mittels Schlittenführungen und Drehvorrichtung eine gleichzeitige Prüfung beider zum ſtereoſkopiſchen Bilde vereinigter Plattenbilder geſtatten. Bewegte Objekte, wie die Planeten, laſſen ſchon nach kurzer Zeit ſtereoſkopiſche Effekte hervortreten, nur wenige Tage getrennte Bilder des Saturnſyſtems laſſen dasſelbe frei ſchwebend im Raume erkennen. Die Entdeckung neuer kleiner Planeten, ferner bei halbjährigem Zeitintervall das Auffinden der näheren Fixſterne mit größeren Parallaxen, nach längerem Intervall die Auffindung von Fixſternen mit Eigenbewegungen, beſonders auch die Feſtſtellung der kleinen Sternnebel, ſind durch das Mittel der meſſenden ſtereoſkopiſchen Plattenvergleichung ungemein erleichtert.

Literatur: [1] Helmholtz, H. v., Wiſſenſchaftl. Abhandl., Leipzig 1883, II, S. 484—497, mit den drei Einzelabhandlungen: Das Teleſtereoſkop (1857), Ueber ſtereoſkopiſches Sehen (1865), Ueber die Bedeutung der Konvexſtellung der Augen für die Beurteilung des Abſtandes binokular geſehener Objekte (1878). — [2] Pulferich, C., Neue ſtereoſkop. Verſuche u. ſ. w., Zeitſchr. ſ. Inſtrumentenkunde 25, S. 233 ff., 1905. — [3] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, Braunſchweig, 1895, 6. Aufl., II, S. 823. — [4] Beſchreibung und Preisverzeichnis von Richard Frères, Paris, impasse Fessard 8. — [5] Wolf, M., Die Verwendung des Stereokomparators in der Aſtronomie, Aſtr. Nachr. 157, S. 81—85, 1901.

Aug. Schmidt.

Stereoſkop-Photographie, bezweckt die Herſtellung von Stereogrammen. Es ſind dies Bilder, die mit einer eignen Stereoſkopkamera aufgenommen werden, und durch einen eignen Betrachtungsapparat, das Stereoſkop, in Augenſchein genommen, plaſtiſch wirken.

Die Stereoſkopkamera beſteht aus einer Kamera, die im Innern durch eine vertikal ſtehende dunkle Scheidewand in zwei gleiche Teile getrennt und mit zwei vollſtändig gleichen Objektiven verſehen iſt. Die Objektive ſind in gleicher Höhe und einer Entfernung von ca. 65 mm nebeneinander angeordnet. Das verbreitetſte Format für Stereoſkopaufnahmen iſt 9 × 18 cm. Für die Betrachtung im Stereoſkop muß die Lage der Bilder gewechſelt werden, indem man das rechtsſeitige Bild links und das linksſeitige rechts anordnet. Das Wechſeln geſchieht entweder durch Zerſchneiden der Bilder nach dem Kopieren oder durch Kopieren mit eignen Stereoſkop-Kopierrahmen (Mohr). Stereoſkopkamera und Stereoſkope liefern die Firmen Zeiß-Jena, Steinheil-München, Görz-Berlin, Voigtländer-Braunſchweig, Lechner-Wien u. ſ. w. [1].

Beſondere Arten von Stereogrammen ſind: die Anaglyphen von Ducos du Hauron. Bei denſelben werden die beiden ſtereoſkopiſchen Teilbilder in zwei verſchiedenen komplementären Farben (z. B. rot und blaugrün) übereinander gedruckt, ſo zwar, daß ſich dieſelben nicht decken. Die Bilder werden durch Brillen mit gefärbten Gläſern betrachtet, die je ein Teilbild auslöſchen, ſo zwar, daß das entſprechende Teilbild in das dazugehörige Auge gelangt.

Die Parallaxſtereogramme von Ives werden mit Hilfe eines Linienraſters erzeugt. Die beiden Teilbilder ſind in ſchmalen Streifen nebeneinander angeordnet. Zur Betrachtung wird vor das Diapoſitiv, unter gleichen Bedingungen wie bei der Aufnahme, ein gleicher Linienraſter angebracht, und das Bild durch denſelben in einer gewiſſen Entfernung betrachtet [2].

Literatur: [1] Steinhauſer, A., Die theoretiſche Grundlage für die Herſtellung der Stereoſkopbilder auf dem Wege der Photographie und deren fachgemäße Betrachtung durch Stereoſkope, Wien 1897; Scheffer, Anleitung zur Stereoſkopie, Berlin 1904; Bergling, Stereoſkopie für Amateurphotographen, Berlin 1904; Mercator, Die Diapoſitivverfahren, 2. Aufl., Halle a. S. 1908; Eder, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1887 ff.; Stolze, Die Stereoſkopie und das Stereoſkop in Theorie und Praxis, 2. Aufl., Halle a. S. 1908. — [2] Photographiſche Korreſpondenz, Wien 1905.

Novak.

Stereotypie, Verfahren zur Herſtellung von Buchdruckplatten nach vorhandenen Letternſätzen oder Klifchees durch Abformen einer Matrize und Ausgießen dieſer mit Schriftmetall.

Die Erfindung der Stereotypie wird von den einen dem bayriſchen Kartographen Philipp Apian (im 16. Jahrhundert) zugeſchrieben, während andre als den Erfinder den Edinburger Goldſchmied William Ed (1725) betrachten. Die Gipsſtereotypie iſt heute nur mehr für Sonderfälle im Gebrauch. Hierbei wird die ſorgfältig gereinigte, gleichmäßig ſchwach eingeölte (mit hohem Ausſchluß geſetzte, vgl. Buchdruckerkunſt) Form in einen eiſernen Rahmen befeſtigt, mit einem Rahmen, deſſen innere Kanten von außen oben nach innen unten abgeſchrägt ſind, überdeckt und mit Gipsbrei ausgegoſſen. Nach dem Abbinden des Gipſes kann die Matrize mittels des Rahmens abgenommen werden. Sie wird nun heiß getrocknet und dann in eine Pfanne, deren Deckel abgeſchnittene Ecken beſitzt und mit einem Bügel verſchließbar iſt, gegeben. Die Pfanne wird in flüſſigem Metall verſenkt, nach einiger Zeit herausgehoben und in einem mit naſſem Sand gefüllten Kühlfaß abkühlen gelaſſen. Die Mater ſchlägt man von der Metallplatte ab, planiert die Rückſeite der Gußtafel und beſtoßt ſie (ſ. Beſtoßzeug). Die Gipsſtereotypie ergibt ſehr ſcharfe, ſchöne Platten, iſt jedoch umſtändlich und bei manchen Verrichtungen nicht ganz ungefährlich. Deshalb wurde ſie in den meiſten Betrieben von der Papierſtereotypie verdrängt. Hier unterſcheidet man, je nachdem ob flache Platten oder runde (für die Rotationsmaſchinen, ſ. Buchdruckerkunſt) erhalten werden müſſen, eine Flach- und eine Rundſtereotypie. Die Formen werden in einem ſchrifthohen Rahmen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(er ift fchrifthoch, um ein Verquetfchen zu verhindern) mit fchrifthohen Stegen (um glatte Ränder zum Auflegen des die Plattendicke beftimmenden Gießwinkels zu erhalten) umgeben, gefchloffen, mit Benzin gereinigt und eventuell ganz fchwach mit fettem Oel eingerieben. Sehr tiefe Stellen bei fcharfen Formenteilen werden mit dünner Pappe ausgelegt, damit die Mater nicht durchgefchlagen werde. Die für die Matrizen benutzte weiche, feuchte Pappe wird durch Kafchieren von Löfch- oder Kupferdruckpapier und mehreren Blättern Seidenpapier mit paftöfem, wenig klebrigem Matrizenkleifter (z. B. aus gleichen Teilen Schlämmkreide und Roggenmehl, die in kaltem Waffer gerührt und dann gefeiht werden, oder aus 20 Teilen China-Clay, 10 Teilen gelbem Dextrin, 1 Teil Borax und 10 Teilen Roggenmehl beftehend) erhalten, oben mit Federweiß oder Graphit abgerieben (um das „Anbacken" an der Form zu verhindern), auf die Form gelegt, mit einem durchfeuchteten Lappen bedeckt und mit einer Bürfte in die Form „geklopft". Hierauf klebt man an den Orten großer Vertiefungen dünne Pappeftücke und über das ganze einen Deckbogen aus Packpapier. Nun wird die Mater entweder auf der Form unter Bedecken mit Filzen und Löfchpapier in einer geheizten Preffe (Heißftereotypie) oder abgenommen und in einen Rahmen gefpannt (Kaltftereotypie) getrocknet. Rafcher ift das Verfahren mittels Trockenftereotypie, bei der durchaus fertige, trockene, poröfe und elaftifche Papiertafeln mittels Walzendruck auf einem Stereotypiekalander eingeprägt und damit fofort gußfertige Matrizen erhalten werden. Die eigentümliche, fchwammige Befchaffenheit diefer Materntafeln wird dadurch erzielt, daß man fchon während der Erzeugung der Pappen die bereits verfilzte Papiermaffe (auf dem Formfieb lagernd) zuerft mit Löfungen von kohlenfauern Salzen und nachher mit Säuren behandelt, wodurch das in großer Menge frei werdende Kohlenfäuregas den Papierfilz beträchtlich auflockert; diefer wird dann luftgetrocknet. Um die ftarke Abnutzung der Form beim Kalandrieren zu vermeiden, benutzt man neuerdings als Zwifchenlage beim Einprägen auf einem endlofen Tuch unter der Kalanderwalze aufgeftreutes Korkpulver. Die Matrizen werden bis an die glatten, von den Hochftegen bewirkten Ränder befchnitten, an einer Seite mit einem langen Streifen Papier beklebt (die Gußfahne, die das Fließen des Metalls unter die Matrize verhindert), in die jetzt als Gießinftrument benutzte Trockenpreffe (bei der Flachftereotypie) gegeben, der Gießwinkel aufgelegt, der Deckel gefchloffen, die Preffe aufgerichtet, die Gußkeile (die das feitliche Ausfließen des Metalls unmöglich machen) aufgefetzt und flüffiges Metall reichlich eingegoffen. Das Metall wird aus 75 Teilen Weichblei, 22 Teilen Antimon regulus und 3 Teilen Zinn oder auch fehr gut aus 94 Teilen Pfibramer Hartblei und 6 Teilen Stangenzinn legiert; bei Bedarf mit einem Stück Fett oder mit Holzkohle und Soda, Borax und Salpeter (2:1:1) geläutert. Die Platte braucht dann nur mehr beftoßen und aufgeftöckelt zu werden. Bei der Rundftereotypie gelangt die Matrize gebogen in das aus zwei ineinander klappenden Halbzylindern beftehende Gießinftrument. Gewöhnlich ift es vorteilhaft, in unmittelbarer Nähe des Gießinftrumentes eine horizontal führbare Kreisfäge anzubringen, mit welcher der Anguß der Platte entfernt werden kann, folange die Platte noch im Inftrument fich befindet. Mit befonderen mafchinellen Vorrichtungen wird die Rundplatte „ausgeglichen", facettiert und an großen druckftellenfreien Partien ausgefräft. König & Bauer in Würzburg bringen jetzt einen Biegekalander auf den Markt, der Flachplatten durch Biegen in die runde Form bringt. Der kombinierte Hoefche Gießapparat, ferner die Plattengießmafchinen „Citoplate" und „Autoplate" geftatten eine außerordentlich rafche Erzeugung von Rundplatten und find ausfchließlich für die Verwendung in Zeitungsdruckereien beftimmt. Das Einftrömen des Metalls erfolgt direkt aus dem Schmelzkeffel unter Druck. Das rafche Erftarren wird durch Spülung mit kaltem Waffer erzielt.

Literatur: Ifermann, A., Anleitung zur Stereotypengießerei in Gips- und Papiermatrizen, Leipzig 1869; Böck, H., Die Papierftereotypie, Leipzig 1856; Kempe, K., Wegweifer durch die Rund- und Flachftereotypie der Neuzeit, 8. Aufl., Nürnberg 1899; Schelter, J. G., und Giefecke, Anleitung zur Papierftereotypie, Leipzig, Selbftverlag; Camus, A. Gafton, Histoire et procédés du polytypage et de la stereotypie, Paris 1802 und 1804.

A. W. Unger.

Sterilifieren (unfruchtbarmachen) bezweckt die Abtötung der in oder an einer Subftanz befindlichen oder haftenden entwicklungsfähigen niederen Organismen (Bakterientötung).

Man erreicht diefen Zweck durch halbftündiges Erhitzen der Flüffigkeiten oder der Gegenftände im ftrömenden Waffердampf, bei Flüffigkeiten auch durch längeres Kochen, lange und wiederholte Einwirkung von niederen Temperaturen, Einwirkung direkter Flammenhitze, durch Einwirkung von Desinfektionsmitteln (Karbolfäure, Sublimatlöfung, oder von Dämpfen und Gafen (Formaldehyd, fchweflige Säure), Filtrieren durch Watte (z. B. Luft), durch Kiefelgur, Porzellanfilter. Apparate zum Sterilifieren find der Kochfche Dampftopf und doppelwandige gewöhnliche Trockenfchränke der Laboratorien, die bis auf ca. 150 und mehr Grad erhitzt werden können. Anwendung: Herftellung der Nährböden für bakteriologifche Zwecke; Sterilifation der bakteriologifchen Apparate und Gefäße, der medizinifchen Inftrumente; in der Nahrungsmitteltechnik (Konferveninduftrie), Molkereitechnik, Bierbrauerei und in andern Gärungsgewerben.

Bujard.

Sterling, Pfund (£), ift nach dem Münzgefetz vom 22. Juni 1816 die Münzeinheit in England.

Es wird dargeftellt durch eine Goldmünze mit 7,32239 g Feingold im Werte von 20,43 ℳ, die den Namen Sovereign führt. Ein Sovereign = 20 Schilling (s oder ß) zu 12 Pence (d). Geprägt werden in Gold Stücke zu 5, 2, 1 und $^1/_2$ Sovereigns. In Silber Kronen (Crowns) zu 5 Schilling und halbe Kronen fowie Stücke zu 1, $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ Schilling, ferner zu 2 Pence und 1 Penny. Daneben feit 1849 Florins (Gulden) zu 2 Schilling und Doppelflorins. In Bronze Stücke zu 1, $^1/_2$ und $^1/_4$ Penny. Als Rechnungsmünze wird vielfach noch die Guinea zu 21,55 ℳ benutzt.

Plato.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sternbogen, s. Spitzbogen (Fig. 6).

Sternkataloge oder Sternverzeichniſſe ſind Zuſammenſtellungen der Oerter der Fixſterne, geordnet nach einem beſtimmten Koordinatenſyſtem.

In früherer Zeit pflegte man dazu das Syſtem der Ekliptik, d. h. die Längen der Geſtirne oder ihren Winkelabſtand vom Frühlingsanfangspunkt gemeſſen auf einem zur Ekliptik parallelen und durch den betreffenden Stern hindurchgelegten Kreiſe zu wählen. Heute ſind faſt alle Sternkataloge nach gerader Aufſteigung oder Rektaſzenſion geordnet, d. h. nach den Koordinaten des Aequatorialſyſtems. Sie ſind von ſehr verſchiedener Ausdehnung, einmal mit Bezug auf die Genauigkeit der angegebenen Oerter und ſodann rückſichtlich der Helligkeit der Geſtirne.

Als grundlegende Arbeiten dieſer Art ſind, abgeſehen von dem Verzeichnis des Almageſt und einiger andrer älterer Kataloge, von beſonderer Wichtigkeit die ſogenannte Bonner Durchmuſterung von Argelander (genäherte Oerter aller Sterne des nördlichen Himmels bis zur 9,5. Größe), und das ſich anſchließende Verzeichnis von Schönfeld enthält die Sterne zwiſchen 1° und 23° Südbreite bis zur 9.—10. Größe. Beide Verzeichniſſe enthalten etwa 460000 Sternörter. Für die ſüdliche Halbkugel iſt ein ähnliches Werk die Durchmuſterung des ſüdlichen Himmels von Gould. Dieſe Verzeichniſſe bilden die Grundlagen für die ſpäteren genaueren Kataloge, vor allem des großen Katalogs der Aſtronomiſchen Geſellſchaft (A.G.K.), deſſen nördlicher Teil vollendet iſt und an deſſen ſüdlichen Abteilungen noch gearbeitet wird. Die größeren Obſervatorien pflegen auch von Zeit zu Zeit zu Katalogen zuſammengeſtellte Verzeichniſſe der von ihnen beobachteten Sterne herauszugeben. Zu allgemeinerem Gebrauch ſind ſolche Verzeichniſſe der dem bloßen Auge ſichtbaren Sterne früher von Argelander, Hus und Behrmann (nach Sternbildern geordnet) ſowie in neueſter Zeit in vollſtändiger Form von Ambronn herausgegeben worden. Danach ſind am ganzen Himmel nahezu 8000 Objekte dem bloßen Auge ſichtbar. Eine ſehr vollſtändige Aufzählung aller bekannten Sternkataloge hat Riftenpart im Valentinerſchen Handwörterbuch der Aſtronomie gegeben. *Ambronn.*

Sternörter. Die Oerter der Sterne am Himmel werden in den Sternverzeichniſſen oder Katalogen (ſ. oben) entweder nach Länge und Breite (Syſtem der Ekliptik) oder, wie heute allgemein üblich, nach Rektaſzenſionen (α) und Deklinationen (δ) gegeben. Außerdem pflegt man den Poſitionen noch diejenigen Daten (Präzeſſion und Eigenbewegung) hinzuzufügen, die notwendig ſind, um die Orte der Geſtirne von einem Aequinoktium auf ein andres zu reduzieren. Außerdem unterſcheidet man zwiſchen mittleren und ſcheinbaren Orten.

Durch die Erſcheinungen der Präzeſſion und Nutation (ſ. d.) unterliegen die Fundamentalebenen, auf welche man die Oerter der Geſtirne bezieht (ſ. oben), ſowohl fortſchreitenden als auch periodiſch wiederkehrenden Veränderungen ihrer Lage. Alſo werden auch die Koordinaten der Geſtirne in gleicher Weiſe veränderlich ſein. Außer den Oertern der Geſtirne ſelbſt muß daher auch noch die Zeit (die Epoche) oder das Aequinoktium angegeben werden, für welches die Oerter gelten. In den Verzeichniſſen ſind dann immer nur die Oerter angegeben, welche für das Aequinoktium des Katalogs gelten, und zwar nur behaftet mit der Wirkung der Präzeſſion; dieſe Oerter nennt man mittlere, z. B. für 1875,0 (A.G.K.). In den aſtronomiſchen Jahrbüchern pflegt man dann für eine Anzahl von Sternen (ſogenannte Fundamentalſterne) auch die für die Wirkung der periodiſchen Aenderungen korrigierten Oerter (ſcheinbare Oerter) zu geben, und zwar für Sterne, die den Polen nahe ſtehen, für jeden Tag des Jahres, für die andern nur etwa von zehn zu zehn Tagen (Sternephemeriden). Die Wirkung der Aberration, die allgemein dem Verhältnis der Bewegungsgeſchwindigkeit des Beobachtungsortes im Raume zur Lichtgeſchwindigkeit Rechnung trägt, iſt nur ſelten den in den Sternephemeriden gegebenen Oertern einverleibt, da man ſie faſt ſtets geſondert rechnet und anbringt.

Um die ſcheinbaren aus den mittleren Sternörtern, die für irgend eine Epoche gelten, zu erhalten, muß man die letzteren erſt auf den Anfang des betreffenden Jahres durch Anfügen der Präzeſſion und Eigenbewegung bringen und dann mittels gewiſſer, in den Lehrbüchern der ſphäriſchen Aſtronomie gegebenen Formeln, die Korrektion ausrechnen, welche noch wegen Präzeſſion, Nutation und Aberration für Tag und Stunde hinzugefügt werden muß. Zur Erleichterung dieſer Rechnung hat Beſſel in den „Tabulae Regiomontanae“ bequeme Formeln und Hilfstafeln gegeben, welch letztere in jedem aſtronomiſchen Jahrbuch unter dem Namen der „Beſſelſchen Tageszahlen“ (*A*, *B*, *C*, *D*) weitergeführt werden. Die Beſtimmung der Oerter der Geſtirne hat natürlich den umgekehrten Weg zu verfolgen, denn der Aſtronom will ſchließlich auf Grund von Meſſungen aus dem direkt ſichtbaren Ort eines Geſtirnes deſſen mittleren Ort für ein beſtimmtes Aequinoktium wiſſen. Nur ſo ſind dann die Reſultate verſchiedener Beobachtungen miteinander vergleichbar. Die Oerter der Geſtirne am Himmel durch geeignete Meßmethoden und Inſtrumente zu beſtimmen iſt Aufgabe der ſphäriſchen Aſtronomie.

Literatur: Ueber die Reduktion der Sternörter auf beliebige Momente und über die Methoden zu ihrer Beſtimmung ſind die Handbücher der ſphäriſchen Aſtronomie zu vergleichen. Chauvenet, Spherical and practical Astronomy, Philadelphia; Brünnow, Sphäriſche Aſtronomie, Berlin 1881; Caspari, Cours d'Astronomie pratique u. ſ. w. — Wegen der Sternorte ſelbſt muß auf die Sternkataloge (ſ. d.) und auf die verſchiedenen Jahrbücher verwieſen werden, z. B. Berliner Aſtronom. Jahrbuch, Nautical Almanac, Connaissance des temps u. a. *Ambronn.*

Sternſaphir, Sternſtein, s. Korund.

Sternſchaltung, s. Drehſtrom.

Sterntag heißt die Zeit, in der die Erde genau eine Rotation um ihre

Achſe ausführt, in der das Himmelsgewölbe ſich einmal um ſeine Achſe, die „Weltachſe“, zu drehen ſcheint, alſo die Zeit zwiſchen zwei aufeinander folgenden Kulminationen ein und desſelben Punktes des Himmels.

Soweit man bisher nachzuweiſen vermag, iſt die Dauer des Sterntages, alſo die Dauer einer Rotation der Erde um ihre Achſe, nicht veränderlich, obgleich verſchiedene Gründe dafür vorhanden ſind, daß theoretiſch eine ſolche Veränderlichkeit vorhanden ſein müßte. Es mag ſein, daß mehrere Urſachen ſich gegenſeitig kompenſieren oder daß die Schärfe unſrer Beobachtungen oder der Zeitraum, ſeit dem wir gute Beobachtungen beſitzen, zur Erkenntnis der Veränderlichkeit noch nicht ausreicht. Die Dauer des Sterntages beträgt 23 St. 56 Min. 4,09 Sek. mittlerer Zeit (unſrer Uhrzeit, d. h. es iſt 1 Sterntag = 1 mittlerer Tag — $3^m 55^s{,}91$ M. Z.; oder umgekehrt: 1 mittlerer Tag = 1 Sterntag + $3^m 56^s{,}56$ St.-Z. (ſ. Zeit und Zeitmeſſung). *Ambronn.*

Sternwarte, ſ. Obſervatorium.

Sternzeit heißt der Stundenwinkel eines beſtimmten, feſt gedachten Punkts auf dem Himmelsäquator, des ſogenannten ♈- (Widder-) oder Frühlingspunkts, d. h. desjenigen der beiden Durchſchnittspunkte des Aequators mit der Ekliptik, in dem die Sonne bei ihrem Uebergang von der ſüdlichen nach der nördlichen Halbkugel, alſo zwiſchen dem 20. und 22. März ſteht; vgl. Koordinaten am Himmel und Zeitbeſtimmung.

Sterrometall, ſ. Meſſing.

Stetigkeit, ſ. Funktionen, Bd. 4, S. 210.

Steuerblatt, -plan, ſ. Kataſter.

Steuerbord, die rechte Schiffsſeite; vgl. Backbord.

Steuereinrichtung eines Schiffes, die Vorrichtungen zum Steuern desſelben, beſtehend aus Ruder (ſ. d.), Pinne bezw. Jolle, Uebertragungsmechanismen und Dampfſteuerapparat (ſ. d.). *T. Schwarz.*

Steuergebäude, Amtsgebäude für die Erhebung der Steuern.

Im Erdgeſchoß ſind die nötigen Kaſſenzimmer mit Schranken für das Publikum, Vor-, Warte- und Dienerzimmer, im Obergeſchoß die Vorſtands-, Verwaltungs- und Sitzungszimmer anzuordnen. An Wohnungen: für den Hauswart im Erdgeſchoß, außerdem nach Bedarf Dienſtwohnungen in einem weiteren Obergeſchoß. *Weinbrenner.*

Steuerlaſtig, ſ. Achterlaſtig.

Steuerungen, im allgemeinen alle Mechanismen, durch welche die relative Bewegung von Teilen einer Maſchine umgekehrt werden kann.

Insbeſondere bezeichnet man bei Kolbenmotoren, wie Dampf-, Gas-, Petroleum- und Waſſerſäulenmaſchinen diejenigen Mechanismen als „Steuerungen“, welche die Umkehr des Kolbens an jedem Zylinderende veranlaſſen, indem ſie die Verbindungskanäle zwiſchen dieſen, dem Ein- und dem Ausſtrömungsrohre zu geeigneten Zeiten öffnen und ſchließen. Auch wenn bei Kolbenpumpen zur Förderung tropfbarer oder gasförmiger Flüſſigkeiten das Oeffnen und Schließen entſprechender Kanäle zwangläufig erfolgt, pflegt man den bezüglichen Mechanismus Steuerung zu nennen. Das Schließen der genannten Kanäle geſchieht durch „Ventile“, mit welchem Namen man im allgemeinen geeignet geformte feſte Körper bezeichnet, welche die Einmündung des Kanals in eine das Ventil umſchließende Erweiterung desſelben, welche „Ventilgehäuſe“ oder „Ventilkaſten“ genannt wird, vollſtändig bedecken. Insbeſondere nennt man aber derartige Körper kurzweg „Ventile“ oder auch „Hebeventile“, wenn ſie, um die Kanalmündung zu öffnen, in ſenkrechter Richtung zu ihr abgehoben werden; erfolgt dagegen das Oeffnen durch ſeitliche Verſchiebung des Ventils, ſo heißt es „Schieberventil“ oder kurzweg „Schieber“ (ſ. d.). Die Berührungsfläche zwiſchen dieſem und der Kanalmündung heißt „Schieberfläche“ oder „Schieberſpiegel“. Iſt die Schieberfläche eben, ſo muß auch die Verſchiebung in dieſer Ebene erfolgen, und der Schieber heißt „Flachſchieber“; bildet ſie einen Teil eines Zylindermantels, ſo müſſen Schieber und Schieberkaſten zwei ſich teilweiſe oder ganz umſchließende Zylinder bilden. Die Verſchiebung kann dann entweder geradlinig in der Richtung der Zylinderachſe (Rundſchieber, Kolbenſchieber) oder durch Drehung um dieſe (Drehſchieber) erfolgen. Ein Drehſchieber bildet mit dem ihn umſchließenden Gehäuſe einen „Hahn“. Mündet der Kanal in ein Gehäuſe mit kegelförmiger Schieberfläche, ſo iſt nur ein Drehſchieber (Hahn) möglich. Die beſprochenen Verſchlußteile bilden die ſogenannten inneren Steuerungen, und man unterſcheidet danach Ventil-, Flachſchieber-, Rundſchieber- und Drehſchieber- oder Hahnenſteuerungen. Der Mechanismus, wodurch die Ventile oder Schieber bewegt werden, heißt die äußere Steuerung, obgleich dieſe Bewegung auch durch Anſtoßen des Dampfkolbens oder hervorragender Teile desſelben im Innern des Dampfzylinders erfolgen kann (D.R.P. Nr. 113234 und 120613). Bei den Präziſionsſteuerungen (ſ. d.) wird die Dauer der Dampfeinſtrömung durch den Regulator beſtimmt, und die Dampfabſperrung erfolgt ſehr raſch. Um hierbei ſchädliche Stöße zu vermeiden, werden, außer den bei Präziſionsſteuerung beſprochenen Luft- und Oelpuffern, in neuerer Zeit die gekrümmten Wälzungshebel vielfach angewendet, deren Stützpunkt ſich während ihrer Bewegung ſtetig verſchiebt, indem ihre konvexe Fläche auf einer Unterlage, der Wälzbahn, rollt. Bei geeigneter Form dieſer aufeinander rollenden Flächen beginnt das Ventil ſeinen Hub mit minimaler Geſchwindigkeit, die raſch auf einen Höchſtwert anwächſt und dann bis zur Vollendung des Ventilhubes bei der Totlage des Antriebsexzenters wieder auf Null herabſinkt. Beim Niedergange des Ventils

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aber ſind die Geſchwindigkeiten in umgekehrter Ordnung die gleichen wie beim Hube [4] und [5]. Auch haben Oberingenieur Kienaſt der Maſchinenfabrik Th. Grohe in Merſeburg ſowie die Maſchinenfabrik van den Kerchove in Gent, um das Aufſchlagen der Steuerventile gänzlich zu vermeiden, dieſe durch leichte Kolbenſchieber mit kurzem Hube erſetzt [6].

Bei einer einfachwirkenden Hochdruckdampfmaſchine mit Ventilſteuerung (Fig. 1) und analogen Maſchinen ſind zwei Ventile nötig, wovon das eine an dem Zylinderende, an welchem der Dampf ein- und ausſtrömt, die Verbindung mit dem Einſtrömrohre, das andre Ventil dagegen die mit dem Ausſtrömrohre herſtellt und aufhebt. Es iſt *a* das Einſtrömrohr, *b* das Ausſtrömrohr. Das durch das Gegengewicht *d* offen gehaltene Ventil *e* läßt den Dampf am oberen Zylinderende einſtrömen, der Kolben *c* wird niedergedrückt. Die Kolbenſtange iſt mit einem Ende eines Balanciers verbunden, während an deſſen anderm Ende ein ſchweres Schachtgeſtänge hängt, das durch den Kolbenniedergang gehoben wird. Die Lenkſtange *g* mit den beiden Nocken *h* und *i* hängt an demſelben Arme des Balanciers wie der Kolben, und geht daher gleichzeitig mit ihm nieder. Iſt der Kolben dem Punkte nahe gekommen, an welchem die Expanſion beginnen ſoll, ſo drückt der Nocken *h* den Hebel *k* nieder, ſchließt dadurch das Einſtrömventil *e* und löſt das Klinkwerk *m* aus. Der Hebel *n* bleibt jedoch durch einen Zahn an einem dritten Hebel *x* vorläufig noch in ſeiner Lage erhalten. Das im Winkel gebogene Ende des Hebels *k* ſteht dann parallel mit der Lenkſtange *g*, der Nocken *h* ſtreicht beim weiteren Niedergange daran hin und hält das Einſtrömventil geſchloſſen. Iſt aber der Kolben am Ende ſeines Hubes, ſo drückt ein Nocken an der Steuerſtange den Hebel *x* nieder und löſt dadurch den Hebel *n* aus, oder er ſetzt einen Apparat mit langſam niederſinkendem Gewichte, einen ſogenannten „Katarakt“ *z* in Tätigkeit, der erſt nach einer Hubpauſe den Hebel *x* niederdrückt. Iſt der Hebel *n* frei geworden, ſo öffnet das daraufſitzende Gewicht das Ausſtrömventil *o*, worauf der Dampf entweicht und das Schachtgeſtänge den Kolben *c* wieder hebt. — Soll Kondenſation angewendet werden, ſo wird ein drittes Ventil *v* eingeſchaltet und durch die Lenkſtange ſo geſteuert, daß es ſich gleichzeitig mit dem Einſtrömventil öffnet und ſchließt. Werden beide bei der tiefſten Stellung des Kolbens geſchloſſen, ſo wird das Ventil *o* geöffnet. Der Dampf über dem Kolben tritt unter ihn, während das Geſtänge ihn hebt. Werden dann *e* und *v* geöffnet und *o* geſchloſſen, ſo drückt der friſche Dampf den Kolben nieder, während der unter dem Kolben durch *v* in den Kondenſator gelangt. Bei einer Maſchine, die ohne Expanſion arbeiten ſoll, fällt der Hebel *x* und der Katarakt *z* ganz, und von dem Hebel *n* die zweite Sperrklinke weg; der Hebel *k* aber wird am Ende nicht in den Winkel gebogen und wird erſt am Ende des Kolbenhubes von dem Nocken *h* berührt.

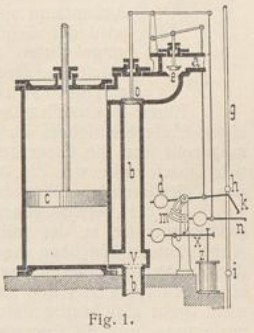


Fig. 1.

Soll eine doppeltwirkende Hochdruckdampfmaſchine nach der in Fig. 1 dargeſtellten Art geſteuert werden, ſo iſt eine der beſchriebenen analoge Steuerung auch am unteren Zylinderende anzubringen. Hierbei können anſtatt der Hebeventile auch Dreh-, Rund- oder Kolbenſchieber angewendet und dieſe anſtatt an der Zylinderwandung auch auf den Zylinderdeckeln angebracht werden.

Sollte die Maſchine mit ganzer Füllung arbeiten, ſo müßte je ein Einlaßventil am einen Zylinderende und ein Ausſtrömventil am andern Zylinderende gleichzeitig geöffnet und geſchloſſen werden, und man könnte ſie deshalb auch feſt miteinander verbinden, wenn ſie gleichachſig übereinander angeordnet würden. Auch könnte man ſie einander ganz naherücken, um die Verbindung weniger ſchwerfällig zu machen, doch hat dies den Nachteil, daß dann die Verbindungskanäle mit den Zylinderenden länger und daher die ſchädlichen Räume größer werden. Es könnten aber auch noch die beiden Ventile für je ein Zylinderende zu einem Ventil vereinigt werden, wenn man alle Ventilöffnungen gleichachſig und ſo anordnete, daß für jedes Zylinderende die untere von oben, die obere aber von unten geſchloſſen würde. Dies würde eine Anordnung wie Fig. 2 ergeben, woraus man erſieht, daß es kinematiſch möglich iſt, eine doppeltwirkende Maſchine mit zwei zu einem Körper feſt verbundenen Ventilen zu ſteuern. Bei Hebeventilen iſt dies jedoch nicht ratſam, weil, abgeſehen von andern Schwierigkeiten, der Hub der Ventile nach beiden Seiten hin feſt begrenzt iſt, ſo daß es ſchwierig und wegen der Abnutzung auf die Dauer unmöglich ſein würde, dichten Abſchluß zu erreichen, und weil die Verſchiebungen der Ventile momentan erfolgen müßten, damit der Umſtand nicht allzu nachteilig würde, daß bei der mittleren Stellung der Ventile alle Ventilöffnungen offen ſtehen.

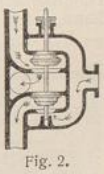


Fig. 2.

Dieſe ſämtlichen Schwierigkeiten fallen bei Schieberventilen weg. Ein Schieberventil, das eine Kanalmündung mit wenig Ueberdeckung ihrer Ränder abſchließt, öffnet, wenn es nach rechts geſchoben wird, dieſe Mündung auf ſeiner linken Seite und, wenn es nach links geſchoben wird, auf ſeiner rechten Seite. Zwei ſolche, zu einem Schieber feſt miteinander verbundene Schieberventile können zu Wänden ausgeſtaltet werden, die den Raum zwiſchen ihnen von den außerhalb gelegenen Räumen des Schiebergehäuſes abſchließen. Setzt man dann den erſteren mit dem Ausſtrömrohre, die letzteren mit dem Einſtrömrohre in Verbindung, ſo kommuniziert bei einer Verrückung des Schiebers aus ſeiner Mittellage nach rechts die linke Kanalmündung mit dem Einſtrömrohre und die rechte mit dem Ausſtrömrohre, während bei einer Verſchiebung nach links das umgekehrte Verhältnis eintritt; bei der mittleren Schieberſtellung aber ſind beide Kanäle geſchloſſen. Bewirkt man die Trennung des zwiſchen den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beiden Schieberventilen liegenden Raumes von den außerhalb liegenden Räumen dadurch, daß man erſtere zu zwei, durch eine Kolbenſtange feſt miteinander verbundene Kolben ausgeſtaltet, die von dem Schiebergehäuſe dicht umſchloſſen werden, wodurch eine ſogenannte „Kolbenſteuerung“ entſteht (Bd. 2, S. 663, Fig. 5, und Bd. 7, S. 621, Fig. 8), ſo drückt der Dampf oder das Auffchlagswaſſer den Schieber nicht gegen die Schieberfläche und ſucht ihn auch nicht davon abzuheben. Der Schieber iſt, wie man zu ſagen pflegt, „entlaſtet“, und man kann ebenſogut den Innenraum mit der höher geſpannten und die Außenräume mit der weniger geſpannten Flüſſigkeit in Verbindung ſetzen. Geſtaltet man die beiden Schieberventile und ihre Verbindungsteile ſo aus, daß ſie zwiſchen ſich eine niedere, nach der Schieberfläche hin offene Kammer bilden, welche die Außenräume vor und hinter dem Schieber nicht vollſtändig voneinander trennt, ſo entſteht ein einfacher „Muſchelſchieber“ (Bd. 7, S. 619, Fig. 1). Wird hierbei der Innenraum mit der Ausſtrömung der Dampfmaſchine und der Außenraum mit dem Einſtrömungsrohre in Verbindung geſetzt, ſo wird der Schieber gegen den Schieberſpiegel gedrückt und im umgekehrten Falle davon abgehoben; gleitet aber ſeine obere Fläche am Deckel des Schieberkaſtens, ſo iſt er teilweiſe oder ganz entlaſtet (Schieberentlaſtungen, ſ. Bd. 7, S. 621).

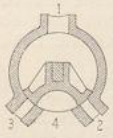


Fig. 3.

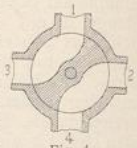


Fig. 4.

Einen Steuerhahn kann man ſich dadurch entſtanden denken, daß die Schieberfläche eines Muſchelſchiebers zu einem Zylinder mit ſenkrecht zur Schubrichtung ſtehender Achſe aufgerollt und die Form des Schiebers dementſprechend verändert worden iſt. Daraus ergeben ſich Querſchnitte wie Fig. 3 oder wie Fig. 4, worin 1 das Einſtrömungsrohr, 2 und 3 die nach den Zylinderenden führenden Kanäle, 4 das Ausſtrömungsrohr bedeuten mögen.

Da die Verſchlußflächen der zu einem Kolben- oder Muſchelſchieber vereinigten beiden Schieberventile in der mittleren Stellung ſowohl nach dem Innenraume als auch nach den Außenräumen hin über die Ränder der Kanalmündungen greifen, ſo hat man „innere Ueberdeckung“ und „äußere Ueberdeckung“ zu unterſcheiden. Macht man die inneren Ueberdeckungen eines Schiebers von den äußeren verſchieden, ſo findet das Oeffnen und Schließen der Kanäle nicht mehr gleichzeitig ſtatt. Man kann daher bei Schieberſteuerungen die Zeitfolge der Ventilwirkungen durch die Ueberdeckungen regeln; doch hat hierbei ein Schließen der Dampfeinſtrömung vor Beendigung des Kolbenhinganges auch ſtets ein Schließen der Dampfausſtrömung vor Beendigung des Kolbenherganges zur Folge. Stärkere Expanſion durch einen Schieber mit großer äußerer Ueberdeckung wendet man deshalb nur bei Maſchinen an, bei denen Einfachheit der Konſtruktion ein Haupterfordernis iſt, wie z. B. bei Lokomotiven, gibt andernfalls dem Hauptſchieber nur geringe oder keine Ueberdeckung und bewirkt den früheren Dampfabſchluß durch ein beſonderes Ventil oder einen „Expanſionsſchieber“.

Was die äußeren Steuerungen betrifft, ſo haben wir einen Sperrklinkenmechanismus zu einer Ventilſteuerung (Fig. 1) bereits betrachtet. Eine Präziſionsventilſteuerung für eine liegende Dampfmaſchine iſt in Bd. 7, S. 204, dargeſtellt und beſchrieben. Flachſchieber werden jetzt faſt ausſchließlich durch Exzenter und Exzenterſtangen von der Schwungradwelle aus bewegt, während dies früher vielfach durch unrunde Scheiben geſchah. Bei Hahnenſteuerungen kommt es darauf an, ob der Hahnenkörper kontinuierlich oder hin und her gedreht werden ſoll. Im erſteren Falle geſchieht dies durch Räderwerke, im letzteren Falle ebenfalls durch Exzenter und Exzenterſtangen von der Schwungradwelle aus. Corlißſteuerungen ſind Präziſionshahnenſteuerungen, die mit je zwei dicht an den Zylinderenden ſitzenden Hähnen, alſo mit vier Hähnen an jedem Zylinder, arbeiten (Bd. 7, S. 204).

Bei direkt wirkenden Dampfpumpen, Waſſerſäulenmaſchinen und ähnlichen Maſchinen ohne rotierende Bewegung und Schwungrad würde, wenn die Bewegung der Schieber- oder Kolbenſteuerung direkt von dem Hauptkolben oder ſeiner Stange aus bewirkt werden ſollte, die Maſchine zum Stillſtande kommen, ſobald der Schieber beide Einſtrömöffnungen bedeckt. Man iſt deshalb bei ſolchen Maſchinen genötigt, eine kleine Hilfsmaſchine zur Bewegung des Hauptſchiebers anzuwenden, deren weit kleinerer Steuerſchieber von dem Hauptkolben oder ſeiner Stange raſch und ohne den erwähnten Uebelſtand bewegt werden kann, oder deren Steuerſchieber von dem Hauptkolben oder ſeiner Stange ſelbſt gebildet wird. — Bei der Dampfpumpe von Deane (Fig. 5) iſt der Hilfsſchieber *a* ein kleiner ſogenannter E-Schieber, der am Ende jeden Kolbenhubes nach rechts oder links geſtoßen wird. Der durch *b* eintretende Dampf gelangt demzufolge in den Hilfszylinder *c* und ſchiebt die beiden miteinander und mit dem Hauptſchieber *i* feſt verbundenen Kolben *e* und e_1 nach links oder rechts, wodurch der durch das Haupteinſtrömrohr *o* eintretende Dampf nach dem rechten oder linken Ende des Hauptzylinders geleitet wird. — Bei der Dampfpumpe von Tangye (Fig. 6) iſt der Hauptſchieber *i* ein ſogenannter E-Schieber, an jedem Ende mit einem Hilfsdampfkolben *e* und e_1 feſt verbunden. Dieſe beiden gleichachſigen Kolben ſind der Achſe parallel ganz fein durchbohrt und von dem Hilfszylinder umſchloſſen. Infolge der feinen Durchbohrung herrſcht während des Stillſtandes der Kolben auf beiden Seiten *c* und c_1 derſelben voller Dampfdruck. Die beiden Enden des Hilfszylinders kommunizieren mit denen

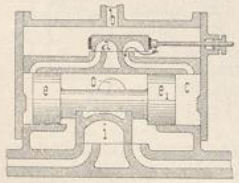


Fig. 5.

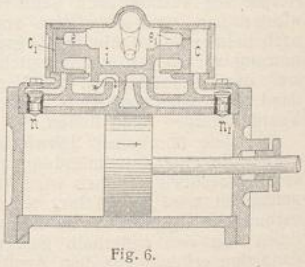


Fig. 6.

des Hauptzylinders durch je ein Ventil n und n_1, das sich nach dem Hilfszylinder hin öffnet und unten in einen flachen Kegel endigt, der in den Dampfraum des Hauptzylinders hineinragt, so daß es, wenn der Kolben an das Ende seines Hubes gelangt, von diesem aufgestoßen wird. Der Dampf an dem Ende c des Hilfszylinders entweicht dann durch den Hauptzylinder nach der Ausströmung, der Dampf am andern Ende c_1 des Hilfszylinders aber expandiert und bewegt die Hilfskolben mit dem Hauptschieber so, daß der Dampf nun am andern Ende des Hauptzylinders eintreten kann. — Weiteren Aufschluß über Steuerungen geben die Art. Dampfmaschinen, Bd. 2, S. 596; Kulissensteuerungen, Luftkompressoren, Bd. 6, S. 248; Präzisionssteuerung, Bd. 7, S. 204; Schieber, Verbrennungsmotoren, Wassermotoren. Ueber Umsteuerungen s. Lokomotive, Bd. 6, S. 203.

Literatur: [1] Blaha, Die Steuerungen der Dampfmaschinen, 2. Aufl., Berlin 1884. — [2] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maschinenmechanik, 2. Teil, 2. Abt., S. 995 ff., Braunschweig 1883–87. — [3] Fliegner, Die Umsteuerungen mit dem einfachen Schieber, 2. Aufl., Zürich 1900. — [4] Leist, C., Die Steuerungen der Dampfmaschinen, 2. Aufl., Berlin 1905. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 2043. — [6] Ebend. 1901, S. 1295 u. 1715, sowie 1902, S. 108. — [7] Ebend. 1900, S. 1449. — [8] Ebend. 1901, S. 184, 297, 363, 760, 1171. — [9] Ebend. 1902, S. 1921. — [10] Ebend. 1903, S. 618, 748. — [11] Ebend. 1904, S. 976. — [12] Ebend. 1905, S. 146, 481, 1121. — [13] Ebend. 1906, S. 115, 925. — [14] Ebend. 1907, S. 132, sowie die bei den obengenannten Artikeln aufgeführten Werke.

Th. Beck.

Steven, die den Schiffsrumpf vorn und hinten begrenzenden Balken (s. Schiffbau).

Stevenrohr, s. Schiffswelle.

Stibnit, s. v. w. Antimonglanz (s. d.).

Stich, s. v. w. Stichbalken, s. Balkenlage, Bd. 1, S. 530.

Stichbrücke, -pritsche, s. v. w. Vorderfluter, s. Stauanlagen.

Stichel, -halter, -gehäuse. Stichel bezeichnet 1. das Werkzeug bei Drehbänken, Hobel-, Feil- (Shaping-) und Stoßmaschinen. Stichelhalter (Stichelgehäuse) sind die zur Befestigung des Werkzeugs dienenden Teile der betreffenden Werkzeugmaschine (vgl. die Einzelartikel). 2. Werkzeuge der Graveure (Grabstichel), s. Gravieren.

A. Widmaier.

Stichkanal, s. Schiffahrtskanäle.

Stichkappe, die Ueberwölbung einer zum Zweck der Herstellung einer Licht- oder Durchgangsöffnung in einem größeren Gewölbe angebrachten Durchbrechung (s. a. Kappe).

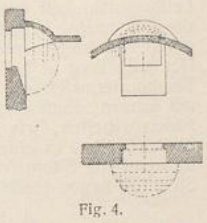


Fig. 4.

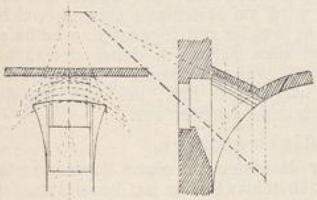


Fig. 1.



Fig. 3.

Meist handelt es sich um die Eindringung eines Kappengewölbes in ein Tonnengewölbe, und zwar kann in diesem Falle als Laibungsfläche solcher Stichkappen die Zylinder- (Fig. 1 und 2), Kegel- (Fig. 3) oder Kugelfläche (Fig. 4) dienen, wobei in den beiden ersten, wohl am häufigsten vorkommenden Fällen die Achse der Stichkappe (s. Fig. 1) wagerecht oder ansteigend (s. Fig. 2 und 3) angenommen werden kann. Bei Ausführung in Hausteinen müssen an der Durchdringungsstelle in beide Gewölbe eingreifende Gratsteine angebracht werden. Bei Backsteinausführung wird diese Stelle am besten mit einem sogenannten Kranz begrenzt und die Stichkappe im Schwalbenschwanz eingewölbt. Literatur s. unter Gewölbe.

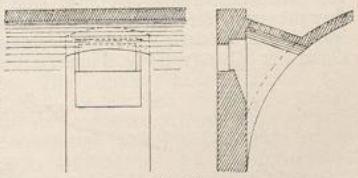


Fig. 2.

L. v. Willmann.

Stichmaß, s. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 401, Fig. 22 und 21.

Sticken, ein Arbeitsverfahren, mittels dessen flächenförmig ausgedehnte Körper (meist Gewebe, selten Papier, Leder u. s. w.) mit textilen oder Metallfäden (Stickfäden) so durchzogen werden, daß auf ihrer Oberfläche durch Aneinanderreihung geradliniger Fadenlagen oder mannigfach gestalteter Fadenschleifen Linien- oder Flächenmuster entstehen [1].

Die einzelnen flottliegenden Fadenlagen führen den Namen Stiche. Durch Aneinanderreihen der Stiche in ihrer Längenrichtung entstehen Linienmuster, durch Nebeneinanderfetzen in die Breitenrichtung Flächenmuster. Die Stickereien lassen sich einteilen nach Art des Grundstoffgewebes und den zu diesem bezw. den Stickfäden verwendeten Stoffen (Seiden-, Woll-,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Leinen-, Gold- und Silberſtickerei, Mull-, Stramin-, Tüllſtickerei u. a. m.), nach Farbe des Grundgewebes und der Stickfaden (Weiß- und Buntſtickerei), nach der Stichart (Plattſtich-, Kettenſtich-, Kreuzſtichſtickerei u. ſ. w.), nach der Muſtererzielung (Flach-, Relief-, Applikationsſtickerei u. a.), nach der techniſchen Ausführung (Hand- und Maſchinenſtickerei).

Als Hauptſticharten für die Maſchinenſtickerei kommen in Betracht der Plattſtich und der zur Nachahmung des Plattſtiches abgeänderte Doppelſteppſtich, der Kreuzſtich, der Ketten- oder Tambourierſtich und der aus dieſem hervorgegangene Feſton- oder Languettenſtich. Ueber die weiteren, namentlich in der Handſtickerei benutzten Sticharten ſehe man [1] nach.

a) Bei dem Plattſtich (Fig. 1) bedecken geradlinige Fadenlagen ſowohl Schau- wie Rückſeite, die Stichpunkte folgen dabei den Umrißlinien der Muſterfigur. Je nachdem die Stichlage ſenkrecht zur Mittellinie der Muſterfigur oder ſchräg dazu verläuft, ſpricht man von geradem oder ſchrägem Plattſtich; eine Abart des Plattſtiches iſt der bekannte Stielſtich. Um den Plattſtich für die Schauſeite nachzuahmen, wird der Doppelſteppſtich auf der Stickmaſchine (Schiffchenſtickmaſchine) derart abgeändert, daß die Spannung des Rückfadens den Vorderfaden in Schleifenform auf die Rückſeite zieht. Fig. 2 gibt die Rückſeite der Stichart wieder.

b) Der Ketten-, Tambourier-, Grob- oder Crochetſtich iſt durch Fig. 3 gekennzeichnet; feine Herſtellungsarten auf der Maſchine ſind bereits in dem Art. Nähmaſchinen, Bd. 6, S. 559 f. beſchrieben worden.

c) Der Feſton-, Languetten- oder Knopflochſtich (Fig. 4) geht aus dem Kettenſtich hervor, wenn der die Schleife bildende Faden nicht durch denſelben Stichpunkt, durch welchen er nach der Schauſeite geführt iſt, wieder auf die Rückſeite zurückkehrt. Dieſer Stich wird vorzugsweiſe als Randeinfaſſung der Stickereien verwendet. Der Doppelfeſtonſtich iſt durch Fig. 5 gekennzeichnet.



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

Stickmaſchinen [2]. Die Arbeitsverfahren der Handſtickerei ſind ſolche, welche ſich leicht auf die Maſchinenarbeit übertragen laſſen; doch wird die Maſchinenſtickerei ſich naturgemäß mit der Maſſenherſtellung gleichartiger Erzeugniſſe befaſſen. Eine Steigerung der Leiſtungsfähigkeit der Maſchine gegenüber der Hand iſt einmal möglich durch Vervielfältigung der gleichzeitig arbeitenden Werkzeuge, welche alſo gleichzeitig eine große Zahl (bis über 600) unter ſich kongruenter Muſter ſticken, oder aber durch Erhöhung der Arbeitsgeſchwindigkeit. Der erſte Weg iſt bei den Plattſtichſtickmaſchinen und ihren Verwandten, der zweite bei den Tambouriermaſchinen eingeſchlagen worden. Der Plattſtich wird auf Maſchinen erzeugt, welche mit kurzen, Kettenſtich und Doppelſteppſtich auf Maſchinen, welche mit ſogenannten endloſen Fäden arbeiten, wie die gewöhnliche Nähmaſchine. In faſt allen Fällen iſt dabei der zu beſtickende Stoff in einem Rahmen ausgeſpannt, welcher nach Maßgabe des Muſters bewegt wird, während die Nähmaſchinen an ihrer Stelle bleiben. Der umgekehrte Fall, bei welchem der Stoff feſt liegen bleibt und die Maſchinen bewegt werden, kommt ſeltener vor.

A. Heilmannſche oder Plattſtichſtickmaſchine.

Das zu beſtickende Gewebe *g* (Fig. 6) iſt bei dieſer Maſchine in einen Rahmen *r* eingeſpannt, welcher in lotrechter Lage ſo montiert iſt, daß er in ſeiner Ebene frei bewegt werden kann; mittels eines Pantographen wird ihm nach Vorſchrift einer Muſterzeichnung (Patrone) vor jedem auszuführenden Stich eine ſolche Bewegung erteilt, daß die richtigen Stellen des Gewebes vor die Spitzen der in wagerechten Reihen angeordneten Nadeln *n* kommen; dieſe Nadeln ſind beiderſeitig zugeſpitzt und haben das Oehr, durch welches der Stickfaden *f* gezogen iſt, in der Mitte (vgl. Fig. 6 und 7); ſie werden von zwei Syſtemen kleiner Zangen z_1 z_2 geführt, die auf zwei zu beiden Seiten des Stickrahmens wagerecht verſchiebbaren Wagen w_1 w_2 angeordnet ſind; der eine Wagen führt die Nadeln herbei, ſticht ſie durch das Gewebe, der andre faßt ſie und zieht ſie bis zu genügender Anſpannung der Fäden durch und umgekehrt. Das Ein- und Ausfahren der Wagen, deren Weg dem Fadenverbrauch entſprechend zu vermindern iſt, bewerkſtelligt der Arbeiter durch Drehen an einer Handkurbel (weshalb die Maſchine wohl auch als Handſtickmaſchine bezeichnet wird), welche mit einem Wechſelrädergetriebe in Verbindung ſteht, wobei die Umſteuerung des Wechſelrädergetriebes durch Fußtritte erfolgt. Mit dem durch Fußtritt bewegten Umſteuerrade ſind gegabelte Hebel in Verbindung gefetzt, welche dann durch die Stangen s_1 s_2 die Exzenterwelle *e* drehen und dadurch das jeweilige Oeffnen der Nadelzangen oder Kluppen *z* bewerkſtelligen, während nach Freilaſſen der Zangenhebel die Federn *x* den Schluß herbeiführen. Die Einrichtung der Spanndrahtbewegung iſt wohl durch die zwei verſchiedenen Stellungen d_1 d_2 in Fig. 6 links und rechts genügend gekennzeichnet. Die Schutzbretter *b* dienen während der Wageneinfahrt zur Stützung der

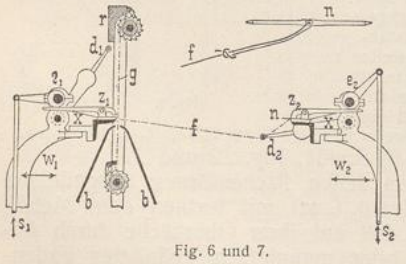


Fig. 6 und 7.

ſchlaffwerdenden Stickfäden. Näheres in [2]. Zur Aufnahme des mit den Muſtern zu beſtickenden Stoffes trägt der Rahmen *r* (Gatter) 4 (bei zweireihigen) oder 6 (bei dreireihigen Maſchinen) Stoffwalzen oder Warenbäume (w_1, w_2 u. ſ. w. in Fig. 8). Während des Beſtickens wird nun der Stickrahmen *r* in ſeiner Stoffebene genau parallel mit ſich ſelbſt geführt und von dem Sticker mit Hilfe eines Pantographen von einem Punkte aus verſchoben. Die Verſtellung des Rahmens *r* durch den Pantographen oder Storchſchnabel *p* zeigt Fig. 8. Die Muſtervorlage oder Schablone *s* iſt in entſprechender Vergrößerung (meiſt im ſechsfachen Maßſtabe der auszuführenden Stickerei) an das Schablonenbrett angeſtiftet, und auf ihr ſind ſämtliche Stichpunkte hervorgehoben, welchen in entſprechender Reihenfolge die vom Sticker geführte Fahrſpitze *i* des Storchſchnabels folgt. Der Pantograph iſt im Maſchinengeſtell bei *m* gelagert, während in dem Reduktionspunkte bei *r* der aufgehängte Rahmen freihängend angeſchloſſen iſt. Es bewegt ſich alſo der Rahmen genau entſprechend dem Fahrſtifte, jedoch nur im verkleinerten, wirklichen Maße; wird daher der Fahrſtift und damit der Rahmen aufwärts bewegt, ſo wird naturgemäß der Stich genau parallel ausgeführt werden, jedoch in der entgegengeſetzten Richtung; es iſt deshalb immer das Muſter in „Kopfſtellung“ auf dem Brette aufgeheftet. Zur Erleichterung des Betriebes wird das Gewicht des Rahmens und des Pantographen tunlichſt ausgeglichen. — Es liegen mehrere Verſuche vor, die Bewegung des Rahmens ſelbſttätig von der Maſchine ausführen zu laſſen, ſo daß dann der geſchulte Sticker durch bloße Aufſichtsperſonen erſetzt werden könnte; die Aufhängung und Gewichtsausgleichung des Rahmens iſt dabei die gewöhnliche. Den Konſtruktionen iſt folgender Gedankengang zugrunde gelegt: die Lage eines jeden Punktes iſt beſtimmt durch ſeine Abſziſſe und ſeine Ordinate; um alſo das Gatter in eine beſtimmte Lage zu bringen, iſt nur nötig, demſelben die beſtimmte Verſchiebung ſowohl in wagerechter als in lotrechter Richtung zu erteilen [3]. Zweck neuerer Beſtrebungen iſt der, ſämtliche Bewegungen der Plattſtichſtickmaſchine von der Maſchine ſelbſttätig ausführen zu laſſen, wobei alſo auch das Oeffnen und Schließen der Nadelzangen und die Umſteuerung des Wagens ſelbſttätig erfolgt; letztere muß natürlich von der regelbaren Spannung der einzelnen Fäden abhängig gemacht werden [4]. Man hat auch zwei Rahmen ſo miteinander gekuppelt, daß auf dem einen immer gleich das Spiegelbild des andern geſtickt wird [5] und man hat mehrere hintereinander ſtehende Stickmaſchinen mit gekuppelten Rahmen durch einen Pantographen bewegt [6].

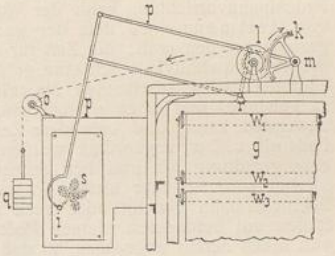


Fig. 8.

Größenverhältniſſe und Leiſtung. Die Nadeln, deren Geſamtzahl etwa 200 bis 450 beträgt, ſind in zwei oder drei (ſeltener vier oder fünf) Reihen oder Etagen übereinander angeordnet (zwei- und mehrreihige Maſchinen); dabei ſchwankt der Rapport, d. i. der durch die Muſtergröße beſtimmte Abſtand zweier Nadeln oder die Nadelteilung zwiſchen 18 und 47 mm ($^3/_4$″ und 2″ fächſiſch); er wird auch heute noch vielfach in $^1/_4$ Zollen fächſiſch (1″ = 23,7 mm) angegeben. Die Länge der Nadelſchienen ſchwankt zwiſchen 3,4 und 5,1 m; am gebräuchlichſten iſt $^4/_4$ (= 24 mm) Rapport und 4,5 m Maſchinenlänge. Bei 12ſtündiger Arbeitsdauer kann ein Sticker etwa 180 Stiche oder Wageneinfahrten ſtündlich (150—210) machen, wobei jedoch die Nebenarbeiten, als Beaufſichtigung der Stickfäden, Einfetzen neuer Nadeln, Einfädeln der Nadeln u. dergl., von andern Hilfsarbeitern, meiſt erwachſenen Arbeiterinnen bezw. Kindern, beſorgt werden. Auf 1 Sticker kommen 1—2,5 Gehilfinnen. Da die Herſtellung eines Plattſtiches jedesmal zwei Wageneinfahrten erfordert, ſo vermag ein geübter Sticker etwa 300—750 Stiche in einer Minute zu vollenden, während eine geübte Weißſtickerin in derſelben Zeit nur etwa 10 Plattſtiche auszuführen vermag.

Als Hilfsapparate der Stickmaſchinen ſind namentlich die Bohr- und Feſtonierapparate zu nennen [7], und zwar finden bei den zur Anfertigung durchbrochener Stickereien nötigen Bohrarbeiten jetzt hauptſächlich die einfachen, vierſeitig pyramidalen Ahlen oder Bohrer Verwendung, welche bei der Wageneinfahrt den aufgeſpannten Stoff durchſtechen und dadurch Oeffnungen von beſtimmter Größe erzeugen. Die Bohrer ſind an Schienen befeſtigt, welche den Nadelſchienen parallel laufen und während des Stickens hinter dieſe gelegt werden. Sie dienen ſowohl zur Erzeugung runder Löcher als länglicher Schlitze. Die genaue Form der Bohrungen wird durch Umſticken der Lochränder erzeugt. Die Löcher werden dabei vielfach durch ſtern- oder zickzackförmige Fadenfüllungen, ſogenannte Spinnen, verziert. Hierbei ſind zwei Arbeitsverfahren zu unterſcheiden, die Bohrarbeit, bei welcher die ſchon fertiggeſtellten Oeffnungen durch Einziehen der Spinnenfäden gefüllt werden, und die Spachtelarbeit, bei welcher die Spinnen flott liegend auf dem Stoffe gearbeitet werden und erſt nach Vollendung der Stickarbeit der Stoff hinter den Spinnen mit der Schere ausgeſchnitten (geſpachtelt) wird.

Von den Feſtonier- oder Bohrapparaten iſt namentlich der Voigtſche fehr verbreitet [8]. — In großen Betrieben ſind für das Einfädeln der Fäden in die Nadeln beſondere Einfädelmaſchinen in Anwendung [9].

Bei der vorſtehend beſchriebenen Maſchinengattung, welche mit kurzen, abgepaßten Fäden ſtickt, iſt die Ausführung der Stickarbeit unmittelbar dem bei der Handarbeit üblichen Verfahren entlehnt. Dieſer Maſchine gegenüber ſtehen diejenigen Stickmaſchinen, welche die Fäden während der Arbeit unmittelbar einer Anzahl Spulen entnehmen oder ſogenannte endloſe Fäden verarbeiten und Doppelſteppſtich bilden; nur wird hierbei die Spannung der Fäden ſo geregelt, daß der Stich auf der Schaufeite den echten Plattſtich nachahmt (vgl. Fig. 2). Wie der Stich, ſo ſind auch die zur Erzeugung desſelben notwendigen Werkzeuge der gewöhnlichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nähmaſchine entlehnt. Hierbei kommen die beiden Syſteme Greifer und Schiffchen in Betracht (vgl. Nähmaſchinen, Bd. 6, S. 559). In Aufnahme ſind bis jetzt vornehmlich die Schiffchen gekommen.

B. Schiffchenmaſchinen [10].

Bei den Schiffchenſtickmaſchinen befindet ſich die Nadel auf der Vorderſeite, der Unterfadenführer auf der Rückſeite des Stoffes, welcher, wie bei Heilmann, in einen ſenkrecht ſtehenden, durch einen Storchſchnabel bewegbaren, beziehentlich einſtellbaren Rahmen ausgeſpannt iſt. Die gleichartigen Werkzeuge ſind ſtets in einer größeren Anzahl reihenweiſe an gemeinſchaftlichen Trägern angeordnet; die Nadeln auf beweglichen Wagen, die Unterfadenführer teils auf ſolchen, teils auf feſt mit dem Geſtelle verbundenen Schienen. Die Wagen tragen die Fadenſpulen und Spann- beziehentlich Abzugsvorrichtungen für die Fäden bei der Stichbildung. Die Bewegung der Nadelwagen und Unterfadenführer erfolgt ſelbſttätig durch die meiſt mit Elementarkraft betriebene Maſchine, die Einſtellung des Stoffrahmens durch den Sticker mit dem Storchſchnabel. Nach jedem Wagenausſchube wird die Bewegungseinleitung unterbrochen und erſt nach erfolgter Rahmeneinſtellung durch den Arbeiter wieder hergeſtellt. Infolge der unmittelbaren Entnahme des Fadens von der Spule und der Verwendung beſonderer Fadenſpannvorrichtung kann der Wagenweg bedeutend kleiner ſein als bei der Stickmaſchine von Heilmann, wo ſtets der ganze, im Anfange etwa 1 m lange Faden durch den Stoff gezogen werden muß; die Zeit für die Rahmeneinſtellung bleibt dieſelbe, ſo daß bei gleicher Wagengeſchwindigkeit ſich eine größere Stichzahl, alſo eine größere Leiſtungsfähigkeit der mit endloſen Fäden arbeitenden Maſchine ergeben muß. Um beim Umſteuern tunlichſt an Zeit zu gewinnen und es zu ermöglichen, daß der Sticker ſeine Augen unausgeſetzt der Zeichnung zuwenden kann, ſind beſondere Zeichengeber für das Umſteuern und Lärmvorrichtungen bei Fadenriß u. ſ. w. angeordnet worden. — Das Schiffchen erhält bei der Stichbildung entweder eine geradlinig hin und her gehende Bewegung oder eine kreisbogenförmige Schwingung; hierbei wird für ſehr kleinen Rapport (enge Nadelteilung), um an Platz zu gewinnen, die Schiffchenbahn geneigt oder auch lotrecht gelegt. Die Spulen werden nach Art der Kreuzſpulen auf beſonderen kleinen Maſchinen gewickelt und beim Sticken aus ihnen der Faden von innen heraus abgezogen, ſo daß außen kein loſer Raum entſteht, wodurch ein Lockern der Spulen vermieden wird. Die Anordnung des Rahmens und des Pantographen iſt im weſentlichen dieſelbe wie bei den Heilmannſchen Stickmaſchinen. In ähnlicher Weiſe, wie ſich infolge der großen Ausbreitung bei den Handſtickmaſchinen der Bau der Einfädelmaſchinen als Nebenzweig abgegliedert hat, hat ſich für die Schiffchenſtickmaſchinen der Bau ſelbſttätiger Spulmaſchinen als Sonderzweig herausgebildet.

In neueſter Zeit iſt es auch gelungen, echte genähte Handſpitzen als ſogenannte Aetz- oder Luftſpitzen auf mechaniſchem Wege herzuſtellen [11], vgl. a. Spitzen, S. 219. Die baumwollenen oder leinenen Muſter werden entweder auf Wolle (Crêpe lisse) oder bei feinerem Muſter auf Seide geſtickt, während die ſeidenen Muſter dann auf baumwollenem Grunde geſtickt werden. Bei der ſpäteren Zurichtung wird dann der betreffende Grund durch Aetzlaugen bezw. Säuren oder Karboniſieren herausgelöſt. Die Spitzen ſind, damit kein Verſpannen u. ſ. w. eintritt, auf Porzellanzylinder gewickelt. Wo Pflanzenfaſern, tieriſche Stoffe, Metalle u. ſ. w. gemiſcht auftreten, wird Guttapercha als Stickgrund genommen, welches dann durch ein geeignetes Löſungsmittel (Schwefelkohlenſtoff, Benzin u. dergl.) aufgelöſt wird. — Das Ausſehen der Spitze wird mit von der Wahl des Stiches abhängig ſein. Im allgemeinen verfährt man auf der Plattſtichſtickmaſchine in der Weiſe, daß man auf dem Grundſtoff zunächſt ein Halt und Zuſammenhang gebendes Gerippe in bekannter Weiſe hervorruft und dann zwiſchen dieſelben Spachtelſtiche legt und zu den gewünſchten Ziergebilden verſchlingt. Die Steppſtichſtickmaſchine wird beſonders angewendet, wenn es ſich um die Herſtellung netzartiger Luftſpitzen handelt. Man verfährt hierbei im allgemeinen in der Weiſe, daß man auf dem Grundſtoff ſich kreuzende Steppſtiche ſtickt und dieſe wieder an den Knotenpunkten, wo ſich die einzelnen Fäden überdecken, ſo umſtickt, daß gewiſſe Arten von Verknotungen entſtehen, welche die Steppſtiche nach dem Zerſtören des Grundſtoffes in ihrer gegenſeitigen Lage halten. — Bei Schiffchenſtickmaſchinen mit Pantographen kann mit einer Leiſtung von 50000—60000 Stichen täglich oder 120—130 Stichen minutlich gerechnet werden; bei automatiſchen Schiffchenſtickmaſchinen erhöht ſich die Leiſtung bis zu 25 Hundertteilen. Die Maſchinen werden gebaut bis zu 12,4 m Sticklänge mit zwei Nadelreihen zu 460 Nadeln.

C. Kettenſtichſtickmaſchinen.

Für die Kettenſtichſtickmaſchine ſind für die Stichbildung ſowohl die Oehrnadel wie die Hakennadel zur Anwendung gelangt; bezüglich der Stichbildung kann alſo auf das Geſagte verwieſen werden. Bei der Ausführung von Stickereien iſt aber noch zu beachten, daß die Stichrichtung ſich dem Muſter entſprechend ganz beliebig ändern kann; es muß deshalb ſowohl für die Hakennadel wie für den ſchwingenden Schnepper die nötige Beweglichkeit mit den zugehörigen Werkzeugen vorgeſehen werden. Der allgemeinſte Verlauf der Naht wäre der einer Kurve; es kommt deshalb für den Transport bei jedem Nahtelement, einem Stich, ſowohl eine geradlinige Verſchiebung als eine Drehung um den Winkel, welcher von zwei aufeinander folgenden Stichrichtungen eingeſchloſſen wird, in Betracht. Von den vier möglichen Transportarten: 1. Verſchiebung und Drehung der Nadel, 2. Verſchiebung des Stoffes und Drehung der Nadel, 3. Verſchiebung der Nadel und Drehung des Stoffes, 4. Verſchiebung und Drehung des Stoffes, finden in der Maſchinenſtickerei nur 1. und 2. Anwendung, 4. eignet ſich für die Erzeugung wenig gekrümmter Nähte und wird bei Nähmaſchinen benutzt, 3. hat überhaupt nicht Anwendung gefunden. Wird die Verſchiebung und Drehung der Nadel erteilt, ſo bedingt dies ein feſtes Aufſpannen des Stoffes im Rahmen, dagegen eine bewegliche Lagerung der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nadel, so daß dieselbe über jede Stelle des Stoffes geführt werden kann; es entstehen hierdurch die Kettenstichstickmaschinen mit beweglichem Nadelarm. Hauptvertreter dieser Gruppe sind die Maschinen von Voigt und von Billwiller [12], die namentlich für das Besticken großer Flächen, z. B. in der Tüll- und Mullgardinenstickerei, geeignet erscheinen. Die Maschinen, bei denen eine geradlinige Verschiebung des Stoffes und Einstellung der Nadel nach Maßgabe der Stichrichtung erfolgt, haben die größte Verwendung in der Maschinenkettenstichstickerei gefunden; ihr Hauptvertreter ist die Maschine von Bonnaz in Paris, welche mit gleichem Vorteil zum Besticken großer wie kleiner Zeugflächen zu verwenden ist. Die Arbeit wird vereinfacht durch Wegfall der Aufspannung des Stoffes in einem Rahmen; der Stoff ist nur durch einen kleinen Tisch unterstützt und besitzt auf diesem volle und freie Beweglichkeit. Die Maschine ist infolge der hohen Leistungsfähigkeit, bis etwa 1800 Stiche minutlich (gegenüber 20—25 Stichen der Handstickerei), namentlich auch in der Hausindustrie sehr verbreitet. Bei der mit Kettenstich arbeitenden Bonnaz- oder Tambouriermaschine erfolgt die Steuerung der Transportvorrichtung und der stichbildenden Werkzeuge durch eine von der Hand der Arbeiterin bewegte Kurbel, weshalb die Maschine auch vielfach Kurbelstickmaschine [13] genannt wird. Zahlreiche Vorrichtungen, welche vielfach den Vertreter der Bonnaz-Maschine, Emile Cornely in Paris, zum Erfinder haben, und die sich für die Herstellung besonderer Zierstiche, für das Aufnähen von Litzen, Schnüren (Soutachieren) u. dergl., für die gleichzeitige Herstellung mehrerer Kettennähte aus einem Faden u. s. w. besonders eignen, erweitern den Benutzungskreis der Maschine beträchtlich. — Die mehrnadelige Bonnaz-Maschine von Cornely [14] bildet den Uebergang von der Stickerei zur Wirkerei, ebenso ist aber auch die Brücke zwischen Weben und Nähen vorhanden [15]. Auch das Schiffchen als stichbildendes Werkzeug hat man zur Anwendung gebracht [16].

Eine weitere Umgestaltung hat die Kurbelstickmaschine dadurch erfahren, daß man der Nadel außer ihrer auf und ab gehenden Bewegung gleichzeitig noch eine Seitwärtsbewegung erteilt hat (Kurbelstickmaschinen mit „springender" Nadel für Zickzackstich zum Aufnähen von Litzenbesatz mit Doppelsteppstich). Ferner hat man bei ihnen das Einstellen der Stichbildungswerkzeuge und Hilfsapparate auch auf mechanischem Wege versucht. Die die Kurbel steuernde Hand wird ersetzt durch ein auswechselbares Musterband oder eine Kurventrommel [17].

Kombinierte Maschinen [18].

Bei den bisher besprochenen Stickmaschinen zeigt sich die Unvollkommenheit, daß man glatte Ware billig nur bei Benutzung der Schiffchen- und der Kettenstichmaschine fertigen und die hohle Ware nur auf einer Heilmannschen Maschine ausführen kann. Um jedoch auch sogenannte glatte und hohle Waren auf einer Maschine herstellen zu können, hat man auch versucht, beide Maschinengattungen in einer einzigen zu vereinigen, da eine ziemliche Anzahl von Teilen bei beiden Teilen gleich gebaut werden können. Um die Heilmannsche Maschine in eine Schiffchenstickmaschine umzuwandeln, wird dann der eine Wagen ausgekuppelt und dann dem andern, auf welchem sich zwei, für gewöhnlich zurückgeklappte Schienen mit festen Nadelreihen befinden, ein bestimmter Auszug und die für die Nadeln nötige Bewegung erteilt. Auf der andern Seite werden die entsprechende Anzahl Schiffchenschienen mit den schwingenden Schiffchen und den Stoffgegenhaltern eingeschaltet. Dieses Auswechseln der Teile ermöglicht daher eine Vereinigung beider Sticharten in einem und demselben Muster. Die üblichen Bohr- und Festonierapparate können in beiden Fällen zur Anwendung kommen. Als eine Hauptbedingung bei diesen kombinierten Maschinen ist anzusehen, daß die beiden verschiedenartigen Hauptmechanismen in sichere, ein zuverlässiges Arbeiten ermöglichende Verbindung mit den übrigen Mechanismen gebracht werden, ohne daß das jedesmalige Umwechseln eine verwickelte Folge von Handgriffen erforderlich macht. Infolge des Umstandes, daß die Wagen der kombinierten Stickmaschinen durch Anbringung des Schiffchennadelsystems auf den ersteren ein viel größeres Gewicht erlangen und somit den Handbetrieb nicht unwesentlich erschweren, sowie daß die kombinierten Stickmaschinen für den Betrieb des Schiffchennadelsystems schon Elementarkraft zur Verfügung haben müssen, wird es wünschenswert, auch beim Betriebe des Heilmann-Systems möglichst, wenigstens insoweit die seitherige Handkurbeldrehung in Frage kommt, Elementarkraft wirken zu lassen, so daß dem Sticker bloß noch die Umsteuerung und Regelung der von der Wellenleitung kommenden Drehbewegung und das Oeffnen und Schließen der Klüppel mittels Tretens der Tretschemel verbleibt. Auch der Fall, daß das Muster mit Ketten- oder Tambourierstich durch viele Nadeln gleichzeitig auf einen ausgespannten Stoff gestickt werden soll, ist ausgeführt worden. Man erhält dann eine Stickerei mit Ketten- oder Tambourierstich auf der einen Seite, während die andre Seite ein Aussehen ähnlich der Plattstichstickerei zeigt. Man hat ferner besondere Parallelführungen für den Stoff an Nähmaschinen angebracht, um so auch diese als Stickmaschine verwenden zu können [19]. — Aus einer Vielzahl von zum Sticken geeigneten Doppelsteppstichnähmaschinen hat man sogenannte Mehrkopfnähmaschinen [20] gebildet und bewegt die der Kopfzahl entsprechende Zahl von Spannrahmen durch nur einen Pantographen von einer Arbeitsstelle aus.

Plattstich- und Schiffchenstickmaschinen bauen u. a. Maschinenfabrik Kappel bei Chemnitz i. S., Schubert & Salzer, A.-G., in Chemnitz i. S., Vogtländische Maschinenfabrik in Plauen i. V., F. Martini & Co. in Frauenfeld (Schweiz), F. Saurer & Söhne in Arbon bei St. Gallen. — Tambouriermaschinen werden z. B. gebaut von Schirmer, Blau & Co., G. Stein, Lintz & Eckhardt, sämtlich in Berlin.

Literatur: [1] Dillmont, Th. de, Encyklop. der weiblichen Handarbeiten, Dornach (Elsaß), Selbstverlag; Heiden, Handwörterbuch der Textilkunde, Stuttgart 1904, S. 520. — [2] Patentklasse 52; Fischer, Hugo, Die Stickmaschine, Zivilingenieur 1877 und 1880; Derf., Technolog. Studien im sächs. Erzgebirge, Leipzig 1878; Jäk, J., Die rationelle Behandlung der Stickmaschine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ihrer Apparate, 2. Aufl., St. Gallen 1880; Müller, Ernst, Handbuch der Weberei und Zurichtungsarbeiten, Leipzig 1896, S. 1013 ff.; Glafey, Siegeslauf der Technik, 1909, Bd. 2, S. 125 ff. — [3] Dingl. Polyt. Journ. 1887, Bd. 265, S. 161. — [4] Ebend. 1895, Bd. 298, S. 283. — [5] D.R.P. Nr. 197003. — [6] Schweiz. Patentschr. Nr. 15573 von 1897; D.R.P. Nr. 157143, 168009. — [7] Jäk, a. a. O., S. 67–97; Fischer, Hugo, Civilingenieur 1878, S. 431, 442. — [8] Müller, Ernst, a. a. O., S. 1018. — [9] Dingl. Polyt. Journ. 1886, Bd. 259, S. 496; D.R.P. Nr. 40446, 41968, 48740, 50024, 61362, 66513. — [10] Fischer, a. a. O., 1880, S. 463; Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 254, S. 60; 1887, Bd. 265, S. 160; 1889, Bd. 272, S. 150, 193, 576; Gröbli, Die Entstehung der Schiffli-Stickmaschine, St. Gallen 1902. — [11] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1890, S. 750; Dingl. Polyt. Journ. 1891, Bd. 280, S. 291; Zollwarte 1908, S. 381. — [12] Fischer, a. a. O., 1880, S. 470. — [13] Richard, Die Nähmaschine, S. 131; Fischer, a. a. O., 1880, S. 478; Lind, H. W., Nähmaschinentechniker, 1888, Fig. 269—305; Müller, Ernst, a. a. O., S. 1026; Zeitschr. f. d. ges. Textilind. 1904/05, S. 351. — [14] Zivilingenieur 1880, S. 489. — [15] Dingl. Polyt. Journ. 1881, Bd. 240, S. 354. — [16] D.R.P. Nr. 61839, 82255. — [17] Siegeslauf der Technik, 1909, Bd. 2, S. 135. — [18] Dingl. Polyt. Journ. 1887, Bd. 265, S. 160. — [19] D.R.P. Nr. 41586, 42392; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1888, S. 503; Hannov. Gewerbeblatt 1888, S. 89. — [20] Siegeslauf der Technik, 1909, Bd. 2, S. 131. *E. Müller.*

Stickgas, s. v. w. Stickstoff (s. d.).

Stickmaschinen, s. Sticken.

Stickstoff *N*, Atomgew. 14, spez. Gew. (Luft = 1) 0,97 ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas; oberhalb — 146° nicht verflüssigbar, wird es unterhalb dieser Temperatur durch mehr als 33 Atmosphären Druck bereits verflüssigt, bleibt bei langsam vermindertem Druck farblose Flüssigkeit, bildet mittels Luftpumpe, erst aufkochend, salpeterähnliche Kristallmasse. Es unterhält die Verbrennung und die Atmung nicht, brennt nur unter ganz besonderen Verhältnissen, ist sehr wenig löslich in Wasser und verbindet sich direkt nur mit wenigen Elementen in der Rotglut, z. B. Magnesium, Calcium, Lithium.

Stickstoff bildet den vorwiegenden Bestandteil der Atmosphäre (nahe 79 Vol. %), kommt außerdem in Nitraten (Salpeter) nur an wenigen Stellen in größerer Menge vor und ist im pflanzlichen und tierischen Eiweiß enthalten. Wird aus der atmosphärischen Luft durch Entziehung des Sauerstoffs entweder mittels Verbrennung von Phosphor in durch Wasser abgeschlossener Luft, wobei sich das entstehende Phosphorsäureanhydrid im Wasser löst, oder durch Ueberleiten von Luft über glühendes Kupfer gewonnen, indem sich der Sauerstoff mit dem Kupfer verbindet; ferner durch Zersetzung stickstoffhaltiger Verbindungen, wie durch Einwirkung von Ammoniaklösung auf Chlorkalklösung oder durch Erhitzen von Ammoniumnitrit, $NH_4NO_2 = 2\,N + 2\,H_2O$ [1]. Die Tatsache, daß das spez. Gew. des aus der Atmosphäre dargestellten Stickstoffs ein etwas größeres ist als das aus stickstoffhaltigen Verbindungen hergestellte, führte Lord Rayleigh und Ramsay zu der Entdeckung des Argons, eines Gases, das noch geringere chemische Energie als Stickstoff besitzt. Es macht ungefähr 1 % der atmosphärischen Luft aus [2], ist aber nach neueren Untersuchungen kein einheitlicher Körper [3].

Literatur: [1] Roscoe-Schorlemmer, Lehrbuch der anorganischen Chemie, Braunschweig 1895, Bd. 1, S. 437. — [2] Prometheus, 1895, Nr. 281, S. 331. — [3] Chemiker-Ztg., 1898, S. 503. *Moye.*

Stickstoffchlorid, Chlorstickstoff, Halogenazat, NCl_3, ist eine ölige, gelbe, stechend riechende Flüssigkeit von 1,653 spez. Gew. Explodiert außerordentlich heftig bei Berührung und bei Erwärmen sowie bei Zusammentreffen mit Terpentinöl; zersetzt sich unter Wasser allmählich. Es entsteht durch Einwirkung von Chlor auf Salmiaklösung und bei der Elektrolyse konzentrierter Salmiaklösung am positiven Pol. *Moye.*

Stickstoffdünger. Die hauptsächlichsten käuflichen Stickstoffdüngemittel sind der Chilisalpeter (s. d.), das Ammoniaksalz (s. d.) und zahlreiche tierische Abfälle, wie Blut, Fleisch, Lederabfälle, Horn, Haare, Wolle, Federn u. s. w.

Der Stickstoff in den tierischen Abfällen wird im Gegensatz zu demjenigen des Chilisalpeters und des Ammoniaks als „organischer" bezeichnet und wirkt am wenigsten exakt und sicher, da die Pflanze den Stickstoff nur in Gestalt von salpeterfauern Salzen aufzunehmen imstande ist, und der organische Stickstoff sich erst langsam durch Verwesung dahin umbilden muß, wobei er zuerst in Ammoniak verwandelt und dann zu Salpetersäure oxydiert wird. Diese Nitrifizierung geht in sauerm Boden noch langsamer als in normalem vor sich und kann durch Kalken des sauern Bodens beschleunigt werden (s. Kälken). Der Ammoniakstickstoff steht mit seiner Wirkung zwischen dem Chilisalpeterstickstoff und dem organischen, denn er befindet sich bereits in Form von Ammoniak, muß aber erst zu Salpetersäure umgebildet werden, in welcher fertigen Form der Stickstoff im Chilisalpeter bereits vorhanden ist. An Stickstoff enthalten: Chilisalpeter 15,5—16 %, Ammoniaksalz 19,5—21 %, Blutmehl 14—15 %, Fleischmehl 14—15 %, Hornmehl (s. d.) 13—15 %, Ledermehl (s. d.) 5—9 %, Wollmehl 5—13 %. S. a. Lumpen.

Literatur: [1] Wagner, Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Berlin 1892. — [2] Weitz, Der landwirtschaftliche Raubbau, 3. Aufl., Berlin 1894. — [3] Wolff, Praktische Düngerlehre, 11. Aufl., Berlin 1889. — [4] Bersch, W., Moderne Landwirtschaft, Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 80, Berlin 1903; Heft 121, Berlin 1906; Heft 129, Berlin 1907. — [5] Wagner, P., Düngungsfragen, Heft 6, Berlin 1904. *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stickstoffkalk wird von der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln nach dem Verfahren von Ferdinand Polzeniusz (D.R.P. Nr. 163320) hergestellt.

Von Sauerstoff befreite trockene Luft wird bei einer Temperatur von ca. 700° C. über fein pulverisiertes Calciumkarbid geleitet, dem bis zu 10% Chlorcalcium hinzugesetzt ist. Das Gemisch von Calciumkarbid und Chlorcalcium geht durch Aufnahme des Stickstoffes in eine zusammengesinterte Masse über, die nach dem Erkalten zu einem festen Stein erstarrt und feingemahlen als Düngemittel verwendet wird. Wie schon aus der Fabrikation hervorgeht, ist dieser Stickstoffkalk im wesentlichen nichts andres als Kalkstickstoff (s. d.), und alle hiermit gemachten Versuche haben auch ergeben, daß alles, was an andrer Stelle über den Kalkstickstoff gesagt, auch für den Stickstoffkalk richtig ist. Entgegengesetzt vom Kalkstickstoff erschien der Stickstoffkalk von vornherein mit einem bestimmtem Preise auf dem Markt, und zwar wird er mit 1,15 *M.* für 1 Kiloprozent Stickstoff angeboten.

Literatur: [1] Münzinger, Der Stickstoffkalk, seine Verwendung und Wirkung, Berlin 1906. — [2] Neumann, M. P., Stickstoffkalk, Magdeburg 1906. *Weitz.*

Stickstoffoxyde. Der Stickstoff verbindet sich in folgenden fünf Verhältnissen mit Sauerstoff:

Anhydride	Hydrate
1. N_2O Stickstoffmonoxyd, Stickoxydul	HNO Unterstalpetrige Säure
2. (N_2O_2) oder NO Stickstoffdioxyd, Stickoxyd	
3. N_2O_3 Stickstofftrioxyd, Salpetrigsäureanhydrid	HNO_2 Salpetrige Säure
4. N_2O_4 oder NO_2 Stickstofftetroxyd (Unterstalpetersäure)	
5. N_2O_5 Stickstoffpentoxyd, Salpetersäureanhydrid	HNO_3 Salpetersäure.

1. **Stickstoffmonoxyd,** Stickoxydul, Lust- oder Lachgas, N_2O, farb- und geruchlos, von 1,524 spez. Gew., wird bei einem Druck von gegen 50 Atmosphären flüssig; unterhält die Verbrennung ähnlich wie Sauerstoff; bildet mit dem gleichen Volumen Wasserstoff gemengt eine Art Knallgas. 1 Vol. Wasser löst 1 Vol. Stickoxydul; in Alkohol ist die Löslichkeit größer. Das Gas, welches durch Erhitzen von Ammoniumnitrat $NH_4NO_3 = N_2O + 2\,H_2O$ dargestellt wird, bewirkt eingeatmet Rausch und Heiterkeit und bald Bewußtlosigkeit; es wird mit etwas Luft gemengt als Anästhetikum, besonders bei kurzen Zahnoperationen benutzt; länger eingeatmet hat es den Tod zur Folge. Die unterstalpetrige Säure ist nur in Salzen bekannt, die durch Reduktion von Kaliumsalpeter mit Natriumamalgam gewonnen werden können.

2. **Stickstoffdioxyd,** Salpetergas, NO, entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Metalle (z. B. $3\,Cu + 8\,HNO_3 = 3\,CuN_2O_6 + 4\,H_2O + 2\,NO$) als ein farbloses neutrales Gas, das sich mit Sauerstoff sofort zu roten Dämpfen von Salpetrigsäureanhydrid und Unterstalpetersäure verbindet. Spez. Gew. 1,04. Wird bei 104 Atmosphären und — 11° zu einer farblosen Flüssigkeit. Während brennender Wasserstoff, brennender Schwefel und eine brennende Kerze in dem Gase verlöschen, verbrennen angezündeter Phosphor und stark glühende Kohle darin mit intensivem Glanz; mit Schwefelkohlenstoffdämpfen gemengt und angezündet gibt es sehr intensives Licht, das für photographische Zwecke (photographische Lampe) benutzt worden ist. Stickoxyd löst sich mit brauner Farbe in Eisenoxydulsalzlösungen; in Wasser geht es bei Gegenwart von Sauerstoff in Salpetersäure über.

3. **Stickstofftrioxyd** N_2O_3, bei — 10° tiefblaue Flüssigkeit, kann unrein durch Destillation aus roter rauchender Salpetersäure gewonnen werden; entsteht neben andern Oxyden des Stickstoffs durch Reduktion der Salpetersäure durch Stärke oder arsenige Säure. Salpetrige Säure HNO_2 ist nur in wässeriger Lösung und in einer Reihe von Salzen, den Nitriten, bekannt. Die Salze können durch Neutralisation der Säure mit den betreffenden Basen oder Karbonaten erhalten werden; über die Darstellung des in der organischen Farbstoffindustrie verwendeten Natriumnitrits s. d., Bd. 6, S. 586.

4. **Stickstofftetroxyd** N_2O_4 oder NO_2 ist durch Erhitzen von trockenem Bleinitrat als rotbraune Dämpfe zu erhalten, ist unterhalb 22° eine Flüssigkeit, deren Farbe zunächst orangegelb, aber beim Abkühlen über gelb und grüngelb in farblos übergeht; kristallisiert bei — 9°; gibt mit Wasser Salpetrigsäure und Salpetersäure.

5. **Stickstoffpentoxyd** N_2O_5 wird in farblosen rhombischen Kristallen durch Destillation völlig entwässerter Salpetersäure mit Phosphorsäureanhydrid gewonnen; zerfließt an der Luft unter Wasseraufnahme zu Salpetersäure (s. d.); explodiert bei Erhitzen über Siedepunkt (45°). *(Rathgen) Moye.*

Stiefel (Pumpenstiefel, Preffenstiefel), s. v. w. Zylinder von Pumpen, hydraulischen Pressen.

Stiege, s. Treppen.

Stiele, s. v. w. Ständer, Stützen, Säulen, Pfosten.

Stielkloben, s. Feilkloben.

Stifte, s. v. w. Drahtstifte, s. Nagel, Nagelherstellung.

Stifte heften Ringe, Naben oder Schnecken auf Spindeln oder kleine Wellen, durch die sie quer hindurchgesteckt sind, oder sichern als Paßstifte die genaue Ansetzung eines Maschinenteils.

Fig. 1.

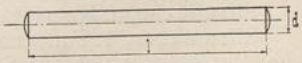
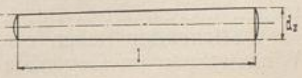


Fig. 2.



Als Normalien fertigt die Firma Ludwig Loewe & Co. in Berlin NW. 87 zylindrische Stifte

(Fig. 1) von $d = 2$ mm mit $l = 6$, 10, 16 mm; von 2,5 mit 8, 12, 16, 20; von 3 mit 8—28; 4 mit 10, 15—40; 5 und 6 mit 10—50; 8 mit 15—60; 10 mit 20—60; 12 mit 25—90; 14 mit 45, 60, 80; 16 mit 40, 60, 70, 80; ferner konifche Stifte (Fig. 2) mit genau $d_2 = d_1 + 0{,}02\,l$ von $d_1 = 1{,}5$ mit $l = 16$, 18, 20; 2 mit 18—24; 2,5 mit 20—28; 3 mit 22—32; 4 mit 24—40; 5 mit 26—50; 6,5 mit 28—60; 8 mit 30—80; 10 mit 32—90; 12,5 mit 36—100 mm. Für Bolzen (f. d.) von der Dicke d kann man Stifte von $0{,}15\,d + 0{,}25$ cm wählen. *Lindner.*

Stigmatypie, von Karl Fafol (Pflege) in Wien ausgeübtes Satzverfahren, auch Fafoltypie genannt, darin beftehend, daß aus „Punktlettern" mit verfchieden großem „Punktbilde" durch Setzen Porträte, Landfchaften u. f. w. mit annähernd richtig abgeftuften Tonwerten erzeugt werden.

Die Stigmatypie, zum Zwecke der Bilddarftellung gebraucht, kann nur als unnütze Spielerei betrachtet werden. Dagegen wird fie noch heute vorteilhaft zur Erzeugung von Stickmuftervorlagen u. dergl. verwendet. *A. W. Unger.*

Stil, der Charakter (die Eigentümlichkeit) eines Kunftwerkes, in bezug auf deffen äfthetifche Geftaltung folgende allgemeine Stilgefetze zu gelten haben:

1. Das Kunftwerk muß fo gebildet fein, daß es fowohl als Ganzes als auch in den einzelnen Teilen feinem Zweck entfpricht, und diefer Zweck foll auch in der äußeren Formentwicklung zum Ausdruck gelangen. Diefes Gefetz verlangt z. B., daß ein Palaft und eine Mietkaferne entfprechend den Anforderungen und Bedürfniffen ihrer Bewohner eingeteilt und eingerichtet feien und daß man fchon äußerlich beide voneinander unterfcheiden kann, oder daß ein Stuhl nicht nur fchön ausgeftattet fei, fondern daß man auch gut und behaglich darauf fitzen könne.

2. Es follen die guten und charakteriftifchen Eigenfchaften der Stoffe, aus welchen das Kunftwerk gebildet werden foll, volle Berückfichtigung finden und äußerlich zur Geltung gelangen. So wird man z. B. Säulen, die aus weißem Marmor gefertigt find, fehr wohl mit Kannelüren verfehen können; Säulen aus dunkelgefärbten und namentlich ftark geaderten Marmorforten mit Rinnen zu fchmücken, ift dagegen nicht angezeigt, weil durch diefe Kannelüren das fchöne Aderwerk unangenehm durchfchnitten würde.

3. Es follen fich in der Formgebung des Kunftwerkes die Art und die Handhabung der Werkzeuge oder die dabei angewendeten Prozeduren erkennen laffen; auch foll jeder Stoff nur folchen technifchen Behandlungsweifen unterzogen werden, die den charakteriftifchen Eigenfchaften des Materials nicht entgegenftehen. Es wird leicht einzufehen fein, daß diefes Stilgefetz mit dem vorigen zumeift in innigem Zufammenhange fteht. Ein eifernes Gitter z. B. wird eine ganz andre Formdurchbildung erfahren, wenn es von Gußeifen, als wenn es von Schmiedeeifen gefertigt erfcheint, u. f. w.

Die fpeziellen Stilgefetze richten fich nach dem mehr oder minder hohen Grade der Kultur eines Volkes und nach den eigentümlichen Verhältniffen, unter welchen dasfelbe lebt; auf diefe Weife hat fich der ägyptifche, griechifche, römifche, gotifche u. f. w. Stil herausgebildet. Es kann aber auch eine Stadt ihren eigenen Stil haben (Berliner, Wiener Bauftil), ja es kann fogar eine Perfönlichkeit, wenn fie genügenden Einfluß hat, einen neuen Stil erftehen laffen; fo fpricht man von dem Stile Michelangelos, Bramantes, Schinkels u. f. w. Näheres in [1]—[4].

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Frankfurt a. M. 1860. — [2] v. Schubert-Soldern, Ein Beitrag zur Charakteriftik der Stilgefetze, Prag 1882. — [3] Alt, Syftem der Künfte, Berlin 1888. — [4] Riegl, A., Stilfragen, Berlin 1893. *Weinbrenner.*

Stilifieren, Anpaffen und Ausbilden von Naturformen, z. B. Blätter, Blumen u. f. w., an die Anforderungen des Stils und des Bauftoffes.

Stimmgabel, f. Schall, Bd. 7, S. 595.

Stipper (Kernnagel), f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 359.

Stirlingfche Formel dient zur Berechnung von $x!$ (Produkt der erften Zahlen) für große x.

Sie lautet:

$$l(x!) = {}^1/_2\, l(2\pi) - x + (x + {}^1/_2)\, l\, x - l(x+1) + \frac{B_1}{1\cdot 2}\frac{1}{x} - \frac{B_2}{3\cdot 4}\frac{1}{x_3} + \frac{B_3}{5\cdot 6}\frac{1}{x^5} - + \ldots,$$

wobei $B_1 = {}^1/_6$, $B_2 = {}^1/_{30}$, $B_3 = {}^1/_{42}$ ... die Bernoullifchen Zahlen find.

Literatur: Bach, H. D., Recherches sur quelques formules d'analyse et en particulier sur les formules d'Euler et de Stirling, Thèse, Paris 1857; Limbourg, H., Sur un point de la théorie de la formule de Stirling, Brüffel 1861. *Wölffing.*

Stirlingsmetall, Meffing (f. d.) mit geringem Eifengehalt.

Stirn, 1. Vorderfeite eines Gebäudes oder eines Gegenftandes; 2. bei einem Bogen- oder Tonnengewölbe das vordere oder hintere Ende, worin fich die volle Form zeigt; 3. bei Holz die Hirnholzfeite.

Stirnfläche, f. Kopffläche.

Stirnmauer, 1. Futtermauer; 2. Mauer, welche an der Stirn eines Gewölbes aufgeführt ift oder fich zur Seite an die Widerlagsmauern anfchließt; 3. Schildmauer, f. Gewölbe, Bd. 4, S. 499 ff., Fig. 1. — Stirnpfeiler, f. Ante.

Stirnräder ftehen als zylindrifche Zahnräder (f. d.) mit geraden oder Winkelzähnen im Gegenfatz zu Kegel-, Schrauben- und Schneckenrädern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stirnwand, 1. Endwand eines Chorgeſtühls; 2. Querwand eines in der Tonne gewölbten Raumes, bei einem Kreuzgewölbe alle vier Wände.

Stirnzapfen, frei vor dem Lager endigende Zapfen (ſ. d.).

Sie werden nur durch die Lagerdruckkraft auf Biegung beanſprucht, wogegen an einem Hals- oder Gabelzapfen auch die Kräfte außerhalb des Lagers auf Biegung und Drehung wirken.

Stock, ſ. Erzlagerſtätten, Bd. 3, S. 510.

Stockhammer (Kraushammer), ein 13 cm langer, 4 cm im Quadrat haltender eiſerner Hammer, deſſen Schlagfläche mit kleinen, pyramidenähnlichen Spitzen verſehen iſt. Er dient bei harten Geſteinsarten ſtatt des Kröneleiſens zum „Stocken", d. h. zum Abarbeiten der gröberen Unebenheiten; ſ. Werkſteinbearbeitung. *L. v. Willmann.*

Stocklack, ſ. Gummilack.

Stockwalke, ſ. Tuchfabrikation.

Stockwerk, ſ. Erzlagerſtätten, Grundwaſſer, Wohnhaus.

Stockwerksbau, ſ. Abbau und Weitungsbau.

Stöchiometrie (vom griechiſchen *στοιχεῖον*, stoicheion, der Beſtandteil), derjenige Teil der Chemie, welcher ſich mit den Gewichtsverhältniſſen der chemiſchen Umſetzungen befaßt.

Ihr Grundſatz ſtützt ſich auf die Grundregeln der chemiſchen Umſetzungen und auf die auf experimentellem Wege gewonnenen Erfahrungstatſachen. Er lautet: Das Gewichtsverhältnis der in einer chemiſchen Verbindung enthaltenen Beſtandteile iſt ein unveränderliches; wenn Körper ſich zu neuen zuſammengeſetzten Körpern vereinigen, ſo geſchieht dies nach beſtimmten, unveränderlichen relativen Gewichtsmengen ihrer Beſtandteile. Die Stöchiometrie dient daher zur Berechnung von Gewichtsmengen, welche bei chemiſchen Vorgängen in Reaktion treten, und iſt die Grundlage jeder analytiſchen Tätigkeit und jeder produktiven Fabriktätigkeit. *Bujard.*

Stöcke. Als Spazier-, Reit-, Peitſchen- und Schirmſtöcke verwendet man verſchiedene Materialien aus dem Tier- und Pflanzenreich. Das erſtere liefert in der Nashorn- und Flußpferdhaut, im Fiſchbein und Horn die zu Stöcken brauchbaren Stoffe; das Pflanzenreich bietet als beſonders geeignete Stockmaterialien die langen, dünnen Schoße oder Triebe der Holzpflanzen, ſeltener das Stammholz ſelbſt. Im allgemeinen verlangt man von einem Stocke hohe Feſtigkeit, Elaſtizität und Leichtigkeit; bei Spazierſtöcken iſt auch die Farbe und die äußere Kannelierung (Narbenbildung durch die Blattanſatzſtellen, Aſtknoten, oder im Gegenſatz beſondere Glätte) maßgebend und ſehr der Mode unterworfen. Die erſtgenannten Eigenſchaften ſind insbeſondere den Bambus- und Rottangſtöcken eigen, die, obwohl exotiſcher Abſtammung, ſich des umfangreichſten Gebrauches erfreuen.

Bambusrohr, der holzharte Halm von Bambusa vulgaris *Wendland*, B. Balcava *Roxb.* und B. Tulda *Roxb.* (Bambusa arundinacea *Retz.* iſt dornig), von Phylloſtachys- und Dendrocalamusarten, erreicht eine Länge von 18 m und wird in den rieſigen Rohrdickichten des tropiſchen Aſiens ſowie auch durch Kultur gewonnen. Wie alle echten Halme, ſind Bambusrohre hohl und durch Ringelknoten und Querſcheidewände gegliedert. Nach der Farbe und Herkunft unterſcheidet man: Pfefferrohr mit ſehr verkürzten und flachknotigen Gliedern (von Phylloſtachys); andre Sorten ſind Tonking, Whampoa, Carolina, Jambee, Wild Bamboo, Blackroot u. a. Der geſchätzte Perlbambus (Whangee) beſitzt 2—3, ſeltener 6 cm lange Glieder und mit Narben der Adventivwurzeln perlſchnurartig beſetzte Knoten; jeder Knoten zeigt nur eine Blattſpur, welche das Glied nach oben eine Strecke weit furcht oder abflacht [1]. Bambus dient als Bauholz, zu Maſten, Hängebrücken, Geſtängen, Waſſerröhren, Flößen, Dachziegeln, Spazierſtöcken, Flöten, zum Anzünden der Straßenlaternen [4].

Spaniſches Rohr, Stuhlrohr, Rottang, Rotang, Rattan, die ſchlanken, zylindriſchen Stammabſchnitte verſchiedener Arten der Palmengattung Calamus, kommen von dem ſüdoſtaſiatiſchen Archipel in den Handel. Die echten Rohrſtöcke ſtammen von Calamus Scipionum aus Cochinchina, wo die Palme Heotau genannt wird. Als Stuhlrohr oder Seſſelrohr dienen die geraden, bis fingerdicken, etwa 1,8—2,4 m langen Stäbe, die nach Semler [2] folgendermaßen gewonnen werden: In den Stamm des Baumes, an welchem ſich eine Rottangpalme hinaufrankt, haut der Malaye, einige Fuß über der Erde, eine ſchmale Kerbe ein. Dann ſchneidet er die Palme ab, ſchält die Rinde über der Schnittfläche einige Zoll weit ab, ſteckt den entblößten Stammteil in die Kerbe und zieht die Palme durch, ſolange ſie von gleicher Dicke iſt; dann wird ſie abgeſchnitten. Je hundert werden einmal oder doppelt zuſammengebogen und in ein Bündel gebunden. Die Stäbe ſind außen fahlgelb oder bräunlich, zart längsſtreifig oder glatt, beſitzen einen hohen Grad von Feſtigkeit und Elaſtizität und dienen, in dünne Streifen zerſpalten, als ausgezeichnetes Flechtmaterial. Die Streifen der Peripherie mit der glatten Außenfläche werden zu Geflechten für Rohrſeſſel, Korbwaren, Korbwagen u. ſ. w. verwendet, die glanzloſen Streifen aus dem Innern der Stäbe zum Ueberflechten von Gefäßen, zu Sieben, Körben, Matten, Tauen, Luxusartikeln. Das echte ſpaniſche Rohr, Malaccarohr, iſt langſchüſſig, d. h. ein Stock beſteht nur aus einem Glied (Schuß) und darf keine Knoten beſitzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kurzſchüſſige, ſchwarz geringelte Rohrſtöcke heißen fälſchlich Zuckerrohr. Eine Nachahmung des ſchwarzen Fiſchbeins, das ſogenannte Wallofin, iſt mit Kautſchuk imprägniertes dünnes Stuhlrohr [3].

Auch von andern Palmen werden Spazierſtöcke erzeugt; ſie ſind braun, ſchwarz geſtreift (von den Gefäßbündeln) und auffallend ſchwer. Zu dieſen gehören Rafah und Penang Lawyer (von Raphia). Einheimiſche Stöcke ſtammen von Birken, Weiß- und Rotbuchen, Haſelſtrauch (beſonders zu Bergſtöcken), Eichen (engliſche Eichenſtöcke, ſtark knotig, feſt und billig), Zürgeln (Peitſchenſtiele, ſ. Bd. 6, Nutzhölzer, 45.), Eſchen, Reben (höchſt zähe, mit naturgebogenem Griffe, geſtreift, die amerikaniſchen oder Cubareben gegenwärtig ſehr beliebt), Kornelkirſchen (Cornus mas), Hartriegel (dieſer und der vorige als der Ziegenhainer des deutſchen Wanderburſchen bekannt), Linden, Ahorn, Pfeifenſtrauch (falſcher Jasmin, leicht, mit lichtgrauer Rinde), Weißdorn (ſehr knotig), Miſpel (Néflier, Medlar), Weichſel. Weichſelſtöcke von Prunus Mahaleb, infolge des Kumaringehaltes wohlriechend, ſind auch als Pfeifenröhren, Zigarrenſpitzen viel verwendet. Hohe, krautige Königskerzen (Himmelbrand, Verbascum) liefern die leichteſten und doch ziemlich feſten, durch zierliche Narbenbildung ausgezeichneten Stöcke, die als aſſyriſche Diſteln in den Handel kommen. Als Teeſtaude kommen ſtumpf gehöckerte Stöcke von China und Indien in den Handel, die von Xanthoxylon ſtammen. Die Höcker ſind Korkbildungen und laſſen ſich leicht abſprengen. Gegenwärtig ſind ſchöngezeichnete Stöcke von ſüdeuropäiſchen und exotiſchen Hölzern beliebt, und zwar: Pferdefleiſchholz (Bolletrie, Swartzia tomentosa *DC*), Letternholz (Buchſtaben-, Schlangen-, Tigerholz), Rebhuhn-, Vacapouholz (von Andira sp.), ſchwarzes Ebenholz, Marraeſche (Südeuropa), Olivenholz.

Literatur: [1] Möller, Die Rohſtoffe des Tiſchler- und Drechſlergewerbes, II, Caſſel 1884. — [2] Semler, Tropiſche Agrikultur, I, Wismar 1886, S. 676. — [3] Geißler-Möller, Realencyklopädie der geſ. Pharmacie, 2. Aufl., X, Wien 1890, S. 689. — [4] Schröter, Der Bambus und ſeine Bedeutung als Nutzpflanze, Baſel 1886. *T. F. Hanauſek.*

Stöpſelrheoſtate, ſ. Widerſtand, elektriſcher.

Stören, ſ. Salz, Bd. 7, S. 561.

Störungsfunktionen, ſ. Differentialgleichungen, Bd. 2, S. 760.

Störungsgebiete, magnetiſche (ſ. Erdmagnetismus), ſolche Gebiete, in denen die erdmagnetiſchen Elemente nicht die der geographiſchen Lage auf der Erdkugel zukommenden Werte haben.

Die Urſache liegt im Gebirgsmagnetismus, in der Wirkung baſiſcher Geſteine, die in Ablagerungen oder als Spaltenfüllungen vorkommen. Starke Störungen in kleinen Gebieten ſind durch magnetiſche Erzlagerſtätten hervorgerufen (ſ. Grubeninſtrumente). *Haußmann.*

Stoffquetſcher, eine in der Papierfabrikation zur quetſchenden Zerfaſerung der Hadern verwendete Vorrichtung.

Sie beſteht in der Hauptſache aus einer mit Riffen verſehenen, hin und her bewegten Stahl- oder Eiſenplatte, über welcher ſich eine bogenförmig geſtaltete, ebenfalls geriffte und mit ihren Riffen in die Plattenriffen eingreifende, um einen Punkt drehbare Eiſenplatte befindet. Durch Einführung der Hadern zwiſchen dieſe Platten kann eine Zerquetſchung derſelben durchgeführt werden. Andre Quetſcher beſtehen aus zwei mit ſchraubenförmig verlaufenden Riffen verſehenen Walzen, die in ein Gehäuſe ſo eingeſchloſſen ſind, daß ihre Riffen bei entgegengeſetzter Drehung ineinander greifen und den eingeführten Stoff zerquetſchen. Ein ähnlicher Vorgang findet in den Knetmaſchinen ſtatt, die zum Zerquetſchen von Makulatur in Verwendung ſtehen. *Kraft.*

Stollen, ſ. Stolln.

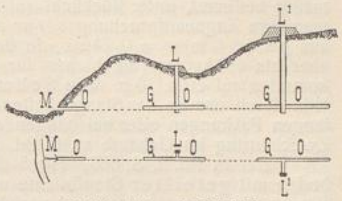
Stollenbetrieb, ſogenannter engliſcher Einſchnittsbetrieb, ſ. Bd. 3, S. 246.

Stolln (Stollen), bergmänniſcher Bau, welcher von der Oberfläche mit wenig Anſteigen in das Gebirge getrieben iſt; die Oeffnung an der Oberfläche heißt das Mundloch; vor demſelben werden die Geſteinsmaſſen, die beim Betriebe zu fördern ſind, als Stollenhalde aufgeſtürzt. Vgl. a. Tunnelbau.

Neben der Ausrichtung (ſ. Bd. 1, S. 404) und Unterſuchung der Lagerſtätte haben die Stölln meiſtens auch den Zweck, das Waſſer abzuleiten. — Der unterſte Teil des Stollnquerſchnittes, in dem das Waſſer fließt (vgl. Bd. 3, S. 577, Fig. 1), heißt die Waſſerſeige; das eingebaute Tragewerk ermöglicht Fahrung und Förderung. Ein Stolln, welcher dem zuletzt genannten Zwecke vorwiegend dient, heißt Förderſtolln; Wetterſtolln ein ſolcher, der den Luftwechſel (Wetterwechſel) in der Grube vermittelt. Revierſtolln iſt ein Stolln, welcher nicht einer einzelnen Grube, ſondern einem ganzen Bergreviere dient; Erbſtölln ſind mit beſonderen Vorrechten ausgeſtattete Stölln (vgl. Grubenbetrieb, Bd. 4, S. 638). — Stölln können in günſtigen Fällen am Ausſtrich auf der Lagerſtätte ſelbſt angeſetzt und dann ſtreichend vorgetrieben werden; oder ſie werden querſchlägig, d. h. rechtwinklig bis an die Lagerſtätte und dann erſt ſtreichend auf derſelben getrieben. Im letzteren Falle nennt man den Teil des Stollns, welcher bis an die Lagerſtätte führt, Hauptſtolln, die Verzweigungen Stollnflügel, Flügel oder Flügelörter. Die Sohle der Flügelörter legt man etwas höher als die Sohle des Hauptſtollns, um ein etwaiges Zurückſtauen des Waſſers zu vermeiden; die Sohlendifferenz heißt Geſprenge und beträgt etwa 0,5—1,0 m. — In gebirgiger Gegend ſind die Stölln von außerordentlicher Wichtigkeit für den Bergbaubetrieb; ſie geſtatten einen wohlfeilen Abbau der über der Talſohle gelegenen Teile der Lagerſtätten (Stollnbau) und ermöglichen für den Abbaubetrieb unter dem tiefſten Stolln (den Tiefbau) die vorteilhafte Ausnutzung vorhandener Waſſer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kräfte. — Kürzere Stölln werden nur vom Mundloche *M* aus betrieben, bei größeren Stöllnanlagen vermehrt man die Anzahl der Arbeitspunkte, indem man nahe der Stollnlinie nach vorausgegangenen genauen Vermessungen Schächte in kleinen Abmessungen *L*, L^1 (Lichtschacht, Lichtloch) bis auf die Stollnsohle abteuft und von diesen aus je zwei Arbeitsorte *O* und *G* (Ort und Gegenort) betreibt (vgl. die Figur). — Die bekanntesten größeren Stollnanlagen in Deutschland sind: Der Rothschönberger Stolln [1] im Freiberger Revier; der Hauptstolln hat eine Länge von fast 14 km und wurde von acht Lichtlöchern aus betrieben, die Flügelörter auf den zahlreichen Erzgängen haben mehr als 50 km Länge. Bei den Hauptschächten trifft der Stolln je nach der Höhenlage der Hängebank in 230—280 m Tiefe ein. — Der Schlüsselstolln beim Mansfelder Kupferschieferbergbau hat 31 km Länge, er ist im Flözstreichen getrieben [2]. — Der Ernst-August-Stolln am Oberharz [3] hat im ganzen 26 km Länge; im inneren Teile des Reviers war er früher für die Erzbeförderung bis zum Ottiliä-Schacht für Schiffahrt eingerichtet; diese ist jetzt durch elektrische Lokomotivförderung auf der 570 m unter Tage liegenden tiefsten Wasserstrecke ersetzt worden.



Stollnbetrieb mit Lichtlöchern.

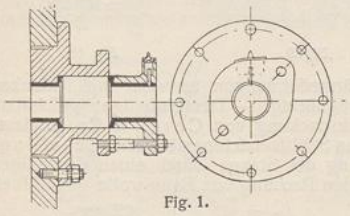
Literatur: [1] Freibergs Berg- u. Hüttenwesen, 2. Aufl., Freiberg 1893, S. 96. — [2] Mansfeldsche kupferschieferbauende Gewerkschaft, Festschrift zum 10. allgemeinen deutschen Bergmannstage, Eisleben 1907, S. 61. — [3] Schennen, Die Neuanlagen der Kgl. Berginspektion zu Clausthal, Essener Glück auf, 1907, S. 657.

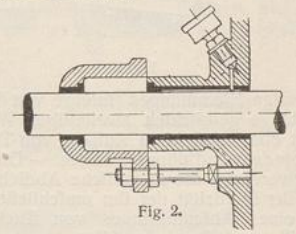
Treptow.

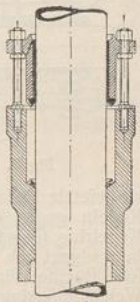
Stone (Stein), englisches Handelsgewicht = $^1/_8$ des Hundredweight (s. d.) = 14 englische Pfund (6,350 kg).

Stopfbüchsen dichten eine bewegliche zylindrische Stange in der Wandung eines Druckgefäßes, so daß das Druckmittel nicht durchdringen kann.

Die in einer Büchse enthaltene Packung muß sich unter sanftem Druck an die Stange pressen, entweder unter radial wirkendem Federdruck oder durch Uebertragung eines axialen Druckes auf radiale Richtung mittels kegelförmiger Ringflächen oder vermöge der allseitigen Elastizität der Füllmasse. Besondere Schwierigkeit bietet die Bedingung, daß die Abdichtung, bei geringer Reibung, nicht nur die verschiebende oder drehende Hauptbewegung der Stange, sondern auch kleine Seitenbewegungen unbeschadet zulassen soll. Weiche, elastische Stopfbüchsenpackungen haben sich aus diesem Grunde von jeher bewährt und im Gebrauch erhalten, insbesondere sogar bei unrunden, ungeraden und ungleich dicken Stangen, während Metalldichtungen in entsprechender Ausbildung mit der Steigerung des Druckes und der Dampftemperatur sich mehr und mehr einführen. Man unterscheidet: liegende Stopfbüchsen (Fig. 1), bei denen die Durchbiegung der Stange am meisten in Frage kommt, stehende (Fig. 3), die sich am leichtesten bedienen lassen, und hängende, die man zweckmäßig mit äußerem Topf (nach Fig. 2) anordnet; ferner solche für drehbare statt verschiebbare Stangen, bei denen die Schmierung von der Ueberdruckseite aus recht reichlich erfolgen soll (Fig. 2).


Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.

Die gewöhnliche Stopfbüchse (Fig. 1) enthält die Packung in einem Gehäuse, das am Zylinderboden, an der Schieberkastenwand u. s. w. angegossen oder angeschraubt ist und im Innern die Grundbüchse hält. Die Stopfbüchsenbrille wird an Schrauben, in der Regel Stiftschrauben, so weit in das Gehäuse eingeschoben, daß die Packung unter gerade hinreichendem Druck steht, und mittels hinter dem Flansch sitzender halbhoher Gegenmuttern (Fig. 2 und 3) widergehalten und herausgezogen. Wegen der unvermeidlichen Fehler der zentrischen Einstellung und der Ungleichmäßigkeit beim Anziehen der Schrauben muß die Brille im Gehäuse Spiel haben, ebenso auf der Stange leicht gehen. Darum kann die Brille niemals zum Tragen oder Führen der Stange dienen; auch die Grundbuchse vermag das Gewicht einer liegenden Kolbenstange (s. d.) auf die Dauer nicht zu tragen. Für d cm Stangendurchmesser beträgt die radiale Stärke w der Packung etwa $0{,}75\sqrt{d}$, oder $0{,}1\,d + 1$ bis 1,5 cm für gewöhnliche Stangendicke, bei Metallpackung mehr, $0{,}2\,d + 1$ cm. Die Wandstärke der Büchse kann reichlich gleich w oder $0{,}1\,d + 1{,}5$ cm gesetzt werden, der Flansch etwas stärker. Die Tiefe des Packungsraumes wird annähernd gleich seiner inneren Weite angenommen; die Brille braucht den Boden nicht zu erreichen und mag 1 d Länge erhalten, die Grundbuchse 0,5 d bis 1 d. Die fest eingepaßte Rotgußhülse erhält $0{,}05\,d + 0{,}2$ cm Stärke und etwas dickere Bordränder mit gerader, schräger, dach- oder bogenförmig profilierter Druckfläche. Wenn die Stange mit einem dickeren Ende ein- und ausgeschoben werden soll, muß die Grundbuchse und die Führungsbuchse der Brille

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zweiteilig und ihre Wandftärke mindeftens gleich der Anlaufhöhe der Stange fein. Die Schrauben von der Stärke $\delta = 1{,}3\sqrt[4]{d}$ oder $\delta = 0{,}1\,d + 1{,}2$ cm und der Anzahl $z =$ ca. $0{,}3\,d$ (nämlich als einfache Ueberwurfmuttern für Spindeln bis 3 cm, Fig. 9, zwei Schrauben in ovalem Flanfch, Fig. 1, bei Spindeln und Stangen bis 8 cm, bis 12 cm drei Schrauben, bei dickeren Stangen und Tauchkolben mehrere Schrauben mit etwa 13 cm Abftand im Kreisumfang) find erfahrungsmäßig beftimmt, unter Rückficht auf zufällige Biegung und Abnutzung des Gewindes. Berechnet man ihre Zugbeanfpruchung s nur aus dem Flüffigkeitsdruck p auf den Bodenrand der Brille aus $p\,\pi\,(d + w)\,w = {}^1/_2\,\partial^2\,z\,s$, fo findet man s unter 100 kg/qcm an Stopfbüchfen für Dampf, aber bis 450 kg/qcm an folchen für hydraulifchen Druck. Nach den vorftehenden Annahmen kommt s auf etwa $10\,p$. Die Schmierung erfolgt teils durch den Fettgehalt der Packung, teils durch das an der Stange haftende Oel vom Dampfraum oder von der Brille aus; nur bei langen Packungen oder bei hängenden Stopfbüchfen fließt das Oel durch einen laternenförmigen Zwifchenring im Gehäufe zu (f. Bd. 5, S. 263, Fig. 12 und 13).

Der in Bd. 2, S. 663, Fig. 5 dargeftellte Hammerzylinder zeigt einen geteilten Zylinderboden mit geteilter Stopfbüchfe und Brille, die mit verfetzten Fugen zwifchen Kolben und Bär an die Stange gelegt und verfchraubt find.

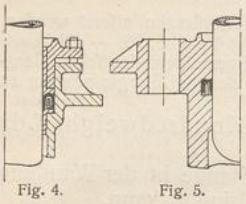


Fig. 4. Fig. 5.

Die Büchfe (Fig. 3) eines Akkumulatorkolbens von 420 mm Durchmeffer dichtet gegen Preßwaffer von 50 Atmofphären mit langer Packung aus mit gefchmolzenem Talg durchtränkter Baumwolle. Die Manfchettendichtung (Fig. 4) eines hydraulifchen Hebezylinders ift von oben zugänglich, an der hydraulifchen Preffe (Fig. 5) nur von innen, fo daß der eiferne Stützring, der ein Zufammenklappen der Manfchette verhütet, mehrteilig einzufetzen ift.

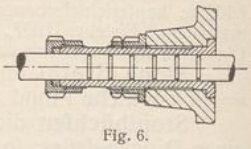


Fig. 6.

Ueber die Dichtung hydraulifcher Feftigkeitsprüfmafchinen f. [13] und [16].

Die Labyrinthdichtung (Fig. 6) mit vielen Rillen in der $10\,d$ langen Führung wird meift ohne die vorgefchaltete Weichpackung angewendet, um möglichft reibungsfreien Gang zu erzielen.

Die Metallftopfbüchfe der fächfifchen Staatsbahnen (Fig. 7) gleicht der gewöhnlichen Form mit kegelförmigen Druckflächen, zwifchen denen der längsgeteilte, mit verklinkter Fuge zufammengefetzte Weichmetallring eingefpannt ift; vor der Brille legt fich ein Staubfchutzring von Filz dicht um die Stange. — Die an preußifchen Lokomotiven benutzte Büchfe (Fig. 8), für eine geneigt liegende Schieberftange gezeichnet, verhindert durch die auf der Druckfeite

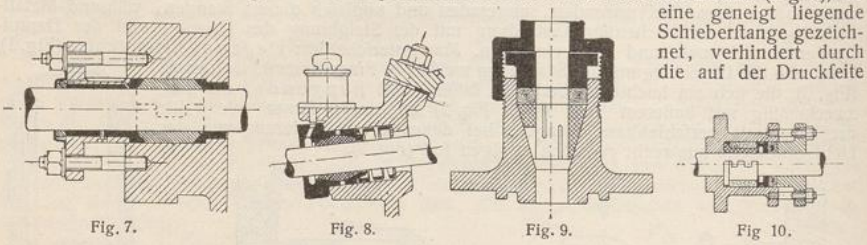


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig 10.

eingefetzte Feder etwaige Klemmungen infolge von Wärmedehnungen an dem mit fchlanken Kegeln gegen die Stange gedrückten zweiteiligen Weißgußring. — Der einteilige, gefchlitzte Kegelring (Fig. 9) mit einer elaftifchen Auflage von Tuckspackung von Cords & Co. in Hamburg eignet fich für Spindeln und dünne Stangen. — Die an Schiffsmafchinen beliebte Schellingfche Büchfe (Fig. 10) vereinigt die metallifche Abdichtung der Stange durch einen dreiteiligen Weichkupferring mit der Elaftizität der ihn umfchließenden Packung von Baumwolle oder Afbeft unter Einfchaltung eines Abfchlußringes von Tuckspackung zwifchen Brille und Druckring [4].

Oefter benutzt man eine größere Anzahl zweiteiliger Ringe mit verfetzten Fugen in dreieckigem oder trapezförmigem Querfchnitt. Fig. 11 zeigt die Anordnung

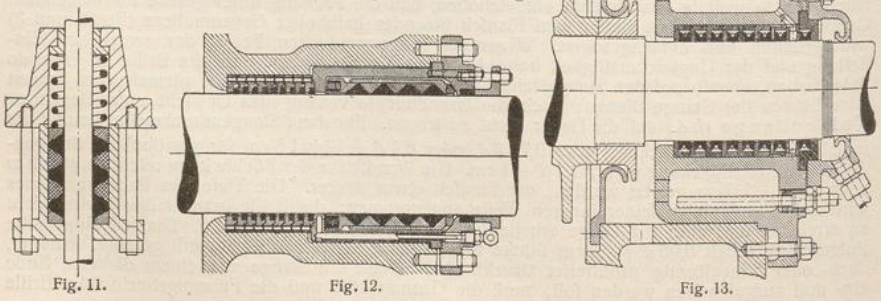


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

einer hängenden Büchſe mit Druckfeder am Zylinderboden oder Schieberkaſten, Fig. 12 eine Büchſe für Großgasmaſchinen [9] mit einer beweglich eingebauten Metallringpackung mit außen vorliegender Weichpackung und innen liegender Dichtung mittels gußeiſerner Selbſtſpannringe, und Fig. 13 eine Schwabe-Büchſe für Dampfturbinen nach Ausführungen des Nürnberger Werkes der Vereinigten Maſchinenfabrik Augsburg und Maſchinenbaugeſellſchaft Nürnberg, A.-G. In der für Dampfmaſchinen, Gasmaſchinen, Dampfturbinen und Kompreſſoren benutzten Schwabe-Büchſe [8] liegen von Schlauchfedern umſpannte dreiteilige Gußeiſenringe einzeln oder beſſer paarweiſe dicht und querverſchiebbar zwiſchen Abſtandsringen, die den axialen Druck aufnehmen. Auch die Selbſtſpannringe in Fig. 12 ſind in den winkelförmigen Führungsringen verſchiebbar aufgeſchliffen. Wenn dagegen in einer Büchſe abwechſelnd nach innen und außen federnde Ringe liegen, verhindert die Reibung unter dem Axialdruck die willige Anpaſſung an die Stange.

Gußeiſerne Selbſtſpanner, die ſich an Kolben bewährt haben, laſſen ſich an den dünneren Stangen kaum anwenden, weil ſie zu ſteif oder zu dünn ausfallen, und weil die Fuge zu weit klafft, wenn man nicht die Ringe ſprengt, ſtatt ſie aufzuſchneiden. Schraubenförmig geſchnittene Ringe von mehr als 180° Umfang laſſen ſich nicht gut in ebene Lage zwängen; dagegen werden Cremers Spannringe in mehreren Schraubenwindungen mit abgeebneten Endflächen wie für Kolben (ſ. Bd. 2, S. 589, Fig. 8) auch für Stopfbüchſen von der Duisburger Maſchinenbau-A.-G. vorm. Bechem & Keetmann verwendet. — Lentz benutzt für Heißdampfmaſchinen ungeteilte, auf die Stange paſſend aufgeſchliffene Dichtungsringe zwiſchen Abſtandsringen [7]. — Die amerikaniſche Lokomotivbüchſe (Fig. 14) enthält geteilte, mit Blattfedern angedrückte Ringe, deren enge Teilfugen noch durch beſondere Zungen abgedeckt ſind [3]. — Einfacher iſt die Büchſe von H. Bollinckx in Brüſſel [15]; hier legen ſich ungeteilte Ringe, die um 0,1 mm weiter als die Stange gebohrt ſind, nach dem Einlaufen auf faſt den halben Umfang an die Stange unter dem Druck einer Blattfeder. Zwei Gruppen von drei Ringen beſorgen die Abdichtung mit einer zum Abſchluß vorgeſetzten Weichpackung.

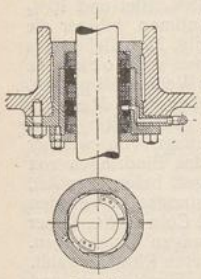


Fig. 14.

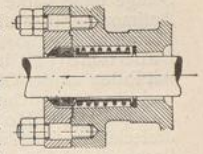


Fig. 15.

Während für einzelne Ringe die Verſchiebbarkeit genügt, gibt man längeren Metallpackungen, die ſich einer durchgebogenen Stange gut anpaſſen ſollen, die Möglichkeit, ſich in einer kugelförmig geſchliffenen Ringfläche zu neigen, in Verbindung mit der Verſchiebung auf plan geſchliffenen Ringflächen, die unter axialem Federdruck dichthalten müſſen. Die von L. Ziegler in Berlin N. 65 gebaute bewegliche Macbethbüchſe trägt in einer ſymmetriſchen Linſendichtung plan verſchiebbar eine nach innen verjüngte Büchſe mit Metallringen von Dreieckprofil. — Einfache Kugel- und Planfläche mit Gegenfeder zeigt der mittlere Einbau in Fig. 12, die Lokomotivbüchſe Fig. 15 in Uebereinſtimmung mit dem inneren Teil von Fig. 17 und die Katzenſteinpackung Fig. 16, die nach D.R.P. Nr. 166283 von L. Katzenſtein in New York von Gall & Seitz in Hamburg beſonders für Schiffsmaſchinen geliefert wird. Hierbei legen ſich die am äußeren Umfang breiteren Bronzeringe nicht wie bei Howaldt an die Hülſenwand, ſondern ſind durch Schrauben an den Teilfugen zuſammengehalten, ſo daß man ſie mit den an der Stange breit anliegenden Weißmetallringen und den durch Schlauchfedern zuſammengeſpannten Flachringen auf der Brille aufbauen und in die Büchſe des Zylinder-

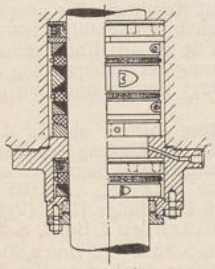


Fig. 16.

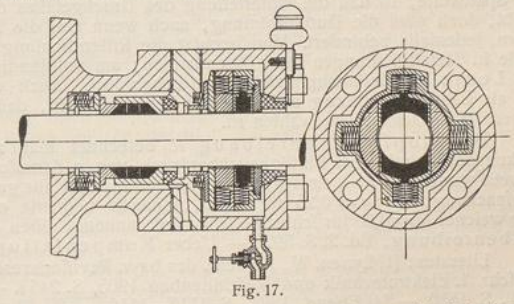


Fig. 17.

bodens einſchieben kann; der oberſte Ring enthält die Druckfedern, der zweite federt nach außen gegen die Büchſenwand. — Die Packung Fig. 17 iſt in der Marine als Philadelphiapackung bekannt, hierzulande als Lillepackung, eingeführt von der United States Metallic Packing Co. mit Filiale Compagnie des Garnitures Métalliques Américaines in Lille (mit Vertretern in Deutſchland und Oeſterreich). Sie iſt als Duplexpackung gezeichnet, für Heißdampf über 8 Atmoſphären, während die vordere Segmentpackung allein für Dampf bis 8 Atmoſphären genügt und die hintere Ringpackung allein für ſchwächere Stangen benutzt wird. Im Vorderteil dichtet ſich die Stange zwiſchen zwei in Bronze gefaßten Weißmetallſchiebern, die, zwiſchen Bronzeſegmenten geführt, je ein Drittel des Stangenumfangs umfaſſen, und einem andern um 90° verſetzten Paar. — Auf gleichem Prinzip beruht die Bauart der Maſchinenbauanſtalt in Crimmitſchau i. S. [6] (ſ. Bd. 5, S. 11, Fig. 5 und 6); ähnlich ſind auch die Stopfbüchſen der Hamburger Waſſerwerke [11]. — Die Büchſe der Heiß-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dampfmaschinen von Wilh. Schmidt [14] ähnelt Fig. 11 und ist zwischen zwei Kugelringflächen so eingebaut, daß ein Luftraum zur Kühlung von außen die Packungshülse umgibt.

Als **Stopfbüchsenpackung** für Dampf, Wasser und Luft benutzte man früher allgemein und noch heute vielfach gehechelten Hanf, der von der Mitte des Strähnes aus zu einem Zopf geflochten und mit Talg durchfettet so eingebracht wird, daß ein oder mehrere Zöpfe eine gleichmäßig dicke Schichtung bilden. Bequemer ist das Einlegen von geflochtener, quadratisch gepreßter Baumwollpackung mit Ausfüllung von Talkum, auch Kork, Gummi, Asbest, wovon einzelne Stücke abgeschnitten, zu Ringen um die Stange gebogen und mit versetzten Fugen eingelegt werden. Zur Schmierung dient, außer der Oelzuführung in der Brille, Talkum, Graphit oder Talg. Aehnlich ist die Verwendung von Tuckspackung und Asbest, der hitzebeständig ist, aber leicht hart wird. Mit Kupfer und Nickel überzogenes Metallpapier (von der Galvanischen Metallpapierfabrik-A.-G. in Berlin N. 39) legt man in kegelförmigen Schichten, den inneren Rand gegen die Ueberdruckseite gerichtet, in den Packungsraum und füllt nach, in dem Maße, wie es sich aufzehrt. Ebenso legt man flache, passend aufgeschnittene Lederscheiben in Trichterform um Pumpenstangen oder benutzt einteilige Lederwinkelringe, bei stärkerem Wasserdruck aus Leder oder Gummi hergestellte Manschetten (s. d.). Für kaltes Wasser empfiehlt Paul Lechler in Stuttgart geflochtene, quadratisch gepreßte Kabel von Rohhautstreifen, die im Wasser aufquellen, ferner Planitpackung aus Spänen von Weißmetall für Dampf bis 220° und Karmalpackung, Asbestgeflecht mit hitzebeständigem Schmierstoff durchtränkt, bis 360° C. Quadratische Geflechte aus Strähnen von dünnen Drähten liefern Felten & Guilleaume in Mülheim a. Rh. Eingestampfte Metallspäne, die Gust. Pickhardt in Bonn a. Rh. anbietet, eignen sich wie andre unelastische Massen nur für genau gerade laufende Stangen.

Stopfbüchsenmetall, das in der Dampfwärme genügend weich wird, um sich der Stange ohne starke Reibung anzuschmiegen, besteht z. B. aus 45% Zinn, 45% Blei und 10% Antimon. Fester ist die Legierung von 89% Zinn, 4% Kupfer und 7% Antimon, billiger die Legierung von 65% Blei, 20% Zinn und 15% Antimon. Die Ringe in Fig. 15 bestehen aus Babbitmetall; in Fig. 10 aus reinem Kupfer, für Speise- und Lentzpumpen aus Pockholz mit Rillen an der Gleitfläche. Für Heißdampf, dem auch schwer schmelzbares Weißmetall genügt, und für Gasmaschinen ist man auf Gußeisen zurückgekommen. Die bekannte Metallpackung der Howaldtswerke in Kiel besteht aus einer größeren Zahl geteilter Ringe von dreieckigem Querschnitt (wie im mittleren Teil von Fig. 12) mit einer Auflage von weicher Packung, die die Abdichtung vollendet, Wärmedehnungen ausgleicht und das Eindringen von Staub verhütet. Die gegen die Stange gedrückten Ringe bestehen aus Weißguß besonderer Art, die äußeren können aus Bronze bestehen. Aehnliche Packungen mit Dichtungsrillen in den Ringen liefern W. Gminder in Stuttgart und Fr. Goetze in Burscheid bei Cöln a. Rh., ferner Gebr. Greifer in Hannover mit schrägen Einschnitten in den linsenförmigen Innenringen. Zur Abdichtung von Ammoniak ist nach D.R.P. Nr. 145120 Holz für die inneren Ringe gewählt. Die Packungen für Kältemaschinen sind in Bd. 5, S. 264 angegeben [5]. Für Säuren und Laugen in Steinzeugmaschinen eignet sich Asbestschnur mit Paraffin und Graphit, für manche Fälle Bleiwolle von Aug. Bühne in Freiburg i. B.

Labyrinthdichtung, gebildet durch Rillen, die in der Büchse oder auf der Spindel eingedreht sind, hat sich trotz der dagegen erhobenen theoretischen Bedenken mit gutem Erfolg auch unter den schwierigsten Verhältnissen eingeführt und bewährt. Die Durchströmungsgeschwindigkeit in engen Spalten [12] ist direkt proportional dem Druckgefälle und dem Quadrat der Spaltweite, so daß die Unterteilung des Druckgefälles durch die Rillen zwar ohne Einfluß bleibt, doch wird die Durchströmung, auch wenn sich die Rillen mit Kondenswasser oder Oel füllen, jedenfalls behindert. Man benutzt die Rillendichtung an kurzhübigen Ventilspindeln [10] sowie in Metalldichtungen für Kolbenstangen; am vollständigsten ist sie in den Konstruktionen von Lentz für Heißdampfmaschinen durchgeführt. Auch die Wirkung der Faserpackung läßt sich als Labyrinthdichtung auffassen mit der Folgerung, daß die Länge der Packung mit dem Ueberdruck wachsend zu wählen ist.

Die Stopfbüchsenreibung R berechnet man zweckmäßig so, als ob nur 1 cm Packungshöhe mit dem Flüssigkeitsüberdruck von p Atmosphären an den Umfang der Stange gepreßt würde, $R = \pi d$ cm $1\, p\, \mu$, mit $\mu = 0{,}06$ bis $0{,}11$ für gute talgdurchtränkte Baumwoll- oder Hanfpackung; bis $\mu = 0{,}25$ für harte, schlecht bediente ebensolche Packung; $\eta = 0{,}05$ für gute weiche, $\mu = 0{,}20$ für schlechte (z. B. auf rauhem Kolben gehende) Lederstulpe [13]. (Vgl. a. Kolbenreibung, Bd. 2, S. 592.) — Ueber Kompensationsstopfbüchsen s. Bd. 2, S. 595.

Literatur: [1] Lynen, W., Zeitschr. des bayr. Revisionsvereins 1904, S. 83 f. — [2] Bruck, Rich., Zeitschr. f. Elektrotechnik und Maschinenbau 1905, S. 246 f. — [3] Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 1530. — [4] Ebend. 1895, S. 1117—1119. — [5] Ebend. 1897, S. 72, und 1898, S. 850. — [6] Ebend. 1901, S. 542. — [7] Ebend. 1902, S. 1930. — [8] Ebend. 1903, S. 1049—1051; 1906, S. 1253 und 1572; 1907, S. 944. — [9] Ebend. 1905, S. 302; 1906, S. 1252. — [10] Ebend. 1907, S. 929. — [11] Ebend. 1907, S. 930 und 991. — [12] Ebend. 1907, S. 1133—1141. — [13] Ebend. 1907, S. 1184—1186. — [14] Ebend. 1908, S. 1305. — [15] Ebend. 1909, S. 433. — [16] Ebend. 1909, S. 694—698 und 747—750.

Lindner.

Stopfbüchsenhahn, s. Hähne, Bd. 4, S. 706, Fig. 3.

Stopfhacke, s. Oberbaugeräte, Bd. 6, S. 724.

Stoppelbau, im Bergbau der nachträgliche Abbau solcher Teile der Lagerstätte, welche früher aus irgendwelchen Gründen — z. B. beim Erzbergbau wegen niedrigen Gehaltes oder weil gewisse Erze nicht verwertet werden konnten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Zinkblende in Bleigruben, Nickel- und Wismuterze in manchen alten Silbergruben), beim Kohlenbergbau wegen Grubenbrand — unabgebaut blieben.

Stopper, f. Ankergeschirr.

Stoppine, Zündschnur, f. Feuerwerkerei.

Storax (Styrax liquidus), franz. Storaxliquide, ist der von Liquidambar orientalis *Miller* im südwestlichen Kleinasien gewonnene Balsam.

Aus den vorher durch Einschnitte verletzten Partien des Baumstammes werden Rinden- und Holzstücke ausgehackt und daraus mit warmem Wasser der Balsam ausgeschmolzen; er ist ein pathologisches Produkt [1]. Roher Storax ist wasserhaltig, grau, klebrig, dickflüssig und allmählich durch Verdunsten des Wassers und Absetzen der Verunreinigungen klar, dunkelbraun, riecht sehr angenehm eigentümlich, schmeckt kratzend aromatisch, ist völlig löslich in Aether, Alkohol, Aceton, größtenteils in Benzol und Chloroform, besitzt das spez. Gew. 1,112—1,115 und besteht aus Styrol (C_8H_8), Vanillin, freier Zimtsäure und verschiedenen Estern [2]. Vor der Anwendung wird es gewöhnlich durch Lösung und Filtration gereinigt. Seine Verwendung als Räuchermittel, als Bestandteil von solchen, wie von Räuchereссenzen, -kerzen, -pulvern, als Heilmittel gegen Krätze und in der mikroskopischen Technik ist sehr umfangreich [3]. Die als Preßrückstand sich ergebende Rinde wird als Cortex Thymiamatis, gemeiner, roter oder fester Storax (Styrax) ebenfalls als Räuchermittel verwendet.

Literatur: [1] Moeller, Zeitschr. d. Allg. österr. Apotheker-Ver. 1896, S. 113, und Pharmazeutische Post 1897, S. 455. — [2] Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, Leipzig 1906, S. 55, 85, 1198; daselbst weitere Literatur. — [3] Hartwich, in Realencyklopädie der gesamten Pharmazie, 2. Aufl., Bd. 11, Wien 1908, S. 667. *T. F. Hanausek.*

Storchschnabel, f. Pantograph.

Stoß im Sinne der Mechanik ist ein Vorgang, bei dem in äußerst kurzer Zeit eine endliche Bewegungsänderung eines Massensystems erfolgt. Der Stoß kann entweder durch Momentankräfte oder auch durch plötzliche Aenderung der Bedingungen des Massensystems, die dann Anlaß zu momentanen Verbindungskräften geben (Verbindungsstoß), erzeugt werden. Das Maß des Stoßes an einem einzelnen Massenpunkt ist die Aenderung der Bewegungsgröße des Punktes während des Stoßes. Sie ist gleich dem Produkt aus der Masse und der als gerichtete Größe aufgefaßten Aenderung der Geschwindigkeit während des Stoßes; f. Momentankraft, Bd. 6, S. 476.

Stöße entstehen insbesondere beim Zusammentreffen zweier in Bewegung begriffener Körper. Sie berühren sich im Moment des Zusammentreffens mit ihren Oberflächen, werden im allgemeinen zusammengepreßt, dehnen sich aber von dem Momente der stärksten Kompression wieder aus und trennen sich schließlich voneinander. Setzen wir die beiden Körper als homogene Kugeln voraus, welche in Translationsbewegung so begriffen sind, daß die Mittelpunkte dieselbe Gerade beschreiben, die im Moment des Zusammentreffens auf der gemeinsamen Berührungsebene senkrecht steht. Der Stoß ist dann der gerade Stoß der beiden Körper. Von dem Moment des Zusammentreffens an findet eine Kompression derselben statt, so daß der Abstand ihrer Mittelpunkte bis zu einem kleinsten Werte herabsinkt, hierauf dehnen die Kugeln sich aus und bewegen sich schließlich mit gewissen Geschwindigkeiten weiter. Die Zeit vom Zusammentreffen der Körper bis zu ihrer Trennung voneinander heißt die Stoßzeit; sie zerfällt in zwei Perioden, deren erste die Zeit ist von der ersten Berührung bis zum Maximum der Kompression, während die zweite die Zeit vom Maximum der Kompression bis zur Trennung umfaßt. Sind die Kugeln vollkommen unelastisch, so pressen sie sich in der ersten Periode zusammen bis zur Ausgleichung ihrer Geschwindigkeiten und gehen dann mit gemeinsamer Geschwindigkeit weiter. Die ganze Stoßzeit hat bloß die erste Periode und die zweite ist gleich Null. Sind die Körper vollkommen elastisch, so nehmen dieselben in der zweiten Periode des Stoßes allmählich die ursprüngliche Gestalt wieder an; es folgen sich die Zustände der zweiten Periode in umgekehrter Folge wie in der ersten, und es ist die zweite Periode der ersten Periode symmetrisch gleich. Sind die Körper unvollkommen elastisch, so ist die zweite Periode des Stoßes nicht symmetrisch der ersten; es nehmen die Körper nicht genau wieder dieselbe Form an, die sie vor dem Stoße hatten.

Sind m, m' die Massen der Kugeln, x, x' die Abstände ihrer Mittelpunkte C, C' von irgend einem Punkte der Zentralen, so sind die Gleichungen für die Bewegung der Massenmittelpunkte $m\frac{d^2x}{dt^2} = -R$, $m'\frac{d^2x'}{dt^2} = R$, wo $-R$ und R die entgegengesetzt gleichen Kräfte bezeichnen, mit welchen die Körper während des Stoßes zur Zeit t aufeinander einwirken. Die Addition dieser Gleichungen gibt $m\frac{d^2x}{dt^2} + m'\frac{d^2x'}{dt^2} = 0$, und hieraus folgt durch Integration $m\frac{dx}{dt} + m'\frac{dx'}{dt} = \text{const.}$, d. h. es bleibt die Summe der Momentankräfte während des Stoßes konstant und besteht mithin, wenn v, v' die Geschwindigkeiten zu Anfang des Stoßes sind, während der ganzen Bewegung die Gleichung $m\frac{dx}{dt} + m'\frac{dx'}{dt} = mv + m'v'$. Sind nun die Kugeln vollkommen unelastisch und ist u die gemeinsame Geschwindigkeit im Momente des Maximums der Kompression, so liefert diese Gleichung, auf diesen Zeitpunkt

angewandt, $(m+m')u = mv + m'v'$, woraus die Geschwindigkeit u folgt, mit welcher die Kugeln nach dem Stoß als ein System vereinigt sich weiterbewegen. — Sind die Kugeln vollkommen elastisch, so bedarf man zweier Gleichungen, um die Geschwindigkeiten V, V', mit welchen sich dieselben am Ende der Stoßzeit voneinander trennen, zu bestimmen. Die eine ist die eben entwickelte, auf das Ende der Stoßzeit angewandte; sie gibt $mV + m'V' = mv + m'v'$. Die andre liefert das Prinzip der lebendigen Kraft. Die Multiplikation der obigen beiden Differentialgleichungen mit $\frac{dx}{dt}$ und $\frac{dx'}{dt}$, ihre Addition und Integration ergibt:

$$m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + m'\left(\frac{dx'}{dt}\right)^2 - [mv^2 + m'v'^2] = 2\int_{r_0}^{r} R\,dr,$$

wenn r_0 der anfängliche Zentralabstand CC', r sein Wert zur Zeit t und $dr = d(x - x')$ ist. Beziehen wir diese Gleichung auf das Ende der Stoßzeit, so wird $r = r_0$ und verschwindet das Integral zur Rechten. Denn während der ersten Periode des Stoßes findet Zusammendrückung statt und sind dr und $R\,dr$ negativ, während in der zweiten Periode dr positiv ist und $R\,dr$ mithin die entgegengesetzt gleichen Werte von denen der ersten Periode annimmt. Daher erhält man $mV^2 + m'^2 = mv^2 + m'v'^2$. Die beiden Gleichungen liefern für V und V' sofort $(m+m')V = (m-m')v + 2m'v'$ und $(m'+m)V' = (m'-m)v' + 2mv$, und mit Zuhilfenahme von der Geschwindigkeit u im Maximum der Kompression, nämlich $mv + m'v' = (m+m')u$, erhält man noch weiter $V = 2uv, V' = 2uv', u = \frac{1}{2}(V+v) = \frac{1}{2}(V'+v')$. Hiermit können alle einzelnen Fälle des vollkommen elastischen Stoßes behandelt werden. Beim vollkommen elastischen Stoß findet kein Verlust an lebendiger Kraft durch den Stoß statt, während dies beim unelastischen der Fall ist. Dieser Verlust δ nimmt nämlich die Form an:

$\delta = mv^2 + mv'^2 - (m+m')u^2 = m(v-u)^2 + m'(u-v')^2 = \frac{mm'}{m+m'}(v-v')^2$ und ist gleich der lebendigen Kraft, welche mit den gewonnenen und verlorenen Geschwindigkeiten $v-u$ und $u-v'$ gebildet wird. — Sind die Kugeln nicht vollkommen elastisch, so führt man nach Newton einen Koeffizienten in die Untersuchung ein, der experimentell zu bestimmen ist. Aus den letzten Gleichungen des vollkommen elastischen Stoßes folgt nämlich $V - V' = v' - v$, und man setzt daher für nicht vollkommen elastische Körper $V - V' = c(v - v')$, wo c der genannte Koeffizient ist, der den größeren oder geringeren Grad der Elastizität ausdrücken soll.

Bewegen sich die beiden Kugeln mit Translationsgeschwindigkeiten so, daß ihre Mittelpunkte verschiedene Geraden beschreiben, so heißt ihr Zusammentreffen der schiefe Stoß. Um die Aenderungen zu bestimmen, welche hierbei die Geschwindigkeiten v, v' erleiden, die sie vor dem Stoße besitzen, zerlegen wir diese im Moment der Berührung in Komponenten ν, ν' nach der gemeinschaftlichen Normale im Berührungspunkte und τ, τ' nach der gemeinschaftlichen Tangentenebene. Sind die Oberflächen ganz glatt, so werden bloß die ersteren durch den Stoß geändert, und die geänderten setzen sich mit τ, τ' zu den Geschwindigkeiten V, V' zusammen, mit welcher sich die Körper am Ende der Stoßzeit voneinander trennen. Bei unelastischen Körpern ist daher die gemeinsame Normalgeschwindigkeit gegeben durch $(m+m')u = m\nu + m'\nu'$ und diese ist mit τ, τ' zu kombinieren, um V, V' zu finden. Beim vollkommen elastischen Stoße hat man für die Normalkomponenten N, N' nach dem Stoße $(m+m')N = (m-m')\nu + 2m'\nu'$ und $(m'+m)N' = (m'-m)\nu' + 2m\nu$ mit τ, τ' zu verbinden. — Wird ein starrer Körper, der um eine feste Achse drehbar gelagert ist, gestoßen, so muß im allgemeinen ein Teil des Stoßes von den Lagern aufgenommen werden, während der andre Teil den Körper um die Achse in Drehung versetzt. Ist aber diese Achse eine Hauptachse eines ihrer Punkte O, so kann der Stoß so erfolgen, daß dieser Widerstand sich auf Null reduziert. Hierzu ist erforderlich, daß die Richtung des Stoßes (die Stoßlinie) senkrecht sei zu der Ebene, welche die Achse mit dem Massenmittelpunkt S des Körpers verbindet, daß sie in die Ebene fällt, welche durch O senkrecht zur Achse gelegt werden kann, und jene Ebene des Massenmittelpunktes in einem Punkt O' trifft, so daß das Produkt der Abstände Os und $O's$ von einer durch S parallel zur festen gelegten Achse, nämlich $Os \cdot O's = k^2$ wird, wenn k den Trägheitsradius dieser Achse bezeichnet und OO' auf entgegengesetzte Seiten von S fallen. Der Punkt O' heißt der Stoßpunkt.

Literatur: Das Vorstehende enthält nur die ersten Elemente der Theorie des Stoßes, einer Theorie, welche heutzutage eine umfangreiche Disziplin geworden ist. Wegen des Näheren vgl. Appell, Traité de mécanique rationnelle, Bd. 2, S. 468—506; Darboux, Etude géométrique sur les percussions et le choc des corps, Bulletin des sciences mathém. et astronom., 1880; Jullien, Problèmes de mécanique rationelle, 2. Aufl., Paris 1866, Bd. 1, S. 251—263; Coriolis, Théorie mathématique des effets du jeu de billard, Paris 1835; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Bd. 2, S. 532—538 und 352—386. *(† Schell) Finsterwalder.*

Stoß von Stäben (Platten, Winkeleisen, Schienen u. s. w.) heißt die Stelle, an welcher die Endquerschnitte zweier Stäbe zusammentreffen. Solche Stöße lassen sich dann nicht vermeiden, wenn die verfügbaren Stäbe kürzer sind als die Glieder, Träger u. s. w., in welcher sie in stetiger Folge eingefügt werden sollen. Die Stoßverbindung erfolgt durch einseitige oder beiderseitige Deckplatten (Laschen, vgl. Nietverbindungen, Bd. 6, S. 626, 632) und muß so angeordnet sein, daß den am Stoße auftretenden Kräften mit Sicherheit widerstanden wird. Bei Trägern gelten die Stöße auch bei sorgfältiger Anordnung nicht als so zuverlässig bezüglich der erwünschten Kraftübertragung wie andre

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stellen, weshalb man sie am liebsten an Orte legt, wo der Querschnitt ohnehin nicht vollständig ausgenutzt wird. Jedenfalls sind die Stöße möglichst zweckmäßig zu verteilen (vgl. Materialverteilung). Näheres und Literatur s. Nietverbindungen für Eisenkonstruktionen, Bd. 6, S. 626, 632. *Weyrauch.*

Stoß, im Bergbau s. v. w. die seitliche Begrenzung eines Grubenbaues, z. B. der nördliche Stoß einer Strecke, eines Schachtes. — Auch als Abkürzung für Abbaustoß. *Treptow.*

Stoßbank, hobelartiges, 2—3 m langes Werkzeug zur Bearbeitung der Faßdauben auf den langen Schmalseiten; während die nach oben gerichtete Bahn unbeweglich feststeht, werden die Dauben darüber fortgestoßen; vgl. Böttcherei und Faßfabrikation.

Stoßbau, eine bergmännische Abbauweise, welche bei steilem Einfallen der Lagerstätte mit dem Firstenbau, bei flachem Einfallen mit dem Strebbau (s. d.) oder Pfeilerbau Aehnlichkeit hat, jedoch dadurch gekennzeichnet ist, daß jedesmal nur ein meistens breiterer Stoß bis zur Grenze des Abbaufeldes vorgetrieben wird (s. die Literatur bei Bergbaukunde). *Treptow.*

Stoßbohrmaschinen, s. Bohr- und Sprengarbeit.

Stoßen, Stoßmaschinen. Stoßen bezeichnet ein dem Hobeln (s. d.) analoges Metallbearbeitungsverfahren durch Spanabnahme. Zum Unterschied vom Hobeln bewegt sich das Werkzeug (Stoßstahl) in der Richtung der Längsachse des Stößels auf- und abwärts, und es können durch Stoßen Arbeitsstücke mit komplizierten Umrißformen, sofern sie nur gerade Mantellinien aufweisen, bearbeitet werden. Wesentlich ist den Stoßmaschinen ein auf und ab gehender Schlitten (Stößel), der am unteren Ende den Stoßstahl trägt. Die Bewegung des Schlittens erfolgt durch oszillierende (Kurbelgetriebe mit Kulissenhebel) oder rotierende Kurbelschleife zur Erzielung eines raschen Rücklaufs in Verbindung mit einer Stufenscheibe, um die Geschwindigkeit dem Wege des Schlittens anpassen zu können, oder durch Schraubenspindel und Mutter oder Zahnstange und Rad.

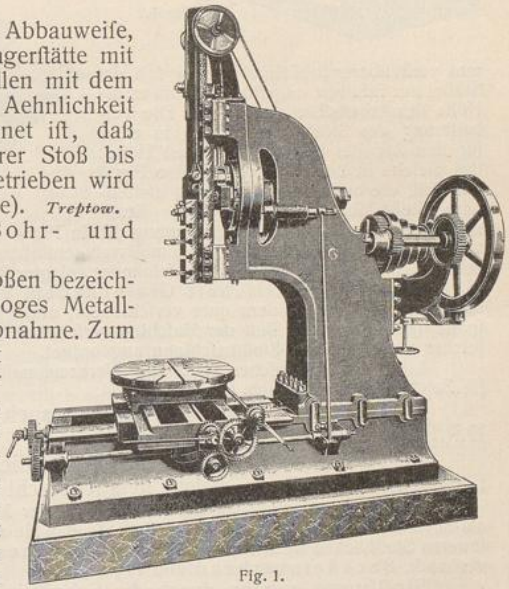


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Stoßmaschine mit Kulissenbetrieb (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln), Fig. 2 eine solche mit Schraubenspindelbetrieb

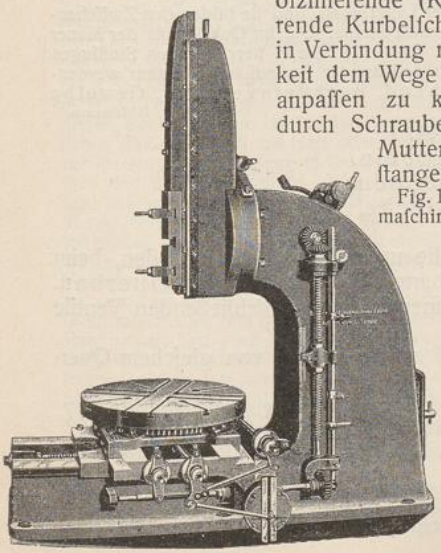


Fig. 3.

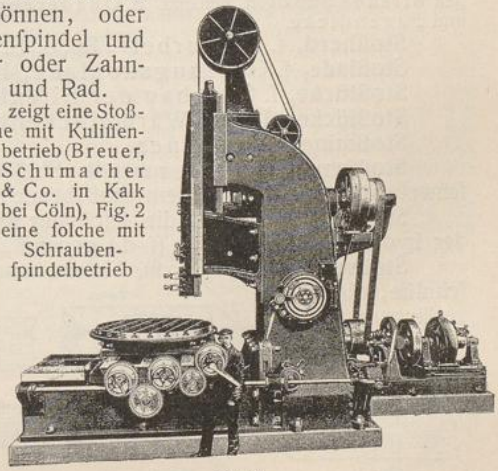


Fig. 2.

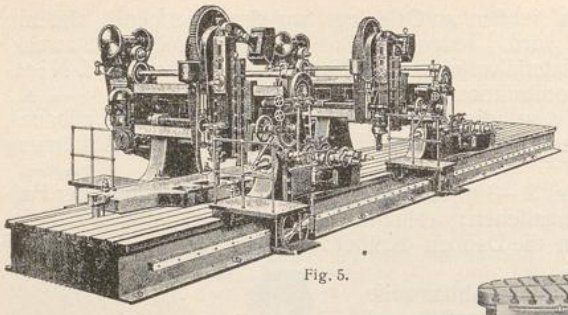


Fig. 5.

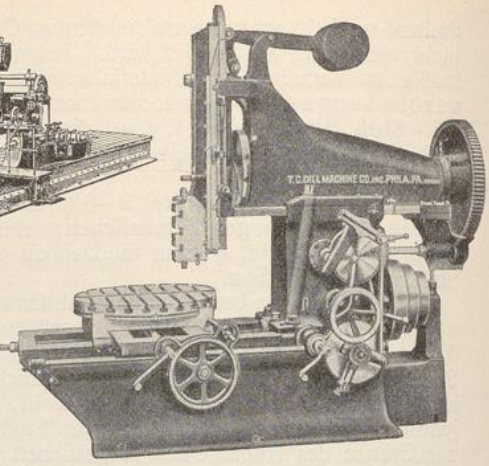


Fig. 4.

und verſtellbarer Stößelführung, ſo daß der Stößel nur inſoweit ungeſtützt iſt, als es die Höhe des Arbeitsſtücks erfordert. Die Veränderung des Stößelwegs erfolgt in einer für den Arbeiter bequem liegenden Höhe; das gleiche iſt bei der Stoßmaſchine Fig. 3 der Fall, die außerdem eine ſchräg einſtellbare Stößelführung beſitzt. Eine Stoßmaſchine mit veränderlicher Ausladung iſt in Fig. 4 dargeſtellt. An beſonderen Ausführungen von Stoßmaſchinen ſind die Lokomotivrahmenſtoßmaſchinen zu erwähnen, die zum gleichzeitigen Bearbeiten einer Anzahl aufeinander gelegter Rahmenbleche dienen. Fig. 5 (Elſäſſiſche Maſchinenbaugeſellſchaft Grafenſtaden) zeigt eine ſolche; die eigentlichen Stoßmaſchinen ſind an Ständern quer verſchiebbar, und dieſe können ſelbſt wieder auf dem als Aufſpannplatte dienenden Bett der Maſchine verſchoben werden. In der Regel ſind zwei oder drei ſolcher verſchiebbarer Stoßmaſchinen angeordnet.

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 84.

A. Widmaier.

Stoßfänger, ſ. Pferdeſchoner; auch ſ. v. w. Druckfänger (ſ. d.) und D.R.P. Nr. 145798, 157297, 175091.

Stoßflächen, die im Mauerwerk ſeitlich gegeneinander gekehrten Seitenflächen der Mauerſteine, welche ſtets ſenkrecht zu den Lagerflächen zu richten ſind.

Sie können ſowohl an der Außenfläche der Mauer als „Stoßfugen“ (ſ. d.) zutage treten als auch im Innern der Mauer verbleiben, ſo daß ſie nur im Querſchnitt ſichtbar werden. Dieſe inneren Stoßflächen werden auch Zwiſchenflächen genannt. S. Steinverband (Quaderverband), Backſteinverband und Gewölbe.

L. v. Willmann.

Stoßfugen werden durch die Schnittlinien der gegen die Außenfläche des Mauerwerks gerichteten Stoßflächen mit dieſer Außenfläche gebildet.

Ihre Richtung ſteht ſenkrecht zu derjenigen der Lagerfugen, und ſie bilden den Zwiſchenraum je zweier in einer Schicht nebeneinander liegenden Steine. Die im Querſchnitt der Mauer ſichtbar werdenden, von den „Zwiſchenflächen“ (ſ. Stoßflächen) herrührenden Stoßfugen werden auch gedeckte Fugen, im Gegenſatz zu den an der Außenfläche ſichtbar werdenden offenen Stoßfugen, genannt. S. Quaderverband, Backſteinverbard, Gewölbe und Fugendicke.

L. v. Willmann.

Stoßherd, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 44.

Stoßlade, ſ. Gehrungsſtoßlade, Hobeln.

Stoßlücke, ſ. Oberbau der Eiſenbahnen.

Stoßlückeneiſen, ſ. Wärmelückenbleche.

Stoßmine, ſ. Seeminen.

Stoßſchwellen, beim ruhenden Stoß die unter dem Stoß liegenden, beim ſchwebenden die beiden dem Stoß benachbarten Bahnſchwellen; ſ. Oberbau.

Stoßventile werden die ſelbſttätig öffnenden und abſchließenden Ventile der hydrauliſchen Widder (ſ. d.) genannt.

Stoßverbindung (Stoß), Holzverband zweier Hölzer von gleichem Querſchnitte, die zu verlängern ſind.



Fig. 1.

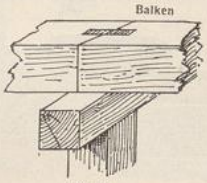


Fig. 2.

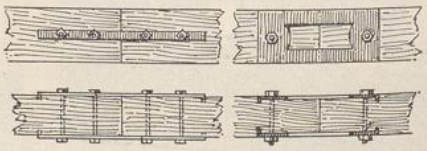


Fig. 3.

Fig. 4.

Die Stoßfuge ist entweder senkrecht zur Achse: gerader Stoß (Fig. 1) — oder schief zur Achse: schräger Stoß (Fig. 2) bei Balkenauflage. Die Verbindungsstelle darf nicht frei liegen, sondern ist zu belasten, wie bei Fig. 1, oder zu unterstützen (Fig. 2). Bei stärkerer Inanspruchnahme auf Verschieben oder auf Zug muß die Verbindung armiert, d. h. durch eiserne Schienen, Laschen, Platten und mittels Nägeln oder Schrauben zusammengehalten werden (Fig. 3 und 4). Vgl. Holzverband, Bd. 5, S. 125 ff. *Weinbrenner.*

Stoßzangenziehbank, s. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 24.

Sträler (Strehler), s. Gewindeherstellung, Bd. 4, S. 489 und 497.

Strählkluppe, s. Gewindeherstellung.

Strähn, beim Salzbergbau in den nördlichen Alpen s. v. w. Rohr für Wasser- und Solenleitung (s. Sinkwerksbau); vgl. a. Garn.

Strafanstalt, s. Gefängnis.

Strafrecht. Die Normen des Strafrechts berühren den ausübenden Techniker oder den Eigentümer oder Vertreter technischer Betriebe in verschiedenen Beziehungen. Die allgemeinen, für alle Staatsbürger maßgebenden strafrechtlichen Bestimmungen gelten natürlich auch für sie. Von diesen kann hier nicht die Rede sein. Hier sollen nur diejenigen, und zwar die wesentlichsten*) in Deutschland geltenden strafrechtlichen Bestimmungen besprochen werden, die den ausübenden Techniker oder den Eigentümer oder Vertreter technischer Betriebe als solchen in besonderem Maße berühren, welche also entweder nur auf bestimmte derartige Berufskategorien Anwendung finden oder für solche eine besondere Bedeutung haben. Als strafrechtliche Normen kommen in erster Linie das Reichsstrafgesetzbuch (St.G.B.), sodann die strafrechtlichen Nebengesetze (Gewerbeordnung, Sprengstoffgesetz u. s. w.) und endlich die landesrechtlichen Polizeistrafbestimmungen in Betracht.

I. Beim Bauen können strafrechtlich zu ahndende Verfehlungen nach verschiedenen Richtungen vorkommen. Wer bei der Leitung oder Ausführung eines Baues (Hoch- oder Tiefbaues) wider die allgemein anerkannten Regeln der Baukunst dergestalt (vorsätzlich oder fahrlässig) handelt, daß hieraus für andre, namentlich also auch für die Bauhandwerker, Gefahr entsteht, wird mit Geldstrafe bis zu 900 ℳ oder mit Gefängnis bis zu 1 Jahr bestraft (§ 330 St.G.B.). Wegen baupolizeilicher Uebertretung wird mit Geldstrafe bis zu 150 ℳ oder mit Haft bestraft, wer trotz der polizeilichen Aufforderung es unterläßt, Gebäude, welche dem Einsturz drohen, auszubessern oder niederzureißen; wer Bauten oder Ausbesserungen von Gebäuden, Brunnen, Brücken, Schleusen oder andern Bauwerken vornimmt, ohne die von der Polizei angeordneten oder sonst erforderlichen Sicherungsmaßregeln zu treffen; wer als Bauherr, Baumeister oder Bauhandwerker einen Bau oder eine Ausbesserung, wozu die polizeiliche Genehmigung erforderlich ist, ohne diese Genehmigung oder mit eigenmächtiger Abweichung von dem durch die Behörde genehmigten Bauplane ausführt oder ausführen läßt (§ 367 Nr. 13—15 St.G.B.). Der gleichen Strafe unterliegt nach § 367 Nr. 12 St.G.B. wer auf öffentlichen Straßen, Wegen oder Plätzen, auf Höfen, in Häusern und überhaupt an Orten, an welchen Menschen verkehren, Brunnen, Keller, Gruben, Oeffnungen oder Abhänge dergestalt unverdeckt oder unverwahrt läßt, daß daraus Gefahr für andre entstehen kann. Mit Geldstrafe bis zu 60 ℳ oder mit Haft bis zu 14 Tagen wird bestraft, wer auf öffentlichen Wegen, Straßen, Plätzen oder Wasserstraßen Gegenstände, durch welche der freie Verkehr gehindert wird, aufstellt, hinlegt oder liegen läßt (§ 366 Nr. 9 St.G.B.). In allen diesen Fällen genügt die bloße Fahrlässigkeit zur Strafbarkeit. Soweit nicht die Bestimmungen des Strafgesetzbuchs Anwendung finden, werden Verfehlungen der Bauherren, Baumeister und Bauhandwerker gegen die baupolizeilichen Vorschriften nach landespolizeilichen Bestimmungen mit Haft oder Geldstrafe bestraft, u. a. auch — soweit hier nicht § 147 Nr. 4 der Reichsgewerbeordnung in Betracht kommt, s. unten — Verfehlungen gegen die Bestimmungen über den Bauarbeiterschutz. Wer eine gewerbliche Anlage, zu der mit Rücksicht auf die Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte oder des Lokals eine besondere Genehmigung erforderlich ist (§§ 16 und 24 der Gewerbeordnung: lästige Anlagen und Dampfkessel, s. Anlagen, gewerbliche), ohne diese Genehmigung errichtet, oder die wesentlichen Bedingungen, unter welchen die Genehmigung erteilt worden ist, nicht innehält, oder ohne neue Genehmigung eine wesentliche Veränderung der Betriebsstätte oder eine Verlegung des Lokals oder eine wesentliche Veränderung in dem Betriebe der Anlage vornimmt, wird nach § 147 Ziff. 2 der Gewerbeordnung mit Geldstrafe bis zu 300 ℳ und im Unvermögensfalle mit Haft bestraft. Die hier bezeichneten Handlungen sind auch dann strafbar, wenn sie auf Fahrlässigkeit oder einer auf Fahrlässigkeit beruhenden Unkenntnis der Konzessionsvorschriften beruhen. Wenn die Ausführung der baulichen Anlagen bei lästigen Anlagen auf Grund des § 19a der Gewerbeordnung von der Konzessionsbehörde vorläufig gestattet worden ist, ist sie nicht nach § 147 Ziff. 2 strafbar. Bei der Anlegung von Dampfkesseln ist die Strafe des § 147 verwirkt, wenn der Betrieb eines Dampfkessels vor der Erteilung der Bestätigung der Vorschriftsmäßigkeit der Anlage (Abnahmeprüfung) begonnen wird (§ 24 Abs. 3 der Gewerbeordnung). Sachverständige, die bei Verhandlungen

*) Im einzelnen muß hier auf die Kommentare zum Reichsstrafgesetzbuch und zu den sonstigen in Betracht kommenden Gesetzen verwiesen werden. S. a. die unter den Art. Anlagen, gewerbliche, Bauarbeiter, Baupolizei, Fabrikgesetzgebung, Gewerbeordnung, Kinderschutz, Koalitionsrecht angegebene Literatur.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wegen läſtiger Anlagen und Dampfkeſſel und wegen Aenderungen an ſolchen Anlagen zugezogen worden ſind, werden beſtraft 1. auf Antrag des Betriebsunternehmers, wenn ſie unbefugt, vorſätzlich oder fahrläſſig Betriebsgeheimniſſe offenbaren, welche durch das Verfahren zu ihrer Kenntnis gelangt ſind, mit Geldſtrafe bis zu 1500 M. oder mit Gefängnis bis zu 3 Monaten; 2. wenn ſie abſichtlich zum Nachteile der Betriebsunternehmer Betriebsgeheimniſſe offenbaren oder geheim gehaltene Betriebseinrichtungen oder Betriebsweiſen, ſolange als dieſe Betriebsgeheimniſſe ſind, nachahmen, mit Gefängnis, eventuell Verluſt der bürgerlichen Ehrenrechte und, wenn ſie ſich oder einem andern einen Vermögensvorteil zu verſchaffen ſuchten, außerdem mit Geldſtrafe bis zu 3000 M. (§ 145a der Gewerbeordnung).

Vielfach in engem Zuſammenhang mit den baupolizeilichen Vorſchriften ſtehen die feuerpolizeilichen. Auch ihre Uebertretung iſt durch verſchiedene reichs- wie landesrechtliche Beſtimmungen unter Strafe geſtellt. § 368 Nr. 3—6 und 8 St.G.B. drohen Geldſtrafe bis zu 60 M. oder Haft bis zu 14 Tagen für denjenigen an, der a) ohne polizeiliche Erlaubnis (falls ſolche erforderlich iſt) eine neue Feuerſtätte errichtet oder eine bereits vorhandene an einen andern Ort verlegt, b) es (vorſätzlich oder fahrläſſig) unterläßt, dafür zu ſorgen, daß die Feuerſtätten in ſeinem Hauſe in baulichem und brandſicherem Zuſtande unterhalten oder daß die Schornſteine zur rechten Zeit gereinigt werden, c) Scheunen, Ställe, Böden oder andre Räume, welche zur Aufbewahrung feuerfangender Sachen dienen, mit unverwahrtem Feuer oder Licht betritt oder ſich denſelben mit unverwahrtem Feuer oder Licht nähert, d) an gefährlichen Stellen in Wäldern oder Heiden oder in gefährlicher Nähe von Gebäuden oder feuerfangenden Sachen (vorſätzlich oder fahrläſſig) Feuer anzündet, e) die polizeilich vorgeſchriebenen Feuerlöſchgerätſchaften überhaupt nicht oder nicht in brauchbarem Zuſtande hält oder andre feuerpolizeiliche Anordnungen nicht befolgt. Durch letztere Beſtimmung werden u. a. unter Strafe geſtellt Verfehlungen gegen landesgeſetzliche Beſtimmungen der Feuerlöſch- und Feuerpolizeiordnungen, der Vorſchriften über Reibfeuerzeuge, über die Lagerung und Aufbewahrung mineraliſcher Oele u. dergl., über Vorſichtsmaßregeln bei der Aufſtellung beweglicher Dampfkeſſel und bei der Herſtellung, Aufbewahrung und Verwendung von Acetylen ſowie der Lagerung von Karbid. Gewerbetreibende, welche in Feuer arbeiten, werden, wenn ſie die Vorſchriften nicht befolgen, welche von der Polizeibehörde wegen Anlegung und Verwahrung ihrer Feuerſtätten ſowie wegen der Art und der Zeit, ſich des Feuers zu bedienen, erlaſſen ſind, mit Geldſtrafe bis zu 100 M. oder mit Haft bis zu 4 Wochen beſtraft (§ 369 Nr. 3 St.G.B.). Nach § 367 Nr. 4, 5, 5a, 6 St.G.B. wird mit Geldſtrafe bis zu 150 M. oder mit Haft beſtraft: a) wer ohne die vorgeſchriebene Erlaubnis Schießpulver oder andre explodierende Stoffe oder Feuerwerke zubereitet; b) wer bei der Aufbewahrung oder bei der Beförderung von Schießpulver oder Feuerwerken oder bei der Aufbewahrung, Beförderung, Verausgabung oder Verwendung von Sprengſtoffen oder andern explodierenden Stoffen oder bei Ausübung der Befugnis zur Zubereitung oder Feilhaltung dieſer Gegenſtände die deshalb ergangenen Verordnungen nicht befolgt; c) wer bei Verſendung oder Beförderung von leicht entzündlichen oder ätzenden Gegenſtänden durch die Poſt die deshalb ergangenen Verordnungen nicht befolgt; d) wer Waren, Materialien oder andre Vorräte, welche ſich leicht von ſelbſt entzünden oder leicht Feuer fangen, an Orten oder in Behältniſſen aufbewahrt, wo ihre Entzündung gefährlich werden kann, oder wer Stoffe, die nicht ohne Gefahr einer Entzündung beieinander liegen können, ohne Abſonderung aufbewahrt. — Auch bei dieſen Uebertretungen genügt Fahrläſſigkeit zur Strafbarkeit. Auf Grund des § 367 Nr. 5 St.G.B. werden — mit dem untenerwähnten Vorbehalt — insbeſondere Verfehlungen gegen die — auf Grund einer bundesrätlichen Vereinbarung in den einzelnen deutſchen Staaten übereinſtimmend getroffenen — Vorſchriften über den Verkehr mit Sprengſtoffen beſtraft. Dieſe Vorſchriften beziehen ſich auf a) die Verſendung von Sprengſtoffen auf Land- und Waſſerwegen, mit Ausnahme des Eiſenbahn- und Poſtverkehrs — hier iſt die Eiſenbahnverkehrsordnung, die Poſtordnung bezw. die Militärtransportordnung maßgebend — und der Verſendung von Sprengſtoffen in Kauffahrteiſchiffen, b) den Handel mit Sprengſtoffen, c) die Aufbewahrung und Verausgabung von Sprengſtoffen innerhalb des Betriebs von Bergwerken, Steinbrüchen, Bauten und gewerblichen Anlagen, d) die Lagerung von Sprengſtoffen mit Ausnahme der Lagerung in Niederlagen oder Magazinen der Militär- und Marineverwaltung. Nicht zu den Sprengſtoffen im Sinne dieſer Beſtimmungen gehören die in dem Heer und in der Marine vorgeſchriebenen, nicht ſprengkräftigen Zündungen, die für Feuerwaffen beſtimmten Zündhütchen und Zündſpiegel, die für Handfeuerwaffen beſtimmten Metallpatronen und alle Jagdpatronen ſowie Zündſchnüre. Nach § 35 Abſ. 2 der Reichsgewerbeordnung kann der Handel mit Dynamit und andern Sprengſtoffen unzuverläſſigen Perſonen unterſagt werden. § 148 Nr. 4 der Gewerbeordnung bedroht mit Geldſtrafe bis zu 150 M. und im Unvermögensfalle mit Haft bis zu 4 Wochen denjenigen, der einer ſolchen gegen ihn ergangenen Unterſagung eines Gewerbebetriebs zuwiderhandelt. Nach § 56 Abſ. 2 Nr. 6 der Gewerbeordnung ſind explosive Stoffe, insbeſondere Feuerwerkskörper, Schießpulver und Dynamit vom Ankauf oder Feilbieten im Umherziehen ausgeſchloſſen, und es werden Zuwiderhandlungen nach § 146 Nr. 4 der Gewerbeordnung mit Geldſtrafe bis zu 2000 M. und im Unvermögensfalle mit Gefängnis bis zu 6 Monaten beſtraft. Die letzterwähnten Beſtimmungen ſowie § 367 Nr. 4 und 5 St.G.B. kommen übrigens nicht in Betracht, inſoweit die Beſtimmungen des Reichsgeſetzes vom 9. Juni 1884 gegen den verbrecheriſchen und gemeingefährlichen Gebrauch von Sprengſtoffen (Reichsgeſetzbl. S. 61) Anwendung zu finden haben. Danach iſt die Herſtellung, der Vertrieb und der Beſitz von Sprengſtoffen ſowie die Einführung derſelben aus dem Auslande unbeſchadet der beſtehenden ſonſtigen Beſchränkungen nur mit polizeilicher Genehmigung zuläſſig (§ 1 Abſ. 1 des Geſetzes). Keine Anwendung finden dieſe Beſtimmungen nur a) auf Sprengſtoffe, welche vorzugsweiſe als Schießmittel gebraucht werden, und b) inſoweit, als Sprengſtoffe zum eignen Gebrauch durch Reichs- oder Landesbehörden von der zuſtändigen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verwaltung hergestellt, besessen, eingeführt oder vertrieben werden. Als Sprengstoffe, welche vorzugsweise als Schießmittel gebraucht werden, sind nach Bestimmung des Bundesrats zurzeit anzusehen: A. folgende Pulversorten: 1. alle zum Schießen aus Handfeuerwaffen und Böllern sowie zur Feuerwerkerei und zum Sprengen dienenden, aus Salpeter, Schwefel und Kohle hergestellten Pulver; 2. die zum Schießen aus Jagd- und Scheibengewehren dienenden rauchschwachen Pulver, die aus gelatinierter Schießwolle oder sonstiger nitrierter Pflanzenfaser ohne Zusatz andrer explosiver Stoffe hergestellt sind und gekörnt (in Körnern von nicht über 5 mm Dicke) oder in Plättchen von nicht über 1,6 cbmm Inhalt in den Handel gebracht werden; 3. das Sprengpulver „Petroklastit" oder „Heloklastit", bestehend aus 74% Salpeter, 10% Schwefel, 15% Steinkohlenpech und 1% Kaliumbichromat; 4. der Sprengstoff „Cahücit", ein zu festen Patronen gepreßtes Gemenge von Kalisalpeter (50—70%), Ruß (mindestens 8%), Schwefel, Cellulose und Eisensulfat; B. die zur Entzündung von Gewehrladungen dienenden Sprengstoffe, soweit sie in Zündhütchen für Gewehre oder Zündspiegeln für dergleichen verarbeitet sind; C. die Vereinigung der unter A. 1. und B. genannten Stoffe in fertige Gewehr-, Pistolen- oder Revolverpatronen, einschließlich der unter Verwendung von Knallquecksilber ohne Pulver hergestellten Patronen für Teschingewehre, Pistolen oder Revolver; D. fertige Gewehr-, Pistolen- und Revolverpatronen, welche rauchschwaches, aus nitrierter Pflanzenfaser ohne Zusatz andrer explosiver Stoffe hergestelltes Pulver enthalten. Nach § 9 des — im übrigen gegen den verbrecherischen Gebrauch von Sprengstoffen schwere Strafen androhenden — Gesetzes ist mit Gefängnis von 3 Monaten bis zu 2 Jahren zu bestrafen, wer der obenangeführten Vorschrift (§ 1 Abs. 1 des Gesetzes) zuwider es unternimmt, ohne polizeiliche Ermächtigung Sprengstoffe herzustellen, vom Auslande einzuführen, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst an andre zu überlassen, oder wer im Besitze derartiger Stoffe betroffen wird, ohne polizeiliche Erlaubnis hierzu nachweisen zu können. Gleicher Strafe verfällt, wer die Vorschriften über die Registerführung bei der Herstellung oder dem Vertrieb von Sprengstoffen (§ 1 Abs. 2 des Gesetzes), die von den Zentralbehörden zur Ausführung der Vorschriften in § 1 Abs. 1 und 2 des Gesetzes getroffenen Anordnungen oder die bereits bestehenden oder noch zu erlassenden sonstigen polizeilichen Bestimmungen über den Verkehr mit Sprengstoffen, auf welche § 1 Abs. 1 Anwendung findet, übertritt. (In diesem Fall findet also nicht § 367 Nr. 5 St.G.B., sondern die strengere Bestimmung des § 9 des Sprengstoffgesetzes Anwendung.) In dem Fall einer Anwendung der Strafvorschriften des § 9 des Gesetzes ist auf Einziehung der zur Zubereitung der Sprengstoffe gebrauchten oder bestimmten Gegenstände sowie der im Besitze des Verurteilten vorgefundenen Vorräte von Sprengstoffen zu erkennen, ohne Unterschied, ob dieselben dem Verurteilten gehören oder nicht (§ 11). Die Vornahme von Sprengungen in der Nähe von öffentlichen Wegen, Straßen, Plätzen oder Wasserstraßen ist polizeilich an die Beobachtung bestimmter Sicherheitsmaßnahmen geknüpft. — In diesem Zusammenhang zu erwähnen sind auch die Bestimmungen des Reichsgesetzes vom 19. Mai 1891, betreffend die Prüfung der Läufe und Verschlüsse der Handfeuerwaffen (Reichsgesetzbl. S. 109). Hiernach dürfen Handfeuerwaffen jeder Art nur dann feilgehalten oder in den Verkehr gebracht werden, wenn ihre Läufe und Verschlüsse nach den Vorschriften des Gesetzes in amtlichen Prüfungsanstalten geprüft und mit Prüfungszeichen versehen sind. Auf Handfeuerwaffen, welche mit dem Vorratszeichen versehen sind — als solches dient ein V mit der Reichskrone darüber —, oder welche aus dem Ausland eingeführt und mit den vollständigen, den inländischen gleichwertigen Prüfungszeichen eines auswärtigen Staates versehen sind, oder welche durch eine Militärverwaltung oder im Auftrage einer solchen hergestellt und geprüft worden sind, finden die Vorschriften des Gesetzes so lange keine Anwendung, als an den Waffen keine Veränderung des Kalibers oder des Verschlusses vorgenommen wird. Wer Handfeuerwaffen feilhält oder in den Verkehr bringt, deren Läufe oder Verschlüsse nicht mit den vorgeschriebenen oder zugelassenen Prüfungszeichen versehen sind, wird mit Geldstrafe bis zu 1000 ℳ oder mit Gefängnis bis zu 6 Monaten bestraft. Neben der verwirkten Strafe ist auf die Einziehung der vorschriftswidrig feilgehaltenen oder in den Verkehr gebrachten Waffen zu erkennen, ohne Unterschied, ob sie dem Verurteilten gehören oder nicht.

Auf dem Gebiet des Verkehrswesens ist zunächst das Reichsgesetz vom 9. April 1900, betreffend die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit (Reichsgesetzbl. S. 228) zu erwähnen: Wer einer elektrischen Anlage oder Einrichtung fremde elektrische Arbeit mittels eines Leiters entzieht, der zur ordnungsmäßigen Entnahme von Arbeit aus der Anlage oder Einrichtung nicht bestimmt ist, wird, wenn er die Handlung in der Absicht begeht, die elektrische Arbeit sich rechtswidrig zuzueignen, mit Gefängnis und mit Geldstrafe bis zu 1500 ℳ oder mit einer dieser Strafen bestraft. Neben der Gefängnisstrafe kann auf Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte erkannt werden. Der Versuch ist strafbar. Wird die vorstehend bezeichnete Handlung in der Absicht begangen, einem andern rechtswidrig Schaden zuzufügen, so ist auf Geldstrafe bis zu 1000 ℳ oder auf Gefängnis bis zu 2 Jahren zu erkennen. Die Verfolgung tritt nur auf Antrag ein. Zuwiderhandlungen gegen die polizeilichen Vorschriften über die Benutzung, Instandhaltung und den Schutz von Wasser-, Gas-, elektrischen Leitungen u. s. w. sind landesgesetzlich unter Strafe gestellt. — Eingehende landesgesetzliche Vorschriften befassen sich neben den allgemeinen Bestimmungen der §§ 366 Nr. 2—5, 8—10, 367 Nr. 8 und 12, 368 Nr. 7 und 9 und 370 Nr. 2 St.G.B. mit der Benutzung öffentlicher Straßen und Wege, insbesondere durch Fuhrwerke. Uebertretungen dieser Vorschriften werden landesgesetzlich oder auf Grund des § 366 Nr. 10 St.G.B. bestraft. Nach letzterer Bestimmung wird mit Geldstrafe bis zu 60 ℳ oder mit Haft bis zu 14 Tagen bestraft, wer die zur Erhaltung der Sicherheit, Bequemlichkeit, Reinlichkeit und Ruhe auf den öffentlichen Wegen, Straßen, Plätzen oder Wasserstraßen erlassenen Polizeiverordnungen übertritt. Uebereinstimmende eingehende landesgesetzliche Vorschriften auf Grund einer Vereinbarung im Bundesrat wurden neuerdings erlassen für den Radfahrverkehr und den Verkehr mit Kraftfahrzeugen. Erwähnt seien hier auch die Bestimmungen des Reichsstrafgesetzbuchs

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gegen die Beschädigung von Eisenbahnanlagen, die Gefährdung von Eisenbahntransporten, Telegraphen-, Fernsprech- und Rohrpostanlagen (§§ 315—320).

Auf dem Gebiete des Wasserrechts sind neben den Bestimmungen der §§ 312—314 St.G.B., welche die Herbeiführung von Ueberschwemmungen mit gemeiner Gefahr unter Strafe stellen, und der §§ 321—326 St.G.B., welche insbesondere die Zerstörung oder Beschädigung von Wasserleitungen, Schleusen, Wehren, Deichen, Dämmen oder andern Wasserbauten, die Zerstörung von Feuerzeichen für die Schiffahrt, das Bewirken der Strandung eines Schiffes, die Brunnen- und Wasservergiftung mit Strafe bedrohen, zahlreiche landesgesetzliche Vorschriften ergangen, die u. a. Strafe androhen für die unberechtigte Ausübung von Wassernutzungsrechten oder Herstellung bezw. Abänderung von Wasserbenutzungsanlagen, Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften über die Handhabung der Stauvorrichtungen, über die Reinhaltung der öffentlichen Gewässer, über die Herstellung und den Betrieb von Fähren und Brücken, über die Anbringung von Eichzeichen u. s. w., die unbefugte Entnahme von Sand, Kies, Schlamm, Eis, Schilf oder sonstigen Materialien oder Pflanzen aus öffentlichen Gewässern, die Zuwiderhandlung gegen die zur Regelung des Gemeingebrauchs der öffentlichen Gewässer getroffenen polizeilichen Anordnungen. Unabhängig von der Bestrafung ergeht die Anordnung der Polizeibehörde auf Beseitigung der entgegen den gesetzlichen Vorschriften getroffenen oder belassenen Veranstaltungen.

Zahlreiche hier einschlägige Strafbestimmungen enthält die Gewerbeordnung in ihrem Titel X, der in § 143 die wichtige Bestimmung voranstellt, daß die Berechtigung zum Gewerbebetriebe, abgesehen von den in den Reichsgesetzen vorgesehenen Fällen ihrer Entziehung, weder durch richterliche noch durch administrative Entscheidung entzogen werden kann. Außer den oben bereits angeführten Bestimmungen seien hier folgende erwähnt: Mit Geldstrafe bis zu 2000 ℳ, im Unvermögensfalle mit Gefängnis bis zu 6 Monaten werden bestraft (§ 146): Zuwiderhandlungen gegen das Truckverbot (§ 115: Verpflichtung zur baren Ausbezahlung der Löhne), gegen die Bestimmungen zum Schutz der jugendlichen und weiblichen Arbeiter in Fabriken und über die Ruhezeit der Gehilfen, Lehrlinge und Arbeiter in offenen Verkaufsstellen, ferner die Eintragung unzulässiger Kennzeichnungen in die Arbeitsbücher, Beschäftigungszeugnisse, Lohnbücher oder Arbeitszettel. Mit Geldstrafe bis zu 600 ℳ, im Unvermögensfalle mit Haft werden bestraft (§ 146a) Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften über die Sonntagsruhe und den Ladenschluß, mit Geldstrafe bis zu 300 ℳ, im Unvermögensfalle mit Haft (§ 147), wer a) den selbständigen Betrieb eines stehenden Gewerbes, zu dessen Beginn eine besondere polizeiliche Genehmigung erforderlich ist, ohne diese Genehmigung unternimmt oder festsetzt oder von den Genehmigungsbedingungen abweicht, wer b) den Arbeiterschutz-Verfügungen und Vorschriften über die Beschaffenheit der Arbeitsräume und -einrichtungen oder c) über die Einführung oder Abänderung der Arbeitsordnung zuwiderhandelt. Im Falle zu b) (§ 147 Nr. 4) kann die Polizeibehörde bis zur Herstellung des der Verfügung oder Vorschrift entsprechenden Zustandes die Einstellung des Betriebes verordnen, falls dessen Fortsetzung erhebliche Nachteile oder Gefahren herbeizuführen geeignet sein würde. Die §§ 148—150 bedrohen eine Reihe von Verfehlungen gegen die Bestimmungen derselben mit Geldstrafe bis zu 150, 30, 20 ℳ bezw. Haft bis zu 4 Wochen, 8 Tagen, 3 Tagen, so namentlich bezüglich der Pflicht zur Anzeige eines Gewerbebetriebs, bezüglich des Wandergewerbebetriebs, der Lehrlingsanleitung, der Verhängung von Strafen gegen die Arbeiter und der Verwendung der Strafgelder, der Einreichung oder Aushängung der Arbeitsordnung, der Lohnzahlung, der Führung von Verzeichnissen über die Sonntagsbeschäftigung, der Anzeige der Beschäftigung von Arbeiterinnen oder jugendlichen Arbeitern in Fabriken und der dabei erforderlichen Aushänge, der Verpflichtungen der Arbeitgeber den Gewerbeinspektoren gegenüber, bezüglich der Arbeitsbücher, des Besuchs der Fortbildungsschule. Sind bei der Ausübung des Gewerbes polizeiliche Vorschriften von Personen übertreten worden, die der Gewerbetreibende zur Leitung des Betriebs oder eines Teiles desselben oder zur Beaufsichtigung bestellt hatte, so trifft die Strafe diese letzteren. Der Gewerbetreibende ist aber neben denselben strafbar, wenn die Uebertretung mit seinem Vorwissen begangen ist oder wenn er bei der nach den Verhältnissen möglichen eignen Beaufsichtigung des Betriebs oder bei der Auswahl oder Beaufsichtigung der Betriebsleiter oder Aufsichtspersonen es an der erforderlichen Sorgfalt hat fehlen lassen (§ 151). Wegen des Koalitionsrechts s. den betr. Artikel. — Das Kinderschutzgesetz vom 30. März 1903 (s. Kinderschutz) enthält in den §§ 23—29 strenge Strafbestimmungen gegen Zuwiderhandlungen gegen das Gesetz. Mit Geldstrafe bis zu 2000 ℳ wird bestraft, wer fremde Kinder in für die Beschäftigung solcher verbotenen Betrieben beschäftigt, mit Geldstrafe bis zu 600 ℳ, wer den Vorschriften zuwider fremden Kindern an Sonn- und Festtagen Beschäftigung gibt oder gegen besondere Verfügungen der Polizeibehörde über die Beschäftigung fremder Kinder handelt. Mit Geldstrafe bis zu 150 ℳ werden die Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften über die Beschäftigung eigner Kinder geahndet. Im Falle gewohnheitsmäßiger Zuwiderhandlung kann teils auf Gefängnisstrafe bis zu 6 Monaten, teils auf Haft erkannt werden. Mit Geldstrafe bis zu 30 ℳ werden Arbeitgeber bestraft, welche es unterlassen, die vorgeschriebene Anzeige an die Ortspolizeibehörde über die Beschäftigung von Kindern zu machen. Zuwiderhandlungen über die bezüglich der Arbeitskarten getroffenen Bestimmungen werden mit Geldstrafe bis zu 20 ℳ bestraft. Die obenerwähnte Bestimmung des § 151 der Gewerbeordnung über die Bestrafung der Betriebsleiter und Aufsichtspersonen und die Verantwortlichkeit der Gewerbetreibenden neben denselben findet auch bei den Verfehlungen gegen das Kinderschutzgesetz Anwendung.

Strafbestimmungen der Arbeiterversicherungsgesetze. a) Unfallversicherung (Gesetze vom 30. Juni 1900): Geldstrafe bis zu 300 ℳ oder Haftstrafe tritt ein, wenn zum Nachteile der Versicherten von Betriebsunternehmern oder deren Angestellten Verträge geschlossen oder Arbeitsordnungen erlassen sind, durch welche die Anwendung der gesetzlichen Bestimmungen ganz oder teilweise aufgehoben wird oder der Versicherte in der Uebernahme oder Ausübung eines ihm übertragenen Ehrenamts beschränkt wird, oder wenn Beiträge

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zur Unfallverſicherung den Verſicherten auf den Lohn angerechnet ſind. Dem Verbote zuwiderlaufende Vertragsbeſtimmungen haben keine rechtliche Wirkung (Gewerbeunfallverſicherungsgeſetz § 141; Unfallverſicherungsgeſetz für Land- und Forſtwirtſchaft § 152; Bauunfallverſicherungsgeſetz § 45, Seeunfallverſicherungsgeſetz § 139). Die Berufsgenoſſenſchaftsvorſtände haben eine Strafbefugnis gegenüber ihren Mitgliedern bei unrichtigen Angaben der letzteren in Lohnnachweiſungen und behufs Einſchätzung der Betriebe abgegebenen Erklärungen ſowie bei unzuläſſiger Ablehnung der Wahl zum Vorſtandsmitglied oder Vertrauensmann oder Vernachläſſigung ihrer diesbezüglichen Pflichten (Geldſtrafen bis zu 500 ℳ), ferner bei unterlaſſener Betriebsanmeldung, bei Pflichtverſäumnis in betreff der Führung und Aufbewahrung der Lohnliſten ſowie der Einreichung der Arbeiter- und Lohnnachweiſungen oder bei nicht rechtzeitiger Erſtattung der Unfallanzeige (Geldſtrafe bis zu 300 ℳ), endlich bei Zuwiderhandlungen gegen die Unfallverhütungsvorſchriften (Geldſtrafe bis zu 1000 ℳ). Zuwiderhandlungen der verſicherten Arbeiter u. ſ. w. gegen die Unfallverhütungsvorſchriften können mit Geldſtrafe bis zu 6 ℳ belegt werden (Gewerbeunfallverſicherungsgeſetz §§ 43, 112, 116, 146—149; Unfallverſicherungsgeſetz für Land- und Forſtwirtſchaft §§ 45, 120, 124, 156—159; Bauunfallverſicherungsgeſetz §§ 40, 45; Seeunfallverſicherungsgeſetz §§ 43, 118, 122, 143—147).

Betriebsunternehmer, welche den techniſchen Aufſichtsbeamten der Berufsgenoſſenſchaft den Zutritt zu ihren Betriebsſtätten während der Betriebszeit und den Rechnungsbeamten die Einſichtnahme der Geſchäftsbücher und Lohnliſten ohne genügenden Grund verweigern, können nach näherer Maßgabe von §§ 119, 120 des Gewerbeunfallverſicherungsgeſetzes, §§ 126, 127 des Unfallverſicherungsgeſetzes für Land- und Forſtwirtſchaft, § 40 des Bauunfallverſicherungsgeſetzes, § 123 des Seeunfallverſicherungsgeſetzes, hierzu durch Geldſtrafe bis zu 300 ℳ angehalten, Betriebsunternehmer, die durch Nichterfüllung ihrer Obliegenheiten eine Ueberwachungstätigkeit der Berufsgenoſſenſchaft notwendig machen, mit Geldſtrafe bis zu 100 ℳ belegt und zum Erſatz der durch die Ueberwachung veranlaßten baren Auslagen angehalten werden (§ 124 des Gewerbeunfallverſicherungsgeſetzes, § 130 des Unfallverſicherungsgeſetzes für Land- und Forſtwirtſchaft, § 40 des Bauunfallverſicherungsgeſetzes, § 126 des Seeunfallverſicherungsgeſetzes). Mitglieder der Genoſſenſchaftsvorſtände, deren techniſche Aufſichtsbeamte und Rechnungsbeamte, beſonders ernannte Sachverſtändige ſowie Schiedsgerichtsbeiſitzer, werden bei unbefugter Offenbarung von Betriebsgeheimniſſen mit Geldſtrafe bis zu 1500 ℳ oder mit Gefängnis bis zu 3 Monaten beſtraft. Handeln ſie abſichtlich zum Nachteile der Betriebsunternehmer oder um ſich oder einem andern einen Vermögensvorteil zu verſchaffen, oder ahmen ſie geheimgehaltene Betriebseinrichtungen oder Betriebsweiſen nach, ſo tritt noch ſtrengere Strafe ein (§§ 150, 151 des Gewerbeunfallverſicherungsgeſetzes, §§ 160, 161 des Unfallverſicherungsgeſetzes für Land- und Forſtwirtſchaft, § 45 des Bauunfallverſicherungsgeſetzes).

b) Krankenverſicherung (Geſetze vom $\frac{\text{15. Juni 1883}}{\text{10. April 1892}}$, 30. Juni 1900 und 25. Mai 1903): Auch hier beſteht das Verbot von Abmachungen zum Nachteil der Verſicherten; Uebertretungen des Verbots werden mit Geldſtrafe bis zu 300 ℳ oder mit Haft beſtraft, ſofern nicht nach andern geſetzlichen Beſtimmungen eine härtere Strafe eintritt. Auch ſind ſolche Abmachungen ohne rechtliche Wirkung (§§ 80, 82 des Krankenverſicherungsgeſetzes). Der gleichen Strafe unterliegt das vorſätzliche Abziehen höherer Beiträge als zuläſſig bei der Lohnzahlung (§ 82). Unter Umſtänden auf Gefängnisſtrafe kann erkannt werden gegen Arbeitgeber, die die Lohnabzüge in gewinnſüchtiger Abſicht den bezugsberechtigten Kaſſen vorenthalten (§ 82b). Die Verletzung der Melde- und Anzeigepflicht wird mit Geldſtrafe bis zu 20 ℳ geahndet (§ 81).

c) Invalidenverſicherung (Geſetz vom 13. Juli 1899): Bezüglich des Verbots von Abmachungen zum Nachteil der Verſicherten, der Beſtrafung des Abziehens höherer Beiträge als zuläſſig und der nicht beſtimmungsmäßigen Verwendung der Lohnabzüge ſowie der Verletzung der Meldepflicht gilt im weſentlichen das Gleiche wie bei der Krankenverſicherung (§§ 179—183 des Invalidenverſicherungsgeſetzes). Unzuläſſige Eintragungen in die Quittungskarten, widerrechtliche Vorenthaltungen von ſolchen, unbefugte Offenbarung von Betriebsgeheimniſſen und andre Verfehlungen, namentlich auch ſolche bezüglich des Markenklebens, werden nach Maßgabe der Beſtimmungen der §§ 175 ff. des Geſetzes je nach dem Tatbeſtand mit Ordnungsſtrafen, Polizei- oder gerichtlichen Strafen geahndet. *Köhler.*

Strahl, ſ. v. w. Gerade. Strahlenbüſchel = Inbegriff von unendlich vielen Geraden in einer Ebene durch einen Punkt. Strahlenbündel = Inbegriff von doppelt unendlich vielen Geraden durch einen Punkt im Raum. Strahlenkurve = Kurve als Umhüllungsgebilde ihrer ſämtlichen Tangenten. *Wölffing.*

Strahl, phyſikaliſcher. Außer in der Bedeutung eines dünnen Stroms von Flüſſigkeit oder von feinzerteilten Körpern hat Strahl in der Phyſik die Bedeutung eines geometriſchen Hilfsbegriffs für die Beſchreibung phyſikaliſcher Vorſtellungen.

In der Optik und Akuſtik bezeichnet er die Normalen der Wellen, die Richtung der Fortpflanzung der Energie (ſ. Wellenbewegung), in der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus wird das Wort manchmal im Sinne von Kraftlinien gebraucht. In den Bezeichnungen: Wärmeſtrahlen, Hertzſche Strahlen, Röntgenſtrahlen u. a. bezeichnet Strahl immer, wie in der Optik, die Fortpflanzungsrichtung der Energie, in den Kathodenſtrahlen und den X-Strahlen des Radiums hat man Strömungen von Elektronen, von Emanation. *Aug. Schmidt.*

Strahlapparate beruhen darauf, daß ein aus einer tropfbaren oder gasförmigen Flüſſigkeit gebildeter Strahl, der durch eine andre Flüſſigkeit ſtrömt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die ihm zunächſt liegenden Teile derſelben mitreißt, ſo daß um ihn ein Vakuum entſtehen würde, wenn es nicht durch Zuſtrömen entfernter liegender Flüſſigkeitsteile immer wieder ausgefüllt würde. Indem der Strahl die ihn umgebende Flüſſigkeit anſaugt, vermiſcht er ſich mit ihr und überträgt ſo viel von ſeiner lebendigen Kraft auf ſie, daß beide miteinander fortſtrömen. Wird dann ihre gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit noch durch einen Gegendruck verringert, ſo ſetzt ſich ein entſprechender Teil der lebendigen Kraft des Gemiſches in Druck um, der zur Ueberwindung des Gegendruckes dient. — Strömt ein Dampfſtrahl durch eine kühlere Flüſſigkeit, oder wird Dampf von einem kühleren Flüſſigkeitsſtrahle angeſaugt, ſo kondenſiert er ſich bei der Vermiſchung, und das Anſaugen wird um ſo ſtärker, je vollſtändiger die Kondenſation iſt. Zur vollſtändigen Kondenſation iſt erforderlich, daß verhältnismäßig wenig Dampf mit einer gegebenen Menge kühlerer Flüſſigkeit in Berührung kommt.

Die Flüſſigkeiten, welche in der Technik hauptſächlich zur Anwendung kommen, ſind: atmoſphäriſche Luft, Waſſer und Waſſerdampf.

1. **Luftſtrahlwaſſerpumpen.** Als ſolche iſt die ſogenannte Sprühflaſche (Zerſtäuber, Droſophor, Inhalationsapparat) zu betrachten (ſ. a. Zerſtäubungsvorrichtungen). Sie beſteht aus einem horizontalen, in eine feine Mündung auslaufenden Blasrohre *a* (Fig. 1) und einem in derſelben Ebene liegenden ſenkrechten Saug- oder Steigrohre *e*, welches mit ſeinem Fuße in die zu zerſtäubende Flüſſigkeit taucht, und deſſen obere feine Mündung ſo geſtellt iſt, daß der aus dem Blasrohre ſtrömende Strahl darüber hinſtreicht. Dadurch wird die Luft über der Mündung des Saugrohrs verdünnt, die äußere Atmoſphäre drückt die Flüſſigkeit im Saugrohre in die Höhe und bei ihrem Austritte wird die Flüſſigkeit von dem Luftſtrahle fortgeriſſen und zerſtäubt.

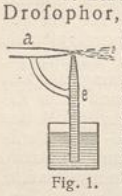


Fig. 1.

2. **Luftſtrahlluftpumpen** werden angewendet:

a) zur Pulſionsventilation mit komprimierter Luft, dadurch bewirkt, daß man in eine ſich erweiternde oder in eine zylindriſche Röhre *e* (Fig. 2), die mit dem zu ventilierenden Raume in Verbindung ſteht, durch eine engere Röhre *a* einen Luftſtrahl treibt, der die in der Röhre *e* befindliche Luft mit fortreißt. Dieſe Ventilationsmethode hat ſich wenig bewährt.

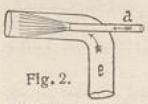


Fig. 2.

b) Zur Waggonventilation. Zu dieſem Zwecke kann die Luft aus dem Waggon durch den beim Fahren entſtehenden Luftzug auf die ſoeben beſchriebene Weiſe angeſaugt und fortgetrieben werden. Der Ventilator iſt um eine ſenkrechte Achſe drehbar und mit einer Windfahne verſehen, welche eine den Luftzug auffaugende weite Trichtermündung ſtets der Zugrichtung entgegenſtellt.

3. **Waſſerſtrahlluftpumpen,** Waſſerſtrahlgebläſe.

a) Das Waſſertrommelgebläſe, ſchon 1589 von Della Porta beſchrieben, beſteht aus einer ſenkrechten, mindeſtens 3,5 m langen Röhre *a* (Fig. 3), die aus einem Waſſerbehälter *r* vermittelſt einer Einfalldüſe *c* geſpeiſt wird und bei deren Mündung mit ſeitlichen Oeffnungen *e* verſehen iſt, durch die der herabſtürzende Waſſerſtrahl Luft anſaugt und in einen am unteren Ende der Röhre *a* angebrachten Kaſten, die ſogenannte Trommel, mit ſich fortreißt. Während hier das Waſſer durch ein nahe dem Kaſtenboden befindliches Loch abfließt, wird die ſich wieder abſcheidende gepreßte Luft durch eine am Kaſtendeckel angebrachte Windröhre nach dem Orte ihrer Beſtimmung geleitet. Die Windpreſſungen, die man erreicht, betragen 0,5 bis 1 m Waſſerſäule.

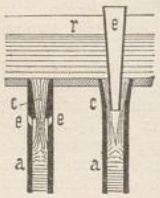


Fig. 3. Fig. 3a.

Fig. 3a zeigt eine andre Anordnung des Waſſertrommelgebläſes. Hier mündet in das die Einfalldüſe bildende obere kegelförmige Ende *c* der Waſſerröhre *a* ein engeres kegelförmiges Rohr *e*, das bis über den Waſſerſpiegel in dem Behälter *r* reicht und durch welches die Luft von dem das Rohr *e* umſchließenden Waſſerſtrahle angeſaugt wird. Auf gleichem Prinzip beruht Bunſens Waſſerluftpumpe.

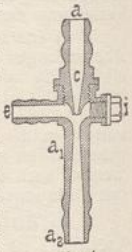


Fig. 4.

b) Körtings Waſſerſtrahlluftpumpe (Fig. 4) iſt ein Waſſertrommelgebläſe der in Fig. 3 abgebildeten Art mit der Abänderung, daß die Luft nicht durch mehrere ins Freie gehende Oeffnungen, ſondern nur durch eine Rohrmündung eingeſaugt wird. Das Waſſer ſtrömt durch den Rohrſtutzen *a* in die Einfalldüſe *c* und ſaugt durch den Rohrſtutzen *e*, der mit dem auszupumpenden Raume verbunden wird, die Luft an. Die Miſchdüſe a_1 geht in die ſogenannte Druckdüſe a_2 über, indem ſich das Rohr, welches beide bilden, nach unten wieder erweitert. Der Strom des Gemiſches wird dadurch verzögert und in den Stand geſetzt, größeren Gegendruck zu überwinden. Die Druckdüſe bildet hier gleichzeitig einen Schlauchanſatz. Bei *i* kann ein Manometer angeſchraubt werden. Eine Druckhöhe von 3,5 m genügt zur Erzeugung der nötigen Waſſergeſchwindigkeit. Der Waſſerverbrauch beträgt bei der gebräuchlichſten Größe dieſes Apparates etwa 8 l in der Minute. Mit 5 m und mehr Druckhöhe des Waſſerſtrahls läßt ſich ein faſt vollſtändiges Vakuum erreichen.

4. **Waſſerſtrahlwaſſerpumpen.**

a) Die Saugſtrahlpumpe von Thomſon (Fig. 5), in the Report of the British Aſſociation von 1852 beſchrieben, iſt ebenfalls als eine Modifikation des Waſſertrommelgebläſes zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 5.

betrachten, denn man kann sie sich dadurch entstanden denken, daß der soeben beschriebene Apparat um 90° gedreht und so das Saugrohr *e* senkrecht gestellt wurde. Taucht dieses mit seinem unteren Ende in Wasser, so drückt, wenn die Luft darin verdünnt worden ist, die äußere Atmosphäre das Wasser in der Saugröhre *e* in die Höhe, und wenn es mit dem aus der Einfalldüse *c* strömenden Wasserstrahle zusammentrifft, wird es von diesem mit fortgerissen, und beide gelangen durch die Düse a_1 zum Ausflusse.

b) Die Nagelsche Strahlpumpe, vornehmlich zur Hebung von Wasser aus Baugruben bestimmt, unterscheidet sich von der Thomsonschen nur dadurch, daß die Einström- und die Mischdüse aus Holz konstruiert sind, und das Saugrohr um diese herumgeführt ist und von oben einmündet.



Fig. 6.

5. **Wasserstrahldampfpumpen.** Diese Klasse wird durch Körtings Strahlkondensator repräsentiert. Das mit etwa 4,5 m Druckhöhe bei *a* (Fig. 6) eintretende Wasser strömt durch die Einfalldüse *c* und eine zweite Düse, ein sogenanntes Friedmannsches Zwischenrohr c_1 in die Misch- oder Kondensationsdüse a_1. Der durch den Saugstutzen *e* eintretende, vom Zylinder einer Dampfmaschine kommende Vorderdampf verteilt sich auf die beiden ringförmigen Spalten zwischen *c* und c_1 und zwischen c_1 und a_1. Er tritt also an zwei Stellen mit dem Wasserstrahle in Berührung, was den Stoß bei ihrem Zusammentreffen vermindert, sowie das Ansaugen und die Kondensation befördert. Das Gemisch von Dampf und Betriebswasser wird durch die lebendige Kraft des letzteren fortgerissen. Während der Kondensation des Dampfes vermindert sich dessen Volumen, weshalb der Querschnitt der Mischdüse a_1 abnimmt; in der Druckdüse a_2 aber wird seine Bewegung durch den Gegendruck der äußeren Atmosphäre etwas verzögert, weshalb der Querschnitt dieser Düse allmählich etwas zunehmen muß. Auf diese Weise wird in dem Dampfzylinder ein Vakuum erzeugt, ohne daß eine Kolbenpumpe dazu nötig wäre. Da das Innere eines kompakten Wasserstrahles auf den von außen zuströmenden Dampf nicht kondensierend wirkt, ist in die Einfalldüse ein Dorn gesetzt, wodurch der Wasserstrahl ringförmigen Querschnitt und eine größere Kühlfläche erhält. Das Vakuum wird durch diesen Apparat ebenso wie durch einen Luftpumpenkondensator mit der etwa 25 fachen Speisewassermenge erzeugt und beträgt etwa 0,66 m. Die Temperatur des Kondensationswassers ist 25—30° C. Wenn kein natürliches Gefälle zur Erzeugung des Wasserstrahles vorhanden ist, und das Betriebswasser gepumpt werden muß, ist zwar die Anwendung des Apparates weniger vorteilhaft, doch wegen seiner Einfachheit immer noch empfehlenswert.

6. **Dampfstrahlwasserpumpen.** Diese zerfallen in Ejektoren, die dazu dienen, Wasser durch einen Dampfstrahl zu fördern, und in Injektoren, mit denen Wasser durch einen Dampfstrahl in einen Dampfkessel gedrückt wird, um ihn zu speisen. Von Ejektoren erwähnen wir:

a) die einfache nichtsaugende Dampfstrahlpumpe (Fig. 7). Durch das Einströmrohr *a* und den Fuß *o*, der auf oder unter dem Boden des Flüssigkeitsbehälters befestigt wird, gelangt der Dampf in die aufwärts gerichtete Einströmdüse *c*, während die zu fördernde Flüssigkeit durch die seitlichen Oeffnungen *e* in der die Düse umgebenden Röhre eintritt. Durch das Zusammentreffen der Flüssigkeit mit dem Dampfstrahle wird dieser kondensiert. In der Mischdüse a_1 wird die Kondensation vervollständigt, und die dem kondensierten Dampfe innewohnende lebendige Kraft treibt das Gemisch in die Druckdüse a_2 und das Steigrohr a_3, während durch die Saugöffnungen *e* Flüssigkeit aus dem Behälter nachströmt. Derartige Ejektoren gestatten das Heben schmutziger, mit pulverförmigen Substanzen gemischter und dicker Flüssigkeiten, sowie, wenn sie aus geeignetem Material hergestellt sind, auch von Säuren in großen Mengen und verhältnismäßig kurzer Zeit. Sie erfordern zwar größeren Dampfaufwand als Kolbenpumpen; wenn aber die durch die Kondensation des Dampfes eintretende Erwärmung der zu fördernden Flüssigkeit vorteilhaft ist, wird der Mehrverbrauch von Dampf auf diese Weise nutzbar gemacht. Je nachdem der Dampfüberdruck 1—5 Atmosphären beträgt, kann die Flüssigkeit auf 4—38 m Höhe gehoben werden.

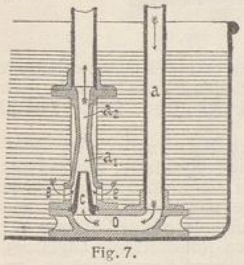


Fig. 7.

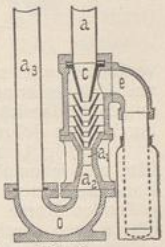


Fig. 8.

b) Bei dem Friedmannschen Ejektor (Fig. 8), der zum Heben von Wasser aus Brunnen und Baugruben häufig angewendet wird, ist die Einströmungsdüse *c* abwärts gerichtet, und zwischen dieser und der Mischdüse a_1 sind mehrere Zwischendüsen oder sogenannte Zwischenrohre eingeschaltet, wodurch die Kondensation des Dampfes und der stoßfreie Eintritt des Wassers in den Dampf befördert werden. Der Apparat wird unter Wasser aufgestellt. Seine Wirkungsweise ist dieselbe wie die der einfachen Dampfstrahlpumpe, doch ist sein Dampfverbrauch geringer. Zum Zwecke der Reinigung des Saugkorbes und der Zwischenrohre kann das Steigrohr durch eine Klappe verschlossen werden. Der Dampf strömt dann durch den Saugkorb aus und entfernt die Unreinlichkeiten. Diese Ejektoren werden für Leistungen von 3—30 cbm in der Stunde gebaut. Läßt man das Wasser durch sie einem Injektor zuführen, so können die beiden Strahlapparate einen Dampfkessel direkt aus einem Brunnen mit vorgewärmtem Wasser speisen.

c) Die Friedmannsche Schiffsleckpumpe, welche über 320 cbm Wasser in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stunde fördert, unterfcheidet fich von dem foeben befchriebenen Ejektor nur durch horizontale gleichachfige Anordnung der Düfen und Zwifchenrohre, Vermehrung der Zahl der letzteren und größere Dimenfionen.

Von nichtfaugenden Injektoren heben wir hervor:

a) Den Injektor von Schau (Fig. 9). Bei *a* tritt der Dampf in der Düfenrichtung ein und gelangt in die Einftrömdüfe *c*, während das Speifewaffer bei *e* rechtwinkelig zur Düfenrichtung mit mindeftens 0,3 m Druckhöhe eintritt. Bei ihrem Zufammentreffen kondenfiert fich der Dampf, beide gelangen in die Mifch- oder Kondenfationsdüfe a_1, von da in die Druckdüfe a_2 und dann in das Speiferohr a_3. An der Stelle *u*, wo die Kondenfationsdüfe in die Druckdüfe übergeht, ift die Wandung derfelben mehrfach durchbohrt, damit ein Ueberfchuß von Waffer hier austreten kann, um in den fogenannten Slabberraum *s* und von da ins Freie zu gelangen. Es wird dadurch verhütet, daß das überfchüffige Waffer, das der Strahl nicht in den Keffel zu drücken vermag, einen fchädlichen Gegendruck ausübt.

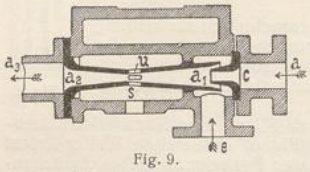


Fig. 9.

b) Bei dem Injektor von Kraus (Fig. 10) ift die Mifch- oder Kondenfationsdüfe durch einen kleinen Zwifchenraum *u*, den fogenannten „Ueberfprungraum", welcher das überfchüffige Waffer in den Slabberraum *s* und von da ins Freie gelangen läßt, von der Druckdüfe a_2 vollftändig getrennt, fo daß hier ein fogenannter „freifpringender Strahl" entfteht. Im übrigen unterfcheidet fich diefer Injektor von dem vorhergehenden dadurch, daß das Speifewaffer bei *e* durch einen Abfperrhahn in der Richtung der Düfen eintritt, während der Dampf durch den feitlichen Stutzen *a* in ein Knierohr einftrömt, das fich allmählich verengt und die Einftrömdüfe *c* bildet.

Der Slabberraum ift bei den meiften Injektoren durch ein fich nach außen öffnendes Ventil von der Atmofphäre getrennt, damit diefe von dem freifpringenden Strahle nicht etwa nachgefaugt werde.

Bei den faugenden Injektoren der bisher üblichen Art darf anfangs nur wenig Dampf eingelaffen werden, damit er fich vollftändig kondenfiert und durch die entftehende Luftverdünnung das Speifewaffer kräftig anfaugt. Nachdem das erfte Anfaugen des Waffers erfolgt ift, muß dagegen verhältnismäßig viel Dampf eingelaffen werden, damit er imftande ift, das Waffer in den Dampfkeffel zu drücken. Der Querfchnitt des Dampfftrahles muß daher nach Bedarf verkleinert und vergrößert werden können, was man durch einen in der Düfe verftellbaren konifchen Dorn, die fogenannte „Dampffpindel" oder „Düfennadel" zu bewirken pflegt. Man macht entweder die Düfe feft und die Spindel

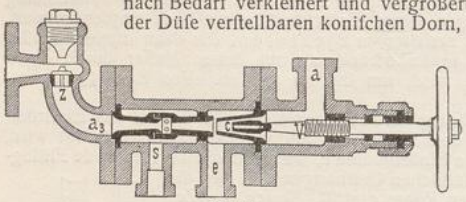


Fig. 11.

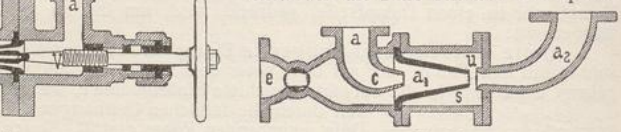


Fig. 10.

verftellbar, oder macht die Spindel feft und die Düfe verftellbar. Da es indes Gefchicklichkeit und Uebung erfordert, die Dampffpindel zum Saugen richtig einzuftellen, kann man fie auch in der Achfenrichtung fein durchbohren, fo daß bei aufftzender Spindel gerade fo viel Dampf durch diefe Bohrung einftrömt, wie zum Anfaugen nötig ift.

a) Fig. 11 zeigt einen folchen Injektor von Schäffer und Budenberg für ftationäre und lokomobile Dampfkeffel. *V* ift die in der Mitte mit Schraubengewinde, am äußeren Ende mit einem Handrädchen und am inneren Ende mit einem in die Einftrömdüfe *c* genau paffenden Kopfe verfehene Düfennadel. Diefer Kopf ift der Länge nach und der Hals der Quere nach durchbohrt, fo daß bei aufftzendem Kopfe die zum Anfaugen nötige Dampfmenge in die Einftrömdüfe gelangen kann. Ift das Speifewaffer durch den Rohrftutzen *e* angefaugt, fo wird die Düfennadel zurückgefchraubt, bis der Spindelkopf genügend Dampf einläßt, um das angefaugte Waffer durch die Mifchdüfe, die Druckdüfe und das Speifeventil *z* in den Keffel zu drücken. Die Mifch- und die Druckdüfe find hier zufammengefchraubt und zwar fo, daß zwifchen ihnen eine weitere zylindrifche Kammer freibleibt, deren Wandung mehrfach durchbohrt ift, damit überfchüffiges Waffer in den Slabberraum gelangen kann.

Die Waffer zuführung ift bei den neueren Injektoren einfach durch einen Hahn regulierbar; bei den älteren wurde fie durch Verftellung der Einftrömdüfe oder der Mifchdüfe, alfo durch Verengung oder Erweiterung des Spaltes, durch den das Waffer zu dem Dampfftrahle gelangt, geregelt. Bei dem älteften Injektor, von Giffard (1858) konftruiert, war die Dampffpindel in einem Rohre, deffen Ende die Einftrömdüfe bildete, verftellbar, und dieles wiederum in einem Rohre, das die Mifchdüfe und die Druckdüfe enthielt. Die Dichtung und Handhabung diefes Apparates war jedoch fchwierig, und man hat deshalb die doppelte Verftellbarkeit in neuerer Zeit aufgegeben.

b) Körtings Patentuniverfalinjektor ift in dem Artikel Dampfkeffelfpeifeapparate befchrieben und abgebildet.

In neuerer Zeit fucht man einen kräftigeren Saugftrahl dadurch zu erreichen, daß man während des Anfaugens den Dampf in der Mifchdüfe durch ein Ventil ins Freie entweichen läßt und dadurch Gegendruck vermeidet; ift aber Waffer angefaugt und in den Druckraum gepreßt, fo fchließt es das Ventil. So hat z. B. beim Injektor von Schäffer & Budenberg,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D.R.P. 102825 (Fig. 12) die Miſchdüſe m einen im Druckraume r liegenden verſchiebbaren Teil m_1, der beim Anſaugen von m abſteht, ſo daß durch den Spalt zwiſchen m und m_1 der Dampf entweichen kann. Fördert der Injektor, ſo ſchiebt ſich m_1 unter dem in r auftretenden Drucke gegen m und ſchließt den Spalt. Gleichzeitig ſchließt das mit m_1 verbundene Ventil s den Raum r gegen den Ausſaß u ab (ſ. a. Dampfkeſſelſpeiſeapparate).

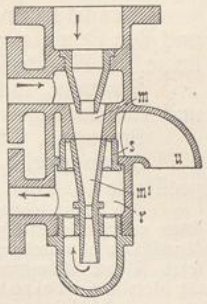


Fig. 12.

7. **Dampfſtrahlluftpumpen,** Dampfſtrahlgebläſe. Als einfachſter Apparat dieſer Art iſt das Lokomotivblasrohr zu erwähnen. Auch Apparate, nach dem Prinzip der Injektoren konſtruiert, werden vielfach als Gebläſe, Ventilatoren oder Exhauſtoren benutzt. Indem der Dampf hier durch die Einſtrömdüſe und mehrere Zwiſchenrohre ſtreicht, ſaugt er die Gaſe an, treibt ſie durch die Miſch- und Druckdüſe und von da in einen geſchloſſenen Raum oder ins Freie. Wir verweiſen bezüglich der Einrichtungen für Unterwindgebläſe, Dampfſtrahlhochdruckgebläſe, Grubenventilatoren, Gasexhauſtoren, Injektorelevatoren u. ſ. w. auf den Katalog der Firma Körting, Körtingsdorf vor Hannover, in dem ſich Beſchreibungen und Zeichnungen vorfinden. Die Verwendbarkeit der Dampfſtrahlluftpumpen iſt ſehr mannigfaltig. Außer zu den erwähnten Zwecken können ſie zur Ventilation von Schiffsräumen, Waggons, Trockenräumen u. ſ. w. dienen, während ſie des durch ſie verurſachten Geräuſches wegen zur Ventilation von Wohnräumen nicht geeignet ſind. Ferner werden ſie vielfach zum Saugen oder Preſſen von Luft oder Gaſen durch Flüſſigkeiten angewendet (vgl. a. Dampfſtrahlrührgebläſe). Bezüglich der Berechnung der Dampfſtrahlapparate verweiſen wir auf [1]—[3], [5] und [6].

Zu den Strahlapparaten gehören auch die Sandſtrahlgebläſe und die Preßluftſpritzapparate, wovon erſtere in Bd. 7, S. 570, letztere in dem Art. Zerſtäubungsapparate ausführlich behandelt werden.

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Teil, S. 923 und 3. Teil, S. 1269 ff., Braunſchweig 1883—87. — [2] Grashof, Anhang zu Redtenbachers Reſultate für den Maſchinenbau, 6. Aufl., S. 494, Abſchnitt: Dampfſtrahlpumpen, Heidelberg 1875. — [3] Zeuner, Grundzüge der Wärmetheorie, 2. Aufl., Freiberg 1866, S. 390 ff. — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1872, S. 110, und 1889, S. 327. — [5] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, 2. Hälfte, Stuttgart 1907, S. 59. — [6] Schrauff, G., Unterſuchungen über den Arbeitsvorgang im Injektor, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 768 ff. — [7] Die Patentſchriften, D.R.P. Kl. 59, Nr. 78633, 82123, 82351, 85586, 88643, 89751, 92047, 94655, 95709, 97600, 98410, 102488, 102835, 102998, 103090, 103338, 106379, 130099, 157850, 193315, 195885. *Th. Beck.*

Strahlenbrechung, atmoſphäriſche, ſ. Refraktion, Bd. 7, S. 374.

Strahlenbüſchel, -bündel, -kurve, ſ. Strahl.

Strahlende Materie, der von Crookes (1879) angenommene vierte Aggregatzuſtand, in welchem ſich die Materie im Zuſtande hoher molekularer Zerteilung und Verdünnung befindet, wie in den Geißlerſchen (Crookesſchen) Röhren (ſ. d.). *Aug. Schmidt.*

Strahlende Wärme, ſ. Wärmeſtrahlung.

Strahlenſyſtem, der Inbegriff von doppelt unendlich vielen Geraden im Raum. Ein Strahlenſyſtem iſt von der m-Ordnung, wenn m Strahlen im allgemeinen durch einen Punkt gehen, und von der n-Klaſſe, wenn im allgemeinen n Strahlen in eine Ebene fallen. Für $m = n$ geht das Strahlenſyſtem in eine Kongruenz über (ſ. Liniengeometrie). *Wölffing.*

Strahlenzieher, ſ. Tachymetrie.

Strahlerz (Abichit, Klinoklas), Mineral, waſſerhaltiges, arſenſaures Kupfer, mit 62,6% Kupferoxyd.

Kriſtalliſiert monoklin, fäulig, ſonſt ſtenglich und kugelig; dunkelgrün, glasglänzend, vollkommen ſpaltbar. Spez. Gew. 4,2—4,4, Härte 2—3. Löslich in Säuren und in Ammoniak. Techniſch unwichtiges Kupfererz. *Leppla.*

Strahlgebläſe, ſ. Strahlapparate, Sandſtrahlgebläſe.

Strahlrohre, Metallrohre mit koniſchem Mundſtück, die am Ende einer Schlauchleitung angebracht werden und dazu dienen, dem durch den Schlauch geleiteten Waſſer eine beſtimmte Richtung zu geben und dasſelbe auf größere Entfernung in freiem Strahl zu leiten.

Bei Gartenſpritzen ſind die Strahlrohre häufig mit einem Waſſerverbreiter verſehen (Abbildungen ſ. Bd. 4, S. 268). Die Feuerwehrſtrahlrohre haben Ausmündungen von 10—20 mm, ſind etwa 600 mm lang und des beſſeren Feſthaltens wegen mit Kordel umwickelt. Verſchiedene Anordnungen ſ. unter D.R.P. Nr. 10159, 11641, 12907, 13495, 13761, 14873, 17314, 17430, 20385, 20881, 23065, 24530, 25182, 26270, 27758, 29688, 29798, 33829, 39571, 41549, 45748, 47436, 48340, 52232, 53310, 60090, 61072, 66129, 68497, 71453, 74301, 74856, 79193, 80799, 82606, 82763, 88262, 94376, 96350, 98856, 100228, 160168. *C. Blecken.*

Strahlſtein, ſ. Hornblende.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stramberger Schichten, der weißen Juraformation (Malm) in Mähren und den Oſtalpen angehörige plumpe, undeutlich geſchichtete, hellgefärbte Kalkſteine, zu Hochbauzwecken verwendet. *Leppla.*

Stramin, mit regelmäßigen quadratiſchen Zwiſchenräumen zwiſchen Kette und Einſchlag gewebtes Zeug zum Beſticken; ſ. Weberei.

Strangen, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 919, Garn.

Strangpreſſe, allgemeine Bezeichnung für alle Preſſen, bei denen das zu preſſende Material in Strangform übergeführt werden ſoll.

Als kennzeichnendes Merkmal weiſen die Strangpreſſen einen einerſeits durch ein Mundſtück verſchloſſenen Zylinder für Aufnahme des Preßguts auf, das mittels Stempels durch das Mundſtück hindurchgepreßt wird; in wenigen Fällen iſt der Stempel durch eine Schnecke erſetzt. Ueber Strangpreſſen für Kernſand ſ. Kernformmaſchinen; für Ton ſ. Tonwaren; für Metalle ſ. Bleirohrherſtellung, Bd. 7, S. 478, und Stangenpreſſe; für Teig ſ. Teigwarenfabrikation. *A. Widmaier.*

Strangſchlichtmaſchine, ſ. Weberei.

Strangwaſchmaſchine, ſ. Garnwaſchmaſchinen, Tuchfabrikation.

Straßen im weiteren Sinne ſind alle Verkehrslinien. In dieſem Sinne ſpricht man von Straßen des Weltverkehrs, Völkerſtraßen (ſ. z. B. Römerſtraßen), Meeresſtraßen, Eiſenbahnſtraßen, Waſſerſtraßen, Gebirgsſtraßen, Hochſtraßen (ſ. d.), Talſtraßen u. ſ. w. Straßen im engeren Sinne ſind die ſtädtiſchen Straßen oder Stadtſtraßen einerſeits und die ländlichen oder Landſtraßen anderſeits. Mit beiden verbindet man den Begriff des Fahrverkehrs, ſo daß man Wege, die nur dem Fußverkehr dienen (Fußwege [ſ. d.], Fußſteige, Pfade) nicht zu den Straßen rechnet. Ein Mittelding ſind die Radlerwege oder Radfahrwege (ſ. d.), die in der Regel als beſondere Streifen der eigentlichen Straßen, d. h. der Fahrſtraßen, auftreten. Vgl. a. Reitwege.

Landſtraßen unterſcheiden ſich von den Landwegen (Verbindungsſtraßen, Vizinalſtraßen) und Feldwegen (ſ. d. und Sommerwege, Erdſtraßen) durch eine beſſere Herſtellung der Straßendecke; deshalb iſt für erſtere auch der Name Kunſtſtraße (ſ. d.) in Anwendung. Beſonderheiten ſiehe in den Art. Chauſſée, Flachlandſtraßen, Klinkerſtraßen, Makadamſtraßen und Straßenbau. — Stadtſtraßen unterſcheiden ſich der Hauptſache nach in Verkehrſtraßen und Wohnſtraßen, obwohl erſtere auch dem Wohnen, letztere auch dem Verkehr dienen. Aber bei den Verkehrſtraßen iſt der die Straße benutzende Verkehr (der „durchgehende Verkehr") für Breite, Befeſtigung und Ausſtattung maßgebend; daher Breiten von 15 bis 100 m und mehr und Streifenteilung je nach den verſchiedenen Verkehrsarten (für Fuhrwerk, für Straßenbahnen, für Automobile, für Reiter, für Radfahrer, für Fußgänger u. ſ. w.). Bei den Wohnſtraßen handelt es ſich meiſt nur um den Verkehr der Anwohner, und maßgebend für die Breite und Bauart der Straße iſt die Rückſicht auf die Wohnungen; daher Einſchränkung der Verkehrsbreite bis auf 7 m, Anordnung von Vorgärten zwiſchen Straße und Haus; auch Baumreihen und Gartenſtreifen auf der Straße, wenn die Breite mehr als etwa 12 m beträgt. Wohnſtraßen können ebenſowohl wie Verkehrſtraßen bei ſtattlicher Breite, gärtneriſchem und künſtleriſchem Schmuck zu Pracht- (ſ. d.), Luxus- und Promenadeſtraßen (ſ. d.) werden. *Stübben.*

Straßenbau, die Herſtellung von Landſtraßen und Stadtſtraßen.

A. **Landſtraßen.** — Obgleich ſchon im fernſten Altertum bei allen Kulturvölkern Verkehrswege beſtanden, die zum Teil als Natur- und Erdwege (ſ. Erdſtraßen), zum Teil als künſtlich gebahnte, durch Gräben entwäſſerte und auf die verſchiedenſte Weiſe künſtlich befeſtigte Straßen ſich darſtellen, ſo iſt der Straßenbau in ſeiner jetzigen Ausbildung doch erſt eine Errungenſchaft der neueren Zeit. Von den alten griechiſchen Straßen weiß man, daß ſie kunſtgerecht dem Gelände angepaßt waren und in Felsboden ausgearbeitete Rinnen für die Wagenräder aufwieſen ([1], [12], S. 2, [17], S. 81, [19], S. 3), während die Etrusker zur Straßenbefeſtigung eine gewölbte Baſaltpflaſterung auf ſtarker Kiesunterlage anwendeten und zu beiden Seiten der Steinbahn geebnete Fußwege anlegten. Am bekannteſten ſind die noch jetzt zum Teil erhaltenen, auf das ſorgfältigſte hergeſtellten alten Römerſtraßen (ſ. d. und [1], [2], [7], [17]). Im Mittelalter ſcheinen die Städte vielfach abſichtlich nichts zur Verbeſſerung der Landſtraßen getan zu haben, um bei der fortwährenden Kriegsgefahr ſich durch Unbenutzbarkeit der Wege vor Truppendurchzügen zu bewahren. Erſt im 17. und 18. Jahrhundert begann man in Frankreich und Oeſterreich und im Anfang des 19. Jahrhunderts auch in Deutſchland wieder mit dem Bau der Straßen. — Durch Trésaguet fand (1775) in Frankreich und durch McAdam (1820) in England die noch jetzt gebräuchliche Verſteinung der Schotter- oder Steinſchlagſtraßen mit bezw. ohne Packlage (vgl. Makadamſtraßen, Bd. 6, S. 285) Eingang und führte im weiteren Verlauf zur Verwendung der Kiesſtraßen (ſ. d.), des Klinkerpflaſters (ſ. d.), des Steinſchlag- oder Kleinpflaſters (ſ. d.), ferner zur wiſſenſchaftlichen Behandlung des Straßenbaues und zum Ausbau ausgedehnter Straßennetze. Obſchon ſeit Einführung der Eiſenbahnen die durchlaufenden Straßenzüge als Haupthandelswege ihren urſprünglichen Zweck einbüßten, ſo hat trotzdem der Verkehr auf den Landſtraßen ſtets zugenommen [14], wobei allerdings die Art des Verkehrs eine andre wurde. Die ſchweren und weit zu befördernden Laſten ſind der Eiſenbahn überwieſen worden, wodurch das Gewicht der einzelnen die Landſtraßen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

befahrenden Wagen zurückgegangen ist und die Radlasten sich zugunsten der besseren Erhaltung der Straßen vermindert haben, während die Geschwindigkeit der Fuhrwerke im Durchschnitt größer geworden ist. Da man immer mehr zur Abschaffung der Chausseegelder neigt [13], kann die Landstraße zu jeder Zeit kostenlos befahren werden, während man auf der Bahn, selbst abgesehen von den Kosten, an gewisse Stunden gebunden ist. Somit erscheint auch die Befürwortung des Baues von Tertiärbahnen [8] an Stelle neuer Landstraßen nicht stichhaltig, da in den meisten Fällen neben der Tertiärbahn auch noch eine Landstraße erforderlich sein wird. Als Zufahrtsstrecken zu den Eisenbahnlinien, sowie als Verbindungswege der einzelnen Ortschaften (Verbindungs-, Vizinalstraßen) gewinnen die Landstraßen immer mehr an Bedeutung.

Die bezüglich der Ausstattung und Breite auch früher übliche Einteilung in Haupt- oder Staatsstraßen, Gemeinde- oder Vizinalstraßen und Wald- und Feldwege (s. d.) kann daher auch jetzt noch eingehalten werden, während bezüglich der Trassierungsweise (s. Trasse, Trassierung) die durch ihr Längenprofil (s. d.) von den Flachlandstraßen sich unterscheidenden Hügelland- und Gebirgsstraßen zu berücksichtigen sind. Die Flachlandstraßen werden meist als „Hochstraßen“ (s. d.), die Hügelland- und Gebirgsstraßen als „Talstraßen“ und Steigen ausgebildet.

Als Aufgaben des wissenschaftlichen Straßenbaues ergeben sich: 1. Die Aufsuchung der möglichst günstigen Richtungslinie (Trasse) einer Straße unter Berücksichtigung der Trassierungselemente (s. Krümmungshalbmesser der Straßen, Serpentinen, Fußwege, Sommerwege) nebst der mit den letzteren in Beziehung stehenden Abmessungen und Ladegewichte der Straßenfuhrwerke (s. d.). 2. Die Ausbildung einer dauerhaften Herstellungsweise der Fahrbahnbefestigung, des Unter- und Oberbaues (vgl. Kies- und Klinkerstraßen, Straßenwalzen) nebst ihrer Entwässerung durch das Quergefälle, durch Seitengräben und Drainierung. 3. Die wissenschaftliche Beobachtung des Verhaltens der Straßenbaumaterialien in ihrer Abnutzungsweise und Abnutzungsdauer im Verhältnis zur Verkehrsgröße und andern Einflüssen und den daraus abzuleitenden Wertziffern. 4. Die Regelung der Straßenunterhaltung und -reinigung, sowohl in bezug auf die Organisation (Verwaltung und Straßenpolizei) als auch bezüglich ihrer Ausführung (s. Straßenunterhaltung, Sprengwagen, Straßenwalzen).

Die Vorarbeiten sowie die Bauausführung einer Straße haben einige Aehnlichkeit mit denjenigen beim Eisenbahnbau (s. d.); nur werden bei einer Straße die Erdarbeiten in bescheidenerem Maße auftreten, da sie sich dem Gelände mehr anschmiegen kann und muß. Nach Feststellung der günstigsten Linie (s. Trasse, Trassierung und Konkurrenzstraßen) wird diese ausgesteckt, und nach Aufnahme des Längenprofils und der in bestimmten Abständen von etwa 50 m, bei Geländebrechpunkten, Kurvenanfängen u. s. w., aufzunehmenden Querprofile erfolgt nach Eintragung der Normalprofile (s. d.) die Massenverteilung und Berechnung und nach Absteckung der Böschungen durch Lattenprofile der Ausbau der Straße.

An Plänen sind zum Bau einer Kunststraße nach den preußischen Instruktionen erforderlich ([17], S. 156): 1. Eine Uebersichtskarte im Maßstab 1 : 20000 bis 1 : 200000. 2. Genaue Lagepläne im Maßstab 1 : 625 bis 1 : 5000. Häufig können Flur- und Katasterkarten, die zugleich als Grunderwerbskarten dienen, verwendet werden. 3. Ein Längenprofil (Längen im Maßstab des Lageplans, Höhen im 25fachen Maßstabe der Längen), wobei die Höhen an einen bestimmten Festpunkt oder an den Nullpunkt eines Hauptpegels (Normal-Null) anzuschließen sind ([17], S. 156. 4. Querprofile, die nach Bedarf aufgenommen werden und im Höhenmaßstab des Längenprofils aufzutragen sind. 5. Entwürfe zu den Kunstbauten (Ueber- und Unterführungen) in einem entsprechend größeren Maßstabe. Als Nebenanlagen der Straßen sind zu erwähnen: die Abteilungszeichen, Nummerpfähle und -steine, Marksteine, Wegweiser, Ortstafeln, Schlagbäume (Barrieren), Wohngebäude der Straßenwärter, Einfriedigungen und Brüstungen, Abweis- oder Prellsteine und Baumpflanzungen (s. d.).

Straßenbreiten. Nur in seltenen Fällen (z. B. bei Feldwegen, wo keine Straßengräben vorhanden oder von Zeit zu Zeit Ausweicheplätze angeordnet sind) kann die Breitenabmessung der Straße einer Fuhrwerksbreite angepaßt sein. In der Regel ist für Hauptstraßen außer einer für zwei sich begegnende Fuhrwerke genügenden Steinbahn noch ein Fußweg, ein Bankett zum Ablagern des Straßenunterhaltungsmaterials, und häufig, namentlich in Norddeutschland, ein sogenannter Sommerweg (s. d.) erforderlich, so daß sich ohne Sommerweg eine geringste Breite von 5,4 m, mit Sommerweg eine solche von rund 8 m herausstellt. Der Bankettstreifen für das Unterhaltungsmaterial kann durch besondere, in gewissen Abständen sich wiederholende Lagerplätze ersetzt werden, so daß sich dann die obigen geringsten Straßenbreiten um rund 1 m ermäßigen. Bei sehr verkehrsreichen Straßen, auf welchen die Wagen sich nicht nur häufig begegnen, sondern sich auch überholen, und auf denen lange Züge von Lastwagen hintereinander her zu fahren pflegen, sind folgende Abmessungen gebräuchlich:

I. In Preußen nach der Instruktion vom 17. Mai 1871.

Straßen ohne Sommerweg.

Breite der Steinbahn . . .	7	5,6	5	5,6	5	5	4,5	4,5	4,5
Breite des Materialbanketts .	2,25	2,2	2,25	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5
Breite des Fußweges . . .	2,25	2,2	2,25	1,4	1,2	1,0	1,2	1,5	1,0
Planumsbreite . .	11,5	10,0	9,5	9	8	7,5	7,5	7,5	7

Straßen mit Sommerweg.

Breite der Steinbahn . . .	5	4,5	4,5	4,5	4,0
Breite des Sommerwegs . .	3	3	2,5	2,5	2,5
Breite des Materialbanketts .	2	1,5	1,5	1,5	1,5
Breite des Fußweges . . .	1,5	1,0	1,0	0,5	1,0
	11,5	10	9,5	9,0	9,0

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. In Baden:

1. Landſtraßen mit Verkehr von 100 und mehr Zugtieren täglich: 7,2 m, wovon 4,8 m für die Fahrbahn; 2. Landſtraßen mit Verkehr von 60—100 Zugtieren täglich: 5,4—6 m, wovon 4,5—5,4 m für die Fahrbahn; 3. Straßen mit Verkehr von 30—60 Zugtieren täglich: 4,8—5,4 m, wovon 4,2 m für die Fahrbahn; 4. Straßen mit Verkehr von 30 Zugtieren und weniger täglich: 4,2—4,8 m, wovon 3,6 m für die Fahrbahn.

III. In Württemberg erhielten die Staatsſtraßen früher 6,87 bezw. 8,6 m Breite, in neuerer Zeit erhalten:

	Fahrbahn	Gehweg	Nebenweg
Straßen mit geringem Verkehr . .	4,3—4,6 m	1,2—1,5 m	0,6 m
„ „ mittlerem „ . .	5,0—5,5 „	1,2—1,5 „	0,6 „
„ „ großem „ . .	6,0—7,5 „	1,5—3 „	1,5—3 m

IV. Im Kanton Bern unterſcheidet man vier Klaſſen: 1. Tranſitſtraßen 7,2 m; 2. Landſtraßen 5,4 m; 3. Verbindungsſtraßen 4,8 m; 4. Gemeindeſtraßen 3,6 m breit.

V. Die aus früherer Zeit ſtammenden Breitenvorſchriften für die franzöſiſchen Straßen enthalten offenbar zu große Maße, ſie lauten:

	Steinbahn	Fußweg	Geſamtbreite
1. Klaſſe Routes impériales oder jetzt r. nationales . .	6,66 m	6,66 m	20 m
2. „ Routes départementales	6 „	3 „	12 „
3. „ Chemins de grande communication	6 „	2 „	10 „
4. „ Chemins d'intérêt commun.	5 „	1,5 „	8 „

In der Neuzeit neigt man immer mehr dazu, die in früherer Zeit unnötig groß angenommenen Straßenbreiten für Landſtraßen einzuſchränken, ſchon weil der hohe Wert des Grund und Bodens dies erfordert. Daher kommen Sommerwege meiſt in Fortfall und die Straße beſteht aus einer Steinbahn, die durch zwei ſchmale Bankette oder auf der einen Seite durch einen erhöhten Fußweg eingefaßt wird. Unter dieſen Vorausſetzungen empfiehlt Laißle nachſtehende Geſamtbreiten [10]:

1. Hauptſtraßen, Staatsſtraßen und Poſtſtraßen 6,0—10,0 m breit und zwar:
   a) bei täglichem Verkehr von über 300 Zugtieren . . . 10 m,
   b) „ „ „ „ 100—300 „ . . . 8 „
   c) „ „ „ „ 50—100 „ . . . 6 „

2. Vizinalſtraßen und Gemeindeſtraßen 4,5—5,5 m; 3. Feldwege mit beidſeitigen Gräben 3,6—4,5 m; 4. Waldwege 3,6—5,2 m; 5. Feldwege ohne Gräben 3,0—4,0 m.

Straßenentwäſſerung, hat nach zwei Richtungen zu erfolgen: Einmal ſind die atmoſphäriſchen Niederſchläge möglichſt raſch von der Straße abzuführen, damit kein Aufweichen der Straßenoberfläche und dadurch verſtärkte Abnutzung und Gleisbildung ſtattfindet; zweitens iſt der Straßenkörper ſelbſt trocken zu erhalten. Der erſten Anforderung ſucht man durch Anlage eines entſprechenden Quergefälles und durch Anbringung von Seitengräben (Straßengräben) und Goſſen (ſ. d.) gerecht zu werden, welche das abfließende Waſſer aufnehmen und weiterführen. Mittelwerte der Quergefälle von Straßen bei beſtimmtem Längsgefälle ſind:

Längsgefälle	Quergefälle					
	Steinſchlagbahn	Pflaſterbahn	Holzpflaſter	Klinker	Aſphalt	Sommerweg
0	7 %	5 %	4 %	3 %	1,5 %	5 %
0—3,5 %	5,5 „	4 „	3 „	1,5 „	0,5 „	3,5 „
3,5 % und darüber	4 „	3 „	2 „	—	—	1,5 „

Bei Fußwegen geht man nicht gern über 4 % hinaus.

Der zweiten Anforderung kann ebenfalls durch Anlage von Straßengräben genügt werden, wenn der Untergrund nicht quellhaltig und feucht iſt, und die Grabenſohle tief genug unter der Straßenoberfläche liegt. Bei fehr fettem und naſſem Boden muß jedoch eine vollſtändige Drainierung erfolgen, wobei die Längsdrains *D* (ſ. Fig. 1) mit einem Gefälle von 1 : 100 bis 1 : 1000 in der Straßenrichtung, die zu den Seitengräben abzweigenden Entwäſſerungsröhren in gleichmäßigen Abſtänden, mit etwas ſtärkerem Gefälle, in einer Tiefe von mindeſtens 0,9 m angeordnet werden, um ſie vor den Einwirkungen des Froſtes zu ſchützen. Zieht ſich die Straße an einem Abhang hin, ſo daß ſie das oberhalb liegende Niederſchlagsgebiet abſperrt, ſo iſt ein entſprechend großer Graben an der oberen Straßenſeite anzulegen, von dem Röhren oder Durchläſſe an geeigneten Stellen durch den Straßenkörper abzweigen (ſ. Fig. 2), ſo daß das Niederſchlagswaſſer ſo raſch wie möglich dem unterhalb beſtehenden Waſſerlauf zugeführt wird. Liegt die Straße im Ueberflutungsgebiet, ſo kann man, wenn die etwaigen Ueberflutungen nicht lange andauern, die ganze Straße überfluten laſſen. Dabei iſt es zum Schutz der Straßenoberfläche erwünſcht, landeinwärts einen Fußweg mit erhöhtem Seitenrand anzulegen (ſ. Fig. 3), damit das Ueberſtrömen des Waſſers erſt beginnt, wenn die Straßenfahrbahn bereits unter Waſſer ſteht, und ſomit ein eigentliches Auswaſchen der Straße ſelbſt nicht erfolgen kann. Die abwärtsliegende Böſchung muß durch Pflaſterung oder durch Bepflanzung gegen Ausſpülung geſichert werden.



Fig. 1.

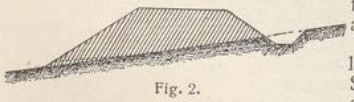


Fig. 2.



Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beſſer für die Erhaltung der Straße iſt es jedoch, die Krone etwa 60 cm höher als das Hochwaſſer anzulegen, entſprechend weite Brücken und an einzelnen geeigneten Stellen gepflaſterte Mulden zum Ueberfließen des Waſſers anzuordnen. Solche gepflaſterte Mulden kommen im Hochgebirge auch an Stellen zur Verwendung, welche von ſogenannten Murgängen durchſchnitten werden.

Straßengräben haben den dreifachen Zweck: das von der Straßenoberfläche abfließende Regen- und Schneewaſſer aufzunehmen und den natürlichen Waſſerläufen zuzuführen, den Straßenkörper durch Trockenlegung des Untergrundes trocken zu erhalten und der Straße als ſeitliche Begrenzung zu dienen.

Im Auftrag liegende Straßen bedürfen der Seitengräben nur, wenn die Auftragshöhe geringer als 0,4 m iſt, oder wenn das Gelände anſteigt. In letzterem Fall nur auf der anſteigenden Seite zur Aufnahme des vom Gelände und von der Straße abfließenden Waſſers (ſ. Fig. 4).



Fig. 4.



Fig. 5.

Im Einſchnitt ſind ſtets Gräben anzubringen (ſ. Fig. 5). — Zur Entwäſſerung des Straßenkörpers muß der Waſſerſpiegel des Grabens ca. 30 cm unter der Unterkante der Verſteinung liegen. Die Grabenſohle kann zwiſchen 30 und 50 cm breit angenommen werden. Die Böſchung am Straßenrande kann einfach (1 : 1), die Böſchung an der Außenſeite kann, beſonders wenn die Straße im Einſchnitt liegt, anderthalbfach angelegt werden. Daraus ergibt ſich das beiſtehende Grabenprofil (Fig. 6). Das Längengefälle des Grabens folgt in der Regel demjenigen der Straße, jedoch ſollte es mindeſtens 1 : 500 oder 1 : 600 betragen. Bei ſtarkem Gefälle ſind Sohle und Böſchungen durch Raſenabdeckung, oder beſſer durch Pflaſterung zu befeſtigen. Als bloße Straßenbegrenzung können die Gräben auch geringere Abmeſſungen erhalten.



Fig. 6.

Straßenkrümmungen, ſ. Krümmungshalbmeſſer; vgl. a. Wendeplatten.

Straßenoberbau, ſ. Beſchotterung, Decklage, Fahrbahn, Schotter, Schotterprüfung und die S. 343 und 350 als Nebenanlagen erwähnten Stichworte.

Straßenſteigungen ſind abhängig von der Zugkraft der Zugtiere, von der Oberflächenbeſchaffenheit der Straßen, den üblichen Ladegewichten und damit von der Oberflächenbeſchaffenheit des Landes, denn man wird im Flachlande, wo weniger Steigungen vorkommen, größere Ladegewichte annehmen können als im Hügellande oder im Gebirge, wo größere Steigungen angewendet werden müſſen, um nicht zu unvorteilhafte Straßenlängen zu erhalten. Anderſeits wird man für kürzere Strecken (bis zu 600 m Länge) im Flachlande den Zugtieren die doppelte Zugkraft zumuten dürfen und für längere Strecken Vorſpann anwenden können. Die Zugkraft der Zugtiere beträgt beim Pferde etwa ein Fünftel des Eigengewichtes. Da ein gutes Arbeitspferd durchſchnittlich 375 kg wiegt, ſo ergibt ſich als Normalwert der Pferdezugkraft 75 kg. Beim Maultier iſt die Zugkraft zu 45—68 kg, beim Eſel zu 28—40 kg, beim Ochſen zu 60—102 kg beobachtet worden.

Die für Straßenfuhrwerke (ſ. d.) erforderliche Zugkraft Z berechnet ſich in jedem einzelnen Fall aus den Widerſtänden W der Fuhrwerke. Für ebene Straßen wird:

$$Z_1 = W = \mu P; \qquad 1.$$

für anſteigende oder fallende Straßenſtrecken wird:

$$Z_2 = W \pm p \operatorname{tang} \alpha = \mu P \pm (p + P) \operatorname{tang} \alpha, \qquad 2.$$

wenn P das Wagengewicht nebſt Ladung, p das Gewicht des Zugtieres, α den Neigungswinkel und μ den Widerſtandskoeffizienten der Straße bedeuten. Das negative Zeichen in Gleichung 2. gilt für die Talfahrt, und falls Z_2 negativ wird, bedeutet dies die Notwendigkeit einer „Aufhaltekraft“, die nach Bockelberg etwa zwei Fünftel bis zwei Drittel der normalen Zugkraft erreichen kann, in der Regel jedoch durch die Anwendung der Bremſe unnötig wird (ſ. a. Einheitszugkraft). Die Größe der in jedem einzelnen Fall in Anſchlag zu bringenden Zugkraft der Zugtiere hängt weſentlich von der anzuwendenden Geſchwindigkeit und von der Arbeitsdauer ab, denn die mögliche Geſamtleiſtung eines Zugtieres iſt ſtets gleich dem Produkt aus Kraft (Z) mal Weg (Geſchwindigkeit [v] mal Zeit [τ]), alſo die Geſamtleiſtung

$$L = Z v \tau, \qquad 3.$$

wenn mit v die Geſchwindigkeit, mit τ die Arbeitszeit bezeichnet wird. Soll die Tagesleiſtung die gleiche bleiben, ſo wird bei Aenderungen von v und τ auch Z ſich ändern müſſen. Man hat verſucht, dieſe Beziehungen in Formeln zu kleiden. Die bekannteſten ſind die Gerſtnerſche Formel [21]:

$$Z = z\left(2 - \frac{v}{c}\right)\left(2 - \frac{\tau}{t}\right), \qquad 4.$$

die Maſchekſche Formel [22]:

$$Z = z\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{\tau}{t}\right). \qquad 5.$$

In beiden bedeuten: z eine mittlere Zugkraft, c eine mittlere Geſchwindigkeit, t eine mittlere Arbeitsdauer, für welche nachgewieſen werden kann, daß

$$L_{max} = z\, c\, t. \qquad 3\,a.$$

Die Maſchekſche Formel iſt als die einfachere mehr im Gebrauch. Für ſie hat Launhardt [23] nachgewieſen, daß ein relatives Maximum für L durch Gleichſetzen von $\frac{v}{c} = \frac{\tau}{t}$ erhalten wird, wenn man genötigt iſt, von einem der drei Mittelwerte z, c oder t abzuweichen, ſo daß ſich Formel 5. vereinfacht in:

$$Z = z\left(3 - 2\frac{v}{c}\right) = z\left(3 - 2\frac{\tau}{t}\right). \qquad 6.$$

Als zweckmäßige Mittelwerte für Laſtpferde können angenommen werden: $z = 75$ kg; $c = 1{,}1$ m in der Sekunde; $t = 8$ Stunden täglich.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aus Formel 2. ergibt sich für den Steigungswinkel α einer Straße:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{Z_2 - \mu P}{p + P} \qquad 7.$$

Wird Z_2 gleich der doppelten Zugkraft (s. S. 345) für die wagerechte Strecke gesetzt, also $Z_2 = 2 Z_1 = 2 \mu P$, so ergibt sich als zulässige größte Steigung für das Flachland:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2 \mu P - \mu P}{p + P} = \frac{\mu P}{p + P}. \qquad 8.$$

Vernachlässigt man das Gewicht des Pferdes p gegenüber dem Wagen- und Ladegewicht P, so ist:

$$\operatorname{tg}\alpha = \mu, \qquad 9.$$

d. h. der Steigungswinkel, bei welchem die Zugkraft der Pferde verdoppelt werden kann, ist gleich dem Widerstandskoeffizienten μ der Straße, und je kleiner μ, d. h. je glatter die Straßenoberfläche ist, um so geringer muß die Steigung genommen werden, wenn nicht das auf dem übrigen Teil der Straße zu befördernde größte Ladegewicht beeinträchtigt oder Vorspann angewandt werden soll. Danach wäre als zulässig größte Steigung im Flachlande anzunehmen: für Schotterstraßen ($\mu = 1/33$), $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}03$ (3 %), für Pflasterstraßen ($\mu = 1/50$), $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}02$ (2 %). Für Hügelland- und Gebirgsstraßen gilt für die zulässig größte Steigung obige Formel (7.), und diese hängt wesentlich von der Wahl des zu befördernden Ladegewichtes und von der Größenannahme der Zugkraft ab. Wird nach Laißle [10] $Z_2 = Z_1 = 75$ kg, $P = 1600$ kg für ein Pferd, $p = 350$ kg und $\mu = 0{,}03$ gesetzt, so ergibt die Formel 7.: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{75 - 0{,}03 \cdot 1600}{350 + 1600} = 0{,}0136$ (1,36 %). Wird ferner zur Ableitung der größten zulässigen Steigung die Zugkraft $Z_2 = 2 Z_1 = 150$ kg angenommen, so erhält man $\operatorname{tg}\alpha = \frac{150 - 0{,}03 \cdot 1600}{350 + 1600} = 0{,}0522$ (5,22 %). — Die größte zulässige Steigung ist aber nicht immer die zweckmäßigste, da es bei einer solchen darauf ankommt, die Gesamtkosten der Fortbewegung der Lasten auf das kleinste Maß zu bringen. Diese Frage behandelt Launhardt [23] eingehend, indem er 1. das vorteilhafteste Steigungsverhältnis für ein Fuhrwerk bei der Bergfahrt, 2. die vorteilhafteste Nutzbeladung für die Bergfahrt bei gegebener Steigung, 3. die beste Anordnung von Steigung und Nutzladung für die Bergfahrt, 4. das vorteilhafteste Gefälle bei gegebener Nutzladung für die Talfahrt, 5. das vorteilhafteste Ladegewicht für die Talfahrt bei gegebenem Gefälle, 6. das beste Gefälle und die vorteilhafteste Nutzladung für die Bergfahrt sowie die Talfahrt durch Ableitung entsprechender Formeln festlegt und zu dem Endergebnis gelangt, daß die vorteilhafteste Steigung: im Flachlande zwischen $1/40$ und $1/50$ (2,5 und 2 %), im Hügellande zwischen $1/30$ und $1/40$ (3,3 und 2,5 %), im Berglande zwischen $1/20$ und $1/30$ (5,0 und 3,3 %) schwankt, so daß sich für einen mittelstarken Verkehr und für mittlere Kosten die vorteilhafteste Steigung, für das Flachland $= 1/44 = 2{,}3$ %, für das Hügelland $= 1/36 = 2{,}8$ %, für das Bergland $= 1/24 = 4{,}2$ % ergibt.

Der Straßenunterbau wird durch den Straßendamm (s. Damm), den Einschnitt (s. d.), durch die Kunstbauten (Brücken und Durchlässe) sowie durch die etwaige Packlage (s. d.) oder Betonschicht gebildet.

Wegen Straßenüberführung, -unterführung s. Wegkreuzungen mit Eisenbahnen.

Literatur: [1] Curtius, Zur Geschichte des Wegebaues bei den Griechen, Berlin 1855; Merckel, Ingenieurtechnik im Altertum, Berlin 1899, S. 226. — [2] v. Kaven, Der Wegebau, 2. Aufl., Hannover 1870. — [3] Bavier, J., Die Straßen der Schweiz, Zürich 1878. — [4] Nieden, J. zur, Der Bau der Straßen- und Eisenbahnen, Berlin 1878. — [5] Müller, E., Der Chausseebau und seine Hilfswissenschaften, Jena 1881. — [6] Krüger, R., Handbuch des gesamten Straßenbaues, Jena 1881. — [7] Osthoff, G., Der Wege- und Straßenbau, Leipzig 1882. — [8] Ueber Anlage- und Erhaltungskosten von Chausseen und Tertiärbahnen, Zeitschr. f. Transportw. und Straßenb., 1882, S. 263. — [9] Schulze, O. H., Zum Chausseebau, Guben 1883. — [10] Laißle, F., Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wissensch., Bd. 1, Abt. 4, Kap. 8, 3. Aufl., Leipzig 1903. — [11] Mach, Ernst, Die gewalzte Straße, ihr Bau und ihre Erhaltung, Brünn 1885. — [12] Dietrich, E., Die Baumaterialien der Steinstraßen, Berlin 1885. — [13] Ueber Bezollung der Kunststraßen, Wochenbl. f. Bauk., 1886, S. 177. — [14] Die Rolle der Landstraßen im Verkehrsleben in statistischer Beleuchtung, nach Zeitschr. f. Eisenb. u. Dampfschiffahrt in Zeitschr. f. Transportw. u. Straßenb., 1888, S. 275; Die Bedeutung der Landstraßen für unsre Zeit, ebend. 1889, S. 202; Wegebau, ebend. 1889, S. 251; Der Wert guter Landstraßen, ebend. 1890, S. 80. — [15] Launhardt, W., Theorie des Trassierens, Heft 1, 2. Aufl., Hannover 1887. — [16] Baer, J., Das Straßenbauwesen im Großherzogtum Baden, Karlsruhe 1890. — [17] Nessenius, Der Straßenbau, Handb. d. Bauk., Abt. 3, Heft 4, Berlin 1892, S. 80—240. — [18] Verwaltungsbericht der Kgl. Württemb. Ministerialabt. f. d. Straßen- u. Wasserbau f. d. Rechnungsjahr vom 1. Febr. 1891/92 u. 1892/93, Abt. 1, Straßenbauwesen, Stuttgart 1894. — [19] Löwe, F., Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906. — [20] v. Willmann, Straßenbau, Fortschritte der Ingenieurwissenschaft, 2. Gruppe, Heft 4, Leipzig 1895. — [21] Gerstner, Handb. d. Mechanik, Bd. 1, Prag 1831, S. 13. — [22] Maschek, Theorie der menschlichen und tierischen Kräfte, Prag 1842. — [23] Launhardt, Bestimmung der zweckmäßigsten Steigungsverhältnisse der Chausseen, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 198, und ebend. 1880, S. 345—374; vgl. a. [17] S. 141—147 und [19] S. 125—139. *L. v. Willmann.*

B. **Stadtstraßen.** Der Bau der Stadtstraßen gliedert sich in die Festsetzung der Form des Straßenquerprofils und seiner einzelnen Teile, die Festsetzung des Längsprofils bezw. der Gefällverhältnisse, die Art der Befestigung der einzelnen Teile der Straßenoberfläche, dem aufzunehmenden Verkehr entsprechend, und die Ausführung dieser Befestigungsarbeiten. In unmittelbarem Zusammenhang damit steht ferner die Reinigung und Unterhaltung der Straßendecke und die Einfügung der Leitungen für Wasserzu- und -abführung, Gas und Elektrizität u. dergl.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nur in kleineren Städten läßt man unter beschränkten Verhältnissen das Wasser wohl auf längere Strecken oberirdisch abfließen. In größeren Städten dient hierzu ein unterirdisches Kanalnetz (s. Kanalisation der Städte und Ortschaften). Die Rinnen werden zweckmäßig auf die Grenzen zwischen den verschiedenen Verkehrsbahnen gelegt und so ergibt sich das Straßenquerprofil unter normalen Verhältnissen als Fahrbahn in der Mitte, zwei hochliegende Trottoire auf den Seiten, abgegrenzt gegen die zwischen Fahrbahn und Trottoir liegenden Gossen durch hohe und schmale (Hochbord) oder niedrige und breite Kantensteine. Trottoire und Fahrbahn erhalten Abdachung gegen die Rinnen. Am zweckmäßigsten werden die Abdachungen im Querprofil geradlinig gemacht. Konvex findet man sie bei den Trottoiren sehr selten, häufiger bei der Fahrbahn als Wölbung. Ein Vorzug derselben gegenüber der geradlinigen, in der Mitte durch eine kleine, bogenförmige Abflachung vermittelten Abdachungen ist nicht vorhanden.

I. Straßenbefestigung. Die Straßenoberfläche ist so herzurichten, daß sie dem aufzunehmenden Verkehr entsprechend möglichst fest und eben wird, ohne allzu glatt zu sein; daß sie möglichst staub- und geräuschfrei ist, leicht abtrocknet und sich leicht reinigen und unterhalten läßt. Auf möglichste Oekonomie ist Rücksicht zu nehmen, derart, daß die Summe von Neubaukosten und den von Straßenbahnmaterial und Verkehr abhängenden kapitalisierten Unterhaltungskosten möglichst klein wird. Oertliche Verhältnisse bedingen manchmal eine Bevorzugung der einen oder andern Rücksicht.

a) Der Fahrdamm. Die Fahrbahndecke kann gebildet werden 1. aus kleinem Steinmaterial von wesentlich geringerer Dicke als die Straßendecke selbst und ohne verkittendes Bindemittel. Die Decke ist bis zu einem gewissen Grade geräuschdämpfend (Steinschlagbahnen).

2. Fahrbahn aus größeren, durch die ganze Dicke der Straßendecke reichenden Steinen ohne verkittendes Bindemittel, aber mit satter Fugenausfüllung. Im allgemeinen Steinpflaster genannt, führt diese Befestigungsart je nach Gattung des Pflastermaterials besondere Namen. Die durch die ganze Fahrbahnstärke reichenden Pflastersteine erhalten eine wasserdurchlässige, möglichst rauhkörnige Bettung von grobem Sand, Kies oder Steinschlag. Diese bildet, statisch betrachtet, nicht etwa eine Platte, durch deren Biegungsfestigkeit die Uebertragung der konzentrierten Lastdrücke auf eine entsprechend große Fläche des Untergrundes erfolgen könnte, sondern die Druckübertragung wird hauptsächlich durch die Rauheit des Bettungsmaterials vermittelt, infolge deren die Verschieblichkeit der einzelnen Körner desselben vermindert wird. Dadurch wird das Einsinken der konzentriert belasteten Steine einerseits und das Aufsteigen ihrer Umgebung anderseits erschwert bezw. in gewissen Grenzen gehalten (ähnlich wie der passive Erddruck zur Wirkung kommt). Jedes Mittel, das die Verschieblichkeit des Bettungsmaterials vermindert, erhöht die Güte des Pflasters. Solche Mittel sind: regelmäßige Form der Pflastersteine (enge, regelmäßige Fugen), große Höhe der Pflastersteine (lange Fugen), Vergrößerung der Rauheit und Dichte des Bettungsmaterials (scharfkörniger Kleinschlag besser als rundkörniger Kies und dieser besser als feiner Sand, abgewalzte Bettung besser als lose). Außer der Belastungsgröße ist für Form und Stärke der Pflastersteine die Rücksicht auf Abnutzung und auf guten Hufangriff der Zugtiere maßgebend. Letztere bedingt geringes Steinmaß in der Fahrrichtung, erstere entsprechend große Steingrundfläche, und daraus ergibt sich als zweckmäßigste Steinform die prismatische von länglich rechteckigem Grundriß und zwar mit der Längsrichtung quer zur Fahrrichtung gelegt. Pflastersteine aus natürlichem Gestein von solcher möglichst exakten prismatischen Form werden Würfelsteine genannt, auch dann, wenn ihre Form nicht die mathematische Würfelform ist (Würfelpflaster). Die Ausführung des Pflasters wird am einfachsten, und dieses namentlich bei schwerem Verkehr für den Hufangriff der Zugtiere am zweckmäßigsten, wenn die Reihen, zu denen die Pflastersteine zusammengesetzt werden, rechtwinklig zur Achse über die Straße gelegt sind. Die Stoßfugen in den einzelnen Reihen müssen versetzt werden (Schichtenverband). Gleiche Qualität und Größe der Steine in einer Reihe und gleiche Reihenstärke gewährleisten Gleichmäßigkeit der Abnutzung, eine Hauptbedingung für Güte und Dauerhaftigkeit des Pflasters. Ein solches aus regelmäßigen und gleichen prismatischen natürlichen Steinen in gleichbreiten Reihen hergestelltes Pflaster wird als Reihen- oder auch Schichtenpflaster bezeichnet. Eine dem Kreuzverband von Ziegelmauerwerk ähnliche Fugenanordnung liefert das Kreuzpflaster. Es wird aber selten ausgeführt, muß auch bei schwerem Verkehr als minderwertig erachtet werden wegen der Ungleichheit der Steinlängen, die dabei nötig wird. Statt der zur Straßenrichtung rechtwinkligen Richtung der Steinreihen wählt man manchmal auch eine diagonal über die ganze Straßenbreite gehende (Diagonalpflaster) oder von beiden Seiten schräg gegen die Mitte (Fischgrätenverband) ziehende, teils des besseren Aussehens wegen, teils weil man sich von dieser Anordnung geringere oder gleichmäßige Abnutzung versprach. Der letztere Vorzug ist durch die Erfahrungen nicht bestätigt. Die schräge Anordnung der Schichten erschwert die Ausführung und ist störend beim Einlegen von Straßenbahngleisen, aber bei Straßenkreuzungen, und namentlich unregelmäßigen, gestattet ihre Anwendung gute Vermittlung der zusammentreffenden Pflasterschichtenrichtungen. — Für geringeren Verkehr reicht unter Umständen eine der minderwertigen Pflastergattungen aus, die als Reihenschiebepflaster, Schiebe-, Mosaik-, Polygonal- oder Wackenpflaster bekannt sind. Beim Reihenschiebepflaster haben die Steine rechteckige Grundfläche, sie werden auch reihenweise quer über die Straße gelegt, aber die Reihen gehen nicht in gleicher Breite durch, sondern setzen ab, da Steine verschiedener Breite verwendet werden. Beim Schiebepflaster verzichtet man auf jegliche Reihenanordnung. Mit mäßiger Bearbeitung der Kopffläche zu viereckiger oder polygonaler Grundform werden die Steine so gut als möglich zusammengepaßt. Bei weniger exaktem Pflasterverband legt man auch auf Genauigkeit der Steinform weniger Wert. Statt der prismatischen wird eine mehr pyramidale zugelassen, doch verlangt man bei nicht allzu untergeordnetem Pflaster eine Fußfläche des Steins von mindestens zwei Drittel der Größe der Kopffläche. Bei den zuletzt genannten geringsten Pflastersorten muß man sich oft mit noch weniger

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

begnügen. Das Steinſchlagpflaſter (ſ. Kleinpflaſter) iſt bis jetzt für Stadtſtraßen kaum angewendet worden. Eine mangelhafte, nicht empfehlenswerte Pflaſterart iſt das Rippenpflaſter, aus ebenfalls minderwertigen Steinen hergeſtellt. Die regelmäßigeren derſelben werden zur Herſtellung von quer über die Straße gelegten einreihigen Rippen benutzt und dazwiſchen aus den minderwertigen Steinen ein Schiebe- oder Moſaikpflaſter hergeſtellt. Der ungleiche Widerſtand, den die Rippen- und die dazwiſchen befindlichen Bankſteine bieten, iſt die Urſache bald eintretender Unebenheit dieſes Pflaſters. — Die Anforderungen, die man an das Pflaſterſteinmaterial ſtellt, ſind: genügender Widerſtand gegen unmittelbaren Druck und gegen Abſchleifen, ferner eine gewiſſe Zähigkeit und genügend grobes Korn, um Glattwerden einzuſchränken, endlich Wetterbeſtändigkeit. Alle dieſe Eigenſchaften zeigt keines der für Pflaſterzwecke benutzten Geſteine in gleichem Maße vereinigt. Je nachdem mehr Wert auf die eine oder andre gelegt wird und unter Beachtung der Koſten trifft man die Wahl unter ihnen. Die mehr oder weniger gebräuchlichen ſind Baſalt, Diabas, Diorit, Dolerit, Feldſtein, Gabbro, Gneis, Granit, Grauwacke, Grünſtein, harte Kalkſteine, harte Sandſteine, darunter namentlich Kieſelſandſtein, Melaphyr, Porphyr, Syenit, Trachyt. — Die Maßnahmen bei der Ausführung der Pflaſterarbeiten aus natürlichem Geſtein gehen darauf hinaus, ſowohl dem Bettungskoffer als auch dem Pflaſter ſelbſt die richtige Form zu geben, die Bettung möglichſt zu dichten und die Pflaſterſteine zu ſcharfem Schluß zu bringen. Letzteres geſchieht namentlich dadurch, daß die anfangs höher geſetzten Pflaſterſteine durch kräftiges Niederrammen in ihre endgültige Lage gebracht werden. — In Gegenden, in denen Pflaſterſteine aus natürlichem Material ſchwierig zu beſchaffen ſind, ſucht man oft Erſatz in künſtlichem Material. Namentlich Produkte der Toninduſtrie (Ziegelpflaſter im allgemeinen), aber auch Abfälle des Hochofenprozeſſes ſind dafür geeignet, ſofern ihnen die erforderliche Feſtigkeit, Härte und Zähigkeit gegeben werden kann. Das bekannteſte und wichtigſte dieſer Materialien ſind die Klinker (ſ. d. und Klinkerſtraßen). — Für das Hochofenſchlackenpflaſter werden die Steine entweder aus der erſtarrten Schlacke zugehauen oder dadurch erhalten, daß man dieſe in geeigneten Formen langſam erkalten läßt. — Auch andre Produkte der Brenntechnik ſuchen ſich neuerdings Eingang zu verſchaffen. Beachtenswert unter ihnen ſind das Keramitmaterial (keramiſches Pflaſter) und ähnliche Kunſtſteine, die durch ſtarkes Preſſen und nachheriges Brennen entſprechend zuſammengeſetzter Miſchungen (Ton, Serpentin u. dergl. mit ſchwer ſchmelzbaren Flußmitteln) erhalten werden. Die erforderliche größere Dicke der Steine bereitet dem vollkommenen Durchbrennen Schwierigkeiten, deren Beſiegung ein wichtiger Punkt iſt.

3. Fahrbahn aus größeren Platten zuſammengeſetzt, die den Druck des Verkehrs durch ihre Biegungsfeſtigkeit übertragen. Dieſe Fahrbahnbefeſtigung, bei der namentlich große Platten aus natürlichem Geſtein oder durchbrochene Eiſenplatten zur Verwendung kommen, hat nur untergeordnete Bedeutung. Natürliche Steinplatten aus rauhkörnigem oder gerauhtem Material werden vielfach in italieniſchen Städten über die ganze Fahrbahnbreite gelegt, während bei uns ausnahmsweiſe daraus wohl beſondere Radbahnen auf Kiesbettung hergeſtellt werden, mit gewöhnlichem Steinpflaſter dazwiſchen. Satte Unterbettung und guter Fugenſchluß, eventuell unter Benutzung von eingelegten Eiſenſchienen, iſt weſentliche Bedingung. — Das Eiſenpflaſter als Gußeiſenpflaſter aus durchbrochenen Platten von verſchiedener Grundform (Zellenpflaſter) iſt mehrfach, aber bis jetzt ohne durchſchlagenden Erfolg, verſucht worden. Die Lagerung geſchah auf einer ſorgfältig hergeſtellten Bettung aus Kleinſchlag und Kies, mit welch letzterem Material auch die Zellen ausgeſtampft werden. Auch Kombinationen mit Walzeiſen, ferner Verguß mit Zement oder Aſphalt, Auskeilen mit Holz ſind vorgeſchlagen und teilweiſe ausgeprobt worden, indeſſen ohne dauernden Erfolg.

4. Fahrbahn als einzige, über die ganze Breite durchgehende feſte Platte hergeſtellt, auf der ſich der Verkehr unmittelbar bewegt. — Mit Rückſicht auf die verhältnismäßig große Biegungsfeſtigkeit, die bei der Laſtübertragung zur Wirkſamkeit kommt, iſt eine beſondere Kies- oder Sandbettung nicht unbedingt erforderlich, wenn ſie auch meiſtens angewendet wird, wobei dann die Platte etwas geringere Stärke erhalten kann. Wegen der guten Druckübertragung empfiehlt ſich die Anordnung sehr bei naſſem, nachgiebigem Untergrund. — Die Platte wird an Ort und Stelle aus mehr oder weniger erhärtenden Materialien hergeſtellt. In erſter Linie kommt Zementbeton in Frage. Schon die Römer haben ihre großen Straßen in dieſer Weiſe hergeſtellt, aber unter teilweiſer Verwendung von Mauerung für die untere Lage. Gegenwärtig iſt Betonpflaſter für Fahrbahnen nur in einzelnen Gegenden gebräuchlich, namentlich in franzöſiſchen Städten. So hat man in Grenoble damit ſehr gute Erfahrungen gemacht, womit indeſſen die Frage, ob die Anordnung auch dem ſtärkſten Verkehr gewachſen iſt, noch nicht entſchieden iſt [2]. — Eine zweite Gattung hierhergehöriger Anordnungen ſind diejenigen, bei denen der Beton anſtatt Zement ein bituminöſes Bindemittel erhält, was je nach den Materialien die Aſphaltkonkret- oder Aſphaltbeton-, Pechmakadam- oder Pechſchotter- und Granitaſphaltſtraßen ergibt. Auch dieſe Anordnungen haben noch keine allgemeinere Verwendung gefunden, ſie ſind aber mehrfach in engliſchen Städten zu finden. Die dortigen Erfahrungen ſcheinen dafür zu ſprechen, daß ſie ſich wohl hauptſächlich für geringen oder mittelſtarken Verkehr eignen. In ſtatiſcher Beziehung gehören hierher auch die aus Holz hergeſtellten Knüppeldämme, Plankenwege und Bohlenwege.

5. Fahrbahn als einzige, über die ganze Straßenbreite durchgehende feſte Platte hergeſtellt, mit einer beſonderen Decke, die allein der Abnutzung durch den Verkehr unterworfen iſt. Dieſe Anordnung entſpricht dem lebhaften und ſtarken Verkehr der modernen Großſtädte am beſten. Je nach den beſonderen Anforderungen wird die Decke hergeſtellt aus Steinmaterial, Stampf- oder Gußaſphalt (Aſphaltplatten) oder aus Holz. Herſtellung und ſtatiſches Verhalten der Unterbettung als tragende Platte ſind ebenſo wie bei der vorhergehenden Klaſſe. Die beſondere Decke geſtattet Erſatz nach Abnutzung ohne Einfluß auf die tragende Grund-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

platte. Hat diese einerseits in gesundheitlicher Beziehung den Vorzug dichten Abschlusses der Straße gegen den Untergrund, so ist damit anderseits der Nachteil der Erschwerung von Ausbesserungsarbeiten an den darunter befindlichen Leitungen verbunden. Geradezu Gefahr kann entstehen, wenn das aus etwa schadhaften Stellen der Gasleitung austretende Gas wegen des dichten Abschlusses der Straße nicht durch den Boden unmittelbar ins Freie entweichen kann, sondern sich in benachbarten Kanälen, Kellern u. dergl. ansammelt. Man unterbricht deshalb die dichte Unterbettung am Trottoir durch einen Streifen durchlässiger Bettung oder durchlocht sie ihrer ganzen Dicke nach durch zahlreiche, senkrecht eingesetzte Röhren, etwa Drainröhren. Diese lassen eventuell auch Wasseransammlungen zwischen Decke und Platte in den Untergrund versickern, zweckmäßiger ist es aber, die Decke überhaupt entweder fugendicht oder geschlossen herzustellen, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. — Die Decke aus Steinpflaster wird angeordnet wie das gewöhnliche Steinpflaster in Kiesbettung. Zur Erzielung größerer Elastizität und zur Erleichterung des Höhenausgleiches der Pflastersteine setzt man dieselben in eine dünne, auf die Betonbettung aufgebrachte Sandschicht. Die Fugen werden dann gewöhnlich auch mit Sand gefüllt. Widerstandsfähiger aber wird das Pflaster und gegen das Eindringen des Tagewassers zwischen Pflaster und Beton dichter, wenn es in Zementmörtel mit gleicher Fugenausfüllung gesetzt wird. — Bei der Decke aus Stampfasphalt (s. d.) muß die gewöhnlich benutzte Zementbetonunterlage vor Aufbringen des Asphalts hart geworden und durchaus trocken sein; andernfalls hindert die Verdampfung der Feuchtigkeit ein genügendes Dichtwerden des heiß zu verarbeitenden Asphaltmaterials. Bei Verwendung von Beton mit bituminösem Bindemittel als Unterbettung fällt diese Erschwerung der Ausführung fort. Aber die Bedingung der regenfreien Verarbeitung ist in beiden Fällen zu beachten. Die auf das Betonbett in entsprechender Dicke aufgebrachte Asphaltpulverschicht wird in heißem Zustand durch Stampfen und Bügeln mit erwärmten Geräten oder mit der Asphaltstampfmaschine zum innigen Zusammenhang gebracht, gedichtet und geglättet. Unter der Wirkung des Verkehrs verdichtet sich die Asphaltdecke noch mehr. Bei der Decke aus Gußasphalt (s. d.) gilt bezüglich der Bettung das vorstehend Gesagte ebenfalls. Der lagenweise (bei größerer Stärke der Asphaltdecke als 3 cm in zwei Schichten) aufgetragene, mit Kies vermischte, geschmolzene Asphaltmastix wird mit geeigneten Holzspachteln zu gleichmäßiger Stärke zusammengedrückt und glattgerieben. Für Fahrbahnen wird Gußasphalt gegenwärtig selten angewendet, sondern gewöhnlich nur für Fußwege. Die Decken aus Asphaltplatten bestehen entweder durchweg aus Asphaltmasse oder aus einer Schicht derselben auf einer Zementplatte. Das Verlegen auf der Betonbettung bedarf nicht der umständlicheren Vorbereitungen wie die Herstellung von Stampf- oder Gußasphalt. Eine dünne Unterlage von Asphaltpulver, Sand oder Zementmörtel ist zweckmäßig zur Erzielung eines satten Auflagers auf dem Betonbett. Die Fugen werden mit Goudron ausgestrichen und erfahren durch die Wirkung des Verkehrs weitere Dichtung. Asphalt wird oder wurde an einzelnen Orten noch in andern Formen zur Pflasterung verwendet, z. B. teilweise in Amerika in Form von Klötzen (Asphaltpflastersteine) aus zerkleinertem Kalkstein und Trinidadasphalt, ähnlich wie Naturpflastersteine, versuchsweise in Berlin als gerieftes Hartasphaltpflaster u. s. w. Solche abweichende Anordnungen haben sich aber nicht alle bewährt oder haben nur beschränkte Anwendung gefunden. Das Holzpflaster wird als Klotzpflaster hergestellt, indem Holzklötze von regelmäßiger Form (gegenwärtig wird ausschließlich die prismatische mit rechteckiger Grundfläche, ähnlich der für Pflastersteine, benutzt) auf den gut erhärteten und abgeglichenen Beton reihenweise ebenso gesetzt werden, wie beim Pflaster aus Natursteinen beschrieben. Die Klötze werden so zugeschnitten und gesetzt, daß die Fasern senkrecht stehen, der Verkehr sich also über die Hirnholzflächen der Klötze bewegt. Als Material hat feinfaseriges Nadelholz, mit fäulniswidrigen Stoffen getränkt (stark riechende zu vermeiden), bis jetzt die meiste Verwendung gefunden. Die über die Straßenbreite ziehenden Fugen werden beim Setzen durch Einlegen von schmalen und dünnen Holzlättchen zwecks späterer Ausfüllung mit geeignetem Material zunächst offen gehalten, die versetzten Stoßfugen aber dichtschließend hergestellt. Längs der Trottoire kommen einige Längsreihen zu liegen, wobei man dem Pflaster die Möglichkeit der Ausdehnung infolge des Quellens bei Durchnässung zu wahren sucht. Die Fugenausfüllung erfolgt gegenwärtig meistens durch Uebergießen und Einkehren von dünnem Zementmörtel. Beim Kerrschen Holzpflaster wird der untere Teil der Fugen mit einem bituminösen Mittel, der obere mit Zementmörtel und beim Holzasphaltpflaster die ganze Fuge mit Asphaltmasse gefüllt, wobei die Klötze auch eine Asphaltbettung über der Betonunterlage erhalten. Das Holzpflaster erhält bei Uebergabe an den Verkehr eine dünne Decke von Sand oder gesiebtem Flußkies (Paris), die zu geeigneten Zeiten oder regelmäßig (in Paris auf den belebteren Straßen jeden Morgen) erneuert wird. Das Eindrücken dieses Materials in die Holzfläche durch den Verkehr erhöht deren Festigkeit und Widerstandsfähigkeit erheblich, verhütet auch allzu große Glätte. Die Dauer und Güte des Holzpflasters hängt wesentlich von Gleichmäßigkeit der Abnutzung, also gleichmäßigem Material ab. Durch sorgfältige Sortierung hat man in Paris in dieser Beziehung sehr gute Ergebnisse erhalten. An Stelle des Zementbetons als Unterlage kann mit Vorteil auch Asphaltbeton oder Teerkonkret benutzt werden; Bohlenunterlage, wie früher, namentlich in Amerika, mehrfach versucht, hat sich dagegen wegen Fäulnis und zu geringen Widerstandes gegen Durchbiegung nicht bewährt. Ebensowenig haben sich frühere Holzpflasterungen bewährt, die von einer kräftigen, druckaufnehmenden Bettungsplatte Abstand genommen hatten. Die verschiedenen Befestigungsarten lassen nur gewisse Größtneigungen für die Straße zu. Sie sind nicht scharf zu bestimmen, da auch andre Verhältnisse, z. B. Größe des Verkehrs, Länge u. s. w., mitsprechen. Man kann als Grenze ansehen für Asphaltpflaster 1,5 bis 2 %, Holzpflaster 4 % (ausnahmsweise selbst 8,3 % ausgeführt), gutes Reihensteinpflaster 5 %, Steinschlagbahn unbegrenzt. Holz- und Asphaltpflaster sind die vorzugsweise schalldämpfenden Gattungen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Die Trottoire. Hier fällt die Rückfichtnahme auf ftarke Verkehrsdrucke weg; doch muß das Befeftigungsmaterial genügenden Widerftand gegen Abfchleifen bieten. Staub- und Schmutzbildung foll möglichft verhindert, Waffer abfluß und Reinigungsarbeit möglichft erleichtert werden. Die gebräuchlichften Befeftigungsarten find:

1. Pflafterung mit Naturfteinen von regelmäßiger oder unregelmäßiger Geftalt. 2. Belag mit größeren oder kleineren Platten aus Natur- oder Kunftftein. 3. Zufammenhängende Decke mit tragender Unterbettungsplatte. Die Befeftigungen zu 1. und 2. erhalten eine Bettung von Sand oder Kies, weniger dick als für die Fahrbahn. Es empfiehlt fich im allgemeinen nicht, fie ganz wegzulaffen, wie es bei Verwendung großer, fchwerer Naturfteinplatten und gutem Untergrund wohl gefchieht. Je kleiner und leichter das Plattenmaterial, defto forgfältiger und ftärker follte die Bettung hergeftellt werden, fo daß fich in geeigneten Fällen auch hier Betonbettung oder mindeftens ein Mörtelbett empfiehlt. — Die einzelnen Materialien, die hier für das Pflafter in Frage kommen, find: Gewöhnliche Pflafterfteine kleineren Formats mit quadratifcher Kopffläche. Größere Abweichung von der prismatifchen, alfo etwas pyramidale Form, weil billiger, gewöhnlich zugelaffen. Für die Fugen ift zur Erlangung größerer Waffer dichtigkeit Mörtelausfüllung gebräuchlich. Die Reihen werden gewöhnlich fchräg angeordnet und die Steine des befferen Ausfehens wegen im Fachverband gelegt, d. h. es wird vom Fugenwechfel in den nebeneinander liegenden Reihen abgefehen und beide fich rechtwinklig kreuzenden Fugen durchgeführt. — Die Verwendung kleinerer unregelmäßiger Steine mit möglichft ebenem Kopf liefert Mofaikpflafter, das durch Verwendung verfchiedenfarbigen Materials fchöne Mufterung, fogar beftimmte Zeichnung, erhalten kann. — Für Plattenbeläge kommen in Frage: Natürliche Steinplatten aus Granit, Bafaltlava, Trachyt, hartem Kalkftein, Sandftein u. f. w. Die härteren Materialien werden leider auch leicht glatt, fo daß fie für ftarke Steigungen nicht oder nur unter zeitweife wiederholter Aufrauhung verlegt werden follten; diejenigen mit gröberem Korn, die fich auch für ftärkere Steigungen eignen, haben vielfach den Nachteil rafcher oder ungleicher Abnutzung. Für größere Naturfteinplatten ift die rechteckige Form, weil billiger als die quadratifche, die gebräuchlichere, und es findet deshalb beim Verlegen nicht der Fachverband, fondern ein folcher mit verwechfelten Fugen Anwendung. Manchmal erhält nur der mittlere Teil des Trottoirs Plattenbelag und die feitlichen rauhes Pflafter. Die Platten aus künftlichem Material find entweder Produkte der Toninduftrie oder der Zementtechnik. Die erfteren liefern eine ganze Reihe, vom gewöhnlichen Ziegelftein bis zu den feinften gebrannten Tonplättchen, als Klinker, Ironbricks, Schlackenplatten, glatte oder gerippte bezw. gemufterte und gefärbte Tonplättchen oder Fliefen von größter Härte; die andern namentlich Zement- und Betonplatten. Einen Uebergang zur nächften Gruppe bilden Afphaltplattenbeläge, fie werden aber ziemlich felten hier angewendet. Die Platten aus künftlichem Material werden für Trottoire ausfchließlich in quadratifcher Form hergeftellt und deshalb im Fachverband verlegt. 3. Zufammenhängende Decke mit tragender Unterplatte. Charakteriftifch ift die Verwendung von folchen Materialien, die an Ort und Stelle erhärten; Produkte der Toninduftrie find alfo ausgefchloffen. Zur Verwendung kommt Zementüberzug oder Zementverguß auf Betonbettung, Gußafphalt auf Beton, die für Trottoire gebäuchlichfte Afphaltdecke. Afphaltplatten find für diefen Zweck noch wenig verwendet worden. Stampfafphalt kommt hier kaum in Frage wegen der geringeren Anfprüche, die man hier an die Feftigkeit der Decke zu ftellen hat.

c) Die Promenadewege. Rafche und gute Waffer ableitung und Abtrocknung nach Regenwetter find Haupterforderniffe, weshalb Seitengefälle und feitliche Rinnen, wenn auch in einfacher Ausführung, erforderlich. Je nach Lage und Bedeutung der Promenadewege kann man eine der vorgenannten Trottoirbefeftigungen wählen oder eine 2—4 cm ftarke Kiesfchicht, die durch Handwalzen oder Stampfen gedichtet wird. Ift der Untergrund nicht durchläffig, fo erhält die Kiesfchicht eine Bettung, die gut Feuchtigkeit auffaugt, ohne zu durchweichen. Dazu dient eine 5—8 cm ftarke Schicht von Naturfteinfchlag, Ziegelbrocken, Hochofenfchlacke oder dergleichen, die unter Einftreuen von Tonpulver als Bindemittel durch Walzen gedichtet wird.

d) Reitwege erhalten mit Rückficht auf gute Trockenhaltung zweckmäßig eine gegen die angrenzenden Straßenteile etwas erhöhte Lage und eine deutliche Abgrenzung durch Kantenfteine. Die Bahn befteht gewöhnlich aus einer lockeren Schüttung von Kies oder grobem Sand, zweckmäßig auf einer Kleinfchlagunterlage. Die Staubentwicklung wird geringer, wenn die obere Lage eine Beimifchung von zähfaferigen organifchen Stoffen erhält, z. B. Sägemehl oder Gerberlohe.

e) Nebenanlagen. Hierher gehören: Waffer verforgungs- und Beleuchtungsgegenftände, Brunnen, Kandelaber, Wetterhäuschen, Normaluhren, Wegweifer, Anfchlagfäulen, Promenadenbänke, Einfriedigungen, Fußweginfeln, Sammelbehälter für Straßenkehricht, Abortanlagen. Der bloße Hinweis darauf möge genügen.

Literatur: [1] Baumeifter, R., Städtifches Straßenwefen und Städtereinigung, im Handbuch d. Baukunde, Abt. 3, Berlin 1890. — [2] Stübben, Der Städtebau, im Handbuch d. Architektur, 4. Teil, 9. Halbbd., Darmftadt 1890. — [3] Dietrich, E., Die Afphaltftraßen, Berlin 1882. — [4] Michalik, v., Praktifche Anleitung zum Betonbau, Wien 1864. — [5] Krüger, R., Handbuch des gefamten Straßenbaues in Städten, Jena 1881. — [6] Genzmer, E., Die ftädtifchen Straßen, Stuttgart 1900. — [7] Weicht, A. H., Bau von Straßen und Straßenbahnen, Berlin 1902. — [8] Loewe, F., Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906. — [9] Birk, A., Der Wegebau, 1. und 2. Teil, Leipzig und Wien 1906. — [10] Laißle, F., Der Straßenbau einfchließlich der Straßenbahnen, im Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften, herausgegeben von L. v. Willmann, Bd. 1, 4. Abt., Leipzig 1907 (mit reicher Literaturangabe). — [11] Zeitfchr. f. Transportwefen u. Straßenbau (mit fortwährend vielen Artikeln).

Bräuler.

II. Straßenbepflanzung (f. a. Baumpflanzungen, Baumroft) gefchieht in Form von Baumreihen oder Gartenflächen oder durch Verbindung beider Bepflanzungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

arten. Die Baumreihen können einseitig oder zweiseitig, symmetrisch oder unsymmetrisch angeordnet werden. Am verbreitetsten ist die symmetrische Pflanzung zweier Baumreihen an den Kanten der Bürgersteige. Der geringste Abstand des Baumstammes von den Häusern sollte, damit die Krone des Baumstammes sich entwickeln kann und die Wohnungen nicht benachteiligt werden, etwa 6 m betragen; ihr Abstand von der Bürgersteigkante mindestens 75 cm. Bei der geringsten zulässigen Fahrdammbreite von etwa 5 m ergibt sich also die geringste Straßenbreite, zwischen den Häusern gemessen, 18,5 m; bei einer für drei Fuhrwerke nebeneinander bestimmten Fahrbahnbreite von 7,5 m dagegen 21 m. Handelt es sich um eine Straße mit Vorgärten, deren Luftraum den Baumkronen zugute kommt, so kann der Abstand der Baumstämme von der Vorgartenlinie bis auf 2,75 m eingeschränkt werden; die geringste zulässige Straßenbreite beträgt alsdann bei 5 m breitem Fahrdamm 12 m, bei 7,5 m breitem Fahrdamm 14,5 m. Die häufige Anwendung solcher Minimalbreiten ist indes nicht empfehlenswert; eine Straße soll, wenn sie zwei Baumreihen erhält, zwischen Vorgärten in der Regel nicht unter 15 m, ohne Vorgärten in der Regel nicht unter 23 m breit sein. Wird nur eine Baumreihe auf einer Straßenseite angeordnet, so genügt eine geringere Breite; werden drei, vier, sechs u. s. w. Baumreihen angeordnet, so sind Breiten von 30—50 m und mehr erforderlich. Man unterscheidet Seitenalleen und Mittelalleen. Der Querabstand sowohl als der Längsabstand der Bäume soll, je nach der Baumsorte, 6—10 m betragen, ein beliebtes Mittelmaß ist 7,5 m. Der dauerhafteste Baum für städtische Straßen ist die Ulme. Viel verwendet werden auch die Linde, der Ahorn, die Platane und Kastanie, weniger die Eiche und Esche. Ungeeignet sind in Städten Weiden, Pappeln und Obstbäume, während die letztgenannten Baumsorten auf Landstraßen sehr verwendbar sind. Die Bepflanzung der Straßen mit Gartenstreifen setzt eine beträchtliche Breite voraus. Landstraßen kommen hierfür nur ganz ausnahmsweise in Betracht. Die Gartenstreifen befinden sich entweder auf den Bürgersteigen, namentlich im Zuge von Baumreihen, so daß letztere auf dem Rasen stehen, oder aber auf mittleren, dem Verkehr entzogenen Straßenstreifen.

III. Straßenbreite. Die Breite der Stadtstraßen beträgt in alten Städten abwärts bis zu 2 m oder weniger. Ein beliebtes Maß alter Stadtstraßen ist 5—8 m. Für Neuanlagen gilt als die geringste Straßenbreite bei Wohnstraßen 7 m, eingeteilt in einen Fahrdamm von 4,5 m und zwei seitliche Fußwege von je 1,5 m Breite; diese Minimalbreite ist aber nur zulässig zwischen Vorgärten. Eine normale Breite für Wohnstraßen ist 10 m zwischen Vorgärten; bei größerer Breite sind Vorgärten nicht unbedingt notwendig. Eine normale Breite von Wohnstraßen ohne Vorgärten ist 12—13 m. Aber die Breite einer Straße soll zwischen den Häusern (d. h. mit Einschluß etwaiger Vorgärten) keinesfalls geringer sein als die Höhe der Häuser. Werden also Häuser von 16, 18, 20 oder 22 m Höhe erbaut, so bezeichnen diese Maße zugleich die geringste Straßenbreite. Verkehrsstraßen sollen wenigstens 15 m breit sein, eingeteilt in einen Fahrdamm von 7,5 m Breite (für drei Fuhrwerke nebeneinander) und zwei Bürgersteige von je 3,75 m Breite. Soll die Straße das Doppelgleis einer Straßenbahn aufnehmen und beiderseits neben den Gleisen ein gewöhnliches Fuhrwerk halten oder sich bewegen können, so ist die geringste zulässige Fahrdammbreite 10 m, also die geringste Gesamtbreite etwa 17 m. Sind die Fahrdämme für 4, 5 oder 6 Fuhrwerke nebeneinander bestimmt, so erfordern sie eine Breite von 10, 12,5 oder 15 m; größere Fahrdammbreiten sind selten. Oft erhält eine große Verkehrsstraße, Pracht- oder Promenadestraße zwei oder drei Fahrdämme, z. B. einen mittleren von 12,5 m Breite für den durchgehenden Verkehr, zwei seitliche von 5 m Breite für den Anwohnerverkehr; zwischen den Fahrdämmen ferner Spazierwege, Reitwege, Radlerwege, besondere Straßenbahnstreifen, Gartenanlagen u. dergl. So entstehen Breiten von Stadtstraßen bis zu 100 m und mehr. Ein beliebtes Breitemaß für große Verkehrs- oder Prachtstraßen ist 40—60 m.

IV. Straßenecken. Der Verkehr um eine städtische Straßenecke bietet den Straßenbahnen und dem Straßenfuhrwerk um so mehr Schwierigkeiten, je geringer die Straßenbreite ist, weil mit der freien Breite der Krümmungshalbmesser der Gleise oder Fahrtlinien und zugleich der Ueberblick über den entgegenkommenden Verkehr abnimmt. Auch für den Fußgänger kann die Bewegung um die Straßenecke mit Unzuträglichkeiten insofern verbunden sein, als man mit dem Begegnenden, den man erst im letzten Augenblick sieht, zusammenprallt. Aus diesen Gründen liebt man es, die Straßenecken, insoweit sie nicht schon stark stumpfwinklig sind, abzukanten oder abzurunden, damit der Krümmungshalbmesser des Fahrverkehrs und das Sehfeld des Gehenden vergrößert werde. Gegen dieses Brechen der Ecken hat man mit Recht geltend gemacht, daß es den architektonischen Eindruck der Gebäude in der Regel benachteilige und, in seiner immerwährenden Wiederholung, eine überaus nüchterne und unschöne Wirkung hervorrufe. Man ist deshalb so weit gegangen, das Abkanten der Ecken überhaupt zu verwerfen. Das ist eine Uebertreibung. Wo der Verkehr um eine rechtwinklige oder annähernd rechtwinklige Ecke lebhaft ist, empfiehlt sich die Brechung oder Rundung aus den erwähnten Zweckmäßigkeitsgründen. An spitzwinkligen Ecken ist die Abkantung oder Abrundung unentbehrlich. Oft auch wünscht der Hausbesitzer die Abschrägung der Ecke, um einen Eckeingang zu gewinnen, der für Läden und sonstige Geschäfte von Vorteil sein kann, weil er die auf beiden sich kreuzenden Straßen Verkehrenden zum Eintritt einladet. Dem oft unschönen Eindruck der Eckabschrägung kann man dadurch entgegenwirken, daß man die Abschrägung auf das Erdgeschoß beschränkt, die oberen Geschosse aber durch Vorkragung ergänzt. Wo aber kein erheblicher Verkehrsgrund und kein wirtschaftlicher Grund vorliegt, empfiehlt es sich, die Abkantung oder Abrundung der Straßenecken zu unterlassen.

V. Straßengefälle. Man bezeichnet das Gefälleverhältnis oder, in umgekehrter Richtung, das Steigungsverhältnis einer Straße entweder durch einen Bruch, z. B. 1 : 20, d. h. 1 m Steigung auf 20 m Länge, oder durch einen Prozentsatz, z. B. 5 %, d. h. 5 m Steigung auf 100 m Länge. Das größte zulässige Steigungsverhältnis für Fußwege beträgt etwa 1 : 4, für Landstraßen im Gebirge etwa 12 %, für Fahrstraßen im Hügellande etwa 6 %, im Flachlande

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

etwa 3%. Für Stadtſtraßen kommen ähnliche, in der Regel etwas ſchwächere Maximalſteigungen in Anwendung, z. B. 10%, 5% und 2,5%. Auf Steigungsſtrecken von mehr als 2% iſt die in vielen Städten beliebte und bewährte Befeſtigung der Straßendecke mittels Stampfaſphalt unzuläſſig, weil die Pferde keinen genügenden Halt finden. Fußwege wünſcht man nicht gern ſteiler anzulegen als 1 : 7; wird das Verhältnis ſteiler als 1 : 5, ſo iſt die Einlegung von Schwellen in gewiſſen Abſtänden nötig, um das Auswaſchen durch Regengüſſe zu verhüten; ſteilere Verhältniſſe als 1 : 4 werden durch Treppenſtufen überwunden. Ein geringeres Gefälle als 0,3% wünſcht man bei Stadtſtraßen nicht anzuwenden, damit ſich die Abwäſſerung in der Längsrichtung gut vollziehe. Iſt man zu flacherer Straßenanlage genötigt, ſo iſt das für die Abwäſſerung erforderliche Längsgefälle dadurch zu erzielen, daß die Rinnen in ein ſtärkeres Gefälle gelegt werden als die Straßenkrone. Die für den Verkehr und die Abwäſſerung angenehmſten Gefällverhältniſſe liegen zwiſchen 0,5 und 1%. Die bisherigen Angaben beziehen ſich auf das Längsgefälle. Für Fahrdämme und Fußwege beträgt das zweckmäßigſte Quergefälle 4—1,5%, je nachdem das Befeſtigungsmaterial aus rauhen oder ebenen Steinen, Holz oder Aſphalt beſteht.

VI. Straßenkreuzungen werden nach Möglichkeit rechtwinklig angelegt. Iſt das nicht angängig, ſo werden von den vier Ecken zwei ſtumpfwinklig, zwei ſpitzwinklig. Letztere werden abgekantet oder abgerundet. Die Abkantung rechtwinkliger Ecken iſt im allgemeinen, weil ſie in der Wiederholung einen unſchönen Eindruck hervorruft, zu unterlaſſen. Wird ſie aus wirtſchaftlichen Rückſichten (um einen Ladeneingang auf der Straßenecke zu gewinnen) oder aus Verkehrsrückſichten (wenn der Verkehr um die Ecke ſtark iſt) ausgeführt, ſo iſt es meiſtens empfehlenswert, die Abſtumpfung auf das Erdgeſchoß zu beſchränken, während die Obergeſchoſſe rechtwinklig vorgekragt werden. Unregelmäßige Straßenkreuzungen können zur Verſchönerung des Stadtbildes dienen, beſonders wenn ſie die Straßenſtrecken architektoniſch abſchließen; dabei können die Verkehrslinien ungeſtört ſich fortſetzen. Die Verſetzung von Kreuzungen in Verkehrsſtraßen derart, daß nicht bloß die Straßenſtrecken für den Blick geſchloſſen, ſondern auch die Fahrrichtungen verſetzt werden, iſt unzweckmäßig. Straßenkreuzungen mit mehr als vier Straßenzweigen werden in der Regel zu Verkehrsplätzen ausgebildet; wo derartige Anordnungen nicht nötig ſind, ſoll man ſie vermeiden.

VII. Straßenkrümmungen ſind in alten Städten oft ein wichtiges Mittel zur Steigerung der Schönheit des Straßenbildes. Auch bei Anlagen neuer Stadtviertel wird von dieſem Mittel Gebrauch gemacht. Zweierlei iſt aber zu berückſichtigen. Erſtens, daß nur die konkave Seite der Straße das ſchöne Stadtbild ergibt, während die Häuſer auf der konvexen Seite ſich dem Auge entziehen; ſtark konvexe Straßenfronten ſind deshalb zu vermeiden, was durch unregelmäßige Geſtaltungen erreicht werden kann. Zweitens, daß in der Regel überhaupt nur ſchwache Krümmungen für die Schönheit alter Städte ſich wirkſam erweiſen; die ſchwache Krümmung beeinträchtigt zudem nicht den Verkehr, ſondern erleichtert ihn, weil ſie eine beſſere Ueberſicht über das gewährt, was auf der Straßenfläche vorgeht.

VIII. Straßenlänge. Länge und Breite einer Straße ſollen, ſoweit ſie überſehen werden können, alſo namentlich bei geraden Straßen, in einem angemeſſenen Verhältnis ſtehen. Als äußerſte Verhältniszahl hat man 1 : 20 bezeichnet. Für gekrümmte Straßen, die nicht in ganzer Länge durchblickt werden können und für Straßen, deren Durchblick durch Abſchlüſſe der Einzelſtrecken unterbrochen iſt, treten andre Geſichtspunkte ein. Eine über einen Höhenpunkt (Hügel, Sattel) führende Straße muß, wenn ihr Geſamtbild gut wirken ſoll, auf dieſem Höhenpunkte unterbrochen werden (Tor, Obelisk, Pflanzung u. ſ. w.). Geſchieht dies und werden ferner die einzelnen Strecken der Straße verſchiedenartig ausgebildet, ſo iſt der Längenentwicklung einer Straße kaum eine Grenze geſetzt. Will man auf dem Höhenpunkte eine künſtliche Unterbrechung nicht anordnen, ſo muß dort die Straßenrichtung geändert oder eine Krümmung eingelegt werden, um den unſchönen Eindruck des Buckels zu vermeiden.

IX. Straßenrichtung. Bei Verkehrsſtraßen iſt die Richtung nach dem Ziele gegeben. In der Ebene möglichſt gerade, im Hügelland und Gebirge beeinflußt dadurch, daß Steigungen von unnötiger Stärke zu vermeiden ſind. Im Städtebau ſucht man bei Aufteilungsſtraßen oder Wohnſtraßen, die nur dem Verkehr der Anlieger oder Nachbarn dienen, die Oſtweſtrichtung aus geſundheitlichem Grunde zu vermeiden, weil die ſich ergebenden Nordfronten nur im Hochſommer unmittelbare Sonnenſtrahlen empfangen, während umgekehrt die nach Süden gelegenen Fronten an einem Uebermaß von Sonne leiden. Die geſundheitlich beſten Straßenrichtungen ſind deshalb diejenigen, die zu den Himmelsrichtungen diagonal ſtehen: Nordweſt-Südoſt in dem einen, Südweſt-Nordoſt im andern Sinne. *Stübben.*

Straßenbepflanzung, -bett, -breite, ſ. Straßenbau.

Straßenegge, eine von Mothiron [1] und [2] angegebene Vorrichtung, die zum Aufrauhen der Schotterſtraßen, als Vorbereitung zum Neueindecken, dienen ſoll und aus einer ſchweren, mit neun Zinken verſehenen Eiſenplatte beſteht, die, auf ein Rädergeſtell geſetzt, durch Kurbel- und Hebelvorrichtungen gehoben und wieder zum Eingreifen in den Straßenkörper tiefer herabgelaſſen werden kann, wodurch beim Vorwärtsfahren Furchen entſtehen. Andre Anordnungen mit Stachelwalzen ſ. [3], [4]. Den Patentſtraßenaufreißer von Bobe ſ. in [5].

Literatur: [1] Mothiron, Herse à décaper les chaussées empierrées, Ann. des ponts et chaussées 1881, II, S. 166. — [2] Sonne, Maſchinen für den Bau und die Unterhaltung der Straßen, Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 4, Abt. 3, Kap. XVI, Leipzig 1888, S. 35. — [3] Eng. Rec. 1893, Bd. 27, S. 346. — [4] Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1893, S. 414. — [5] Laißle, Straßenbau, Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 1, Abt. 4, 3. Aufl., Leipzig 1903, Kap. 8, S. 400.

L. v. Willmann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Straßeneinläſſe (Straßenſinkkaſten), ſ. Kanaliſation, Bd. 5, S. 347.

Straßeneiſenbahnen oder Trambahnen unterſcheiden ſich von normalen Eiſenbahnen dadurch, daß ſie ſich mitten in dem Verkehr, dem ſie zu dienen haben, befinden und ihn an jeder Stelle ohne eigentliche Stationsanlagen aufnehmen können, wenn auch unter Umſtänden aus Zweckmäßigkeitsgründen die Aufnahmeſtellen auf beſtimmte, aber zahlreiche Punkte beſchränkt werden. Viele, raſch einander folgende Fahrgelegenheiten (meiſtens nur einzelne Wagen, unter Umſtänden kurze Wagenzüge) und mäßige Fahrgeſchwindigkeit charakteriſieren die Betriebsführung. — S. a. Eiſenbahnen, elektriſche.

Als Betriebskräfte ſind belebte und mechaniſche Motoren in Benutzung. Pferdekraft war die bei den erſten Straßeneiſenbahnen benutzte Kraft und wird geeignetenfalls noch heute verwandt. Für größeren Bedarf kann dieſe Zugkraft nur wenig geſteigert werden, da auch nur ausnahmsweiſe eine ſtärkere Beſpannung, als zweifacher Vorſpann angewandt werden kann. Dampfkraft und ähnlich wirkende, mitfahrende Motoren kamen ſpäter in Gebrauch, z. B. Petroleum- und Gasmotoren, feuerloſe Lokomotiven und ſolche mit Heißwaſſer-, Natronlauge- oder Preßluftfüllung. Die ausgedehnteſte Anwendung findet neuerdings die Elektrizität in verſchiedenen Formen der Erzeugung und Zuleitung des Stroms zum eigentlichen Treibapparat. Der feſtſtehende Krafterzeuger mit einem kraftübertragenden Seil iſt für Straßenbahnen mehrfach benutzt worden (ſ. Kabelbahnen, Seilbahnen).

Die Spurweite, namentlich bei den älteren, zunächſt für Pferdebetrieb erbauten Straßeneiſenbahnen iſt vielfach die Normalſpur der Eiſenbahnen von 1,435 m oder eine davon wenig verſchiedene. Die Ermöglichung des Wagenüberganges mag bei dieſer Wahl kaum je maßgebend geweſen ſein; aber dieſe Spurweite geſtattet ein Herabſenken des Wagenfußbodens zwiſchen die Räder, über welchen dann die Sitzbänke mit einem Zwiſchengang von etwa 0,90 m liegen. Der Wagen wird dadurch bequemer beſteigbar, als bei Lage des Fußbodens über den Rädern. Bei Schmalſpur, für die 1,10 bis 0,75 m (häufig 1 m) gewählt wird, iſt dieſe höhere Lage nicht zu umgehen, wie auch der elektriſch betriebene Wagen wegen des vom Motor beanſpruchten Raumes ſolches verlangt. Die größere Spurweite hat für Pferdebahnen den ferneren Vorteil, daß auch bei doppelter Beſpannung beide Pferde zwiſchen den Schienen Raum genug haben und die Schienen nicht zu betreten brauchen. Obwohl die Schmalſpur vielfach angewendet wird, hat ſie die größere Spurweite auch bei elektriſchem Betriebe nicht verdrängt. Man ſchätzt den ruhigeren Gang der Wagen bei dieſer Spur.

Das Gleis der Straßeneiſenbahn wird mit der Straßenoberfläche bündig gelegt. Da die Schienenſtränge gegeneinander gleich hoch gelagert werden, ſo muß auf Planumbreite die etwaige Seitenneigung der Straße entſprechend korrigiert werden. Schienenüberhöhung und Spurerweiterung in Bögen werden nur bei Bahnen auf eignem Planum hergeſtellt. Bei Gleiſen aus Rillenſchienen unterbleibt die Spurerweiterung. Da auch bei den Straßeneiſenbahnen die Räder in der Regel auf der Achſe feſtſitzen, ſo daß ſie ſich mit dieſer gemeinſchaftlich drehen, ſo hängen die zuläſſigen kleinſten Krümmungshalbmeſſer vom Radſtand der Fahrzeuge und mit dieſem mittelbar von der Spurweite ab, ſo daß Schmalſpur einen kleineren Minimalradius zuläßt als Breitſpur. Die Führung der Räder erfolgt gewöhnlich in beiderſeits geſchloſſener Spurrille, in welche die auf der Innenſeite oder in der Mitte der Radreifen ſitzenden Radflanſchen eingreifen. Dieſe Führung in beiderſeits geſchloſſenen Spurrillen geſtattet in Kurven von beſtimmtem Halbmeſſer, dem Normalradius, die Rollbedingung der auf der Achſe feſtſitzenden Räder genau zu erfüllen. Es iſt nämlich unter Umſtänden zuläſſig, das äußere Rad mit dem Radflanſch auf einer Platte laufen zu laſſen, die an Stelle der äußeren Schiene verlegt wird, während das innere Rad auf dem Laufkranz richtig laufend die Führung mittels ſeines Flanſches an der geſchloſſenen Spurrille allein übernimmt. Die Laufkreiſe der beiden Räder werden dadurch verſchieden groß, und der Normalradius der Kurve, in der dann die beiden Räder wirklich rollen können, wird abhängig von Spurweite, Radhalbmeſſer und Flanſchhöhe, bezw. von Spurweite s, über den Radflanſch gemeſſenem Raddurchmeſſer D und desgl. über den Laufkranz gemeſſenem d. Die Formel für die Länge R des Normalradius $R = s\,(D + d) : 2\,(D - d)$ iſt hiernach leicht zu entwickeln.

Die zur Anlage einer Straßeneiſenbahn nötige Breite wird durch die Wagenbreite, welche auch der Motor nicht überſchreiten darf, beſtimmt. Sie beträgt von Außenkante zu Außenkante des Wagens faſt regelmäßig 2,00 m oder wenig mehr, ſowohl bei breiter als bei ſchmaler Spur. Die Anordnung der Sitzplätze hat man in verſchiedener Weiſe vorgenommen. Längsreihen mit Mittelgang von etwa 90 cm Breite oder Querreihen mit ſchmälerem Mittelgang oder äußere Zugänge (offene Sommerwagen), auch Verbindung von Längs- und Querreihen. Eine beſtimmte Anordnung iſt nicht vorherrſchend geworden.

Außer der Breite des Straßenbahnwagens iſt auch die größte Breite der Straßenfuhrwerke mit etwa 2,30 m zu berückſichtigen ſowie die erforderlichen Spielräume zwiſchen den Wagen, nämlich 0,5 m zwiſchen zwei Straßenbahnwagen, 0,20 m zwiſchen einem ſolchen und einem Straßenfuhrwerk, beide als knappſte Mindeſtmaße. Die Begrenzungslinien der Fuhrwerke und der Straßenbahnwagen dürfen bis an die Trottoirkanten heranrücken. Danach kann man ermitteln, ob eine Straße für Straßeneiſenbahnanlage breit genug oder welche Straßenbreite für eine ein- oder zweigleiſige Straßenbahn mit Raum für ein oder mehrere Fuhrwerke erforderlich iſt. Ein Straßenbahngleis ohne ſeitlichen Raum für mindeſtens ein Straßenfuhrwerk iſt unzuläſſig; dagegen können zwei Gleiſe ohne ſolchen ſeitlichen Raum angelegt werden, da ein gleichzeitiges Zuſammentreffen von zwei Straßenbahnwagen und einem Fuhrwerk an gleicher

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stelle vermieden werden kann. Wenn nicht mehr als ein Fuhrwerk neben der ein- oder zweigleiſigen Straßeneiſenbahn Platz findet, iſt die letztere auf die eine Seite der Straße zu legen; ſie nimmt aber zweckmäßig die Straßenmitte ein, wenn die Straßenbreite ſo groß iſt, daß mindeſtens zwei Fuhrwerke daneben Platz finden. Bei noch größerer Breite der Straße und zweigleiſiger Bahn rückt man beſſer jedes Gleis bis auf Fuhrwerksbreite an die Trottoire heran. Die Zahl der Gleiſe iſt von der Verkehrsgröße abhängig. Eingleiſige Bahnen müſſen in angemeſſenen, von der Wagenfolge abhängigen Entfernungen Ausweichegleiſe erhalten, die beiderſeits durch Weichen angeſchloſſen werden. Die Ausweichegleiſe werden entbehrlich bei dem jetzt kaum mehr ausgeführten Perambulatorſyſtem für Pferdebahnen, bei dem die Wagen mit vier glatten, auf den Achſen drehbaren Laufrädern und einem vorderen, fünften mit Mittelflanſch verſehenem, ausrückbarem Leitrad auf der einen Seite verſehen ſind. Die Wagen beſitzen eine Deichſel und können nach Ausheben des Leitrades aus der Spurrille, um auszuweichen, vom Gleis ab auf das Pflaſter gefahren werden.

Für die Geſamtlinienführung in der Stadt ſind natürlich die örtlichen und Verkehrsverhältniſſe maßgebend, und es werden ſo entweder diametrale oder Ringlinien nötig, von welch letzteren etwa wieder Radiallinien nach innen oder außen abzugehen haben. Auch mehrfache Ringlinien ſind nicht ausgeſchloſſen. Die Belaſtung des Oberbaus iſt im allgemeinen geringer als bei den normalen Lokomotivbahnen; doch iſt, namentlich in ſtädtiſchen Straßen, beſondere Stärke und Solidität mit guter Lagerung wegen der ſchwierigen, manchmal unmöglichen Vornahme von Unterhaltungsarbeiten nötig. Der Oberbau beſteht aus Schienen, Schwellen (meiſtens Lang-, ſelten Querſchwellen, früher auch Einzelſtützen gebräuchlich) und Bettung wie bei Normalbahnen. Bei manchen neueren, vielbenutzten Syſtemen iſt die Langſchwelle als ſolche verſchwunden, indem ſie mit der Schiene zu einem einheitlichen Träger mit Fahrrille im Kopf vereinigt wird (z. B. Phönixſchiene). Die Form der Schiene muß mit ihrer Unterſtützung im Einklang ſtehen. Als ſolche ſind Querſchwellen bei Straßenbefeſtigungen, die eine Unterbettung haben müſſen, nicht anwendbar, wenigſtens nicht ohne beſondere Mittel, welche die Querſchwelle ſo tief unter Pflaſteroberfläche bezw. Schienenoberkante bringen, daß genügende Bettungshöhe gewonnen wird. Dieſen Anforderungen paſſen ſich aber ſowohl Langſchwellen als auch Einzelſtützen an, und ſie ſind deshalb gut brauchbare Schienenunterſtützungen. Namentlich aber iſt die hochſtegige Schwellenſchiene (ein- oder mehrteilig), welche Schiene und Schwelle vereinigt, ſehr zweckmäßig. Die einteilige Schiene kann dabei mit einem Steg gebildet werden, wobei I-Form zugrunde liegt, oder mit zwei Stegen unter Zugrundelegung der U-Form, was die hohle Sattelſchiene ergibt. Die zweiteilige Schwellenſchiene zeigt Trennung des I-förmigen Schienenprofils durch eine vertikale Längsfuge, wodurch Ueberblattung am Schienenſtoß erreicht werden kann; von den zahlreichen hierher gehörigen Oberbauſyſtemen ſind hiermit nur die wichtigſten angedeutet. Die Entwäſſerung der Bettung, die beim Langſchwellenoberbau der Normaleiſenbahnen eine ſo ſtörende Rolle ſpielt, hat bei Straßeneiſenbahnen in Städten um ſo weniger Bedeutung, je beſſer die Oberflächenabwäſſerung der Straße iſt. Innige Verbindung der Schienen am Stoß durch Verſchweißung (elektriſch oder mittels Thermits) oder Umgießen mit Eiſen iſt mehrfach verſuchsweiſe ausgeführt worden.

Die Schienenformen für Holzlangſchwellen knüpfen an die in den erſten Zeiten der Straßeneiſenbahnen benutzte Flachſchiene an. Dieſe Flachſchiene mit Spurrille iſt indeſſen ſowohl aus ſtatiſchen Gründen als auch mit Rückſicht auf gute Befeſtigung ſo ausgebildet worden, daß zwei vertikal herabgehende Seitenlappen die Holzlangſchwelle bis auf eine gewiſſe Tiefe umfaſſen. Die anfänglich oft angewandte ſogenannte offene Rille, bei der nur eine Seite durch das Schienenprofil, die andre aber durch das anſchließende Pflaſter gebildet wird, iſt ziemlich allgemein verlaſſen worden, ſo daß nur noch die geſchloſſene Rille, die alſo beiderſeits durch die Form des Schienenprofils begrenzt wird, benutzt wird. Die Rille wird entweder in den Kopf der Schiene unmittelbar eingewalzt oder durch beſondere ſeitliche kleinere oder größere Anſatzſtücke oder durch die Art der Form und Zuſammenfügung von Fahrſchiene und Eiſenſchwelle gebildet (Zwillingsſchiene). Die Verwendung von Eiſen ergab ſowohl für Langſchwellen als auch für Einzelſtützen eine große Mannigfaltigkeit von weiteren Oberbauſyſtemen.

Die Unterbettung muß ſehr ſorgfältig ausgeführt werden, da ein Anheben und Nachſtopfen geſunkener Stellen der anſchließenden Straßendecke wegen ſchwierig und koſtſpielig iſt. Man verwendet anſtatt der Kies- oder Steinſchlagunterbettung vielfach Beton in Streifen unter den Schienenſträngen oder auch als durchgehende Platte und oft auch dann, wenn die Straßenbefeſtigung ſelbſt nur ein Kiesbett erfordert.

Bei allen Straßeneiſenbahnen iſt auf guten Anſchluß der Straßenbefeſtigung an das Gleis zu ſehen und bei Pferdebahnen darauf zu halten, daß die Befeſtigung zwiſchen den Schienen nicht zu glatt ſei. Aſphaltbelag ſoll hier vermieden werden und wäre gegebenenfalls durch Holzklotzpflaſter zu erſetzen.

Die geringere Fahrgeſchwindigkeit und ſonſtige Verhältniſſe laſſen weſentliche Vereinfachungen in Konſtruktion und Bedienung der Weichen für Straßenbahnen zu. Zur Ablenkung eines Fahrzeuges in eine abzweigende Fahrrichtung bedarf es einer ſeitlich einwirkenden Kraft. Die Zungenweiche beſorgt dieſes durch den Stoß des Radflanſches gegen die zur Fahrt nach der abzweigenden Richtung eingeſtellte Zunge im äußeren Kurvenſtrang. Da eine Zunge hierfür genügt und auch bei geringerer Fahrgeſchwindigkeit eine zweite, die Fahrt nach dem geraden Strang ſichernde, unnötig iſt, ſo wählt man für Straßeneiſenbahnen von Weichen mit beweglicher Zunge die einzüngigen, ohne für ſtärkeren, namentlich raſcheren und ſchwereren Verkehr zweizüngige auszuſchließen. Wird, wie z. B. bei Ausweichegleiſen, jede Weiche gegen die Spitze nur nach einem Gleis, entweder dem geraden oder dem krummen, befahren, ſo läßt man die Zunge für dieſe Richtung durch Federkraft anſchlagen. Der aus der andern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fahrrichtung ausfahrende Wagen drückt ſich ſelbſt die Zunge beiſeite, und dieſe ſtellt ſich zurückfedernd wieder richtig ein. Nur, wenn die Weiche gegen die Spitze nach beiden Gleiſen befahren wird, iſt Stellung von Hand erforderlich, was gewöhnlich vom Wagenführer beſorgt wird. Auch automatiſches Stellen iſt in verſchiedener Form ausgeführt worden, unter anderm bei Pferdebahnen durch Auftreten des Pferdes auf eine mit der Weiche entſprechend verbundene Platte. Eine für belebte Motoren, alſo Pferdebahnen, zweckmäßige Form der Weiche iſt die mit feſtaufliegenden Zungen. Aus den zum Zuſammenlauf kommenden Schienenſträngen werden die Spurrillen für die verſchiedenen ſich gegenſeitig durchſchneidenden Fahrrichtungen in der richtigen Breite ausgeſpart; das iſt die ganze Weichenanordnung. Die zum Einfahren in das ablenkende Gleis nötige Seitenkraft liefert das vom Kutſcher an dieſer Stelle ſeitwärts getriebene Pferd. Wird die Weiche gegen die Spitze nur nach einem und demſelben Gleis befahren, ſo kann auch bei feſtliegender Zunge, ähnlich wie bei den federnden Zungenweichen durch beſondere Anordnung dieſer Seitenzug unterſtützt bezw. für geringe Geſchwindigkeit ſelbſt entbehrlich gemacht werden. Für Weichen kommt gewöhnlich das Neigungsverhältnis 1 : 6 in Anwendung und für die Weichenkurve der Normalradius. Weichenſtellvorrichtungen, die über die Straßenoberfläche hervorragen, ſind unzuläſſig; ſtändige Weichenbedienung iſt ſchwer durchführbar, und deshalb ſind Schleppweichen, die eine ſolche erfordern, ausgeſchloſſen.

Entſprechend einfacher als bei Normaleiſenbahnen geſtalten ſich für die Straßeneiſenbahnen auch alle die übrigen Einrichtungen als: Drehſcheiben, Schiebebühnen, Depotsanlagen u. ſ. w., ohne indeſſen zu ihrer zweckmäßigen Ausgeſtaltung geringerer Sorgfalt zu bedürfen.

Wenn die Straßeneiſenbahnen nach Vororten geführt werden, nehmen ſie im allgemeinen mehr den Charakter von Kleinbahnen an.

Literatur: [1] Kinnair Clark, D., Die Straßenbahnen u. ſ. w.; deutſch von W. H. Uhland, Leipzig 1895. — [2] Fiſcher Dick, Ueber die Entwicklung des Oberbaues bei Straßeneiſenbahnen; Glaſers Annalen für Gewerbe und Bauweſen, Nr. 66 u. 69, auch als Sonderabdruck, Berlin 1880. — [3] Baumeiſter, R., Städtiſches Straßenweſen u. ſ. w. im Handbuch d. Baukunde, Abt. 3, Berlin 1890. — [4] Röll, Enzyklopädie des Eiſenbahnweſens, Wien 1890, unter Dampfſtraßenbahnen und Dampfwagen oder Dampfomnibus. — [5] Büſing, O., Straßenbahnen (Tramways), im Handbuch der ſpeziellen Eiſenbahntechnik, Bd. 5, Leipzig 1878. — [6] Schiemann, M., Bau und Betrieb der elektriſchen Bahnen, Leipzig. — [7] Haarmann, A., Das Eiſenbahngleis, Leipzig 1902. — [8] Weicht, A. H., Bau von Straßen und Straßenbahnen, Berlin 1902. — [9] Buchwald, M., Der Oberbau der Straßen- u. Kleinbahnen, Wiesbaden 1903. — [10] Schimpff, G., Die Straßenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Berlin 1903. — [11] Laißle, F., Der Straßenbau einſchließlich der Straßenbahnen, im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, herausgegeben von L. v. Willmann, Bd. 1, 4. Abt., Leipzig 1907 (mit reicher Literaturangabe). — [12] Rimrott, Wagen der Schmalſpur- und Kleinbahnen, in Eiſenbahntechnik der Gegenwart, herausgegeben von Barkhauſen, Blum, † v. Borries, Courtin und v. Weiß, Abſchn. C. und D., Wiesbaden 1909.

Bräuler.

Straßenentwäſſerung, ſ. Straßenbau, S. 344.

Straßenfuhrwerke, die Mittel zur Bewältigung des Fahrverkehrs auf Straßen; vgl. a. Motorwagen und Straßeneiſenbahnen.

Der Straßenverkehr ſpielt bei ſtädtiſchen Straßen, insbeſondere bezüglich der Verkehrsordnung ſowie bezüglich der Breitenabmeſſung, namentlich neu anzulegender Straßen, bei Landſtraßen hauptſächlich bezüglich der Befeſtigungs- und Unterhaltungsweiſe derſelben, eine große Rolle, was in Frankreich ſchon früh erkannt wurde und ſeit 1844 in regelmäßigen Zwiſchenräumen von fünf bis acht Jahren zu ſtaatlich angeordneten Zählungen des Verkehrs führte. Dabei wurden an allen auf das ganze Straßennetz gleichmäßig verteilten Zählſtellen gleichzeitig im Laufe des Jahres an jedem 13. Tage die Zugtiere gezählt. Jeder Wochentag kam alſo viermal im Jahre als Beobachtungstag zur Geltung, wobei man verſchiedene Gattungen des Verkehrs unterſchied und jeder derſelben eine entſprechende Wertziffer beilegte [1]—[3]. Aehnliche Zählungen erfolgten in Baden (ſeit 1851) [4], in Bayern (1881) [5], und Württemberg (1884) [6]. Zur Veranſchaulichung des Verkehrs wird in ſogenannten „Verkehrskarten“ jede Straße in einer ihrem Verkehr entſprechenden Breite eingetragen und mit Verkehrsziffern verſehen [7] u. [8], die den mittleren täglichen Verkehr an Zugtieren angeben.

Straßenfuhrwerke. Als älteſtes Mittel zur Fortbewegung ſchwerer Laſten ſind die Schleifen anzuſehen, aus denen ſich die Schlitten entwickelt haben [10] und [11], welche für Schnee- und Eisbahnen deshalb beſſer als Räderfuhrwerke zu verwenden ſind, weil die Räder auf den nachgiebigen bezw. glatten Schnee- und Eisflächen nicht den für ihre Drehung erforderlichen Widerſtand finden. Bei Schleifen und Schlitten wirkt die gleitende Reibung als Bewegungswiderſtand, während bei den ſpäter verwendeten Walzen nur der bedeutend geringere Widerſtand der rollenden Reibung und endlich bei den Räderfuhrwerken zwar die gleitende Reibung in der Radnabe ſowie die rollende Reibung am Radumfange, aber in noch viel geringerem Maße in Frage kam. Aus den loſe unter der Laſt ſich fortwälzenden Walzen entſtanden die durch eine Achſe verbundenen Scheibenräder, die das Untergeſtell zu den urſprünglichſten zweiräderigen Karren abgaben; aus den Scheibenrädern endlich bildeten ſich die Räder der jetzt üblichen zwei- und vierräderigen Straßenfuhrwerke aus, deren allmähliche Vervollkommnung nicht allein auf die Verminderung der Zugwiderſtände, ſondern auch auf die Ausbildung und Dauer der Straßenfahrbahnen von größtem Einfluß geworden iſt.

Neben den Rädern bilden den Hauptbeſtandteil des Wagenuntergeſtells: die Achſen mit den die Räder aufnehmenden Achsſchenkeln, welche bei Laſtfuhrwerken kegelförmig gebildet ſind und einen Unterlauf (Unterachſung (ſ. Fig. 1 ∢ φ) ſowie einen Vorlauf (ſ. Fig. 1 ∢ ε) beſitzen. Bei den leichter dreh- und lenkbaren zweiräderigen Karren

bildet die Achſe mit den zwei Rädern das Untergeſtell, das mit einer Gabeldeichſel zum Einſpannen des Zugtieres verſehen wird. Die Laſt des Wagenkaſtens nebſt Ladung muß hier weſentlich auf der einen Achſe aufruhen, befindet ſich jedoch im labilen Gleichgewicht und wird daher namentlich auf unebenen Wegen zum Teil auch vom Zugtier übernommen. Beim vierräderigen Wagen, bei welchem die Laſtverteilung auf die Achſen und Räder eine viel günſtigere iſt, wird das Vorder- und Hintergeſtell (ſ. Fig. 2) durch den an letzterem befeſtigten Langbaum *L* in der Weiſe verbunden, daß ſich der Vorderwagen nebſt der an ihm befeſtigten Deichſel *D* um den Spannagel *S* drehen kann. Iſt die Deichſel keine Gabeldeichſel, ſo befindet ſich an ihr das Wagſcheit *w w* mit den beiden Zugſcheiten *z z*. Der Drehwinkel ω, um den ſich der Vorderwagen gegen den Langbaum drehen kann, bedingt das Maß des kleinſten Krümmungshalbmeſſers r_1 und r_2 der Straßenränder. Bei Langholzfuhrwerk wird auch das Hintergeſtell drehbar angeordnet (ſ. Fig. 3, wo r_1 und r_2 kleiner als r_1' und r_2'), um kleinere Krümmungen durchfahren zu können. Der auf dem Boden gemeſſene Abſtand *s* der Innenkanten (ſ. Fig. 2) zweier auf einer Achſe aufſitzenden Räder vermehrt um die Felgenbreite wird die Spurweite genannt. Je größer dieſe iſt, um ſo ſtandſicherer iſt der Wagen; ſie ſchwankt zwiſchen 1,1 und 1,9 m und ſteht in geradem Verhältnis zur Größe der Raddurchmeſſer. Der Durchmeſſer der Vorder- und Hinterräder wird meiſt verſchieden groß angenommen, und zwar bei erſteren um etwa 20 % kleiner als bei letzteren. Man bezweckt damit eine Vergrößerung des Drehwinkels ω und dadurch eine beſſere Lenkbarkeit. Die Vorderräder haben in der Regel einen Durchmeſſer von 0,7 bis 0,9 m, die Hinterräder einen ſolchen von 0,8 bis 1,2 m [7], S. 12. — An den Rädern ſelbſt unterſcheidet man drei Teile (ſ. Fig. 4): 1. die mit einem Metallfutter verſehene und von mehreren Eiſenbändern zuſammengehaltene, loſe auf dem Achsſchenkel aufſitzende Nabe *N*, die etwas kürzer als der Abſtand zwiſchen der Stoßſcheibe *n n* und der mit einem Vorſtecker oder Lünz verſehenen Lünzſcheibe *o o* hergeſtellt wird, ſo daß ſie etwas Spielraum beſitzt, um auf ausgefahrenen Straßen eine kleine Seitenbewegung zu ermöglichen. Um das Warmlaufen zu verhindern und die gleitende Reibung zu verringern, muß die Nabe eine Schmiervorrichtung für feſte oder flüſſige Schmiere enthalten. In letzterem Fall muß die Nabenbüchſe geſchloſſen ſein. Fig. 5 zeigt die Einzelheiten einer Achsbüchſe, während Fig. 6 und 7 eine Patentachſe im Schnitt und mit abgezogener Büchſe darſtellen. 2. Die in die Nabe und den Felgen- oder Radkranz eingeſetzten Speichen *t t* (Fig. 4). 3. Den Felgenkranz *F* (Fig. 4), der aus mehreren Teilen, den Felgen, zuſammengeſetzt und von einem rotwarm aufgezogenen, mit Nägeln oder verſenkten Schrauben befeſtigten Eiſenreif umgeben iſt. Die Breite der Felgen muß zum Geſamtgewicht des Wagens in einem paſſenden Verhältnis ſtehen, da zu ſchmale Felgen eine größere Zugkraft erfordern und die Straßen mehr angreifen als breitere; daher ſind vielfach Geſetze über die zuläſſige Felgenbreite der Räder im Zuſammenhange mit den üblichen Ladegewichten erlaſſen worden; vgl. [7], S. 13, [8], S. 15; [9], S. 35. Als paſſende Felgenbreiten führt Laißle an ([7], S. 14): bei Poſtwagen 5—6 cm, bei gewöhnlichem Landfuhrwerk 5—6 cm, bei gewöhnlichem Laſtfuhrwerk 6—7 cm, bei ſchwerem Laſtfuhrwerk 8—10 cm, gewöhnlich 8 cm. Zur Verhinderung ſchädlicher Einwirkung der Fahrbahnunebenheiten ſowie zur Erreichung größerer Steifigkeit und Widerſtandsfähigkeit gegen Stoßwirkungen ſind die Speichen bei Laſtfuhrwerken geſtürzt, d. h. ſchief zur Nabe angeordnet, ſo daß ſie einen Kegelmantel bilden. Dieſer Speichenſturz vergrößert auch den Raum für den Wagenkaſten und bewirkt, daß der Straßenſchmutz von den Rädern zur Seite und nicht nach oben geworfen wird. Bei Anwendung einer Unterachſung (ſ. oben) iſt der Speichenſturz jedenfalls erforderlich, und der Zuſammenhang zwiſchen beiden ergibt

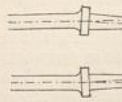
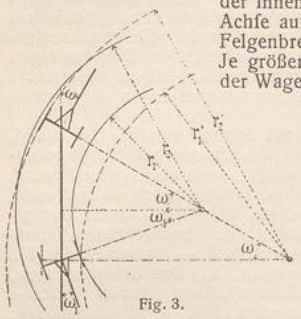


Fig. 1 (Aufriß). Fig. 1 a (Grundriß).


Fig. 3.

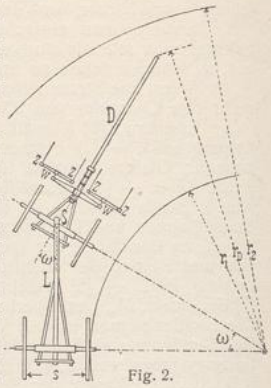


Fig. 2.

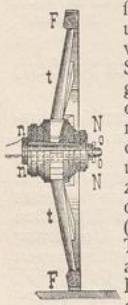
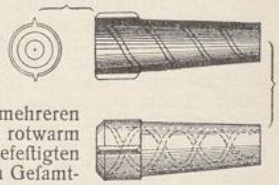
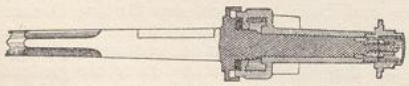
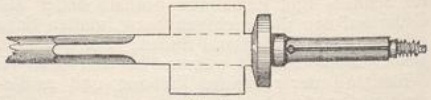


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.

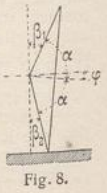


Fig. 8.

ſich aus den aus Fig. 8 abzuleſenden Beziehungen: $\beta_1 - \beta_2 = 2\varphi$ und $\beta_2 + \varphi = 90 - \alpha$. Je vollkommener die Straßen ſind, um ſo kleiner kann die Unterachſung ſein, daher bei Perſonenfuhrwerken auch der Sturz entweder ganz fortfällt oder ſehr gering gemacht wird.

Für die Gewichte unbeladener und beladener Straßenfuhrwerke ſowie für ihre Abmeſſungen können die nachſtehenden als Mittelwerte angeſehen werden [7], S. 16; [9], S. 46:

Bezeichnung des Fahrzeugs	Raddurchm. m	Felgenbreite cm	Achsſtand m	Spurweite m	Länge des Wagens ohne Deichſel m	Breite des Wagens ohne Deichſel m	Höhe m	Eigengewicht kg	Nutzlaſt kg
Gewöhnliches Landfuhrwerk	0,92 / 1,17	6,5—7,0	2,4—3,5	1,1-1,15	4,0—5,0	1,75	1,6	600 bis 1000	2000 bis 2500
Gewöhnliche Ernte- und Heuwagen	0,92 / 1,17	6,5—7,0	3,5	1,1-1,15	5,0	3,0—3,5	3,8—4,5	600 bis 1000	2500 bis 3000
Droſchken und Equipagen	0,85 / 1,15	5,0	2,25	1,25	—	—	2,0	600 bis 700	—
Pritſchenwagen für den Bahnhofverkehr	0,75 / 0,90	7,0—8,0	2,5—3,0	1,1	4,0—4,5	1,7	1,4—1,5	1000 bis 1300	2500 bis 4000
Möbelwagen, 4ſpännig	0,75 / 0,92	9,0—10	2,9	1,35	4,85	2,3	3,1	2200	5000 bis 6000
Straßenbahnwagen	0,80 / 0,80	—	1,55	1,0	7,0	2,05	3,115	6500	2500
Langholzfuhrwerk für Stämme von l m Länge	0,90 / 1,15	6,5—8,0	$^2/_3\,l$	1,15	l	—	—	800 bis 1200	bis zu 4000

Bezüglich der Widerſtände der Straßenfuhrwerke iſt bei der Bewegung gewöhnlicher Straßenfuhrwerke hauptſächlich die Zapfenreibung in der Radnabe und die rollende Reibung am Umfange der Räder zu unterſcheiden. Bezeichnet μ den dieſe Widerſtände berückſichtigenden Koeffizienten, P das gleichmäßig auf die vier Räder verteilte Gewicht des Wagens nebſt Ladung, ſo iſt auf ebener Bahn der durch das Fuhrwerk erzeugte Widerſtand:

$$W = \mu P. \qquad 1.$$

Bei unter dem Winkel α gegen die Wagerechte geneigter Bahn iſt bei der Bergfahrt: $W = P(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)$, d. h. $W : \cos\alpha = P(\mu + \operatorname{tg}\alpha)$ oder, wenn $\cos\alpha = 1$ geſetzt wird, da α ſehr klein:

$$W = P(\mu + \operatorname{tg}\alpha). \qquad 2.$$

Bei der Talfahrt iſt

$$W = P(\mu - \operatorname{tg}\alpha). \qquad 2\,a.$$

Wird dieſer Ausdruck für die Talfahrt negativ, ſo muß ſtatt einer Zugkraft die Bremſe in Tätigkeit treten. — Zur Beſtimmung des Widerſtandskoeffizienten μ ſind von Gerſtner, Brix, Dupuit, Emmery, Morin u. a. Verſuche angeſtellt worden, die ſich auf die Berückſichtigung des Raddurchmeſſers, des Achsſchenkeldurchmeſſers, der Radfelgenbreite, der Bauart der Wagen, der Geſchwindigkeit der Fahrt und des Luftwiderſtandes beziehen und in ihren Ergebniſſen darin übereinſtimmen, daß bei zunehmendem Raddurchmeſſer der Widerſtand abnimmt ([7], S. 18, [8], S. 99) und daß die Vergrößerung der Radfelgenbreite auf zuſammendrückbarem Boden den Widerſtand vermindert. Für die Praxis genügt die durch die Formeln 1. und 2. ausgedrückte Annahme, daß der Widerſtand dem Geſamtgewicht des Wagens proportional und von der Art der Beſchaffenheit der Straßenoberfläche abhängig iſt. Die nachſtehende Tabelle gibt Mittelzahlen für μ für verſchiedene Arten der Straßenoberflächenbefeſtigung [7], [8]:

Beſchaffenheit der Straße	Mittelwerte von μ	Beſchaffenheit der Straße	Mittelwerte von μ
Erdbahnen:		Pflaſterſtraßen:	
Loſer Sand	$^1/_7 = 0{,}157$	Schlechtes Steinpflaſter	$^1/_{25} = 0{,}04$
Schlechter Erdweg	$^1/_{10} = 0{,}1$	Gutes, ebenes Steinpflaſter	$^1/_{50} = 0{,}02$
Trockener, feſter Erdweg	$^1/_{20} = 0{,}05$	Sehr gutes Steinpflaſter	$^1/_{75} = 0{,}013$
Steinbahnen:		Gutes Holzpflaſter	$^1/_{55} = 0{,}018$
Loſer Schotter	$^1/_7 = 0{,}157$	Aſphaltbelag	$^1/_{133} = 0{,}0075$
Kotige Steinbahn	$^1/_{25} = 0{,}04$	Schneebahn (für Schlitten):	
Trockene, gute Chauſſee	$^1/_{33} = 0{,}03$	Feſt eingefahrene Bahn	$^1/_{30} = 0{,}033$

Literatur: [1] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchr. d. Ing.-Wiſſ., 2. Gruppe, 4. Heft, Leipzig 1895, S. 26 ff. — [2] Dietrich, Die Baumaterialien der Straßen, Berlin 1885, S. 23. — [3] Ann. des ponts et chaussées, Lois, Decrets etc., 1877, S. 700; 1878, S. 1222; 1879, S. 132; 1881, S. 1323 u. 1470; 1883, S. 529 u. 646; 1885, S. 557; 1886, S. 89; 1887, S. 377, 666, 667, 861; 1888, S. 465 u. 740; 1889, S. 233; 1893, S. 520. — [4] Beiträge zur Statiſtik der inneren Verwaltung im Großherzogtum Baden, 1863. — [5] Zeitſchr. f. Baukunde, 1882, S. 3. — [6] Verwaltungsbericht der Königl. Miniſterialabteilung für den Straßenbau u. ſ. w. für 1891/92 und 1892/93, Stuttgart 1894, S. 33 ff. — [7] Laißle, Der Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wiſſ., Bd. 1, Abt. 4, 3. Aufl., Leipzig 1903, Kap. VIII, S. 38 u. 125; 4. Aufl., 1907. — [8] Neſſenius, Der Straßenbau, Handb. d. Baukunde, Abt. 3, Heft 4, Berlin 1892, S. 90. — [9] Loewe, F., Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906, S. 547. — [10] Rühlmann, Allgem. Maſchinenlehre, Bd. 3, Straßen- und Eiſenbahnfuhrwerke u. ſ. w., 2. Aufl., 1877. — [11] Rauſch, Theoretiſch-praktiſches Handbuch für Stellmacher u. ſ. w., Weimar 1892.

L. v. Willmann.

Straßengräben, -kreuzung, -krümmung, ſ. Straßenbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Straßenkappen, f. Abfperrfchieber, Bd. 1, S. 37, Einbaugarnitur, Bd. 3, S. 228, Hydranten, Bd. 5, S. 147.

Straßenölung, -reinigung, f. Straßenunterhaltung.

Straßenfinkkaften (Rinneneinläffe), f. Kanalifation der Städte und Ortfchaften, Bd. 5, S. 347.

Straßenfteigungen, f. Straßenbau, S. 345 und 351.

Straßenunterhaltung begreift alle Maßnahmen in fich, die erforderlich find, um eine Straße oder ein Netz von Straßen in gutem Zuftande zu erhalten. Man hat hier die Verwaltungsmaßregeln und die eigentlich technifchen Unterhaltungsarbeiten zu unterfcheiden.

Zu den erfteren gehört die Beaufficht igung der Straße, das Erlaffen polizeilicher Vorfchriften und Verordnungen über die Benutzungsweife der Straße, über die zuläffigen Achsbelaftungen und ihre Beziehung zur Radfelgenbreite, die Anftellung geeigneter Straßenwärter und Hilfsarbeiter u. dergl. mehr. — Die Unterhaltungsarbeiten beftehen in der regelmäßigen Befeitigung von Staub, Kot, Schnee und Eis (Straßenreinigung) und in der Erfetzung der abgenutzten oder fonft befchädigten Teile des Straßenoberbaues. Hierzu bedarf es eingehender Beobachtung der Straßenabnutzung, des Verkehrs und Straßenbaumaterials, um das geeignetfte Material ausfindig zu machen. Auch ergeben fich durch die Verfchiedenheit der Befeftigungsart der Straßenoberfläche verfchiedenartige Unterhaltungsweifen [1]—[4].

Die Straßenreinigung ift nicht allein für die Erhaltung der Straßenbefeftigung und für den Verkehr, fondern auch gefundheitlich von der größten Wichtigkeit und wird gegenwärtig in den größeren Städten durch befonders dazu angeftellte Mannfchaften regelmäßig zur Nachtzeit oder in den frühen Morgenftunden bewirkt ([2], S. 115—125). Auch auf Landftraßen ift dafür zu forgen, daß die Staub- oder Kotfchicht keine zu große Dicke erreicht. Zu den Reinigungsarbeiten gehört: 1. das Befprengen, 2. das Abziehen von Staub und Kot (Abfchlämmen, f. d.) fowie das Kehren, 3. das Befeitigen von Eis und Schnee. Ein Teil diefer Tätigkeiten kann durch Mafchinen erfolgen.

1. Das Befprengen und Begießen der Straßen [5], S. 58; [3], S. 422; [1], S. 370, geht bei trockenem Wetter dem Kehren voraus und kann durch Gießkannen, Sprengwagen (f. d.) oder mittels Schläuchen von Hydranten aus erfolgen, wofür auf Rollen gelegte Schläuche oder der Schlauchtrommelwagen [6] benutzt werden. Mit gutem Erfolg ift Seewaffer, alfo Salzwaffer, zum Befprengen verwendet worden, da die fich bildende Salzkruffe den Staub beffer niederhielt und die Straße, bei nur $^1/_3$ der fonft erforderlichen Waffermenge, länger feucht erhalten wurde [2], S. 118.

2. Das Abziehen des Staubes kann ebenfo wie das Abfchlämmen des Kotes von Hand durch hölzerne oder eiferne Krücken gefchehen, wobei jedoch auf Schotterftraßen leicht ein Verletzen der Straßenoberfläche vorkommt, woher vielfach für letzteren Zweck, wie beim Kehren, Reiferbefen oder Piaffavabürften [3], S. 418; [1], S. 145, verwendet werden. Die zur Seite gekehrten Staub- und Kothaufen müffen baldmöglichft abgeführt werden. In größeren Städten haben fich die verfchiedenen Straßenreinigungsmafchinen immer mehr Eingang verfchafft, da mit ihnen die Reinigung nicht allein billiger, fondern auch rafcher fich bewerkftelligen läßt. Man unterfcheidet: a) Die Abziehmafchinen oder Abfchlämmmafchinen, auch Kratzmafchinen genannt [5], S. 41; [1], S. 376; [7]. Ihre Konftruktion ift auf diejenige der Planiermafchinen und Wegehobel zurückzuführen. Sie befitzen fchaufelartige, auf einer Achfe nebeneinander fitzende Kratzfchuhe (Kratzfchuh-Klaviatur), welche mittels eines rechteckigen eifernen Rahmens, mit einem zwei- oder vierräderigen Wagengeftell fo in Verbindung gebracht find, daß fie durch Hebelvorrichtungen mehr oder weniger ftark gegen die Straßenoberfläche gedrückt werden können und bei verftellbarer, bezw. umlegbarer fchräger Stellung zur Wagenachfe den Staub oder Kot ftreifenweife rechts oder links zur Seite fchieben. Für gepflafterte Straßen eignen fie fich weniger als für Chauffeen und Afphaltftraßen, auf denen fie auch zur Befeitigung des Schnees Verwendung finden können (f. unten). b) Die Kehrmafchinen beftehen aus einem Radgeftell, mit welchem eine fchräg zur Wagenachfe geftellte Bürftenwalze fo in Verbindung gebracht ift, daß fie durch die Räderachfen mittels Kegelrädern oder Kettengetrieben in drehende Bewegung verfetzt wird und den Staub oder Schmutz in Streifen zur Seite kehrt. Außerdem kann die Walze durch Anheben außer Tätigkeit gefetzt werden [5], S. 47. Außer der in Berlin gebräuchlichen Straßenkehrmafchine der Aktiengefellfchaft H. F. Eckert ift diejenige von A. Hentfchel in Berlin (D.R.P. Nr. 40953) [2], S. 116 und [8] zu nennen, die mit einem Waffertaften verfehen ift, fo daß diefelbe auch als „Straßenwafchmafchine“ und bei Anwendung von heißem Waffer, das durch einen mit Koks heizbaren fchmiedeeifernen Keffel im Waffertaften hergeftellt wird, auch als „Schneefchmelzmafchine“ dienen kann. Kehrmafchinen mit Vorrichtungen zum Verladen und Aufnehmen des Kehrichts finden fich befchrieben in [5], S. 55, [1], S. 379 und in den Literaturberichten von [2], S. 122 und von [1] S. 453.

3. Die Befeitigung von Schnee und Eis verurfacht viel Mühe und große Koften. Die Handarbeit kann hier nur für kleinere Strecken und geringe Schneemaffen fowie bei Entfernung des Eifes von den Bürgerfteigen, aus den Gräben und Abzugrinnen, fowie aus den Spurrinnen der Straßenbahnen mit den bekannten Schneefchaufeln und den Schnee- und Eiskratzern in Frage kommen. Kehrmafchinen können noch bei 5 cm Dicke der Schneefchicht wirken. Bei größeren Schneemaffen dagegen werden Schneepflüge verwendet, die in der Regel von Pferden gezogen werden und einen in Keilform hergeftellten, mit lotrechter,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit Eisen beschlagenen Schneide versehenen Schlitten darstellen, der, hinreichend beschwert, den Schnee rechts und links zu einem Wall aufwirft und eine befahrbare Schlittenbahn herstellt. Statt dieses Keilschlittens sind mit Vorteil auch den Abziehmaschinen (s. oben) ähnliche Schneepflüge [5], S. 66; [1], S. 385, hergestellt worden, von denen der von der Aktiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin gebaute „Universalstraßenpflug" [5], S. 67, sowie derjenige von Weygand & Klein Erwähnung finden mögen. — Die größten Kosten verursacht die Abfuhr der von den Schneepflügen oder auf andre Weise zur Seite der Straße aufgehäuften Schneemassen, wenn man sie nicht einfach, wie dies auf den Landstraßen meist geschieht, sich selbst überlassen kann. Vielfach, z. B. in Frankfurt a. M. und in Cöln a. Rh., werden die Schneemassen in die Schächte der Entwässerungskanäle geworfen, was weniger Zeit und Arbeit erfordert als das sonst übliche Hinausfahren aufs freie Feld. Bei frisch gefallenem Schnee von nicht zu großer Mächtigkeit kann die Schneeschmelzmaschine von A. Hentschel (s. oben) Verwendung finden. Die Verflüssigung durch Streusalz, wie dies in Paris in großem Maßstabe versucht worden ist, hat zu große Nachteile für die Hufe der Zugtiere, für das Schuhwerk sowie für eiserne Brücken oder sonstige eiserne Unterbauten. Stehende Schmelzvorrichtungen, die aus Röhrensystemen bestehen, durch welche Feuer hindurchstreicht und auf welche der zu schmelzende Schnee aufgeschaufelt wird, sowie fahrbare Schmelzöfen und Schmelzpfannen scheinen sich nicht bewährt zu haben [2], S. 117.

Straßenabnutzung. Zur Feststellung des Materialverbrauches für die Straßenunterhaltung ist eine genaue Beobachtung der durch den Verkehr erfolgenden Abnutzung der Straßenoberfläche der Versuchsstrecken erforderlich. Dies geschieht durch Profilaufnahmen der abgenutzten Straßenstrecke und durch ihre Vergleichung mit den ursprünglichen Querprofilen.

Hierzu können einfache Nivellierinstrumente benutzt werden oder besondere Vorrichtungen ([2], S. 25), wie der „Profilograph" (s. d.) von Schmid [2], [9], das „Autodofkop" [2], [10] von Turola, oder die von Neffenius verwendete einfache Maßvorrichtung [2], [4], welche aus einer wagerecht einzustellenden Latte besteht, an welcher in Abständen von je 25 cm etwa 50 cm lange, mit glatten Füßen versehene Stäbe durch Klemmschrauben festzustellen sind, nachdem sie bis auf die Steinbahn niedergelassen wurden. Die durch diese Vorrichtung erhaltenen Profile sind aber, ebenso wie bei einer Aufnahme mit dem Nivellierinstrument, nur durch einzelne Punkte festgelegt, während der Profilograph und das Autodofkop durch unmittelbare Zeichnung des Profiles jede Unebenheit erkennen lassen.

Wertziffern der Straßenbaumaterialien wurden zuerst in Frankreich auf Grund umfassender Beobachtungen des Verkehrs und der Abnutzung der Straßen bezw. der zur Straßenunterhaltung erforderlichen Materialmengen aufgestellt, und zwar nahm man an, daß die Güte des Materials in umgekehrtem Verhältnis zu der für die Längeneinheit (1 km) und Verkehrseinheit (100 Zugtiere) verbrauchten Materialmenge stehe [2]. Sind ω und ω' die Wertziffern zweier Materialien, Q und Q' die für je eine gleichen Verkehrs- und Witterungsverhältnissen ausgesetzte gleichlange Straßenstrecke für 1 km und 100 Zugtiere jährlich zu Ausbesserungen aufzuwendenden Materialmengen, so verhält sich: $\omega : \omega' = Q' : Q$, also $\omega Q = \omega' Q' = \text{const.}$ Dieses Produkt wurde Versuchsnorm (Etalon de la consommation) genannt. Für das härteste Material (Basalt aus den Vogesen) ergab sich ein durchschnittlicher jährlicher Materialverbrauch von $Q = 15$ cbm. Für dieses wurde $\omega = 20$ gesetzt, so daß die Verbrauchsnorm $\omega \cdot Q = 300$ sich ergab. Durch Division mit der Verbrauchsmenge ließ sich die nebenstehende Tabelle ableiten (vgl. [2], [12], [13] und [1], S. 129). Diese namentlich auf der Beobachtung des Verkehrs, wie sie in ähnlicher Weise auch in Bayern [14], Württemberg [15] und Hannover [16], zum Teil auf besonderen Versuchsstrecken angestellt wurden, beruhenden Wertziffern haben aber nach [17] und [18] noch nicht vollkommen befriedigende Ergebnisse geliefert, weil vor allem mit größerer Sicherheit als seither festgestellt werden müßte, in welchem Verhältnis der schwerere Frachtverkehr mehr zu berücksichtigen ist und welcher Einfluß auf die Abnutzung durch die Hufe der Tiere sowie durch die Art des Hufbeschlages ausgeübt wird [2], S. 29. Von Wichtigkeit sind daher, neben den geschilderten praktischen Bestrebungen zur Ermittlung der Güte und Brauchbarkeit des Besteinungsmaterials, die in neuerer Zeit auf den Versuchsanstalten mit den verschiedenen Materialien vorgenommenen unmittelbaren Prüfungen auf Druck, Abschleifen und Anbohren in trockenem und nassem Zustande, auf Polurfähigkeit (Glattwerden) und auf Wetterbeständigkeit [13], sowie die mikroskopischen Untersuchungen der Materialien ([13] und [15], S. 20—33), da diese von vornherein gewisse Materialien ausscheiden lassen und gegenüber den langwierigen Beobachtungen auf den Versuchsstrecken — gleichlange Straßenstrecken, die gleichen Verkehrs- und Witterungsverhältnissen ausgesetzt sind und gleiche Steigungsverhältnisse aufweisen, mit verschiedenartigen Materialien beschottert bezw. gepflastert und bezüglich ihrer Abnutzung und erforderlich werdenden Unterhaltung in gleicher Weise beobachtet — in verhältnismäßig kurzer Zeit einen Ueberblick gewinnen lassen. Vgl. a. Schotter, Schotterprüfung.

Q = jährlicher Verbrauch in Kubikmetern für 1 km und 100 Zugtiere täglich	Wertziffer ω	Gütebezeichnung
60	5	Schlecht
50	6	Mittelmäßig
40	7,5	Genügend
30	10	Ziemlich gut
25	12	Gut
20	15	Sehr gut
15	20	Vorzüglich

Bei Schotterstraßen ist vor allem der ungehinderte Wasserabfluß zu überwachen, damit kein Aufweichen der Straßenoberfläche stattfindet. Ausgefahrene Gleise und Mulden sind daher auszufüllen und einzuebnen und locker gewordene Steine sind zu beseitigen. Zur Wiederherstellung der durch die Abnutzung verminderten Fahrbahnstärke sind zwei Arten der Ausführung gebräuchlich: 1. Der Flickbetrieb, d. h. die unausgesetzte Unterhaltung oder

teilweiſe Einbringung der Deckſchicht. Dieſer Betrieb erfordert eine verhältnismäßig große Anzahl von geſchulten Straßenwärtern und erſcheint nur in ſolchen Gegenden berechtigt, wo die zum Schotter verwendbaren Steine unmittelbar gewonnen werden können, da von dem meiſt loſe eingeſchütteten, nicht durch Walzung feſt eingedrückten Material viel verloren geht. Auch wird durch das notwendig werdende Auslegen von Sperrſteinen (ſ. d.) der Verkehr geſtört. 2. Der Deckenbetrieb (ſ. d.), d. h. die in gewiſſen Zeitabſchnitten ſich wiederholende vollſtändige Erneuerung und Abwalzung der Deckſchicht. Hierbei wird zwar die fortlaufende Unterhaltung durch Ausfüllung etwaiger Gleisbildungen und Schlaglöcher nicht vollſtändig unnötig, jedoch iſt in den erſten Jahren nach einer Neueindeckung nur geringer Arbeits- und Materialaufwand erforderlich, da der letztere nicht der ganzen jährlichen Abnutzung entſpricht, ſondern es hier genügt, die Straßenoberfläche glatt und eben zu erhalten, während die Dicke der Deckſchicht bis auf ein gewiſſes, der Art der Straße und der Verkehrsgröße entſprechendes, durch die Erfahrung feſtzuſtellendes Maß abnehmen kann. — Iſt e die kleinſte zuläſſige Stärke der abgenutzten Straße, r die Stärke der abgewalzten, friſch beſchotterten Straße, m die mittlere Stärke während des Zeitraumes von δ Jahren, u die jährliche Abnutzungshöhe, L die Länge des Straßenzuges, l die jährlich zu beſchüttende Länge, ſo iſt nach Durand Claye [4] und [2], S. 33 (ſ. die Figur):



$$m = e + \frac{r}{2};\quad r = 2\,(m - e);\quad r = \delta u;\quad \delta = \frac{r}{u};\quad l = \frac{L}{\delta}.$$

Dabei erſcheint es am beſten, für r eine mittlere Stärke (0,1—0,12 m) zu wählen, aus der man nach Annahme des Zeitraumes δ die übrigen Größen aus obigen Formeln erhält, da ja die Geſamtſtärke der Straßendecke gegeben und daher auch e bekannt iſt. Bei dem Deckenbetrieb iſt der Zuſtand der Straße ein durchgängig beſſerer, da ſie beſſer abgebunden und daher widerſtandsfähiger iſt, alſo auch weniger Abraum an Staub, Kot und loſen Steinen ergeben wird; auch erhalten ſich die Querprofile regelmäßiger, was für den Waſſerabfluß günſtiger iſt.

Bei Steinpflaſter, ſorgfältig und aus gutem Geſtein hergeſtellt, ſind die laufenden Unterhaltungsarbeiten geringfügig und beſchränken ſich auf das Erſetzen einiger zerdrückter Steine oder auf die Ausbeſſerung entſtandener muldenartiger Senkungen oder beulenartiger Erhebungen ſowie auf die in beſtimmten Zeitabſchnitten erfolgende Neupflaſterung, die je nach der Verkehrsſtärke in 6—18 Jahren zu erfolgen hat, wobei das Reihenpflaſter aus parallelepipediſchen Steinen ein ein- bis zweimaliges Umwenden der Steine geſtattet [1], S. 228.

Aſphaltpflaſter erfordert am wenigſten Unterhaltungsarbeiten, die bei Abbröckelungen und Wellenbildungen außerdem leicht während der Nachtzeit, alſo ohne Störung des Straßenverkehrs ſich ausführen laſſen, und in der Erweichung der Oberfläche mittels erhitzter Bleche, im Abkratzen loſer Teile und im Einſtampfen von friſchem heißem Aſphaltſteinpulver beſtehen. Ueber die Größe der Abnutzung der Aſphaltdecke und über die Zeitdauer bis zur notwendig werdenden vollſtändigen Erneuerung liegen noch zu wenig Erfahrungsergebniſſe vor.

Holzpflaſter bedarf häufiger Ausbeſſerungen und bei ſtarkem Verkehr oft ſchon nach 4—5 Jahren vollſtändiger Erneuerung. — Alle Unterhaltungsarbeiten werden in der Regel im Frühjahr oder im Herbſt vorgenommen.

Straßenölung und -teerung. Den durch die Abnutzung der Straßenoberfläche infolge der zermalmenden und reibenden Einwirkung der Wagenräder ſowie durch die Schlagwirkung der Tierhufe bei Steinſchlagſtraßen entſtehenden Staub, der bei raſch fahrenden Fahrzeugen (Straßenbahnen, Automobilen u. ſ. w.) in läſtiger und geſundheitsſchädigender Weiſe aufwirbelt, hat man in neuerer Zeit durch Aufbringen einer öligen, zähflüſſigen Maſſe zu binden geſucht [3], S. 537—542, [19]—[24]. Gleichzeitig ſoll durch das Eindringen der öligen Maſſe in die Zwiſchenräume zwiſchen den Steinen der Schotterſtraßen eine Verkittung der letzteren und hierdurch ſowie durch den öligen Ueberzug der Straßenoberfläche eine zeitweilige Verminderung der Abnutzung, alſo auch der Staubbildung ſelbſt, bewirkt werden.

Die ſeitherigen Verſuche, die zuerſt in Kalifornien [20], dann auch an verſchiedenen Orten Europas [22], namentlich neuerdings in Frankreich [25] ausgeführt wurden, haben im allgemeinen ergeben, daß die gewünſchte Wirkung in der Tat eintritt, ſolange die aufgetragene Schicht ſtandhält und nicht durch den Verkehr, durch Näſſe und Froſt gelitten hat. Dabei erſcheint es von Wichtigkeit, daß die Straße, vor der Behandlung mit einer der öligen Maſſen, in einen guten Zuſtand gebracht, alſo am beſten friſch beſchottert, abgewalzt und gehörig ausgetrocknet iſt. In wirtſchaftlicher Beziehung, d. h. bezüglich der Frage, ob die Oelung oder Teerung die üblichen Unterhaltungskoſten der Straßen erhöht oder vermindert, können die Verſuche noch nicht als abgeſchloſſen betrachtet werden. Auch hängt dies weſentlich von der Ausführungsweiſe, von den Witterungsverhältniſſen, vom Klima und von den örtlichen Preiſen der Rohſtoffe ab. Als ölige Maſſen kamen zur Verwendung: Erdöle (Rohpetroleum), Teer und künſtliche Miſchungen wie Aſphaltin und Weſtrumit.

1. Anwendung von Erdölen. In Kalifornien und Texas wurden ſeit dem Jahre 1898 Verſuche mit Rohpetroleum, gewöhnlich in erhitztem Zuſtande, vorgenommen, indem zuerſt, ähnlich wie beim Beſprengen mit Waſſer, nur ſo viel Oel aufgebracht wurde, als zur Staubdämpfung erforderlich war. Später brachte man größere Mengen auf, indem man die Straße förmlich tränkte. Dadurch wurde eine widerſtandsfähigere Straßendecke geſchaffen, die dann nur in gewiſſen Zwiſchenräumen mit einer geringeren Oelmenge beſprengt zu werden brauchte, um eine ſtaubfreie Straße zu erhalten [20]. In Liverpool wurden 1902, mit gutem Erfolg, mit Kreoſotöl Verſuche gemacht, dem kleine Mengen Pech zugeſetzt waren [21]. Der Bedarf an Oel betrug rund 0,7 l für den Quadratmeter, wodurch die Straße etwa 3 Wochen lang ſtaubfrei erhalten wurde. Bei anhaltendem Regenwetter wird das Oel leicht fortgeſchwemmt. Auch bilden der üble Geruch und die ſchmierig bleibende Oberfläche der Straße Uebelſtände, die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

namentlich in ſtädtiſchen Straßen das Oelen nicht empfehlenswert machen. Für deutſche und wohl allgemein für europäiſche Verhältniſſe iſt außerdem das Erdöl zu teuer.

2. Anwendung von Teer. Das Teeren der Landſtraßen wurde in Frankreich bereits im Jahre 1880 auf einer Straße in der Gironde verſucht, dann in Algier, in Ravenna und neuerdings wieder in größerem Maßſtabe in Frankreich [22], [25]. Der Teer wurde dabei, entweder rein oder mit Teeröl vermiſcht, auf etwa 80° C. erhitzt und von der Mitte der dazu vorbereiteten Straße aus mittels Gießkannen aufgebracht und raſch mit Beſen verteilt, worauf Flußſand oder Straßenſtaub aufgeſtreut und der Verkehr 3—5 Tage unterbrochen wurde. Aus letzterem Erfordernis hat man auch wohl nur jedesmal die Hälfte der Straße geteert, um den Verkehr nicht vollſtändig unterbrechen zu müſſen. Der Teergeruch hat ſich auf offenen Straßen kaum läſtig erwieſen, dagegen iſt dies wohl in den geſchloſſenen ſtädtiſchen Straßen der Fall, wo auch die jedesmalige längere Unterbrechung des Verkehrs auf mindeſtens der Hälfte der Straße ſtörend wirkt. Dagegen ſcheint die Teerung die Staubbildung nachhaltiger zu verhindern als die Oelung, auch ſollen die Unterhaltungskoſten weſentlich vermindert werden, da nur einmal jährlich, am beſten im Frühjahr, die Teerung vorgenommen zu werden braucht. Die Koſten werden zu 0,15 Frs. (12 ₰) für den Quadratmeter angegeben.

3. Anwendung von Aſphaltin. Mit dieſem Namen bezeichnet Büttner in München ein ihm patentiertes Gemiſch von Aſphalt und Oelen, das ähnlich wie Teer in heißem Zuſtande aufgebracht und auf der Straße mit Bürſten verteilt wird. Die Wirkung iſt eine ähnliche wie beim Teeren. Gelegentlich der deutſchen Städteausſtellung in Dresden wurde Aſphaltin in der Lennéſtraße daſelbſt verwendet und zeigte befriedigende Ergebniſſe [23].

4. Anwendung von Weſtrumit. Das nach dem Erfinder C. van Weſtrum in Berlin benannte Beſprengungsmittel eines in Waſſer löslichen Gemiſchs von Teer und Petroleum mit Alkalien wird von den Deutſchen Oelbeſprengungswerken in Berlin in den Handel gebracht und ſcheint nach den Berichten eine günſtige Einwirkung auf die Staubdämpfung auszuüben. Die Verwendung wird dadurch erleichtert, daß es in kaltem Zuſtande mit gewöhnlichen Sprengwagen auf die Straße gebracht werden kann, ohne daß der Verkehr unterbrochen zu werden braucht. Auch iſt es verhältnismäßig billig (1000 l werden zu 200 ℳ. abgegeben). Eine zweimalige Beſprengung mit einer 10 %-Löſung, wobei die zweite ſogleich nach Abtrocknung der erſten zu erfolgen hat, ſoll bei Landſtraßen nur eine alle 3—4 Monate erfolgende weitere Beſprengung mit einer 5 %-Löſung nötig machen. Die Koſten betragen bei zweimaliger Beſprengung mit einer 10 %-Löſung 4—5 ₰. Mit 6—8 ₰. für den Quadratmeter ſoll eine Straße bei ſchwachem Verkehr vom April bis Oktober ſtaubfrei erhalten werden können. Bei mittlerem Verkehr wären 9—12 ₰, bei ſtarkem Verkehr 16—17 ₰. pro 1 qm zu rechnen ([3], S. 542, [24]).

Literatur: [1] Laißle, Straßenbau, Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 1, Abt. 4, 3. Aufl., Leipzig 1903, Kap. VIII, S. 124—162 und 400—409. — [2] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchr. d. Ingenieurwiſſenſch., zweite Gruppe, 4. Heft, Leipzig 1895, S. 31. — [3] Loewe, Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906, S. 557—579. — [4] Notice sur l'entretien des chaussées d'empierrement par la méthode des rechargements généraux cylindrés par Mr. Léon Durand-Claye, Ann. des ponts et chaussées 1891, II, S. 407, und Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenbau 1893, S. 233, 250, 265, 280, 299, 317. — [5] Sonne, Maſchinen für den Bau und die Unterhaltung der Straßen, Handbuch der Ingenieur-Wiſſ., Bd. 4, Abt. 3, Kap. XVI, Leipzig 1888. — [6] Wertheim, O., Der Schlauchtrommelwagen, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1867, S. 135. — [7] Dietrich, Die Aſphaltſtraßen, Berlin 1882, S. 165. — [8] Zentralblatt der Bauverwalt. 1887, S. 466 und 510. — [9] Zeitſchr. f. Baukunde, 1882, S. 3. — [10] Il Politecnico 1888, S. 25. — [11] Deutſche Bauztg. 1888, S. 98. — [12] Annales des ponts et chaussées 1879, Decrets, Lois etc., S. 114. — [13] Dietrich, Die Baumaterialien der Straßen, Berlin 1885, S. 17. — [14] Zeitſchr. f. Baukunde 1882, S. 3. — [15] Verwaltungsbericht der Kgl. Miniſterialabteilung für den Straßen- und Waſſerbau für 1891/92 und 1892/93, 1. Abt., Stuttgart 1894, S. 33 ff. — [16] Zeitſchr. d. Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 409, und 1891, S. 493. — [17] Annales des ponts et chaussées 1883, I, S. 5. — [18] Ebend. 1889, II, S. 293. — [19] Oel und Teer in ſeiner Verwendung für Straßen, Revue technique 1902, S. 98 und 141; Zeitſchr. für Transportweſen und Straßenbau 1902, S. 98 u. 477; 1903, S. 115, 231, 336, 455, 487, 501; 1904, S. 326; 1905, S. 249, 266, 344 u. 440; 1906, S. 377; Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 558; Südd. Bauztg. 1905, S. 138; Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 447. — [20] Das Oelen der Straßen in Kalifornien, Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1900, S. 567; 1902, S. 397; 1903, S. 264 u. 407; 1905, S. 3, 26, 43, 66, 87, 105, 208, 592; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1974; Engineer. rec. 1904, Bd. 50, S. 752 u. 780. — [21] Oelen der Straßen in Liverpool, Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1905, S. 344. — [22] Das Teeren der Straßen, Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1902, S. 399 u. 505; 1903, S. 472; 1904, S. 264; Ann. des ponts et chaussées 1904, II, S. 252; Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1904, S. 551 u. 641; Bauing.-Ztg. 1904, S. 16; Nouv. ann. d. C. constr. 1904, S. 22, 25 u. 44. — [23] Verſuche zur Staubbekämpfung mit Aſphaltin, Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1903, S. 373, 391, 407; 1906, S. 393; Schmidt, C., Techn. Studienhefte Nr. 5, S. 87. — [24] Staubbekämpfung durch Weſtrumit, Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1904, S. 363; 1905, S. 123 u. 143; 1906, S. 193. — [25] Neuere Verſuche zur Staubbekämpfung in Frankreich, Ann. des ponts et chaussées 1905, I, S. 201; III, S. 232; IV, S. 260; Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb. 1905, S. 43; 1906, S. 5, 24, 42, 63, 83, 105 u. 334.

L. v. Willmann.

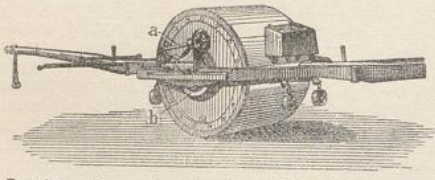
Straßenwalzen dienen ſowohl bei Neubauten als auch bei Unterhaltungsarbeiten zur künſtlichen Dichtung des für die Befeſtigung der Straßenoberfläche benutzten Schottermaterials. Außerdem benutzt man ſie noch zur Dichtung des Untergrundes und der Bettungsſchichten, auch wohl ſtatt der Rammen zum Eindrücken der Pflaſterſteine, wenn Erſchütterungen vermieden werden ſollen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schon 1787 gab de Ceffart die Anregung zur Anwendung gußeiſerner Zylinder zu ſolchen Zwecken [1], S. 307, und [2], jedoch erſt in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden hölzerne, entſprechend belaſtete und mit Eiſen beſchlagene oder ſteinerne Walzen verwendet [1], S. 308, [3], S. 197, und [4], S. 7, die ſich aber zu raſch bezw. ungleichmäßig abnutzten, ſo daß man ſchließlich auf die gußeiſernen Walzen zurückkam und dieſe anfangs mit Pferden beſpannte, neuerdings jedoch, ſeit Anfang der ſechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, als Dampfwalzen ausbildete, als welche ſie dem Straßenbau die beſten Dienſte geleiſtet haben.

1. Handwalzen werden nur zum Ebnen von Kieswegen in Parkanlagen und von Aſphaltbahnen benutzt und haben ein geringeres Gewicht als die übrigen Straßenwalzen [4], S. 6.

2. Die Pferdewalzen beſtehen in der Regel aus einer einzigen gußeiſernen Walze von 1,2—1,8 m Durchmeſſer, 1,1—1,3 m Breite und 0,05—0,075 m Wandſtärke, an deren Achſe ſich ein eiſerner Rahmen befindet, an welchem die Kaſten oder Tröge zur Aufnahme der Belaſtung, die Bremſe, die Schabeiſen zum Abſchaben des hängenbleibenden Materials ſowie die Deichſel für die Beſpannung angebracht ſind. Statt in den Kaſten wird häufig die Belaſtung auch in das Innere des Zylinders in Form von Paßſtücken, Sand oder Waſſer eingebracht, wofür in letzterem Falle eine dicht ſchließende ſeitliche Oeffnung vorhanden ſein muß. Um das beſchwerliche Wenden der Walzen zu vermeiden, kann die Deichſel umlegbar, oder beidſeitig, oder mittels Wendering mit der Beſpannung drehbar angebracht werden. In den beiden erſten Fällen wird ein Umſpannen erforderlich. Das Gewicht der unbelaſteten Walze ſchwankt zwiſchen 3 und 5 t, das der künſtlich belaſteten zwiſchen 6 und 8 t, ſo daß die Beſpannung 6—8 Pferde erfordert. Die Notwendigkeit der Gewichtsveränderlichkeit hat ihren Grund darin, daß der friſch eingebrachte Schotter mit leichteren, alſo unbelaſteten Walzen befahren werden muß, worauf ein Nachwalzen mit der künſtlich belaſteten Walze erfolgt [1], S. 308, [4]. Einen Unterſchied in der Beſpannung hat dies jedoch nicht zur Folge, da der loſe Schotter eine größere Zugkraft erfordert. Eine von der Firma Jul. Wolff & Cie. in Heilbronn [5] und [6], S. 36, gebaute Walze mit zwei Deichſeln zeigt nebenſtehende Figur, deren patentierte Bremsvorrichtung darin beſteht, daß an den Seiten des Walzzylinders 70 mm breite, an die Stirnſcheibe der Walzen angegoſſene Bremsſcheiben von 500 mm Durchmeſſer vorſtehen, an welchen das Bremſen mittels Stahlbändern, welche durch die Bremsſpindeln *a* angezogen werden, bewirkt wird. Auch mit einem Kutſchbock ſind Straßenwalzen verſehen worden, unter anderm von Thomas Carlins Sons in Alleghany [6], S. 36, und [7], bei welch letzteren die aus mehreren Scheiben beſtehende Walze in einem Geſtell gelagert iſt, das vorn auf einer den Kutſcherſitz tragenden Achſe mit zwei Rädern aufruht. Die Beſchwerung erfolgt durch Belaſtung der vor und hinter der Walze angehängten Tröge.



3. Die Dampfwalzen beſtehen aus mehreren Walzen, die durch einen Rahmen zuſammengehalten werden, auf welchem die Dampfmaſchine mit Keſſel, der Kohlen- und Waſſerbehälter ſowie der Führerſtand angeordnet ſind. Eine Lenkvorrichtung ermöglicht das Wenden und Umkehren. Man unterſcheidet im weſentlichen zwei Arten: a) die mit zwei gleichbreiten Walzen von gleichem oder verſchiedenem Durchmeſſer verſehenen franzöſiſchen Walzen, die zuerſt 1859 von Lemoine und 1862 von Ballaiſon in Paris gebaut wurden [1], S. 311; [3], S. 199; [4], S. 8 und 17; [11], S. 172. Der Durchmeſſer und die Breite der Walzen betrug etwa 1,5 m, und das Gewicht in dienſtfähigem Zuſtand 17,5—22,54 t. Neuere, verbeſſerte Walzen nach franzöſiſchem Syſtem wurden von Gellerat in Paris und von Maffei in München gebaut. b) Die mit vier räderartigen Walzen der Straßenlokomotive nachgebildeten engliſchen Walzen, von denen die erſte von Aveling und Porter in Rocheſter 1871 gebaut wurde, welcher ſpäter mit einigen Aenderungen diejenigen von John Fowler & Cie. und von Green & Sons, beide in Leeds, folgten. Die engliſche Walzenanordnung iſt beweglicher, weil nur die rückwärts gelegenen größeren Walzen als Triebwalzen unmittelbar von der Maſchine in Bewegung geſetzt werden, während die meiſt kleineren, weniger belaſteten Vorderwalzen als Lenkwalzen dienen. Die Kräfteübertragung auf die Triebwalzen erfolgt nicht wie bei den franzöſiſchen Dampfwalzen durch Ketten, ſondern durch Zahnräder mit doppeltem Vorgelege. Die neueren Walzen von Aveling und Porter haben Gewichte von 10, 15 und 20 t, jedoch werden auch leichtere und ſchwerere gebaut. Die gebräuchlichſten ſind die zu 15 t. Dieſe haben Triebzylinder von je 0,52 m Breite bei 1,5 m Durchmeſſer, auf denen ein Gewicht von 8,5 t ruht, und Lenkzylinder von je 0,607 m Breite, die 6,5 t zu tragen haben. Die Breite der beſtrichenen Fahrbahn beträgt 1,9 m [1], S. 312, [3], S. 202, [4], S. 20. In neuerer Zeit haben ſich die engliſchen Walzen immer mehr Eingang verſchafft, und die meiſten deutſchen Fabriken (Kuhn in Berg bei Stuttgart, Krauß & Cie. in München, Mehlis & Behrens in Berlin, die Maſchinenfabrik Cyklop in Berlin, die Maſchinenbaugeſellſchaft Heilbronn, die Lokomotivfabrik Hohenzollern in Düſſeldorf) bauen mit kleinen Aenderungen nach dieſem Syſtem. Ausnahmsweiſe iſt von der Berliner Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft [3], S. 205, eine Maſchine mit drei Walzen gebaut worden, bei welcher ſtatt der ſonſt üblichen zwei Lenkwalzen vorn nur eine breitere Walze angeordnet iſt. — Das Verhältnis der Laſtverteilung auf die Lenk- und Triebwalzen ſowie die Ermittlung des günſtigſten Durchmeſſers für die Lenkwalzen mit Rückſicht auf die Belaſtung hat neuerdings zu Verſuchen und Erörterungen geführt, da bei zu kleinem Durchmeſſer und verhältnismäßig zu großer Belaſtung der Lenkwalzen dieſe zu tief in den loſen Schotter einſinken und den letzteren in hohen Wellen vor

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich herſchieben. Unter Berückſichtigung dieſer Geſichtspunkte ſind nach den Angaben des Landesbaurats Dreling [8] von der Lokomotivfabrik Hohenzollern in Düſſeldorf Straßenwalzen gebaut worden [3], S. 215, bei denen die Trieb- und Lenkwalzen gleichen Durchmeſſer von 1,2—1,6 m und gleiche, bei 2,4 m Arbeitsbreite auf 90 kg anzunehmende Belaſtung auf 1 cm Walzenbreite erhielten, die bis zu 140 kg auf den Zentimeter Walzenbreite geſteigert werden konnte. Später wurde als zweckmäßig erkannt, den Walzendruck auf 75—120 kg für 1 cm Walzenbreite zu ermäßigen und damit bei 2,2 m Arbeitsbreite das Geſamtgewicht der Walzen von 26—40 t (bei 2,6 m Arbeitsbreite) auf 18—29 t herabzuſetzen. Die Vergrößerung der Belaſtung erfolgt durch das Einſchieben keilförmiger Gußplatten in die Walzmäntel. Die Walzen ſind, der Wölbung der Steinbahn entſprechend, kegelförmig mit nach innen gerichteter Neigung von 1 : 20 abgedreht. Die Verteilung der Laſt auf Trieb- und Lenkwalzen erfolgt im Verhältnis von 3 : 2. Erſtere überdecken die Spur der Lenkwalzen um 10 cm. Zur Beſprengung des Steinſchlags enthält der Tender 1,5 cbm Waſſer. Die Geſchwindigkeit beträgt 0,75 m für die Sekunde, kann jedoch auf 1 m für die Sekunde geſteigert werden. Ueber die Leiſtungen von Dampfwalzen, namentlich im Vergleich zu den Pferdewalzen, liegen eingehende Beobachtungen von Voiges [9], [3], S. 208, [5], S. 320, in Wiesbaden und von Leibbrand [10], [3], S. 209, [1], S. 317, in Stuttgart vor. Erſterer ſtellt feſt, daß, wenn auch die Dampfwalzen nicht unter allen Umſtänden billiger arbeiten als die Pferdewalzen, die Straße haltbarer wird, alſo die Unterhaltungskoſten und der Widerſtand für die Fuhrwerke geringer werden. Für die Arbeitsſtunde beträgt nach v. Leibbrand die Mehrleiſtung der Dampfwalzen bei hartem Geſchläg 21 %, bei weichem Geſchläg 41 %, wobei die Koſten für 1 cbm fertig gewalzten Materials bei hartem Geſtein 30 %, bei weichem 31 % geringer ausfallen als bei Pferdewalzen [6], S. 39.

Als beſondere Vorteile der Dampfwalzen gegenüber den Pferdewalzen ſind anzuführen, daß bei ihnen die ſtets aufs neue erfolgende Auflockerung der Schotterdecke durch die Pferdehufe fortfällt, daß ſie wegen der Leichtigkeit des Wendens ohne Schwierigkeit Straßenſtrecken vorwärts und rückwärts zu walzen geſtatten, daß auch ſtärker anſteigende Strecken (bis zu 10 %), auf denen Pferdewalzen nicht mehr verwendet werden können, gut mit ihnen zu walzen ſind, daß die Decke bedeutend dichter und glatter wird und daß der Verkehr bei Neueindeckungen kürzere Zeit geſtört wird. Nur bei kleineren Ausführungen und bei Anwendung weicherer Geſteinsarten für die Schotterdecke könnte hinſichtlich der Koſten bezw. der zu ſtarken Zerdrückung der Steine durch die ſchwerere Dampfwalze die Pferdewalze den Vorzug verdienen.

Literatur: [1] Loewe, Straßenbaukunde, Wiesbaden 1895, S. 307—325. — [2] Ann. des ponts et chaussées, 1844, I, S. 134. — [3] Neſſenius, Der Straßenbau, Handb. d. Bauk., Abt. 3, Heft 4, Berlin 1892, S. 196—220. — [4] Sonne, Maſchinen für den Bau und die Unterhaltung der Straßen, Handb. d. Ing.-Wiſſ., Bd. 4, Abt. 3, Kap. 16, Leipzig 1888, S. 6—34. — [5] Zentralbl. d. Bauverw., 1892, S. 160. — [6] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchr. d. Ing.-Wiſſ., 2. Gruppe, 4. Heft, Leipzig 1895, S. 36—41, dafelbſt auch die neuere Literatur über Straßenwalzen. — [7] Zeitſchr. f. Transportw. u. Straßenb., 1891, S. 363. — [8] Dreling, F., Ueber Konſtruktion und Leiſtung von Dampfſtraßenwalzen, Deutſche Bauztg. 1889, S. 248 u. 263; 1893, S. 319. — [9] Voiges, Das Walzen der Chauſſeen mit Pferdewalzen und Dampfwalzen, Deutſche Bauztg. 1884, S. 329 u. 341; 1886, S. 161 u. 170; 1888, S. 602. — [10] v. Leibbrand, Die Verwendung von Dampfſtraßenwalzen auf den Staatsſtraßen Württembergs, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover, 1890, S. 621. — [11] Laißle, Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wiſſ., Bd. 1, Abt. 4, 3. Aufl., Leipzig 1903, Kap. VIII, S. 163—188; 4. Aufl., 1907; Literaturzuſammenſtellung dafelbſt, S. 425. *L. v. Willmann.*

Stratameter und Neigungsmeſſer für Bohrlöcher ſind Meßapparate zum Beſtimmen von Streichen und Fallen kernfähiger, durch Tiefbohrung erſchloſſener Gebirgsſchichten und zur Ermittlung des Verlaufs des Bohrlochs ſelbſt.

Aus drei oder mehr Bohrlöchern läßt ſich das Streichen und Fallen einer Schicht ohne Stratameter beſtimmen (Aufgabe der drei Bohrlöcher); bei nur zwei Bohrlöchern muß man eine dieſer Größen, bei einem einzigen Bohrloche aber beide meſſen. Das Stratameter beſteht aus einem eiſenfreien Zylinder, der in ein Bohrloch eingelaſſen werden kann, mit einem unten angebrachten Kernfänger, durch den der noch feſtſitzende Bohrkern gefaßt und ohne Drehung gegen den Zylinder mit dieſem aufgeholt wird. Zur Beſtimmung der Nordrichtung iſt im Zylinder ein Kompaß eingeſchloſſen, deſſen Nadel in der Tiefe arretiert wird, wenn der Kern gefaßt iſt. Die Arretierung geſchieht durch ein Uhrwerk zu einer vorher eingeſtellten Zeit — Stratameter von Gothan — oder zu beliebiger Zeit durch eine in den abwärtsgehenden Spülſtrom geworfene Bleikugel, die auf einen Stift der Arretiervorrichtung fällt und dadurch dieſe in Tätigkeit ſetzt — Stratameter von Meine und von Thumann. Die Meſſung ſetzt voraus, daß der Bohrkern beim Faſſen noch feſtſitzt und ſich beim Abbrechen und Aufziehen nicht gegen den Zylinder dreht, daß ferner die Magnetnadel beim Arretieren in Ruhe und gegen den magnetiſchen Meridian nicht abgelenkt iſt. Das Streichen der Bohrkernſchichten lieſt man an einer mit der Kompaßteilung übereinſtimmenden Teilung ab; das Fallen wird unmittelbar gemeſſen.

Bei älteren Stratametern wurde die Schiefe des Bohrlochs und damit des Bohrkerns ſelbſt vernachläſſigt. Jetzt beſtimmt man auch die Schiefe des Bohrlochs beim Bohrkern, indem man im Apparate außer der Magnetnadel noch ein Lot anbringt, das beim Arretieren der Nadel ausgelöſt wird und beim Fallen mit ſeiner Spitze einen Punkt in einer Scheibe markiert. Aus der Entfernung dieſer Marke vom Mittelpunkt der Scheibe und dem Abſtande des Aufhängepunkts von der Scheibe erhält man die Größe der Neigung, mittels Vergleichs mit der Kompaßſtellung auch die Richtung der Neigung des Bohrlochs — Stratameter von Gothan-Otto [1], [2].

Das Stratameter iſt nur für einzelne Meſſungen eingerichtet, der Neigungsmeſſer für Bohrlöcher, der als erweitertes Stratameter gelten kann, dagegen für eine fortlaufende Reihe von Meſſungen. Die Einrichtung der Bohrlochneigungsmeſſer wird beſtimmt durch ihre Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wendung beim Abteufen der Schächte im Gefrierverfahren, wobei im Kreiſe herum Bohrlöcher geſtoßen werden müſſen, um die Herſtellung einer Froſtwand zu ermöglichen. Die Bohrlöcher, die vertikal gehen ſollen, weichen alle aus der Anfangsrichtung ab; wenn dann benachbarte Bohrlöcher zu weit auseinander gehen, würde die Froſtmauer an dieſer Stelle beim Abteufen einbrechen. Man hat alſo jedes Bohrloch in ſeinem ganzen Verlauf zu unterſuchen, wohin und um wieviel es an jeder Stelle von der Vertikalen abweicht, um danach nach Bedarf Erſatzbohrlöcher zu ſtoßen. Der Neigungsmeſſer wird äußerlich durch einen Zylinder gebildet, der oben und unten Führungsfedern trägt, damit ſich ſeine Achſe beim Einlaſſen ſtets in die Achſe des Bohrlochs ſtellt. Unten am Zylinder kann ein Kernfänger angebracht werden. Der Zylinder iſt waſſerdicht geſchloſſen, manchmal mit Oel gefüllt.

Zur Meſſung der Schiefe des Bohrlochs verwendet man im Zylinder ein Lot oder eine Libelle. Im Apparate von Erlinghagen [2] iſt ein ſtarres Lot cardaniſch aufgehängt, deſſen nach oben gerichtete Spitze bei jeder Aufnahme in die Innenſeite einer Kugelſchale eine Marke eindrückt. Beim Lotapparat von Haußmann [3] ſind eine Doſenlibelle, zwei gekreuzte Magnetnadeln, eine Glühlampe und ein photographiſcher Regiſtrierapparat im Zylinder untergebracht, ſo daß man eine fortlaufende Reihe von Aufnahmen der Blaſe der Libelle und der beiden Magnetnadeln im Bohrloche machen kann. Die Nadeln ſchwingen in parallelen Ebenen, ſie ſtoßen ſich gegenſeitig ab und bilden an ungeſtörten Orten einen beſtimmten Kreuzungswinkel; aus Veränderungen dieſes Winkels werden die magnetiſch geſtörten Stellen erkannt. Insbeſondere kann der Apparat zur Aufſuchung magnetiſch wirkſamer Erzlagerſtätten durch Tiefbohrung dienen.

Um die Richtung der Schiefe eines Bohrlochs zu beſtimmen, muß man faſt immer zu einem andern Mittel als zu dem der magnetiſchen Orientierung greifen. Wenn nämlich — und das iſt die Regel — die Bohrlöcher verrohrt ſind, ſo verſagt die Magnetnadel; man nimmt dann eine mechaniſche Vorrichtung. Beim Apparat von Erlinghagen erhält der Lotzylinder im Bohrloch eine Führung durch Teleſkoprohre [2], die ſich ſelbſt gegenſeitig durch Feder und Nut führen und die ſchrittweiſe in der Verrohrung des Bohrlochs verſchoben und an dieſer feſtgepreßt werden. Haußmann verſucht ſeinem Apparate eine Orientierung zu geben durch ein Geſtänge aus ſteifen Gliedern mit Kreuzgelenken [4] oder durch einen ſich ſchnell drehenden Kreiſel im Lotzylinder, der die aſtronomiſche Nordrichtung innehält, und deſſen Stellung zugleich mit der Libellenblaſe photographiert wird [5].

Einen einfacheren Lotapparat für geringere Tiefen verwendet die „Entreprise générale de fonçage de puits, études et traveaux de mines“ in Paris [6]. Ein ſchwerer Körper wird an einem Stahldraht in das Bohrloch eingelaſſen und in einiger Höhe über dem Bohrloch durch einen feſten Punkt geführt; am Bohrloch ſelbſt wird die Lage des Drahtes ſcharf gemeſſen. Aus der gemeſſenen Schiefe des Drahtes über dem Bohrloch wird für die jeweilige Lottiefe die Abweichung des Bohrlochs nach Größe und Richtung durch einfache Proportion abgeleitet. Das Verfahren iſt ſehr einfach, aber nur inſoweit anzuwenden, als der Lotdraht am Bohrloch nirgends anliegt, was man durch geometriſche Darſtellung der Lotung ſowie daran erkennt, daß beim weiteren Einlaſſen der Lotdraht ſeine Lage nicht mehr ändert. S. a. Markſcheidekunde, Orientierungsmeſſungen, Tiefbohren.

Literatur: [1] Schneider, Der Stratameter von Gothan, Mitteil. a. d. Markſcheiderweſen, Neue Folge, Heft 4, Freiberg 1902. — [2] Erlinghagen, Die Feſtſtellung des Fallens und Streichens von Tiefbohrlöchern durch Meſſung, „Glückauf“ 1907. — [3] Mintrop, Der Lotapparat für Bohrlöcher von Haußmann, Mitteil. a. d. Markſcheiderweſen, Neue Folge, Heft 9, Freiberg 1908. — [4] Haußmann, Ein neuer Lotapparat für Bohrlöcher, „Glückauf“ 1908. — [5] Gyroſkop bei Lotapparaten für Bohrlöcher, „Glückauf“ 1908, S. 573. — [6] Methode zum Meſſen der Abweichungen der Bohrlöcher, Mitteil. a. d. Markſcheiderweſen, Neue Folge, Heft 4, Freiberg 1902.

Haußmann.

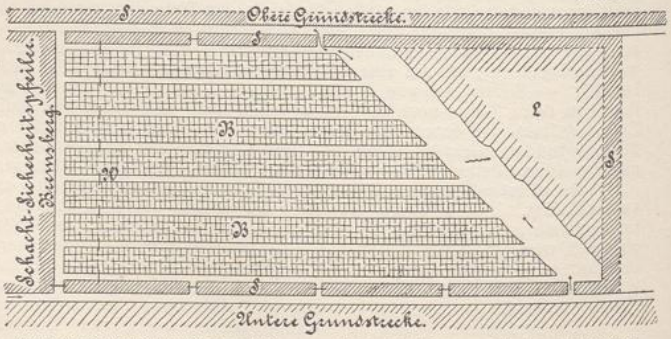
Strategiſche Eiſenbahnen, d. h. Eiſenbahnen, die zur Beförderung von Militärtransporten erbaut werden, ſei es im Frieden im eignen Lande, ſei es im Kriege (auch in Feindesland). Im erſteren Falle können ſie, wie z. B. die ſtrategiſche Bahn im ſüdlichen Schwarzwald von Immendingen nach Waldshut, auch dem öffentlichen Verkehr dienen.

Cauer.

Stratzen, gewöhnliche Bezeichnung für die zur Papierfabrikation (ſ. d.) verwendeten Rohhadern.

Strazza, ſ. bei Seidenſpinnerei.

Strebbau, die bergmänniſche Abbaumethode mit Bergeverſatz für flach einfallende Lagerſtätten, welche entweder unrein ſind



Streichender Strebbau (flacher Riß). ——→ Friſche Wetter. ○——→ Verbrauchte Wetter. —→ Richtung des Betriebes. *L* Lagerſtätte. *S* Sicherheitspfeiler. *W* Wettertür.



a a Strebepfeiler. *b* Fiale. *c c* Strebebogen. *d* Triforium. *e e* Kreuzgewölbe.

oder eine geringe Mächtigkeit haben, so daß hangende Schichten mit hereingenommen werden müssen.

Die abgebauten Räume werden mit den fallenden Bergen unter Aussparung von Förderstrecken versetzt. Je nach der Richtung, in welcher der Abbau auf der Lagerstätte fortschreitet, unterscheidet man ähnlich wie beim Pfeilerbau (s. d.) streichenden, schwebenden und diagonalen Strebbau. Die Figur S. 364 erläutert den streichenden Strebbau. Vom Bremsberge aus schreitet der Abbau in unmittelbar nebeneinander liegenden streichenden Streifen — Streben genannt — fort. Im Bergeversatze *B* sind streichende Förderstrecken belassen. — Auf vielen Steinkohlenflözen, auch auf dem Kupferschieferflöz im Mansfeldschen, wird Strebbau betrieben.

Literatur: Vgl. die Bd. 1, S. 696, genannten Lehrbücher der Bergbaukunde. *Treptow.*

Strebebogen, ein Mauerbogen (s. d.), der zur Aufnahme des Seitenschubes eines höher hinaufreichenden Gewölbes dient und gewöhnlich als ansteigender, einhüftiger oder einschenkliger Bogen (s. d.) ausgeführt wird.

In der gotischen Bauweise ist der Strebebogen ein von den Strebepfeilern der Seitenschiffe nach den Mittelschiffmauern ansteigender Bogen, der den Zweck hat, den Gewölbeschub des Mittelschiffes aufzunehmen und über die Seitenschiffe weg auf die äußeren Streben zu übertragen, zugleich aber auch auf seinem Rücken das Dachwasser vom Mittelschiff nach unten abzuführen. Je nach der Grundrißanlage des Lang- und Querschiffs und des Chorumgangs sind die Lösungen sehr verschieden gestaltet. Außer dem in Bd. 4, S. 23, dargestellten Beispiel mit Stab- und Maßwerk sei in beistehender Figur ein doppelter Strebebogen (beide von der Kathedrale zu Amiens) gegeben. Die Form des Bogens ist entweder ein Viertelkreis oder ein halber Spitzbogen, der auf dem unteren Strebepfeiler aufsetzt, in verschiedener Querschnittbildung zu den Mittelschiffmauern ansteigt, wo er auf einer Vorkragung oder einem Wandsäulchen aufsetzt. Die obere geradlinige Abdeckung des Bogens enthält die Rinne, die teils offen, teils gedeckt zur Ableitung des Regenwassers dient.

Literatur: [1] Ungewitter-Mohrmann, Lehrbuch der gotischen Konstruktion, 4. Aufl., Leipzig 1901, Bd. 2, S. 383 ff. — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1883, Bd. 1, S. 60—83, Bd. 3, S. 503 ff., Bd. 4, S. 181 ff. *Weinbrenner.*

Streben werden mitunter die nicht vertikalen Füllungsstäbe von Fachwerkträgern genannt. Daher der Namen Strebenfachwerke für Fachwerke ohne Vertikalen. Vgl. Bd. 3, S. 534, 544.

Streben (Büge, Bänder), alle Konstruktionsteile, welche schräg gegen den Horizont geneigt, zumeist zur Absteifung eines wagerechten, gegen ein senkrecht stehendes Holz dienen und auf Druck- bezw. Knickfestigkeit beansprucht werden. Vgl. Dachstuhl (Holzdachstühle, A. und B.), Bd. 2, S. 513 ff., Fig. 3 bis 15, ferner Fachwand, 3., Bd. 3, S. 533, Fig. 1—3, und Hängewerke, Bd. 4, S. 735 ff., Fig. 9—15 und 19—22. *Weinbrenner.*

Strebepfeiler sind Mauerverstärkungen, die als stützende Mauerkörper einen auf einzelne Punkte der Mauer übertragenen Schub aufzunehmen berufen sind.

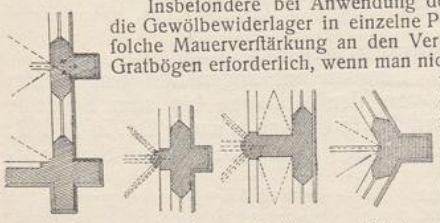


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Insbesondere bei Anwendung des Kreuzgewölbes, bei welchem die Gewölbewiderlager in einzelne Punkte aufgelöst werden, wird eine solche Mauerverstärkung an den Vereinigungspunkten der Gurt- und Gratbögen erforderlich, wenn man nicht unnötig starke Umfangsmauern verwenden will. Sie werden an den Umfangswänden entweder nach Fig. 1 senkrecht ganz vor die Mauer vorspringend oder teilweise nach innen vorspringend (s. Fig. 2) oder endlich ganz in den inneren Raum hineinragend (s. Fig. 3) angeordnet. An den Ecken wird entweder die Richtung jeder Mauerflucht (s. Fig. 1) oder die Richtung der Halbierungslinie des Eckwinkels eingehalten (s. Fig. 4). Die äußere Gestalt und Stärke der Strebepfeiler richtet sich, neben der Berücksichtigung der Stilart des Bauwerkes, nach ihrer Beanspruchung, indem die in sie hineinfallende Mittellinie des Druckes vom Mauerwerk entsprechend umhüllt sein muß. Im allgemeinen wird eine nach oben, zum



Fig. 5.

Kämpfer des Gewölbes, ſich durch Abſätze verjüngende Form entſtehen, bei der dieſe Abſätze entweder durch Abdachungen mit Geſimſen (ſ. Fig. 5), durch ſchräge Deckplatten und ſatteldachförmige Ueberdeckungen (ſ. Abdachung, Abdeckſchicht und geböſchte Mauer unter Mauer) oder durch Bekrönung der einzelnen Abſätze mit Fialen, Kreuzblumen oder mit figürlichem Schmuck in verſchiedenſter Weiſe, der Stilart entſprechend, ausgeſtattet werden können. Bezüglich des Steinverbandes iſt auf Pfeilervorlagen und Mauer, geböſchte, zu verweiſen.

Literatur: Handb. d. Arch., 3. Teil, Bd. 2, 3. Heft, 2. Lief., Darmſtadt 1895, S. 431; Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture franç., Paris 1861, Bd. 4, S. 285. *L. v. Willmann.*

Streckbalken, die Gurtungen hölzerner Fachwerkträger oder die Verſteifungsträger von Sprengwerken.

Streckblech, -metall, mit parallelen Einſchnitten verſehenes und ſenkrecht zur Schnittrichtung zu einem Maſchenſyſtem auseinander gezogenes Blech, als Erſatz für Drahtgitter, Einlage für Beton [1], Bremsſchuhe [2] u. ſ. w. dienend.

Ueber ſeine Herſtellung vgl. „Stahl und Eiſen" 1899, S. 826; ebend. 1900, S. 56; Prometheus, Nr. 457; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1170; D.R.P. Nr. 84345, 91182.

Strecken, Grubenbaue, die von Schächten aus angenähert wagerecht in das Gebirge getrieben werden. Hiervon machen nur die Tageſtrecken eine Ausnahme, da ſie von der Tagesoberfläche aus, in der Regel mit ſchwachem Einfallen — hierdurch unterſchieden von den Stölln —, auf einer Lagerſtätte angelegt werden.

Der Querſchnitt der Strecken nähert ſich der Form der Ellipſe oder des Rechteckes. Das Geſtein über der Strecke heißt das Dach oder die Firſte, dasjenige unter der Strecke die Sohle; die ſeitlichen Begrenzungsflächen heißen Stöße, Ulmen, Wangen. Sie werden entweder nach der Himmelsrichtung unterſchieden, z. B. nördlicher, ſüdlicher Stoß oder nach der Lage zu den Gebirgsſchichten als hangender und liegender Stoß. Die Geſteinswand am Ende der Strecke heißt Ort (von Arbeitsort). Die Strecken erhalten vom Schachte aus ein geringes Anſteigen, damit das Waſſer zum Schachte abfließt, der hierzu dienende Teil des Streckenquerſchnitts heißt Waſſerſeige; man legt die Strecke tunlichſt gerade und in Kurven an, um für Förderung und Wetterführung die Widerſtände herabzumindern. Benannt werden die Strecken nach ihrer Lage zur Lagerſtätte: angenähert wagerechte, der Längenerſtreckung (Streichen) der Lagerſtätte folgende Strecken heißen Streichſtrecken; ebenfalls wagerechte, jedoch rechtwinkelig zu dieſen getriebene heißen Querſtrecken oder Querſchläge, die letztere Bezeichnung erhalten namentlich Strecken, welche nicht in der Lagerſtätte, ſondern im Geſtein getrieben ſind. In der Fallrichtung der Lagerſtätte liegende Strecken heißen, wenn ſie anſteigen, ſchwebende, auch Steigörter, wenn ſie abwärts getrieben ſind, einfallende, auch Fallörter oder Abhauen. Stärker geneigte Strecken heißen auch Berge, z. B. Bremsberg, Haſpelberg (vgl. Bremsbergförderung und Haſpelförderung, Bd. 2, S. 257). Diagonale Strecken werden gewöhnlich nur beim Flöz- und Lagerbergbau angewendet und liegen der Richtung nach zwiſchen den Fall- und Streichſtrecken, ihre Neigung iſt kleiner als die der Fallſtrecken, ſie wurden früher als Förderſtrecken vielfach angewendet. Untergebirgsſtrecken werden bei der Ausrichtung mächtiger Lagerſtätten im Liegenden parallel zum Streichen getrieben, ſie bleiben hier von der Wirkung des Abbaubetriebes unberührt. Beſonders enge und niedrige Strecken heißen Paß, das Erweitern einer Strecke nennt man Nachnehmen, z. B. es wird Firſte oder Stoß nachgenommen. — Diejenigen Streichſtrecken, welche von den Hauptſchächten ausgehen und die Lagerſtätte in Hauptabſchnitte teilen, heißen Grundſtrecken, Sohlſtrecken, beim Erzbergbau auch Gezeugſtrecken oder Läufe; zwiſchen ihnen liegende kürzere Streichſtrecken, die nicht unmittelbar mit den Schächten in Verbindung ſtehen, heißen Feldſtrecken, Mittelſohlen. Die einzelnen Grundſtrecken werden entweder durch Ordnungsnummern in der Reihenfolge von oben nach unten oder durch die Tiefenlage unterſchieden, z. B. fünfte Grundſtrecke oder 200 m Sohle. — Nach dem beſonderen Zwecke heißen die Strecken: Förderſtrecke, Fahrſtrecke, Waſſerſtrecke oder Sumpfſtrecke, Wetterſtrecke, Abbauſtrecke. Förderſtrecken, welche für ein bezw. zwei Gleiſe Raum bieten, heißen eintrümige, zweitrümige Strecken.

Literatur: Vgl. die Lehrbücher über Bergbaukunde, Bd. 1, S. 696. *Treptow.*

Strecken, in der Spinnerei, ſ. Baumwollſpinnerei; in der Metallbearbeitung, ſ. Schmieden.

Streckenblockierung, ſ. Blockeinrichtungen.

Streckenförderung, vermittelt im Bergbau auf angenähert wagerechter Bahn die Beförderung der Mineralien von den Abbauen bis zum Schachte (vgl. auch Bremsbergförderung und Haſpelförderung, Bd. 2, S. 257; Förderung, Bd. 4, S. 140; Grubenförderung, Bd. 4, S. 640 und Schachtförderung, Bd. 7, S. 582).

Nur bei kleinen Verhältniſſen wird jetzt noch der Schubkarren oder der ungariſche Hund (Fig. 1 und 2) angewendet. Der letztere beſteht aus einem nach unten verbreiterten Kaſten *K*, einem ſtarken Längsholze *F*, Froſch genannt, und zwei ungleich großen Räderpaaren ohne Spurkranz. Der Handgriff *h* dient zum bequemen Niederdrücken des rückwärtigen Teiles und zum

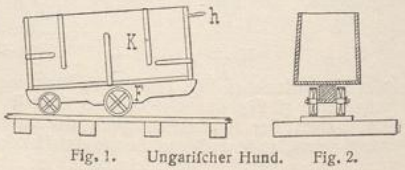


Fig. 1. Ungariſcher Hund. Fig. 2.

Lenken des Hundes. Die Förderbahn beſteht aus ſtarken Brettern (Pfoſten), welche auf Schwellen (Stege) genagelt ſind. Bei der Förderung fährt der ungariſche Hund nur auf dem größeren Räderpaare, die Maſſenverteilung iſt derart getroffen, daß der Schwerpunkt über der hinteren Achſe liegt. Für ſtark gekrümmte Baue iſt der ungariſche Hund ein paſſendes Aushilfsmittel, doch iſt die Leiſtung des Fördermannes (auch Hundeſtößer genannt) niedrig, da der Rauminhalt des Hundekaſtens nur etwa 0,15 cbm beträgt. — Aeußerſt ſelten, z. B. früher beim Oberharzer Bergbau auf der ſchiffbaren Waſſerſtrecke, der Fortſetzung des Ernſt-Auguſt-Stollns fand Kahnförderung [1] ſtatt. — Die eigenartigen Fördergefäße beim alpinen Salzbergbau, Käſten auf einem Paar Räder und mit Deichſel verſehen, heißen Truhen, die Förderleute Truhenlaufer [2]. — Ueberall dort, wo große Leiſtungen erzielt werden müſſen, wird der deutſche Hund oder Wagen auf Rädern mit Spurkranz und eine aus ſtählernen Kopfſchienen kleineren Profiles (Grubenſchienen, etwa 65 mm hoch und 7 kg auf den laufenden Meter ſchwer) hergeſtellte Förderbahn von 450—750 mm Spurweite benutzt. Muß eine Strecke zur Ableitung größerer Waſſermengen dienen, ſo werden die Stege in die Streckenſtöße eingebühnt (vgl. Bd. 3, S. 577, Fig. 1), es wird Tragewerk hergeſtellt. Dort, wo ſich die Bahn teilt, werden einfache Weichen oder Platten mit Einweiſern verwendet (vgl. Bd. 7, S. 584, Fig. 10). Die üblichſten Formen des deutſchen Hundes ſind durch die Fig. 3—6 veranſchaulicht. Für kleine Spurweite und gekrümmte Förderwege eignet ſich die Form der Fig. 3 und 4: die kleinen Räder ſtehen unter dem Wagenkaſten *K*, das Geſtell *G* dient dazu, um die Radachſen zu be-

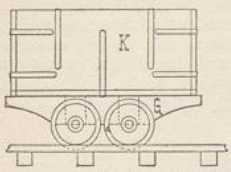


Fig. 3. Deutſcher Hund.

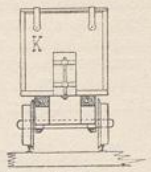


Fig. 4.



Fig. 5. Deutſcher Hund.

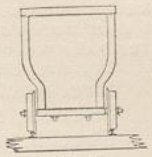


Fig. 6.

feſtigen und verſtärkt den ganzen Bau. Fig. 5 iſt weſentlich ſtabiler, jedoch nur für große Spurweiten und gerade Strecken anwendbar, der Wagenkaſten ſteht zwiſchen den etwas größeren Rädern, und zwar unmittelbar auf den Achſen. Fig. 6 zeigt eine Verbindung der Formen 4 und 5, die beſonders beim weſtfäliſchen Kohlenbergbau üblich iſt, die weniger einfache Kaſtenform kann nur aus Eiſen- oder Stahlblech hergeſtellt werden. Den Inhalt des Hundekaſtens bemißt man gewöhnlich ſo, daß er etwa 500 kg faßt, daraus ergibt ſich für den Erzbergbau ein Faſſungsraum von 0,4—0,5 cbm, für den Steinkohlenbergbau ein ſolcher von 0,7 cbm. Beim nordböhmiſchen Braunkohlenbergbau kommen Hunde mit einem Faſſungsvermögen bis zu 1 cbm vor. Gewöhnlich ſind die Hunde an einer der Stirnſeiten mit einer Tür verſehen (Fig. 4), auch wenn die Entladung über Tage mittels Seitenwipper erfolgt. — Beſondere Aufmerkſamkeit wird in neuerer Zeit der Schmierung der Radſätze gewidmet, die auf eine feſte Achſe einfach aufgeſteckten Räder ſind längſt verlaſſen. Man wendet vielmehr Einrichtungen an, welche in einer Schmierkammer größere Mengen des Schmiermittels, für mehrere Wochen ausreichend, aufnehmen und allmählich an die reibenden Flächen abgeben. Zum Teil werden neuerdings hierbei Rollenlager verwendet. Fig. 7 gibt die Schmierbüchſe nach Evrard wieder. Durch die mittels Schraube verſchließbare Oeffnung *p* wird dickflüſſige Schmiere in den die Achſe *a* umgebenden Raum gepumpt, ſie tritt von hier allmählich zu den reibenden Flächen bei *b* und *c*. — Die Schmierung nach Schulz (Eſſener „Glückauf“ 1894, S. 262) hat ſich ebenfalls gut bewährt. Das Rad iſt loſe auf der Achſe, die Schmierkammer wird durch einen Deckel gebildet, der die Radnabe konzentriſch umgibt und auf das Rad geſchraubt wird. Ein exzentriſcher Ring hängt in der Schmierkammer loſe auf der Nabe und führt der Schmieröffnung beſtändig kleine Mengen Schmiermittel zu. Die Löhne für die Schmierung und der Verbrauch an Schmiermittel ſind bei beiden Einrichtungen ſehr niedrig. Den Grubenbahnen gibt man jetzt gewöhnlich etwa 0,6 % Fall nach dem Schachte zu. Es erfordert dann die Förderung des vollen Hundes zum Schachte und die des leeren Hundes in entgegengeſetzter Richtung etwa die gleiche Arbeit. Für größere Leiſtung werden die Förderſtrecken zweigleiſig (zweiträmig) angelegt. — Ein Mann ſchiebt (ſtößt) auf vorzüglicher Bahn höchſtens zwei Hunde, die dann miteinander gekuppelt werden, große Fördermengen erfordern daher eine entſprechende Anzahl Förderleute. Wegen der Wohlfeilheit wendet man in dieſem Falle entweder Pferde (Ponys) und Lokomotiven oder Kette bezw. Seil als Zugmittel bei feſtſtehender Maſchine zur Förderung an. Für Pferde- und Lokomotivförderung werden Züge von 10—15 Hunden gebildet. Von Grubenlokomotiven ſtehen heute namentlich drei Syſteme in Anwendung, nämlich elektriſche Lokomotiven mit ſtändiger Stromzuführung (vgl. auch Elektrizität im Bergbau, Bd. 3, S. 403), die in allen weſentlichen elektriſchen Teilen wie unſre Straßenbahnwagen eingerichtet ſind, Lokomotiven mit Behältern für hochgepreßte Luft und Benzinlokomotiven [3]. — Während die genannten beiden Betriebsmittel auch auf Strecken mit vielen Krümmungen recht wohl anwendbar ſind, iſt die Förderung mittels Kette bezw. Seil am geeignetſten für gerade Strecken. Von den bekannten Ausführungen [3] (offenes und geſchloſſenes Seil, Ober- und Unterſeil, Förderung

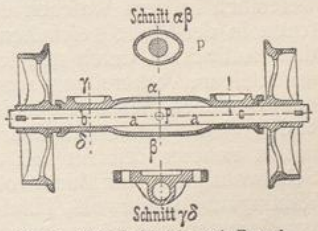


Fig. 7. Schmierbüchſe nach Evrard.

einzelner Hunde und zugweiſe Förderung) hat ſich immer mehr Seil oder Kette ohne Ende und die Förderung einzelner Hunde in ſolchem Abſtand eingebürgert, daß das Zugmittel nicht auf der Streckenſohle ſchleift. Das Anſchlagen der Hunde an die Kette geſchieht immer mittels Kettengabel, das Anſchlagen an das Seil entweder mit Seilgabeln allein (engliſche Seilgabel) oder unter gleichzeitiger Anwendung von Seilknoten. Die Betriebsmaſchine für Seil- und Kettenbahnen ſteht meiſtens in der Grube unmittelbar am Schachte und wird durch Dampf oder Elektrizität betrieben, oder man ſtellt die Betriebsmaſchine über Tage auf und führt durch ein beſonderes Schachttrum (Seilſchacht) das Seil oder die Kette in die Grube.

Literatur: [1] Das Berg- und Hüttenweſen des Oberharzes, Stuttgart 1895, S. 141; Schennen, Die Neuanlagen der Kgl. Berginſpektion zu Claustal, „Glückauf", berg- und hüttenmänniſche Zeitſchr. 1907, S. 657. — [2] Aigner, Auguſt, Der Salzbergbau in den öſterreichiſchen Alpen; Berg- und hüttenmänniſches Jahrbuch der k. k. Bergakademien, Wien 1892, S. 337. — [3] Banſen, Hans, Die Streckenförderung, Berlin 1908. *Treptow.*

Streckenmauerung, ſ. Grubenmauerung.

Streckenſignale, ſ. Bahnzuſtandsſignale.

Streckentelegraphen finden auf Eiſenbahnen Verwendung, um bei Unfällen auf der freien Strecke Hilfe von den Stationen herbeirufen zu können.

Man verwandte früher für dieſen Zweck tragbare Telegraphenapparate, die in den Zügen mitgeführt und an geeigneter Stelle in die die Stationen verbindende Telegraphenleitung eingeſchaltet wurden. In neuerer Zeit werden jedoch die elektromagnetiſchen Läutewerke meiſtens mit einer Einrichtung verſehen, um ein Hilfsſignal geben zu können (ſ. Läutewerke im Eiſenbahnweſen). Auch Telephonanlagen werden neuerdings für dieſen Zweck verwendet.

Literatur: Eiſenbahnbau- und Betriebsordnung vom 1. Auguſt 1907, § 19. *Köchy.*

Streckenzimmerung, ſ. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 652.

Strecker, ſ. Binder.

Streckfiguren, ſ. Fließfiguren, Zerreißverſuch.

Streckgrenze, ſ. Dehnung, Zerreißverſuch, Zugelaſtizität.

Streichbalken, ſ. Ortbalken, Streichſtangen.

Streichbaum (Leitholz), leicht drehbare Walze an Haſpeln u. ſ. w.; ſ. a. Weberei.

Streicheiſen, ſ. Leder, Bd. 6, S. 90.

Streichen, ſ. Fallen und Streichen.

Streicher (Streichholz), 1. beim Formen zum Abſtreichen des Sandes oder Tones dienendes Hartholz, 5 cm breit und 20 cm länger als der Formrahmen breit iſt; 2. ähnliches Werkzeug zum Abſtreichen gefüllter Hohlmaße ſowie beim Gießen; 3. Streichſtange beim Maurergerüſt, wagerecht laufendes Auflager der Netzriegel. *Weinbrenner.*

Streichgarnſpinnerei [1]. Die Herſtellung des Streichgarnes, d. h. des Geſpinſtes aus Streichwolle (worunter man diejenige Schafwolle zu verſtehen hätte, bei deren Verſpinnen zum Ordnen der Faſern ausſchließlich „Streichen" oder Krempeln benutzt wird), erfordert einige Vorbereitungsarbeiten, welche weſentlich in dem Waſchen der Wolle (Fabrikwäſche), dem Färben (falls dieſes ſchon in der Wolle geſchehen ſoll), der Ausſcheidung etwa anhängender Kletten, dem Auflockern durch den ſogenannten Wolf und dem Einfetten beſtehen; die unmittelbare Vorbereitung zum Spinnen wird aber durch das Krempeln, Kratzen oder Streichen gleich dergeſtalt bewirkt, daß die letzte Krempel auch das Vorgarn bildet, woran ſich unmittelbar das Feinſpinnen reiht. — Die Streichgarnſpinnerei hat in neuerer Zeit für faſt alle Faſerſtoffe Anwendung gefunden, ſo für alle Schafwollſorten, für Baumwolle, Tierhaare verſchiedenſter Art, für Abfälle der Kammgarn-, Baumwoll-, Hanf-, Flachs- und Seidenſpinnerei, für durch Auflöſen von Lumpen und Fäden wiedergewonnener Kunſtwolle (nicht allein Schafwolle), für Aſbeſt u. ſ. w.

Vorbereitung. Der Unterſchied des Streichgarnſpinnverfahrens gegenüber den unter ſich ziemlich gleichartigen Spinnverfahren der Kammgarn- und Baumwollſpinnerei beſteht darin, daß die beſonderen Maſchinengattungen für Strecken und Doppeln und für Vorſpinnen in Wegfall kommen.

Waſchen der Wolle. Das Befreien der Wolle von dem ſogenannten Wollſchweiß durch das Waſchen der Wolle, welches in die zwei Verrichtungen des Entſchweißens (désuintage, scouring) und des eigentlichen Waſchens zerfällt, wird in neuerer Zeit vielfach von beſonderen Wollwäſchereien ausgeführt. Als Waſchmittel werden ſchwache Pottaſche- oder (Ammoniak-) Sodalöſungen bezw. fauliger Urin verwendet; flüchtige Löſungsmittel wohl nur dann, wenn es ſich um Gewinnung des Lanolins handelt (vgl. Fettſchweiß). — Zur mechaniſchen Entfernung des Waſſers iſt das Ausſchleudern in der Schleudermaſchine (Zentrifuge) beliebt, an welches ſich das Trocknen mittels erwärmter Luft in beſonderen Räumen oder Wolltrockenmaſchinen ſchließt [2].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Entfernung der namentlich den Kolonialwollen (aus Südamerika, Auſtralien und dem Kap) bedeutend anhängenden Kletten und andrer pflanzlicher Beſtandteile aus der Wolle ſind zwei Verfahren, das mechaniſche und das chemiſche, das ſogenannte Karboniſieren (ſ. d.), im Gebrauch. Bei der mechaniſchen Entklettung ſind zwei Richtungen zu unterſcheiden: entweder wird die Klette von den Wollfaſern getrennt und ausgeſchieden oder die Klette wird mechaniſch zerſtört (zerſtückelt, zerdrückt), ſo daß die Zerſtörungsteile bei der nachfolgenden Bearbeitung der Wolle ſich leicht abſcheiden und in den Abfall gelangen. Ein Beiſpiel einer Entklettungsmaſchine nach der erſteren Richtung iſt der Klettenwolf [3], deſſen weſentlichſter Teil aus einer mit feinzahnigen, tangential geſtellten Stahlſchienen beſetzten Walze (Klettenwalze) beſteht, auf deren Umfang die mit Kletten verunreinigte Wolle ſo aufgebürſtet wird, daß eine ſchnell umlaufende Meſſerwalze alle in der Wolle enthaltenen Kletten abzuſchlagen imſtande iſt, worauf eine Bürſtwalze (Volant) die gereinigte Wolle wieder von dem Umfange der Meſſerwalze ablöſt. — Auch wenn die Wolle nicht ſo ſtark mit Kletten behaftet iſt, daß ſie durch beſondere Behandlung davon befreit wird, muß die gewaſchene bezw. gewaſchene und gefärbte Wolle zunächſt aufgelockert und die noch vorhandenen weiteren mechaniſch anhängenden Unreinigkeiten daraus entfernt werden. Hierzu dient eine Maſchine, welche den Namen Wolf [4] (auch Teufel, willow, plucker) führt, wonach die Arbeit ſelbſt das Wolfen oder Maſchinieren heißt.

Durch das Wolfen wird auch gebotenenfalls das Miſchen (Melieren) von Wolle mit Shoddy oder Mungo (Kunſtwolle) oder verſchiedenfarbiger Wollen beſorgt. Die Maſchinen führen je nach der damit verrichteten Arbeit verſchiedene Bezeichnungen; der Schlag- oder Klopfwolf dient zur leichten Lockerung und zum Entſtäuben (beſonders nach dem Färben), der Reißwolf zur Auflöſung der Flocken. Der Oel- oder Schmelzwolf beſorgt das Schmelzen und die gleichmäßige Verteilung des Oeles. Der Klettenwolf iſt ſchon weiter oben beſchrieben worden. Der Hauptbeſtandteil des Reißwolfes iſt eine wagerechte hölzerne Trommel (750—1000 mm Durchmeſſer, 0,5—1,5 m lang), welche an dem Umfange mit Reihen pfriemenförmiger, ſtählerner Spitzen oder Zähne (35—50 mm lang) beſetzt iſt. Ueber der Trommel iſt der Raum durch eine Haube, unter der Trommel durch ein Sieb abgeſchloſſen. Auf der einen Seite befindet ſich die Speiſevorrichtung, beſtehend aus dem Zuführtuch (Vorlegtuch) und den Speiſewalzen, welche die Wolle den Zähnen darbieten. Die geöffnete oder gewolfte Wolle wird durch die auf der entgegengeſetzten Seite liegende Auswurföffnung herausgeworfen. Statt der Walzenzuführung wird gebotenenfalls auch Muldenzuführung (vgl. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 600) benutzt. — Die Bearbeitung der Wolle im Wolfe muß in vielen Fällen zwei- oder mehrmals vorgenommen werden, damit der erforderliche Grad von Lockerheit und Reinheit erreicht wird. Um das zu umgehen, wird wohl der Spiral- oder der Flügelwolf angewendet, welcher auf ſeiner Achſe die Klopfſtäbe ſchraubenförmig oder die Zähne auf dem Mantel von ſchraubenförmigen Flügeln angeordnet, enthält. Die Leiſtung des Reißwolfes als Oeffnungsmaſchine iſt verhältnismäßig gering, da die große Trommel nur eine Arbeitsſtelle beſitzt. Als beſſere Miſchung ergebende und das Spinngut mehr ſchonende Vorbereitungsmaſchine hat ſich in den letzten Jahren der ſogenannte Krempelwolf [5] eingebürgert, bei welchem nach Art der Krempel über der Zahntrommel noch mehrere mit Zähnen beſetzte Walzenpaare angeordnet ſind, an welchen die von der Zahntrommel mitgeführte Wolle zu einer wiederholten Zerteilung gelangt (vgl. Fig. 1 nach einer Ausführung von O. Schimmel & Co. in Chemnitz). Die Wendewalzen *W* ſind hier in der Bewegungsrichtung der Trommel hinter die Arbeitswalzen *T* verlegt worden, und zum Herausſtreichen der aufgelöſten Wollflocken von den Zähnen der Haupttrommel und zum Auswerfen der Wolle iſt eine Läuferwalze *A* angeordnet. Dieſe Maſchine eignet ſich auch als Auflöſungsmaſchine in der Kammgarnſpinnerei. Bei der Bearbeitung verſchieden langer und verſchieden gefärbter Wollen können ſich die verſchieden ſchweren Wollflocken leicht wieder ſortieren. Um das zu vermeiden, iſt die Siebtrommel *S* mit dem Lattentuche *L* angebracht. Zur Miſchung des Fafermaterials zwiſchen Reiß- und Krempelwolf hat man beſonders konſtruierte Sammel- und Miſchbehälter angeordnet [6].

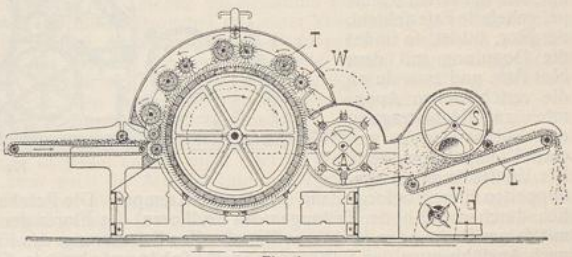


Fig. 1.

Die Wolle unterliegt bei der nachfolgenden Verarbeitung auf der Krempel einer Behandlung, welche wegen der ſchuppigen Oberfläche der Wolle eine vielfach zu ſtarke Inanſpruchnahme der Wollhaare herbeiführen würde. Um der Wolle hierfür größere Geſchmeidigkeit und Schlüpfrigkeit zu geben, wendet man das Einfetten (Fetten, Einſchmalzen, Schmelzen, Oelen, Schmieren, Spicken) mit öligen Mitteln an [7]. Hierzu eignet ſich am beſten dünnflüſſiges, leicht in feinem Regen zerteilbares Oel, welches nicht oder nur langſam eintrocknet, keine harzigen oder andre, die Wolle und die Krempelbeſchläge verſchmierenden Beimengungen, keine Haar und Farbe angreifenden Säuren und Alkalien enthält und ſich in der Walke leicht verſeift (Olivenöl, Oelſäure [meiſt Olein oder Elain genannt], Walkfette oder Extraktöle [aus den Walkwäſſern wiedergewonnen], Mineralöle [Bakuſine]). Die Schmelzmittel werden zwecks leichterer Verteilung mit der zwei- bis dreifachen Menge Waſſer unter entſprechendem Zuſatz von Seife oder Soda, beſſer Ammoniak, in Emulſionen übergeführt. Das Schmelzen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geſchieht entweder durch Handarbeit oder auf den Oelwölfen. Fig. 2 läßt die Einrichtung eines Oelwolfes nach einer Ausführung der Sächſiſchen Maſchinenfabrik in Chemnitz erkennen. Die Schmelzflüſſigkeit wird als feiner Regen auf die auf dem Speiſetuch ausgebreitete Wolle geſprengt, indem eine Bürſtwalze ſie einer ſchrägliegenden Tropfplatte entnimmt. Zum Zerſtäuben werden auch Brauſen und Dampfſtrahlbläſer (Injekteure) verwendet [8].

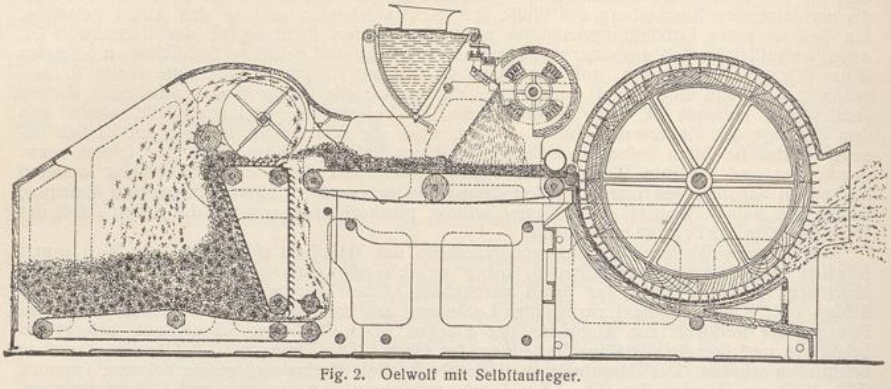


Fig. 2. Oelwolf mit Selbſtaufleger.

Das Krempeln (Streichen, Kratzen, Kardieren, Kardätſchen), welches nun folgt, ſtimmt zwar hinſichtlich ſeines Zweckes und der Art, wie es verrichtet wird, weſentlich mit dem Krempeln der Baumwolle (ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 600) überein, doch ſpielt das Krempeln bei der Verarbeitung der Streichwolle eine weit wichtigere Rolle als bei der Verarbeitung der Baumwolle, Hede, Jute und der Kammwolle. In der Streichgarnſpinnerei findet ein Strecken und Doppeln in dem Sinne wie bei den andern Spinnverfahren auf beſonderen dazu ausgebildeten Maſchinen nicht ſtatt und ein eigentliches Vorſpinnen nur ſelten, und durch das Krempeln allein muß die nötige Gleichförmigkeit des der Feinſpinnmaſchine vorzulegenden Garnes erreicht werden. Man kratzt deshalb die Wolle mehreremal nacheinander, meiſt auf einem Satze von drei, zuweilen auch von zwei oder vier Maſchinen. — Daß aber auch das wiederholte Doppeln und Verſtrecken in der Streichgarnſpinnerei tatſächlich beſteht, hat ſehr klar Rohn in [9] nachgewieſen. Da bei der Streichgarnſpinnerei die Grundlage die von der erſten Krempel gelieferte Faſerſchicht, der Flor, bildet, ſo findet die Dopplung mit dem Flor ſtatt, und zwar durch die verſchiedenen Apparate zur Uebertragung des Spinnmaterials von einer Krempel zur andern. Die Verſtreckung des gedoppelten Flores beſorgt dann wieder die Krempel. Die Feinheit des Vorgeſpinſtes wird ſchließlich durch die Zahl der Teilungen des Endflores, des Flores der Vorſpinnkrempel, in Verbindung mit ſeiner Dicke oder Dichte beſtimmt. Zur Erläuterung des Krempelverfahrens iſt in Fig. 3—5 nach Ausführungen der Sächſiſchen Maſchinenfabrik in Chemnitz ein Krempelſatz (Äſſortiment, Sortiment) abgebildet, bei welchem das verbreitetſte und einfachſte Uebertragsverfahren, das Pelzübertragsverfahren, benutzt wird. Es folgen der Reihe nach aufeinander die Vor- oder Reißkrempel (Fig. 3), die Mittel-, Pelz- oder Vlieskrempel (Fig. 4) und die Fein- oder Vorſpinnkrempel (Fig. 5). — Die von den Vorbereitungsmaſchinen (Wölfen) kommende Wolle wird in möglichſt gleichmäßiger Schicht der mit Kratzenbeſchlag verſehenen Haupttrommel oder dem Tambour *t* zugeführt. Die Zuführung geſchieht unter Zuhilfenahme eines Speiſelattentuches noch vielfach von Hand durch Arbeiterinnen (Drouſſiererinnen). — Das Beſtreben, die Zuführung unabhängig von der Aufmerk-

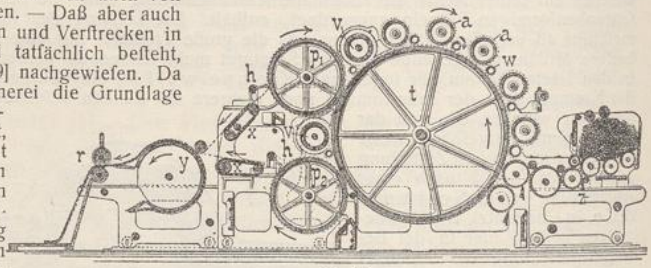


Fig. 3.

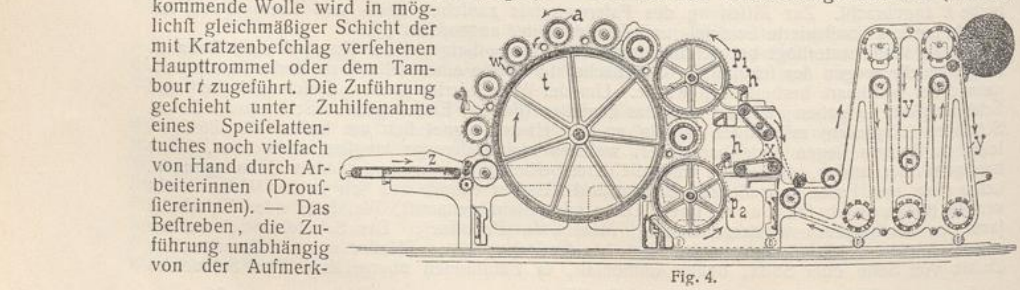


Fig. 4.

ſamkeit der Arbeiterin zu machen und die tunlichſte Gleichmäßigkeit ſchon bei der erſten Krempel zu erzielen, hat zu der Ausbildung von ſelbſttätigen Speiſevorrichtungen [10] (Selbſtaufleger, Drouſſierapparat) geführt, welche entweder eine Schicht von beſtimmter, ſich gleichbleibender Höhe und Dichte bilden oder ein beſtimmtes Wollgewicht über eine beſtimmte Fläche verteilen. Zur erſten Gruppe gehören die Selbſtaufleger von Bolette, Cliffold, Geßner, Lemaire, Martin, Sampſon, Hogg u. a. Die wirkenden Teile dieſer Speiſevorrichtungen ſind mit Häkchen beſetzte Walzen (vgl. Fig. 3, Walze *z*) oder ebenſo ausgerüſtete endloſe Bänder, welche die Wolle einem Vorratskaſten entnehmen (vgl. Fig. 2); andre Werkzeuge bilden die gleichmäßige Schicht und führen ſie den Vorwalzen oder auch einer Vorkrempel (Avant-train) des Tambours *t* zu. — Zur zweiten Gruppe, bei der die Maſchine eine beſtimmte Wollmenge ſelbſttätig abwiegt und auf eine beſtimmte Fläche des Zufuhrlattentuches ausbreitet, gehören die Aufleger von Bramwell, King, Tatham, Schwalbe u. a. Eine beſondere Anordnung der Vorkrempel (von Schwalbe), bei der nicht das ganze Spinngut durch die Vorkrempel geht, iſt in [11] beſchrieben. — Das von den Vorwalzen (Vorreißern, Briſeuren) der Haupttrommel *t* zugeführte Material wird unter Zuhilfenahme von den gleichfalls mit Kratzenbeſchlag verſehenen Arbeiter- und Wendewalzen *a* und *w* vergleichmäßigt (vgl. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 602, und [12]). Die raſch umlaufende Läuferwalze oder Volant *v* hebt die Haare an die Oberfläche des Tambourbeſchlages, ſo daß ein Flor auf die Abnehmwalze (Peigneur, Doffer) *p* übertragen wird. Um hier die Leiſtung zu erhöhen, wendet man in neuerer Zeit zwei Peigneure (p_1, p_2) hintereinander an (Patent Geßner [13]), wie es in den Fig. 3—5 dargeſtellt iſt. Aus dem Peigneur wird der Flor durch den Hacker oder Kamm *h* abgelöſt und auf die Abzugsleder geleitet, welche es der betreffenden Abzugsvorrichtung zuführen. Dieſe Abzugsvorrichtung beſteht bei der in Fig. 3 dargeſtellten Ausführungsform in einer Pelz- oder Vliestrommel *y*, welche durch Aufeinanderwickeln der einzelnen Florſchichten einen Pelz oder ein Vlies bildet. Hat das Vlies die gewünſchte beſtimmte Dicke erreicht, ſo wird das Vlies einer Mantellinie der Trommel nach durchriſſen und abgenommen. — Um ohne Zuwiegen der Vorlage und ohne Rückſicht auf Verluſte während des Krempelns Pelze von gleichem Gewichte zu erhalten, hat man die Pelztrommel mit einer Wägeeinrichtung [14] verſehen, welche die Trommel ausrückt und ein Zeichen zur Abnahme gibt, ſobald das gewünſchte Gewicht aufgelaufen iſt; oder man hat die Pelztrommel mit einer Vorrichtung zum ſelbſttätigen Durchreißen der fertigen Watte (Pelzreißer, Matelasbrecher [15]) ausgerüſtet, welche in Tätigkeit tritt, wenn eine beſtimmte Länge des Flores, alſo eine beſtimmte Anzahl Lagen aufgewickelt ſind, oder ein beſtimmtes Gewicht erreicht iſt. Eine mit einer derartigen Vorrichtung verſehene Pelztrommel *y* iſt in Fig. 3 dargeſtellt, die beiden beweglichen Klappen haben eben den Pelz durchriſſen und übergeben ihn den Abzugswalzen *r*. — Bezüglich des Durcharbeitens auf der erſten Krempel iſt folgendes zu beachten: Durch das Doppeln des Flors auf der Pelztrommel wird zwar eine Vergleichmäßigung in ſeiner Länge, nicht aber in der Breite erreicht. Die Wollflocken werden in der Krempel zwar nach der Arbeitsrichtung ausgezogen, nicht aber ſenkrecht dazu. Würde der Pelz der Reißkrempel alſo nach ſeiner Länge (ſeiner Arbeitsrichtung) in die Arbeitsrichtung der zweiten Krempel gelegt, ſo würden alle Ungleichheiten in der Breite des erſten Flores auch im zweiten Flor, auch wenn durch das Doppeln etwas vermindert, wieder erſcheinen. Um das zu vermeiden und eine Vergleichmäßigung des Flores nach Länge und Breite zu erreichen, muß der Pelz der Reißkrempel quer um 90° gedreht auf den Zufuhrtiſch der Pelzkrempel (Fig. 4) aufgelegt werden, ſo daß ſeine Trennungsränder an den Seitenleiſten des Zufuhrtiſches *Z* anliegen (es wird mit Kreuzung gearbeitet). — Dieſe Quereinführung der Faſern in die Krempel wirkt zwar ſtets auf ein Zerreißen der Faſern hin und das Garn wird rauh [16], und doch kann man bei der Uebertragung der Wolle in Form eines auf die beſchriebene Art hergeſtellten Pelzes dieſe Kreuzung nicht entbehren, da man nur mit ihr den Flor in der Breite in erforderlicher Weiſe ausgleichen kann. Der von der zweiten Krempel, die im übrigen ſo arbeitet wie die erſte, gleichmäßiger als von der erſten erhaltene Flor wird nun wieder gedoppelt, indem er gleichfalls in übereinander liegenden Schichten gewickelt wird. Hierzu kann entweder auch eine Pelztrommel benutzt werden oder, wie es in Fig. 4 dargeſtellt iſt, ein Pelzapparat *y* [17], der zur Vermeidung ſich häufig wiederholender Stoßſtellen lange Pelze auf Tüchern erzeugt (Einrichtung für kurze Faſern vgl. [18]), welche als Watte abgewickelt werden. — Dieſe Wickel werden nun der dritten Krempel, der Vorſpinnkrempel (Fig. 5), der Länge nach vorgelegt. Hierbei gebraucht man zur weiteren Ausgleichung der Dopplung bei der Vorlage den Kunſtgriff, daß man den einen Wickel verkehrt ablaufen läßt; es findet dann eine Ausgleichung der Breite nach ſtatt, indem die rechte Seite des einen Wickels auf die linke des andern kommt; vgl. die Speiſung auf dem rechten Teil der Fig. 5. Der auf der dritten Krempel gewonnene Flor wird durch den Florteiler (Vliesteiler) *f* in einzelne Streifen

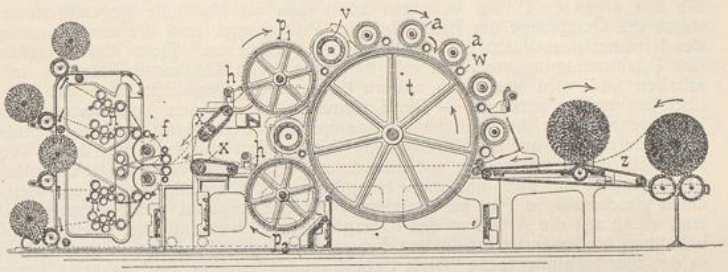


Fig. 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zertrennt, welche, durch die Nitſchelzeuge *n* (Würgelwerk, Rotafrotteur) verdichtet und zuſammengerundet, das Vorgarn geben, von dem je eine Anzahl Fäden zuſammen nebeneinander auf Spulen gewickelt wird, um dann auf die Feinſpinnmaſchine zu gelangen. — Der Dreikrempelſatz mit der beſchriebenen Wollübertragung (Kreuzung und einmal Pelzdopplung) muß als eine gute Einrichtung zur Gewinnung eines gleichmäßigen Vorgeſpinſtes bezeichnet werden; deren Vorzüge beſtehen in der großen Vergleichmäßigung des Flores, in der erſt an der zweiten Krempel vorzunehmenden Gewichtsverteilung und in dem Umſtande, daß jede Krempel getrennt für ſich arbeitet. Dieſen Vorzügen kann man als Nachteile gegenüberſetzen: Die Kreuzung durch die Queranlage der Faſern bei der Pelzkrempel und die etwas umſtändliche Bedienung des Krempelſatzes durch das Hantieren mit Pelzſtücken. Trotz dieſer Nachteile hat ſich aber das Pelzübertragungsverfahren mit Kreuzung beim Dreikrempelſatz bis in die neueſte Zeit erhalten und wird von allen andern Uebertragungsverfahren auch bei den neuen Maſchinen noch am meiſten verlangt. — Der Dreikrempelſatz mit dem Pelzübertragungsverfahren iſt auch kennzeichnend für die deutſche und kontinentale Streichgarnſpinnerei gegenüber der engliſchen; denn letztere legt auf die Flordopplung keinen Wert und ſucht nur durch Vereinigung der drei Krempeln in zwei Krempeln mit einmaliger Uebertragung ohne große Dopplung und Ausbildung der Krempeln mit zwei und mehr Haupttrommeln (Doppelkrempeln) mit kleineren Vortrommeln einen gleichmäßigen Flor zu erreichen. Der Schwerpunkt des Krempelprozeſſes wird in England allein auf die Arbeit in der Krempel gelegt, während die deutſche Spinnerei unter Beibehaltung einfacher Krempeln den Schwerpunkt gewiſſermaßen in dem Uebertragungsverfahren in der Flordopplung ſucht. Dieſe Uebertragungsverfahren ſind daher in neuerer Zeit beſonders durchgebildet worden. Eine ſehr gute Zuſammenſtellung, kritiſch ſcharf beleuchtet, findet ſich in [9]. Die Wolle wird entweder als Pelz (Vlies oder Watte) oder als Band übertragen, wobei wiederum die Faſerlage längs, quer oder diagonal ſein kann. Für die Beurteilung einer Uebertragungseinrichtung muß in erſter Linie die Eigenſchaft einer ausreichenden Vergleichmäßigung (Dopplung) in Betracht gezogen werden.

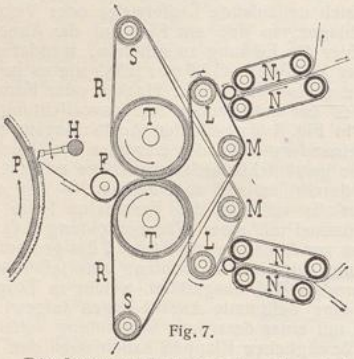


Fig. 7.

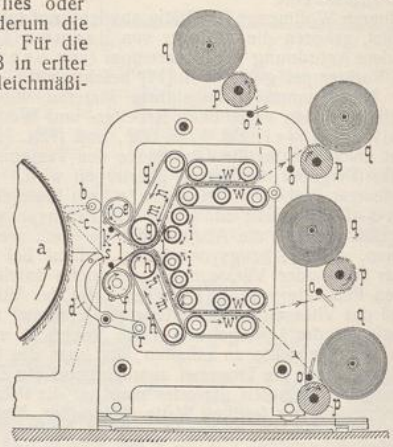


Fig. 6.

Die Lockenkrempel, auf welcher früher das Vorgeſpinſt in Geſtalt von aneinander zu ſtückelnden Locken hergeſtellt wurde, war im weſentlichen wie die Pelzkrempel konſtruiert, nur zeigte der Peigneur ſtreifenweiſen Belag durch einzelne den Mantellinien nach aufgezogene Kratzenblätter. Die Lockenkrempel findet nur noch vereinzelt bei Angora- und ähnlichen Wollen, welche infolge ihrer Glätte der Nitſchelung (Würgeln) auf der Vorſpinnkrempel Widerſtand leiſten, ſowie noch bei ſehr grobem Spinngute Verwendung.

Bei den Vorſpinnkrempeln, die heutzutage faſt ausnahmslos Anwendung finden, iſt der Peigneur vollſtändig mit Beſchlag verſehen, und es wird der Flor in zuſammenhängender Breite durch den Hacker abgelöſt, worauf er durch eine Reihe von kreisrunden umlaufenden Scheiben oder durch eine Reihe von Kreisſcheren oder Bandſcheren in Streifen geteilt wird (Continue). Ueber die Entwicklungsgeſchichte der Florteiler vgl. [19]. Aus der überaus großen Anzahl dieſer Florteiler ſeien nur folgende beſonders kennzeichnende hervorgehoben, und zwar ein Stahlband- oder Federflorteiler, ein Riemchenflorteiler mit einem Riemen für jeden Vorgarnfaden und ein ſolcher mit nur einem Riemen für alle Vorgarnfäden. Das Verfahren iſt bei allen drei im weſentlichen dasſelbe: Der von der Kammwalze (Peigneur) kommende Flor wird zwiſchen zwei Walzen (Teilwalzen) geleitet und durch S-förmig gekrümmte, auf der Berührungslinie der Teilwalze ſich ſcherenartig kreuzende parallelkantige Streifen derart geteilt, daß die entſtehenden Florſtreifen abwechſelnd nach oben und unten gewieſen werden. In den Würgel- (Frottier- oder Nitſchel-) Werken werden die Florſtreifen dann zu rundlichen Vorgarnfäden zuſammengewürgelt und endlich auf die Vorgarnſpulen aufgewickelt. Benutzt man als teilende Streifen einen Roſt aus feſtſtehenden Stahlbändern (Klingen, Federn), ſo ſetzen ſich an der Kreuzungsſtelle Wollfaſern, Oel und Schmutz an, welche die Vorgarnfäden zeitweiſe verunreinigen. Dieſer Fehler wird dadurch vermieden, daß man den Stahlklingen eine langſam hin und her gehende Längsbewegung erteilt. Fig. 6 zeigt die Bauart dieſes Florteilers (Bolette) [20]. Der von der Abnehmerwalze *a* kommende Flor *c* wird durch die Stahlklingen *k l* geteilt. Der eine Teil der Bändchen wird durch *l* gezwungen, nach oben zwiſchen die Nitſchelhoſen *g' w w'* zu

gehen, während die andre Hälfte durch *k* an die untere Hofe *h'* angelegt und dann zwiſchen *h' w w'* gewürgelt wird. *o* ſind die gewürgelten Vorgarnfäden, welche auf die Vorgarnſpulen *q* unter Zuhilfenahme der Wickelwalzen *p* aufgewickelt werden. Die Nitſchelung der Vorgarnfäden wird dadurch erzielt, daß beide Hofen des Nitſchelwerkes *w w'* in der Richtung ihrer Walzenachſen Hin- und Hergang erhalten. Der Stahlbandflorteiler, bei welchem eine Verſchiebung des Florſtreifens gegenüber den Stahlklingen eintritt, eignet ſich mehr für kurze Wollen und Kunſtwollen, während der Riemchenflorteiler ſich in richtiger Ausführung für alle Wollen eignet. Die benutzten Riemchenzüge ſind außerordentlich mannigfaltig. Fig. 7 veranſchaulicht den von Martin in Verviers angegebenen Riemchenzug [21]. Der von der Kammwalze *P* durch den Hacker *H* abgekämmte Flor wird durch die Walze *F* zwiſchen die Teilwalzen *T* geleitet. Die an den Teilwalzen *T* anliegenden Riemchen *R* gehen ſenkrecht zu den Leitwalzen *L*, geben auf dem Wege zu den zweiten Leitwalzen *M* die Florbändchen an die Nitſchelzeuge $N N_1$ ab und ſind in dem Rückgange zu den Teilwalzen zwiſchen den Walzen *M* und den in der angegebenen Pfeilrichtung zu verſtellenden Spannwalzen *S* halb geſchränkt, ſo daß die Mitte der Schränkung gerade in den ſenkrechten Lauf des andern kreuzenden Riemchens fällt und ſo die zurückgehenden Riemchen die frei auf dem Riemchen liegenden Florbändchen nicht mitnehmen können. Hier ſind alſo ſo viel Riemchen vorhanden, als Florbänder erzeugt werden ſollen (40—120). Die Zahl der Riemen läßt ſich vermindern und ſogar auf einen einzigen zurückführen [22]. Auch die Würgelwerke haben mannigfache Durchbildung erlitten bezüglich ihrer Anordnung und bezüglich der Stoffe und Oberflächenbeſchaffenheit ihrer Würgelvorrichtungen; ebenſo ſind verſchiedene Verbeſſerungen an den Aufwickelvorrichtungen des Vorgarnes zu verzeichnen [23]. Die Erzielung mehrfarbiger Geſpinſte kann auch auf der Vorſpinnkrempel erfolgen. Entweder kann die Zuführung der zugemiſchten Wollen ſtetig (melierte, plattierte Garne) oder abſetzend erfolgen (geflammte Garne) [24]. Sogenannte Blafengarne laſſen ſich auch dadurch erzeugen, daß der Abſtand von Tambour und Peigneur in beſtimmten Zwiſchenräumen ſelbſttätig geändert wird [25]. Eine Verfeinerung des von dem Florteiler gelieferten Vorgarnes unter Erteilung von bleibendem Draht vor dem Feinſpinnen findet nur ſelten ſtatt, und dienen dazu Maſchinen, welche den zum Feinſpinnen benutzten gleichen.

Feinſpinnen [26]. Das grobe, wenig oder gar nicht gedrehte und daher ſehr lockere Vorgeſpinſt wird auf der Feinſpinnmaſchine durch abermaliges Ausziehen und ſtärkeres Drehen (Drahtgeben) in Garn verwandelt; es erfolgt dies hauptſächlich auf der ſogenannten Mulemaſchine (Zylinderjenny und Streichgarnſelbſtſpinner), und in den letzten Jahrzehnten hat man auch gelernt, die Abarten der Watermaſchine (Ringſpinnmaſchine u. ſ. w.) zum Spinnen von Streichgarn zu verwenden. Die Zylinderjenny und der Selbſtſpinner (Selfaktor) für Streichgarn unterſcheiden ſich von den in der Baumwollſpinnerei verwendeten (vgl. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 614) durch: 1. Fehlen des Streckwerkes (das durch Lieferwalzen erſetzt iſt); 2. veränderliche Geſchwindigkeit des Wagens während der Ausfahrt (ſtatt der gleichmäßigen); 3. veränderliche Geſchwindigkeit der Spindeln während der Drahtgebung. Das Spinnen vollzieht ſich bei der Streichgarnjenny und dem Selbſtſpinner folgendermaßen:

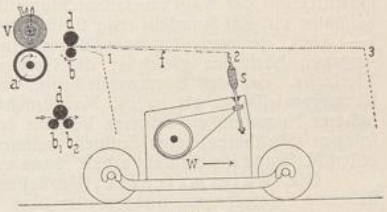
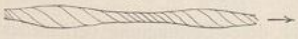


Fig. 8.

1. Abſchnitt eines Wagenſpieles. Die Lieferwalzen (Abtreibtrommeln *a*, Zylinder *b*, Fig. 8) liefern Vorgarn, während der Wagen *w* um ein Viertel bis drei Viertel ſeines 1,64 bis 1,85 bis 2,1 m betragenden Weges herausfährt (z. B. Strecke 1—2 in Figur) Die Wagengeſchwindigkeit iſt hierbei gleichförmig und nur wenig größer als die Geſchwindigkeit der Lieferwalzen, damit das Garn nicht ſchlaff wird. Die Spindeln laufen (bei den Selbſtſpinnern) mit nur 1350—1500 minutlichen Umdrehungen (erſte Spindelgeſchwindigkeit).

2. Abſchnitt. Die Lieferwalzen ſtehen ſtill (Zylinderausſchluß); der Wagen durchläuft den Reſt ſeines Weges während der Ausfahrt (Strecke 2—3 der Figur) mit abnehmender Geſchwindigkeit und verzieht das Garn auf die erforderliche Feinheit (Wagenverzug); die Spindeln laufen mit etwa 3000—3500 minutlichen Umdrehungen nach gleicher Richtung. Bei dem Verſpinnen der Streichwolle läßt ſich der Verzug durch ein Streckwerk, wie es bei Baumwolle und Kammwolle angewendet wird, alſo durch mehrere Streckwalzenpaare hintereinander, nicht ausführen, da jede Länge des Vorgarnes, gleichviel ob dicker oder dünner, um gleichviel verzogen würde; man erhält damit ein unſchönes ſpitzes und nicht volles Garn, weil das Vorgarn ungleichmäßig ſtark iſt. Bei dem Verſpinnen von Krempelvorgarn (Continuevorgarn), welches durch Teilen eines Flores in Längsſtreifen entſtanden iſt, muß das Strecken bei gleichzeitiger Drahtgebung erfolgen, wodurch Ungleichheiten beſeitigt oder wenigſtens ſtark gemildert werden; deshalb geſchieht das Strecken allein durch Wagenverzug. Damit hierbei die Haare aneinander gleiten, darf der Faden während der Vorgarnlieferung nur ſchwachen Draht erhalten; die Spindeln laufen mit geringer, der erſten Geſchwindigkeit. Während des Wagenauszuges iſt dagegen ein ſchärferes Zuſammendrehen erforderlich, ſollen die Fäden nicht reißen; anderſeits darf aber auch der gegebene Draht das Verziehen nicht unmöglich machen; die Spindeln erhalten die zweite Geſchwindigkeit. Da nun die Verzugsfähigkeit mit zunehmendem Drahte abnimmt, läßt man den Wagen mit abnehmender Geſchwindigkeit ausfahren, was durch Abnahme des Halbmeſſers der Wagenauszugsſchnecke erreicht wird. In dieſem Abſchnitte des Wagenſpieles erhält der Faden höhere Gleichmäßigkeit dadurch, daß der Draht ſich zunächſt auf die ſchwächeren Stellen, die dem Zuſammendrehen weniger Widerſtand leiſten, ſtürzt (Fig. 9) und deren


Fig. 9.

weiteres Verziehen ſo lange hindert, bis die benachbarten dickeren (dehnbareren) Stellen auf gleiche Feinheit gelangt ſind. Außerdem befindet ſich der Faden bei der Drahtgebung in lebhafter Erzitterung, hervorgerufen durch das Abſpringen von der Spindelſpitze bei jeder Umdrehung. Auch dadurch wird das Vergleichmäßigen begünſtigt, denn jeder Ruck wirkt verziehend auf die dickeren, dehnbareren Stellen.

3. Abſchnitt. Der Wagen ſteht, außen angekommen, ſtill, die Spindeln laufen mit der zweiten Geſchwindigkeit weiter oder erhalten 4500—6000 Umdrehungen (dritte Spindelgeſchwindigkeit) und geben dem Faden den Nachdraht. Erhält das Garn ſcharfe Drehung, muß der Wagen am Ende dieſes Spielabſchnittes eine der Fadenverkürzung entſprechend kleine Strecke — bis 60 mm — einfahren (Wagenrückgang), um das Reißen der Fäden zu vermeiden.

4. Abſchnitt. Rückdrehung der Spindeln und Abſchlagen.

5. Abſchnitt. Wageneinfahrt und Aufwinden der geſponnenen Garnlänge iſt wie bei dem Baumwollſelbſtſpinner (Bd. 1, S. 616). Die Kötzer werden auf Blechſpulen (Pfeifen), Papierhülſen (Tütchen, Duteln), gezogenen Aluminiumhülſen, Spindelhoſen aus Gewebe oder auf nackter Spindel gebildet. Bei der Zylinderjenny beſorgte der Spinner die Rückdrehung der Spindeln, das Abſchlagen, die Führung des Aufwinders während der Einfahrt und dieſe ſelbſt. Der Selbſtſpinner (Selfaktor) führt alle jene Bewegungen ohne Zutun des Arbeiters aus. Vorgarnlieferung und Spindeldrehungen ſind während der verſchiedenen Spielabſchnitte regelbar, um verſchiedene Nummern mit verſchiedenem Draht ſpinnen, um immer das günſtigſte, von der Beſchaffenheit der Wolle abhängige Verhältnis zwiſchen Verzug und Drehung herſtellen zu können.

Ueber die Entwicklung des Streichgarnſelbſtſpinners findet man Ausführliches in [27], gute Beſchreibung und zeichneriſche Darſtellung in [28]. Die neuerdings angebrachten Verbeſſerungen beziehen ſich hauptſächlich auf die dreifache Spindelgeſchwindigkeit, welche entweder ſtufenweiſe ſich ändert oder welche während des Streckens ſtetig zunimmt, ferner auf die abgeſtufte Bewegung der Ausfahrtsſchnecke, auf gegliederte Aufwindeſchienen. Um beliebig rechts oder links gedrehtes Garn erzeugen zu können, hat man für die Spindeltriebwelle beſondere Wendegetriebe angeordnet. Man hat ferner die Bewegung der Lieferwalzen abhängig von der Wagenbewegung gemacht (kombinierte Zylinder- und Wagenbewegung), um die Ausfahrtsſchnecke beliebig geſtalten zu können; damit hierbei die Wagenſeile nicht beanſprucht werden, wendet man beſondere Reibungskupplungen an. Die Leiſtung hat man dadurch zu erhöhen verſucht, daß man Streckwalzenverzug und Wagenverzug vereinigt u. ſ. w. Die Leiſtung der Selbſtſpinner iſt natürlich abhängig von der Drahtgebung, welche für die verſchiedenen Garnnummern und Sorten verſchieden iſt. Bei 250 minutlichen Umdrehungen des Betriebsvorgeleges werden für mittlere Verhältniſſe bis zu drei Auszügen in der Minute vollführt. Die Spindelteilung wird genommen zu 47 (2″ fächſiſch) bis 59 mm ($2\frac{1}{2}$″), die Spindelanzahl zu 240—540; die Länge des Selbſtſpinners kann aus der Spindelanzahl und Teilung berechnet werden, wobei aber als unveränderliche Länge für Mittelbock (Headſtock) und Seitenböcke 1,57 m zu berückſichtigen iſt. Die Antriebwelle kann entweder rechtwinklig oder gleichgerichtet mit der Wagenausfahrtrichtung liegen. Als Kraftbedarf kann man annehmen für einen Selfaktor mit 400 Spindeln etwa 2 PS., für eine Ringſpinnmaſchine (métier fixe) mit 200 Spindeln 1—1,5 PS., je nach den Spindelgeſchwindigkeiten. Der Wagenverzug iſt nach den früheren Angaben höchſtens gleich 4; die Garnnummer erhöht ſich alſo im günſtigſten Falle um das Vierfache. Bei den Baumwollſelbſtſpinnern beträgt der Streckwalzenverzug bis 10, bei dem Kammgarnſelfaktor bis zu 14. Man erſieht ſomit, daß in der Streichgarnſpinnerei zur Erzielung höherer Nummern ein feineres Vorgarn erforderlich iſt, andernfalls muß man zu dem Zweimalſpinnen (Sürfilieren) ſeine Zuflucht nehmen. Dabei wird ſo verfahren, daß das Garn auf der erſten Maſchine Rechtsdraht erhält, wenn es auf der zweiten links geſponnen wird und umgekehrt.

Die Watermaſchine (Droſſelmaſchine, throstle) als Ringſpinnmaſchine (feſtſtehende Feinſpinnmaſchine, métier fixe) weicht in ihrer Anwendung zur Streichwollſpinnerei von der gleichnamigen Spinnmaſchine für Baumwolle (Bd. 1, S. 613) ziemlich bedeutend ab. Uebereinſtimmung iſt vorhanden in Anſehung der Beſchaffenheit, Aufſtellung und Wirkungsweiſe der Spindeln; verſchieden aber iſt das Streckwerk, denn dieſes hat — einſchließlich der Zugabe eines raſch umlaufenden Röhrchens für jeden Faden — nur zwei Paar Streckwalzen, deren Streckweite etwa 450—700 mm beträgt. Das Vorgeſpinſt wird auf das Zwei- bis Zehnfache geſtreckt (verzogen). Beſonders verdient gemacht um die Ausbildung dieſer Bauart hat ſich C. Martin in Verviers [29]. Die Vorteile der Ringſpinnmaſchine gegenüber dem Selbſtſpinner beſtehen in ſchnellerem Spinnen (da kein Einfahren des Wagens das Spinnen unterbricht) und geringerem Raumbedarf. Als Mangel iſt dagegen anzuführen: größerer Kraftbetrieb, bedingt durch die Bewegung der Streck- und Einzugswalzen, der Röhrchen und der ſchwereren Spindeln [30]. Statt des Röhrchens hat man auch periodiſches Abheben der Vorderdruckwalzen benutzt.

In neueſter Zeit ſind zum Spinnen namentlich ſtärkerer Garne (bis Nr. 4 engliſch) aus Wolle, Kunſtwolle, Baumwollabfall, Baumwolle, Aſbeſt u. ſ. w. kontinuierliche, die Produktion des Selfaktors übertreffende Spinnmaſchinen in Aufnahme gekommen, bei welchen das Vorgarn in Geſtalt von Wickeln in rotierende Kapſeln eingelegt iſt. Der ganze Vorratsbehälter mit dem Vorgarn dreht ſich, während dieſes durch Abzugs- bezw. Streckwalzen herausgezogen und in Spulenform aufgewickelt wird (gewiſſermaßen umgekehrt wie bei der Banc Abegg). Für die Herſtellung ſtarker, loſe gedrehter Garne ohne Verſtreckung genügt alſo ein Abzugswerk, welches zur Erzeugung feinerer Garne durch ein Streckwerk erſetzt wird [31]. Die Aufwindung des Spinngutes geſchieht entweder in ſogenannten Schlauchkops, d. h. Kötzern, welche ohne Spindel in die Webſchützen eingelegt und von innen heraus abgeſchoſſen werden (Schlauchkopsſpinnmaſchine) oder in Form von Kreuzſpulen.

Die Stärke der Drehung bei Streichwollgeſpinſten iſt nach deren Beſtimmung verſchieden. Als Regel für Garn zu Tuch und Fries kann man aber annehmen, daß der Kette etwa doppelt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo viel Draht gegeben wird als dem Schuß (Schuß vielfach Linksdraht). Drückt N aus, wieviel Kilometer Garn auf 1 kg gehen (metriſche Nummer), ſo iſt die Anzahl der Drehungen auf 1″ oder 25 mm = $2{,}6\sqrt{N}$ für Kette und $1{,}3\sqrt{N}$ für Schuß oder für 1 m $100\sqrt{N}$ bezw. $50\sqrt{N}$. Streichwollenen Geſpinſten zu Stoffen, die nicht gewalkt und verfilzt werden, gibt man eine ſchärfere Drehung, namentlich den Einſchußgarnen. Ebenſo müſſen Garne aus Lumpenwolle ſtärker gedreht werden als ſolche aus natürlicher (längerer) Wolle.

Das **Zwirnen** der Streichgarne erfolgt auf der Mule- oder Waterzwirnmaſchine; im letzteren Falle findet ſowohl die Flügel- als die Ringzwirnmaſchine Verwendung (vielfach 120 Spindeln).

Gefilztes Garn (Filzgarn). Es iſt der Verſuch gemacht worden, Garn aus Streichwolle mit Erſparung des Feinſpinnens dadurch herzuſtellen, daß man Vorgeſpinſt auf einer Filzmaſchine [32] — einem mehrfachen Würgelzeuge — ſtrecken und unter gleichzeitiger Einwirkung von Näſſe und Wärme mit ſtarkem Drucke rollen ließ.

Das **Abhaſpeln** der Garne geſchieht auf einem Haſpel, der zu 12, 20 oder mehr Gängen eingerichtet iſt (ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 619). Die Länge und Einteilung der Strähne oder Stücke iſt in verſchiedenen Ländern und Fabriken nicht übereinſtimmend, doch gewinnt die metriſche oder internationale Numerierung immer mehr Anhänger. Bei dieſer gibt die Nummer an, wieviel Strähne zu 1 km 1 kg wiegen. Haſpelumfang 1,37 m oder 1,25 m, dementſprechend 1 Strähn = 10 Gebind = 730 Fäden = 1000 m oder 1 Strähn = 10 Gebind = 800 Fäden = 1000 m. Vergleichende Zuſammenſtellungen der verſchiedenen noch gebräuchlichen Garnmaße finden ſich in [33].

Vigogne- und Imitatgarne. Sehr oft wird Schafwolle mit Baumwolle vermiſcht, hauptſächlich zur Erreichung eines billigeren Erzeugniſſes. Dieſe Garne bezeichnet man mit dem Namen Vigogne. Anfänglich fügte man der Schafwolle 5, dann 10, 15, ſpäter bis zu 50% Baumwolle bei, und heute kommen Garne vor, welche 70, 80, 90, ja 95% Baumwolle aufweiſen. Die Menge der beigemiſchten Baumwolle läßt ſich leicht beſtimmen, indem man aus einer abgewogenen Menge Vigogne die Wolle mit Kochen von Kalilauge herauslöſt; die zurückbleibende Baumwolle wird ausgewaſchen, getrocknet und wieder gewogen [34]. Die in jüngſter Zeit viel begehrten Imitatgarne beſtehen nur aus Baumwolle. Die Herſtellung dieſer Garne erfolgt wie die des Streichgarnes; es wird das Spinngut ebenfalls gefärbt und vor dem Krempeln desſelben findet das benötigte Miſchen der Farben und Sorten ſtatt. Von dem Vigognegarn wie von dem Imitatgarn verlangt man das gekräuſelte und mooſige Ausſehen, das dem Streichgarn eigen iſt; es weicht in dieſer Beziehung alſo von dem gewöhnlichen Baumwollgarn ab. Die Vigognegarne ſpinnt man meiſt in den metriſchen Nummern 17 bis 21 (20 bis 24 ſächſiſcher Weife); doch kommt es in den Nummern 5 bis 27,5 (8 bis 32 ſächſiſch) vor. Ueber die Behandlung und zweckmäßige Verwertung der Abfälle in der Streich- und Kunſtwollengarnſpinnerei vgl. [35].

Kunſtwolle (Lumpenwolle), das iſt aus neuen oder getragenen Lumpen oder aus Spinnerei- und Webereiabgängen wiedergewonnene Wolle (vgl. Spinnfafern), wird wie Streichwolle, namentlich auf Einſchußgarne verarbeitet. Für ſich allein laſſen ſich nur die längſten Sorten der Lumpenwolle (zu grobem Einſchußgarn) verſpinnen; in den vielfältig verarbeiteten Gemengen aus neuer (natürlicher) Wolle und Lumpenwolle beträgt letztere oft 75—90% des Geſamtgewichtes. Meiſtens teilt man die Kunſtwolle ein in Shoddy, Alpaca und Mungo. Shoddy wird aus reinen ungewalkten Schafwollwebſtoffen, aus rein ſchafwollenen Wirkwaren (Trikotagen, Strümpfen) und aus nicht gefcherten Stoffen (z. B. Lama) gewonnen. Alpaca (auch Extrakt genannt) gewinnt man aus denſelben Geweben (Lumpen), wenn dieſelben noch pflanzliche Faſern enthalten. Die letzteren können nur durch Karboniſierungsverfahren entfernt werden. Mungo wird aus tuchartigen gewalkten Geweben erzeugt, deshalb kurzfaſerig. In neueſter Zeit wird ſogar aus den baumwollenen Strümpfen die Baumwolle wieder gewonnen und als Putzwolle verwendet. Kurze Shoddy und Mungo kann nur in Verbindung mit Naturwolle verſponnen werden, und namentlich das innige Miſchen mit Mungo verurſacht einige Schwierigkeit, da letztere leicht verklumpt. Zum Miſchen benutzt man beſondere Reißkrempeln. Zuſammenſtellungen von Maſchinen u. ſ. w. zur Kunſtwollfabrikation finden ſich in [36].

Maſchinen für Streichgarnſpinnereien bauen u. a. in Aue Ernſt Geßner, in Bielitz (Oeſterr.-Schleſien) G. Joſephys Erben, in Chemnitz (Sachſen) Sächſiſche Maſchinenfabrik, Oskar Schimmel & Co., Wiedes Maſchinenfabrik, in Werdau J. C. Bohle, C. F. Schwalbe.

Literatur: [1] Hartig, E., Verſuche über den Kraftbedarf der Maſchinen in der Streichgarnſpinnerei und Tuchfabrikation, Leipzig 1864; Grothe, H., Streichgarnſpinnerei und Kunſtwollinduſtrie, Berlin 1876; Löbner, Otto, Praktiſche Erfahrungen aus der Tuch- und Buckskinfabrikation, Bd. 1: Wolle. Wollwäſcherei, Färberei; Bd. 2: Krempelei, Spinnerei, Weberei, Grünberg 1891; Müller, Ernſt, Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 331 ff.; Hennig, E., Die Streichgarn- und Kunſtwollſpinnerei in ihrer gegenwärtigen Geſtalt, Berlin 1894; Rohn, G., Beitrag zur Technologie der Streichgarnſpinnerei, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 250 ff.; Schaarſchmidt, Der Vigogne- und Streichgarnſpinner, Leipzig 1907; Prieſtman, Principles of woollen spinning, London 1908; Zipſer, Die textilen Rohmaterialien und ihre Verarbeitung zu Geſpinſten, Wien und Leipzig 1909. — [2] Grothe, Streichgarnſpinnerei, Bd. 1, S. 139; Löbner, a. a. O., Bd. 1, S. 125; Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1897, S. 206; Oeſterr. Wollen- u. Leinenindſtrie 1909, S. 786. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 653. — [4] Grothe, Streichgarnſpinnerei, S. 167; Oeſterr. Wollen- u. Leinenindſtrie 1908, S. 1197. — [5] Prakt. Maſchinenkonſtrukteur 1884, S. 358; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 652; ebend. 1898, S. 1383; Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1894, S. 554; 1895, S. 644; 1899, S. 634. — [6] Ebend. 1896, S. 632. — [7] Uhlands techniſche Rundſchau, Gr. III, 1898, Nr. 6, S. 44. — [8] Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1897, S. 198; Oeſterr. Wollen- u. Leinenindſtrie 1908, S. 1475. — [9] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1894, S. 250; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1894, S. 100. — [10] D.R.P. Nr. 3230, 5946, 6378, 17319, 32546, 35521, 35650, 37030, 39543, 60911, 61828, 64211, 65992, 67235, 91045; Dingl. Polyt. Journ. 1873, Bd. 210, S. 169, 249; 1879, Bd. 234, S. 184; 1880, Bd. 238, S. 39; 1883, Bd. 247, S. 276; Bd. 249, S. 206; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, S. 62; 1890, S. 1001; 1892, S. 323, 589; 1894, S. 674. — [11] D.R.P. Nr. 96447; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1898, S. 224. — [12] Haußner, Theorie des Krempelns, in Dingl. Polyt. Journ. 1897, Bd. 305, S. 58; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1898, S. 73. — [13] D.R.P. Nr. 64763; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1895, S. 528. — [14] D.R.P. Nr. 8064. — [15] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, S. 63; D.R.P. Nr. 11868, 33280; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1897, S. 198. — [16] Preisabhandlung von Rohn: „Der Krempelprozeß in bezug auf Verbesserungsfähigkeit", Wollengewerbe 1883, S. 1453. — [17] Verhandl. d. Gewerbfleißvereins 1864, S. 99; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, S. 63. — [18] Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 252, S. 315. — [19] Rohn, Entwicklungsgeschichte des Florteilers, Verhandl. d. Gewerbfleißvereins 1883, 1884; Hartig, in Civiling. 1886, Heft 7; derf., Studien in der Praxis des K. Patentamts, Leipzig 1890, S. 263; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1895, S. 583; 1896, S. 65, 173; 1897, S. 328, 669; 1898, S. 153. — [20] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, S. 71. — [21] Ebend. 1890, S. 1000. — [22] D.R.P. Nr. 7664. — [23] Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 291, S. 10; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1897, S. 394, 669. — [24] Dingl. Polyt. Journ. 1880, Bd. 238, S. 42; 1891, Bd. 282, S. 7; Löbner, a. a. O., Bd. 2, S. 190, 299, 308; D.R.P. Nr. 44558, 45653, 46909, 97565. — [25] Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1896, S. 127. — [26] Der Vor- und Feinspinnprozeß in der Streichgarnspinnerei, Preisarbeit, Das deutsche Wollengewerbe 1884, S. 161; danach Löbner, a. a. O., Bd. 2, S. 398. — [27] Grothe, Technologie der Gespinstfasern, Bd. 1, S. 601—727. — [28] Schimmels Patentstreichgarnselfaktor, Berlin 1894; Patentstreichgarnselfaktor von G. Josephys Erben in Bielitz, Oesterr.-Schlesien (Selbstverlag). — [29] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874, S. 458; 1886, S. 108; Müller, E., Handbuch der Spinnerei, S. 378. — [30] Zeitschr. f. d. Textilindustrie 1908, S. 26; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1909, S. 63. — [31] Oskar Schimmels D.R.P. Nr. 91635; Dingl. Polyt. Journ. 1898, Bd. 308, S. 214. — [32] Verhandl. d. Gewerbfleißvereins 1864, S. 147. — [33] Tabelle von C. Kempf, Berlin O.; Hennig, Streichgarnspinnerei, S. 149. — [34] v. Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, Wien 1905; Leipziger Monatsschr. f. Textilindustrie 1897, S. 193. — [35] Ebend. 1898, S. 220. — [36] Grothe, Technologie der Gespinstfasern, Bd. 1, S. 209; Scheuerle, Die Fabrikation der Kunstwolle und der Karbonisationsprozeß, Preisarbeit, Das deutsche Wollengewerbe 1885, S. 157 ff.; Löbner, Die Karbonisation der Wolle, Gewebe, Lumpen u. s. w. und die Kunstwollfabrikation, Grünberg 1890; Uhlands praktischer Maschinenkonstrukteur 1892, Nr. 25, S. 217.

E. Müller.

Streichlinie, die neue, im alten Wasserlaufe liegende Uferlinie, welche durch die Flußregulierung erzielt werden soll; in derselben werden die Parallelwerke angeordnet oder bis zu derselben die Buhnen vom alten Ufer her erbaut. Vgl. a. Fallen und Streichen, Bd. 3, S. 594.

Streichmaschine, s. v. w. Kratzmaschine oder Krempel; s. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 600, Streichgarnspinnerei.

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

Streichschienen, Schienen neben den Fahrschienen innerhalb des Gleises, z. B. auf Wegübergängen zur Herstellung einer festen Spurrinne, in scharfen Bogen neben der niederen Fahrschiene, um Entgleisungen zu verhüten und die seitliche Abnutzung der äußeren Fahrschiene zu verringern; s. Leitschienen und Schutzschienen.

H. Kübler.

Streichschindel, s. v. w. Lehmschindel (s. d.).

Streichstangen (Streichbalken, Streichbäume), die in jeder Stockwerkshöhe der Gerüste, parallel zur Mauerflucht an den Standbäumen wagerecht befestigten Rundhölzer von mindestens 10 cm Durchmesser, die zur Längsverbindung des Gerüstes und zur Unterstützung der Netzriegel (s. d.) dienen; s. a. Baugerüst.

L. v. Willmann.

Streichstein (Probierstein), s. Kieselschiefer.

Streichwand, -wehr, s. Stauanlagen.

Streichwerk, s. Parallelwerk.

Streichwollgarn, s. Streichgarnspinnerei.

Streifbank, eine Türbank, die zwischen den Sockelsteinen der Türgewände eingelegt ist.

Sie bietet den Vorteil, daß sie, wenn ausgetreten, leicht durch eine neue ersetzt werden kann, was bei der Sohlbank (s. d.) nicht der Fall ist.

Weinbrenner.

Streifkasten dienen zur Reinigung der Rohrleitungen; es sind in die Leitung eingebaute Rohrstücke mit aufgeschraubten, abnehmbaren Deckeln, nach deren Wegnahme man mit Reinigungsvorrichtungen in das Innere der Rohrleitungen gelangen kann. Gewöhnlich werden die Streifkasten in zugänglich gemauerten Schachten untergebracht; ihre Anwendung ist aber eine sehr beschränkte. Bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vielen ſtädtiſchen Waſſerleitungen hat man von der Anlage ſolcher Streifkaſten ganz abgeſehen. *C. Blecken.*

Streifkeile, tangential an einem Bolzen liegende Keile (Bd. 5, S. 426, Fig. 4).

Streik, ſ. Arbeitseinſtellung.

Streppadura, lange italieniſche Hanfhede; vgl. Hanfſpinnerei.

Streudüſe, ſ. Zerſtäubungsvorrichtungen.

Streuung der Geſchoſſe, ſ. Balliſtik.

Streuung, magnetiſche, ſ. Dynamomaſchine.

Strich, ein Kennzeichen ähnlicher, beſonders metalliſcher Minerale bei ihrer Unterſcheidung, beruhend auf der Farbe, welche das Strichpulver beſitzt. Die Strichprobe wird erzeugt durch Reiben des Minerales auf einer weißen, nicht glaſierten Porzellanplatte. S. a. Goldproben. *Leppla.*

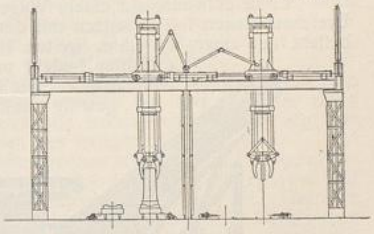
Strich, die Gradeinteilung der Kompaßroſe; 1 Strich = dem achten Teil von 90°. Vgl. Kompaß.

Stricken, Strickleier, -maſchine, ſ. Wirkerei.

Striktionslinie, auf einer windſchiefen Regelfläche der Ort der Punkte (Zentralpunkte), in welchen je eine Erzeugende der benachbarten Erzeugenden am meiſten genähert iſt. S. a. Momentanachſe, Bd. 6, S. 476.

Die Striktionslinie des Paraboloids $\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=z$ iſt die in der Ebene $\frac{x}{a^3}+\frac{y}{b^3}=0$ gelegene Parabel. Die Striktionslinie des Hyperboloids $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1$ wird durch die Fläche $\frac{a^2}{x^2}\left(\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}\right)^2+\frac{b^2}{y^2}\left(\frac{1}{c^2}+\frac{1}{a^2}\right)^2=\frac{c^2}{z^2}\left(\frac{1}{b^2}-\frac{1}{a^2}\right)^2$ ausgeſchnitten.

Literatur: Salmon, Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, II, 3. Aufl., Leipzig 1880, S. 291/92; Smolik, Die Striktionskurve und die entwickelbare aſymptotiſche Fläche einer windſchiefen Fläche, Budweis 1872. *Wölffing.*



Stripper dienen in Stahlwerken zum Abziehen der Kokillen (ſ. d.) von den Flußeiſenblöcken nach dem Erſtarren.

Sie beſitzen als weſentliche Teile einen mittleren Stempel zum Aufdrücken auf den Block und zwei Arme, die unter Anſätze an den Kokillen greifen. Durch Anheben der mit einem Hubwerk in Verbindung ſtehenden Arme findet das Abziehen der Kokille von dem ſtehenbleibenden Block ſtatt (ſ. die Figur). *A. Widmaier.*

Stripper (Wender), ſ. Wergſpinnerei.

Stroboſkop, ſ. Phänakiſtoſkop.

Strohbinder iſt eine Vorrichtung zur Erleichterung der weiteren Verwendung des aus der Dreſchmaſchine (ſ. d.) kommenden Strohs.

Das Stroh wird auf einem Tiſch aufgefangen und durch ähnliche Packer und Bindevorrichtungen zuſammengepreßt und gebunden, wie ſie bei den Garbebindmaſchinen (ſ. Mähmaſchinen) geſchieht. Neuerdings werden die Strohbinder durch die Strohpreſſen (ſ. d.) mehr und mehr verdrängt. *Wrobel.*

Strohdach, einfachſte und wohlfeilſte Dachdeckung ländlicher Gebäude; ſie bietet wirkſamſten Schutz gegen Kälte und Hitze und iſt undurchläſſig für Regen und Schnee; für den Landwirt vorteilhaft, weil er das nötige Material ſelbſt baut, und zum Decken nur einen einzigen geübten Mann nötig hat. Die Feuersgefahr dieſer Deckweiſe iſt eine ſehr große; letztere kann daher nur bei einzelſtehenden Gebäuden zur Ausführung gelangen. Zur Verminderung der Feuersgefahr kommt Lehm in Verbindung mit Stroh zur Anwendung (ſ. Lehmſchindel, Bd. 6, S. 117).

Die Dachneigung iſt gleich 1 : 1. Als Dachform wird das Walm- oder Halbwalm-

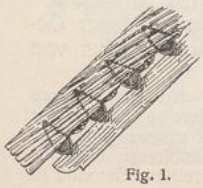


Fig. 1.



Fig. 2.

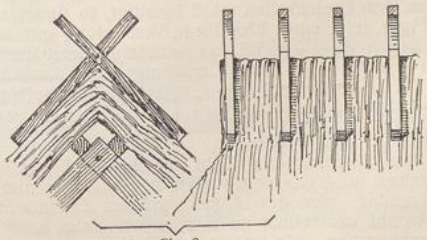


Fig. 3.

dach bevorzugt. Die Unterlage der 25—30 cm dicken Strohlage bilden Latten oder halbrunde Stangen, welche in 25—30 cm Weite auf den 1—1,30 m voneinander liegenden Sparren befeſtigt ſind. Die Halme werden, die Spitzen nach unten gekehrt, dreimal gebunden. Zuerſt werden die Trauffchöfe oder -ſchauben befeſtigt; dann die Deckſchöfe, welche, 12—15 cm dick, an 1,5—2,0 m lange Bandſtöcke oder Strohtaue gebunden werden. Dieſe Stöcke werden mit Bindweiden (in neuerer Zeit mit Draht) an die Lattung feſtgebunden (Fig. 1). Beſonders ſorgfältig ſind die rittlings aufwärts ſtehenden Firſtſchöfe zu befeſtigen, damit ſie nicht durch den Sturm weggeriſſen werden. Fig. 2 iſt im Schwarzwald gebräuchlich. In der norddeutſchen Tiefebene dienen hierfür ſogenannte Firſtböcke (Fig. 3) oder Flechtwerk oder ein halbrunder Wulſt aus Heidekraut, der mit Holznägeln befeſtigt wird [4]. Bei dieſer Art entſteht an den Enden der Firſte eine dreieckige Oeffnung (Fig. 4), zum Zwecke, dem Rauche aus dem Hausinnern Abzug zu geſtatten. Das Eindecken geſchieht auf dem Deckbaum, welcher, 4—6 m lang, von der Firſt aus mit Seilen befeſtigt iſt und allmählich von der Traufe bis zum Firſt aufwärts gezogen wird. Das eingedeckte Stück heißt ein Baumgang. Eine andre Art iſt die Eindeckung auf Leitern; ſie iſt jedoch ungenügend, weil nur Bahnen von 1—1,20 m Breite auf einmal gedeckt werden können. Zu 1 qm Strohdach ſind 4,5—5 Bund Stroh nötig. Die Dauer beträgt etwa 15 Jahre.



Fig. 4.

Literatur: [1] Gilly, Handbuch der Landbaukunſt, II, Braunſchweig 1822, S. 221. — [2] Breymann, Allgem. Baukonſtruktionslehre, Bd. 2, Konſtruktionen in Holz. — [3] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonſtruktionen, II. Zimmermannsarbeit, Berlin 1880. — [4] Das Bauernhaus im Deutſchen Reich und ſeinen Grenzgebieten, Dresden 1901/03. *Weinbrenner.*

Strohdeckennähmaſchine, ſ. Mattenflechtmaſchine.

Strohdeich, Deich, deſſen Außenböſchung durch Beſtickung mit Stroh befeſtigt iſt; ſ. Beſtickung, Bd. 1, S. 727.

Strohelevator oder Staker genannt, findet in der Landwirtſchaft Verwendung zum Vertikaltransport von Getreidegarben, Heu und Stroh beim Abladen oder Ausdruſch der erſteren.

Er iſt entweder auf einem Wagen montiert oder, wenn er nur zum Strohtransport beim Dreſchen dienen ſoll, vielfach mit der Dreſchmaſchine in Verbindung gebracht. Der Elevator beſteht aus einem ca. 1,5 m weiten Holztroge, der aus zwei durch Scharniere verbundenen Hälften beſteht und an dem Führungsrollen für zwei endloſe Ketten angebracht ſind, die auf gewiſſe Entfernung durch Querleiſten



verbunden ſind, die aufrecht ſtehende Zähne tragen. Am unteren Ende des Troges befindet ſich eine Blechmulde, durch deren Boden die Leiſten und Zähne treten können. Mittels einer Kurbel und zweier Zahnſtangen oder durch eine Kette läßt ſich der Elevator mehr oder weniger ſteil einſtellen, ſo daß das Material bis auf die Höhe von 5—9 m gefördert werden kann. Beim Antrieb, ſei es von der Dreſchmaſchine oder einem beſonderen Göpel aus, treten die mit Zähnen verſehenen Querleiſten in den Boden der Mulde, erfaſſen dort das Material und fördern es nach dem höchſten Punkt, von wo es abfällt und zu Haufen aufgeſetzt wird. Der Elevator kann in der Längsrichtung der Dreſchmaſchine wie nach beiden Seiten hin eingeſtellt werden. Für den Transport wird der Elevator möglichſt verkürzt, z. B. durch Uebereinanderſchieben der einzelnen Teile oder durch Umklappen der einen Hälfte auf die andre. Iſt der Elevator an dem Dreſchkaſten ſelbſt befeſtigt, ſo findet ein Umklappen auf die Dreſchmaſchine ſtatt. Die Figur zeigt einen Elevator in Verbindung mit der Dampfdreſchmaſchine. Der Kraftbedarf für den Betrieb iſt $^1/_2$—$^3/_4$ PS., an Arbeitern erſetzt der Staker 5—6 Perſonen, die Leiſtung iſt pro Stunde 14—20 t. — Je nach Abmeſſungen und Ausführung beträgt der Preis 590—1200 *M.* *Wrobel.*

Strohflechterei, Strohhutfabrikation, die Herſtellung verſchiedener Gebrauchsartikel, wie Körbchen, Teller, Stuhlſitze u. ſ. w., hauptſächlich aber von Hüten aus Stroh.

Flechtmaterial iſt in den meiſten Fällen Weizenſtroh, welches aber für den Zweck eigens gebaut und vor dem Reifen der Saat geerntet wird. In Italien, insbeſondere in der Provinz Toskana, wird der Halm in grünem Zuſtande mit nicht ausgereiften Aehren ausgezogen, eine Anzahl der Halme zu Bündeln vereinigt und dieſe einer Natur- oder Raſenbleiche ſo lange unterworfen, bis genügende Entfärbung eingetreten iſt. Stroh von ausgereiftem Getreide iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſpröde, ſchlecht oder gar nicht bleichbar und dient meiſt für farbige Geflechte. Nach dem Bleichen mit bekannten Bleichmitteln (Chlorkalk, ſchweflige Säure, Waſſerſtofffuperoxyd u. ſ. w.) werden die Halme bei den Knoten abgeſchnitten, nach der Stärke von Hand oder mittels beſonderer Vorrichtungen ſortiert und entweder ganz oder geſpalten gefärbt. Das Spalten geſchieht mittels beſonderer ſtählerner Schneidwerkzeuge (ſ. Spalten, S. 154) mit 3—10 kreisförmig angeordneten Schneiden, die in den Halm eingeſchoben und dann raſch durchgezogen werden, ſo daß man 3—10 Streifen erhält. Auch kann der Halm zuerſt in zwei gleichbreite Teile zerſchnitten werden, die man zwiſchen Plättwalzen einem Schneidekamm zuführt, der ſie in eine beſtimmte Anzahl Streifen zerlegt. Maßgebend für die Feinheit des herzuſtellenden Geflechtes iſt ebenſowohl die Beſchaffenheit des Strohes an und für ſich, als auch die Breite der Strohſtreifen. Für die Weiterverarbeitung werden die Strohſtreifen längere oder kürzere Zeit in Waſſer geweicht und dann von Hand zu einem Band oder einer kreisrunden Scheibe verflochten. Die einfachſte Art der Flechtung der Bänder wird mit drei Halmen ausgeführt, bei komplizierteren kommen 4, 5, 7, 8 bis 19 Halme in Anwendung, die teils gefärbt ſind, teils zur Bildung von Verzierungen dienen, während das Rundgeflecht mit 3—5 Halmen ausgeführt wird. Strohhüte werden aus den Bändern derart hergeſtellt, daß dieſe an- oder übereinander genäht werden, wobei man teilweiſe auch Formen benutzt; dann wird der Hut noch in Formen (heizbar) gepreßt, appretiert (gelatiniert oder lackiert) und endlich mit Futter und Aufputz verſehen. Beſonders feine Strohgeflechte liefern Italien (Florenz), dann Belgien, die Schweiz, mindere der Schwarzwald, Krain, China und Japan. — Namentlich zu Damenhüten werden auch auf dem Webſtuhl erzeugte Strohgewebe verwendet.

Literatur: Andés, L. E., Die Verarbeitung des Strohes, Wien 1898. *Andés.*

Strohpreſſe (Heupreſſe), findet Verwendung in der Landwirtſchaft (über Grünfutterpreſſen ſ. Enſilage, Bd. 3, S. 454).

Die Preſſe ſoll das Material ſtark zuſammengedrückt in Ballen von 50, höchſtens 100 kg und in einer Form liefern, daß es möglich iſt, den Faſſungsraum und die Tragfähigkeit eines Transportgerätes (Eiſenbahnwagen, Schiff u. ſ. w.) vollſtändig auszunutzen; außerdem ſoll ſich der Ballen bei der Verwendung wieder leicht auseinander nehmen laſſen. Beträgt der Faſſungsraum eines Waggons 31 cbm, die Tragkraft 100 m/Ztr., ſo muß der Kubikmeter mindeſtens 323 kg wiegen, es muß alſo z. B. das Heu, bei deſſen gewöhnlicher Lagerung man im Mittel 75 kg pro Kubikmeter rechnen kann, auf 1 : 4,3 ſeines Volumens gebracht werden, und damit der Ballen ſeine Form und das ihm durch die Preſſe gegebene Volumen beibehält, muß er noch unter der Preſſe mit ausgeglühtem Draht oder Stricken mehrfach gebunden werden.

Eine Heupreſſe für Handbetrieb mit Unterbrechung zeigt Fig. 1 (H. F. Eckert, A.-G., Berlin). Bei geöffnetem Deckel wird der Kaſten gefüllt, das Material feſtgetreten, hierauf der Deckel geſchloſſen. Durch Handhabung der beiden Hebel wird der Boden, welcher durch eine in Seitenſchlitzen geführte eiſerne Schiene verſtärkt iſt, nach aufwärts bis über die halbe Höhe des Kaſtens gehoben, hierauf werden die beiden Seitenwände herabgeſchlagen, es folgt das Binden und nach Auslöſung der Preſſe das Herausnehmen des fertigen Ballens.

Im Großbetrieb finden heute ausnahmslos die ununterbrochen arbeitenden Strohpreſſen Verwendung. Man unterſcheidet bei ihnen die Krummſtroh- oder Ballenpreſſen und die Lang- oder Glattſtrohpreſſen. Fig. 2 zeigt ein Beiſpiel der erſteren Art. Das von der Dreſchmaſchine kommende Stroh wird durch den auf und nieder ſchwingenden Packer dem Preßraum zugeführt und durch den hin und her gehenden Preßwagen ſchichtenweiſe in den Preßkanal hineingedrückt, in dem es die Form eines Stranges annimmt. Das Abteilen der Ballen, das früher mit Hilfe von Teilbrettern geſchah, welche in den Preßkanal in beſtimmten Abſtänden eingebracht wurden, geſchieht heute durch Nadeln, die von Hand durch den Kanal hindurchgeſtoßen werden, und gleichzeitig auch zum Hindurchführen des Bindematerials (Draht) dienen. — Bei den Glattſtrohpreſſen, bei denen geringere Drucke auftreten, verwendet man ausſchließlich Bindeſchnur, die durch die „Nadeln“ durch den Preßraum hindurchgeführt wird, und zwar entweder ganz ſelbſttätig oder nachdem die Sperrung derſelben von Hand gelöſt iſt. Für die letztere Anordnung vorbildlich geweſen iſt die Klingerſche Preſſe (Fig. 3). Das aus der Dreſchmaſchine kommende Stroh fällt auf den Transporttiſch und wird durch Greifer, die in der Transportrichtung durch Schlitze des Tiſches hindurchtreten und durch einen von dem Preßwagen auf und nieder bewegten Stopfer vor den Preßwagen gebracht. Iſt die zu einem

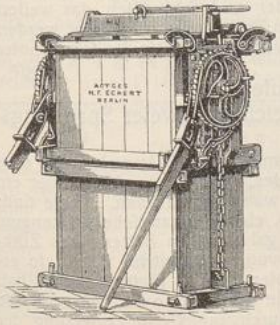


Fig. 1.

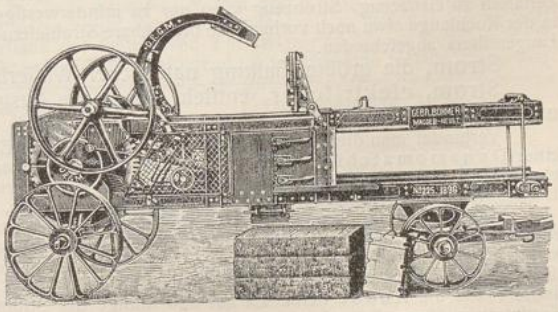


Fig. 2. Krummſtrohpreſſe.

Ballen genügende Menge Stroh zuſammengepreßt, ſo wird eine federnde Stütze von einem auf der Maſchine ſitzenden Jungen zurückgezogen, ſo daß der die Nadeln oder Stecheiſen tragende Bügel beim nächſten Leerhub des Preßwagens herabſinkt. Beim nächſten Vorgehen des letzteren werden die Nadeln, die inzwiſchen die Bindeſchnur gefaßt haben, in Form einer Schlinge durch den Packraum nach oben gezogen, und das Binden der Ballen erfolgt durch denſelben Arbeiter, der die Auslösvorrichtung für die Nadeln beſorgte. — Bei den ſelbſttätig arbeitenden Preſſen, von denen Fig. 4 eine Ausführung von Gebrüder Welger zeigt, bei der die Nadeln von unten durch den Preßſtrang hindurchtreten, wird das Durchführen derſelben im gegebenen Augenblick durch das ſogenannte Meßrad *b* bewirkt. Dieſes iſt ein mit Zacken in den Weg des Preßſtranges hineinragendes Rad, das beim allmählichen Vorwärtsſchieben desſelben gedreht wird, wobei einer der auf ihm angebrachten Stifte den Hebel *a* herunterdrückt, welcher dabei die Sperrung des Gewichtshebels *c* löſt, ſo daß letzterer dem durch den Bolzen *e* gehaltenen Nadelantrieb dd_1 ſeine Unterſtützung entzieht (ſ. ſtrichpunktierte Stellung), ſo daß ſich der Bolzen *f* der Stange *d* am Ende des Vorſchubes des Preßwagens in die Raſt s^1 der an letzterem befeſtigten Führung *s* einlegen kann. Beim Leerhub des Preßwagens wird dann das Geſtänge dd_1 mitgenommen und dadurch die Nadel *n* durch den Preßſtrang hindurchgeführt (D.R.P. Nr. 143 609). Die Knotenbildung erfolgt von Hand oder durch einen ſelbſttätigen Knotenknüpfer (in Fig. 4 mit *K* angedeutet), der in ſeiner Wirkung und Einrichtung dem bei den ſelbſtbindenden Mähmaſchinen (ſ. d.) verwendeten ähnlich iſt.

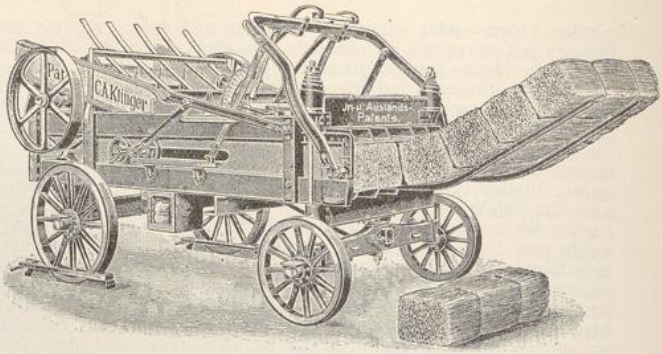


Fig. 3. Glattſtrohpreſſe.

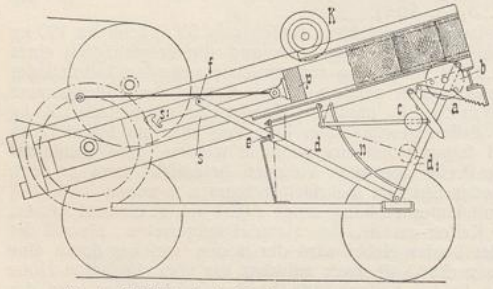


Fig. 4. Selbſtbindende Preſſe von Gebrüder Welger.

Ueber die Leiſtungen und den Kraftbedarf der Strohpreſſen gibt einen, wenn auch nicht allgemein gültigen Anhalt eine im Jahre 1904 von der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft veranſtaltete Prüfung, nach welcher zum Leerlauf bei den Preſſen von Klinger und Welger 0,96 bezw. 0,78 PS. und zum Preſſen von Weizenſtroh 2,54 bezw. 2,97 PS. gebraucht wurden.

Bezugsquellen: C. A. Klinger, Altſtadt-Stolpen; Gebr. Welger, Seehauſen und Wolfenbüttel; G. Schulz, Magdeburg-Neuſtadt; Gebr. Böhmer, Magdeburg; Badenia, Weinheim; Fr. Richter, Rathenow; H. Lanz, Mannheim, auf deren Kataloge wir verweiſen. *Wrobel.*

Strohſchüttler, ſ. Dreſchmaſchine.

Strohzeug (Strohſtoff), Surrogatſtoff für die Papierfabrikation.

Es wird meiſt in der Weiſe hergeſtellt, daß das gehäckſelte, vom Abfall (Kaff) befreite Stroh in gemauerten Bottichen mit Eſſigſäure gekocht, mit Natronlauge behandelt, dann gewaſchen und ſchließlich in Kollermühlen zerquetſcht oder in Holländern zerfafert wird; hierauf folgt ein Bleichen mit Chlorkalk oder neuerer Zeit mit Oxalſäure und darauf folgender Löſung von unterchlorigſaurer Magneſia im Bleichbottich oder Holländer und ſchließlich das weitere Zerfafern zu Ganzzeug. Strohzeug kann nur zu minderwertigem Packpapier verwendet werden. In der Kochlauge etwa noch vorhandene brauchbare Strohfafern werden mit Hilfe des ſogenannten Laugenfilters abgeſchieden. *Kraft.*

Strom, die größte Gattung natürlicher Waſſerläufe.

Strom, elektriſcher, entſteht durch die Ausgleichung zweier Spannungsunterſchiede (Potentialdifferenzen).

Verbindet man die Klemmen (Pole) eines galvaniſchen Elementes (ſ. Galvanismus) oder einer Dynamomaſchine (ſ. d.) durch einen Leiter miteinander, ſo fließt in dem Leiter ein elektriſcher Strom, den man nur durch ſeine Wirkungen wahrnehmen kann. Dieſe ſind: 1. chemiſche, 2. magnetiſche Wirkungen, 3. Wärmewirkungen, 4. elektrodynamiſche Wirkungen.

Stromrichtung. Verbindet man die beiden Pole einer galvaniſchen Batterie aus Zink-Kupfer-Elementen mit zwei Platinblechen, die in einer Löſung von Kupfervitriol ſtehen, ſo erkennt man nach kurzer Zeit, daß ſich ein Niederſchlag von Kupfer an der Platte gebildet hat, die mit dem Zinkpole der Batterie verbunden iſt. Man nennt ſie die Kathode, während die andre Platte die Anode heißt. Es hat alſo infolge des Stromdurchganges eine Zerſetzung der Kupfervitriollöſung ſtattgefunden und das Kupfer iſt zur Kathode gewandert. Dieſe Richtung,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in der das Metall wandert, wird als Stromrichtung bezeichnet, so daß der Strom vom Kupferpol der Batterie durch den Leiter zum Zinkpol fließt. Der Kupferpol heißt auch der positive und der Zinkpol der negative Pol der Batterie (s. Galvanismus).

Stromstärke. Alle Leiter zweiter Klasse werden durch den elektrischen Strom in ihre Bestandteile zersetzt nach dem Gesetz: Die zersetzten Bestandteile eines Elektrolyten sind der durch denselben hindurchgegangenen Stromstärke und der Zeit proportional. Als Stromstärke Eins wird diejenige Stromstärke angenommen, die imstande ist, aus einer Silberlösung in 1 Sekunde 1,118 mg Silber abzuscheiden; sie heißt 1 Ampère (1 *A*). Die von 1 *A* in 1 Sekunde abgeschiedene Menge wird das elektrochemische Aequivalent (Werte desselben s. Elektrolyse) genannt.

Elektrizitätsmenge. Das Produkt aus Stromstärke und Zeit nennt man Elektrizitätsmenge, und zwar heißt das Produkt 1 *A* × 1 Sekunde = 1 Coulomb (1 *Cb*); das Produkt 1 *A* × 1 Stunde = 1 Ampèrestunde. — Ist *G* die Niederschlagsmenge in Milligramm, *a* das elektrochemische Aequivalent des betreffenden Metalles, *J* die Stromstärke in *A* und *t* die Zeit in Sekunden, so ist $G = a\,J\,t$, woraus sich *J* berechnen läßt, wenn die übrigen Größen gemessen wurden. Nach dieser Methode wird der Strom gemessen, der durch den Leiter während einer bestimmten Zeit geflossen ist, aber die augenblickliche Stromstärke gibt sie nicht an.

Um den augenblicklich fließenden Strom zu messen, bedient man sich der magnetischen Wirkungen des Stromes. Wird ein Strom über eine Magnetnadel geleitet (Fig. 1), so zeigt diese einen Ausschlag, den man nach der Handregel (s. Elektromagnetismus) oder nach der Ampèreschen Schwimmregel bestimmen kann. Sie lautet: „Denkt man sich mit dem elektrischen Strome schwimmend und sieht dabei nach der Magnetnadel hin, so weicht deren Nordpol nach links aus.“ Steht der Nordpol fest, so wird der bewegliche, stromdurchflossene Leiter nach der entgegengesetzten Richtung abgelenkt. Auf diesem Prinzip sind die meisten Instrumente zum Messen des Stromes, die sogenannten Ampèremeter, aufgebaut.

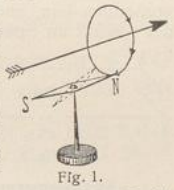


Fig. 1.

Fließt ein Strom durch einen dünnen Draht, so erwärmt er denselben, wodurch der Draht länger wird. Auf dieser Wärmewirkung beruht die Konstruktion der sogenannten Hitzdrahtinstrumente.

Auch die dynamischen Wirkungen des Stromes (s. Elektrodynamik), nach der sich zwei stromdurchflossene parallele Leiter anziehen, wenn ihre Ströme gleichgerichtet sind, sich dagegen abstoßen bei entgegengesetzter Richtung, wird zur Konstruktion von Ampèremetern benutzt. Bei allen Ampèremetern gibt ein Zeiger auf einer in Ampère geteilten Skala die Stärke des durch einen Leiter fließenden Stromes an (s. Meßinstrumente, elektrotechnische).

Ohmsches Gesetz. Die Stärke des Stromes hängt ab von der Größe des Spannungsunterschiedes der beiden Polklemmen der Stromquelle. Dieser Spannungsunterschied wird in Volt gemessen. Werden die Klemmen einer Stromquelle nacheinander durch verschiedene Leiter verbunden, so ist der Strom jedesmal ein andrer, was auf die Eigenschaft der Leiter führt, dem Durchgang des Stromes einen Widerstand entgegenzusetzen. Je größer der Widerstand, desto kleiner ist die Stromstärke. Ohm hat hierfür das nach ihm benannte Gesetz aufgestellt: Die Stromstärke ist dem Spannungsunterschied direkt und dem Gesamtwiderstand umgekehrt proportional.

Die Einheit des Widerstandes heißt 1 Ohm (Ω). Ist w der Widerstand des Leiters in Ohm, e der Spannungsunterschied in Volt, so ist $J = \frac{e}{w} A$. Soll sich dieses Gesetz nicht nur auf den zwischen die Polklemmen eingeschalteten Widerstand, sondern auf den ganzen geschlossenen Stromkreis beziehen, so muß an die Stelle des Spannungsunterschiedes die Ursache desselben, das ist die elektromotorische Kraft *E* der Stromquelle, gesetzt werden. Da diese aber gleichfalls einen Widerstand w_i besitzt, so heißt das Ohmsche Gesetz für einen geschlossenen Stromkreis $J = \frac{E}{w_i + w}$.

Widerstand. Versuche zeigen, daß der Widerstand eines Leiters mit der Länge direkt und dem Querschnitt umgekehrt proportional wächst. Ist w der Widerstand, l die Länge und q der Querschnitt des Leiters, so ist $w = \frac{c\,l}{q}$, wo c eine vom Material des Leiters abhängige Größe bezeichnet. Man erhält w in Ohm, wenn l in Metern und q in Quadratmillimetern ausgedrückt werden. Die Bedeutung von c ergibt sich, wenn man $l = 1$ m und $q = 1$ qmm setzt, zu $w = c$, d. h. es ist c der Widerstand des Leiters von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt. Er heißt der spezifische Widerstand und ist nachfolgend für verschiedene Metalle angegeben:

Metall	Spezifischer Widerstand *c* bei 15° C.	Temperaturkoeffizient *a*	Metall	Spezifischer Widerstand *c* bei 15° C.	Temperaturkoeffizient *a*
Aluminium . .	0,03—0,05	0,004	Nickelin . . .	0,43	0,00028
Blei	0,208	0,00387	Patentnickel*) .	0,342	0,00019
Eisen	0,10—0,12	0,0048	Platin, geglüht .	0,094	0,00243
Kohle	64	—	Queckfilber . .	0,95	0,0009
Kruppin . . .	0,8483	0,0007007	Silber, geglüht .	0,016	0,00377
Kupfer	0,0172	0,0038	Zink, gepreßt .	0,06	0,0037
Neufilber . . .	0,15—0,49	0,0002—0,0007	Zinn	0,14	0,0037

*) Von Baffe & Selve.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Widerstandsänderung. Der Widerstand eines Leiters ändert sich mit der Temperatur, und zwar ist die Widerstandszunahme proportional der Temperaturzunahme. Bezeichnet α diejenige Größe, um welche 1 Ohm bei 1° Temperaturerhöhung sich ändert, so nimmt ein Widerstand von w Ohm bei 1° um αw und bei t° Temperaturerhöhung um $w \alpha t$ Ohm zu, beträgt also jetzt $w + w \alpha t$. Ist w_t dieser Widerstand, so gilt $w_t = w(1 + \alpha t)$. α heißt der Temperaturkoeffizient. Er ist bei einigen Körpern, z. B. Kohle, negativ, d. h. der Widerstand nimmt mit der Erwärmung ab. — Bei allen Widerständen, die zu Meßzwecken dienen, sogenannten Rheostaten, muß die Temperatur angegeben sein, bei denen sie ihren Sollwert erreichen, damit man imstande ist, für eine andre Temperatur des Meßraumes auf den richtigen Widerstand zu reduzieren. (Vgl. a. Widerstand, elektrischer.)

Siemenseinheit. Vor der Einführung des Ohms als Einheit des Widerstandes rechnete man nach der von Siemens angegebenen und nach ihm benannten Einheit. Es ist das der Widerstand eines Quecksilberfadens von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt, während 1 Ohm der Widerstand eines Quecksilberfadens von 1 qmm Querschnitt und 1,063 m Länge ist, beide bestimmt bei 0°.

Spannungsverlust. Soll ein Strom von i *A* durch einen Widerstand w Ω hindurchgehen, so muß an den Enden dieses Widerstandes ein Spannungsunterschied (Potentialdifferenz) von e *V* vorhanden sein, und zwar ist $e = iw$. Ist w ein Teil des Widerstandes einer Leitung, so ist iw der Verlust an Spannung in demselben. Braucht man z. B. an den Enden einer Leitung, die einen Widerstand von 2 Ω besitzt, einen Strom von 10 *A*, so findet in der Leitung ein Spannungsverlust von $2 \cdot 10 = 20$ *V* statt. Herrscht an den Klemmen AB der Stromquelle, Fig. 2, eine Spannung von 120 *V*, so ist der Spannungsunterschied an den Klemmen $A'B'$ nur $120 - 20 = 100$ *V*. Fließt kein Strom durch die Leitung, so ist der Spannungsverlust Null, d. h. die Spannung zwischen A und B ist ebenso groß wie zwischen $A'B'$.

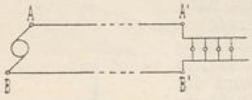


Fig. 2.

Spannungsmessung. Die obenerwähnten Meßinstrumente machen einen Zeigerausschlag, dessen Größe dem durchfließenden Strom entspricht, es sind also Ampèremeter. Da jedoch jedes Ampèremeter einen gewissen Widerstand w besitzt, so herrscht an seinen Klemmen ein Spannungsunterschied $e = iw$. Ist speziell w sehr groß, so nimmt das Produkt iw jeden beliebigen Wert an, und man kann die Skala anstatt in Ampère auch in Volt eichen. Instrumente dieser Art dienen dann als Voltmeter oder Spannungsmesser. Ist z. B. $w = 10000\ \Omega$ und $i = 0{,}01$ *A*, so ist $e = 0{,}01 \cdot 10000 = 100$ *V*, man schreibt auf die Skala dieses Instrumentes an diese Stelle nicht 0,01 *A*, sondern 100 *V*.

Stromverzweigung. Verzweigt sich ein Strom in mehrere Zweige, Fig. 3, deren Widerstände $w_1, w_2, w_3, \ldots$ sind, so kann man die Teilströme $i_1, i_2, i_3, \ldots$ nach dem Ohmschen Gesetz bestimmen, wenn der Spannungsunterschied e zwischen A und B bestimmt ist. Es ist $i_1 = \frac{e}{w_1}$, $i_2 = \frac{e}{w_2}$, $i_3 = \frac{e}{w_3}$. Sollte e nicht bekannt sein, sondern statt dessen der Strom J in der unverzweigten Leitung, so ist zunächst $J = i_1 + i_2 + i_3 = \frac{e}{w_1} + \frac{e}{w_2} + \frac{e}{w_3}$. $J = e\left(\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3}\right)$, woraus $e = \frac{J}{1/w_1 + 1/w_2 + 1/w_3}$ folgt. — Ist W der Widerstand, der als Ersatz für die einzelnen Widerstände w_1, w_2, w_3 zwischen A und B geschaltet werden müßte, ohne den Strom J zu verändern, so gilt für den zwischen A und B fließenden Strom $J = \frac{e}{W}$, anderseits war $J = e\left(\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3}\right)$, also ist auch $\frac{e}{W} = e\left(\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3}\right)$ oder $\frac{1}{W} = \frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3}$. Man nennt den reziproken Wert eines Widerstandes sein Leitungsvermögen oder auch seine Leitfähigkeit. Vorstehende Formel spricht daher den Satz aus: „Das Leitungsvermögen der Kombination mehrerer parallel geschalteter Widerstände ist gleich der Summe der Leitungsvermögen der einzelnen Zweige.“ Die Einheit des Leitungsvermögens heißt ein *Mho*.

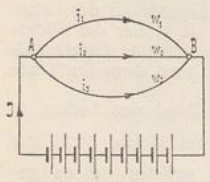
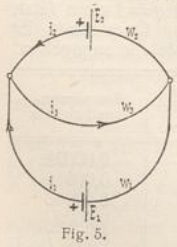


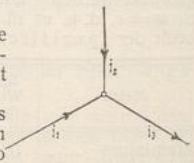
Fig. 3.

Kirchhoffsche Gesetze. Jede beliebige Stromverzweigung kann mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes berechnet werden, doch kommt man in komplizierten Fällen einfacher zum Ziel durch Anwendung der beiden von Kirchhoff aufgestellten Gesetze:

1. „An jedem Verzweigungspunkt ist die Summe aller ankommenden Ströme gleich der Summe aller abfließenden Ströme.“ Ist z. B. O der Vereinigungspunkt dreier Ströme, so muß (Fig. 4) $i_1 + i_2 = i_3$ sein.

2. „In jedem in sich geschloffenen Teile eines Stromnetzes ist die Summe aller elektromotorischen Kräfte gleich der Summe aller Spannungsverluste.“ So gelten für die Stromkreise AE_1B, AE_2B und AE_1BE_2 der Fig. 5 die Gleichungen:


Fig. 5.


Fig. 4.

I. $E_1 = i_1 w_1 + i_3 w_3$, II. $E_2 = i_2 w_2 + i_3 w_3$,

III. $i_2 w_2 - i_1 w_1 = E_2 - E_1$.

Nach dem ersten Gesetz ist IV. $i_1 + i_2 = i_3$. (Die Gleichung III hätte man auch durch Subtraktion der Gleichungen I und II erhalten können.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joulesches Gesetz. Zu den wichtigsten Wirkungen des elektrischen Stromes gehören die Wärmewirkungen, d. h. der Strom erwärmt den Leiter, durch den er fließt. Das Gesetz für die Wärmeentwicklung wurde von Joule aufgestellt. Danach ist „die entwickelte Wärmemenge proportional dem Quadrate der Stromstärke, proportional dem Widerstande und der Zeit". — Ist Q die entwickelte Wärmemenge in Gramm-Kalorien, i die Stromstärke in A, w der Widerstand des Leiters in Ohm, t die Zeit in Sekunden, so ist $Q = 0{,}24\, i^2\, w\, t$. Da $i = \frac{e}{w}$ ist, kann man auch schreiben $Q = 0{,}24\, e\, i\, t = 0{,}24\, \frac{e^2}{w}\, t$. (Die Wärmeeinheit Grammkalorie ist diejenige Wärmemenge, die imstande ist, 1 g Wasser von 0^0 auf 1^0 zu erwärmen.)

Arbeit des Stromes. 1000 Grammkalorien (1 Kilogrammkalorie) sind gleichwertig einer Arbeitsleistung von 424 mkg, infolgedessen ist die in Meterkilogramm vom Strome geleistete Arbeit $A = \frac{e\, i\, t}{9{,}81}$ mkg, denn es ist $0{,}24 \cdot \frac{424}{1000} = 0{,}102 = \frac{1}{9{,}81}$. In der Elektrotechnik ist die Arbeitseinheit 1 Joule, und zwar ist 1 Joule $= \frac{1}{9{,}81}$ mkg, also $A = e\, i\, t$ Joule.

Wird die Einheit der Kraft, d. i. 1 Dyn, 1 cm hoch gehoben, so wird die Arbeit 1 Erg geleistet. Es sind nun 10^7 Erg = 1 Joule.

Effekt. Die Arbeit pro Sekunde heißt Effekt ($\mathfrak{E}$). Man erhält den Effekt aus den vorigen Formeln, wenn man $t = 1$ setzt; es ist also $\mathfrak{E} = \frac{e\, i\, t}{9{,}81}$ mkg pro Sekunde oder $\mathfrak{E} = e\, i$ Watt, wo 1 Joule pro Sekunde die Bezeichnung Watt oder Voltampère führt. 1000 Watt oder Voltampère sind ein Kilowatt oder Kilovoltampère.

Die Arbeitsleistung von 1000 Watt oder ein Kilowatt während einer Stunde heißt Kilowattstunde. Bei Motorleistungen rechnet man meistens nach Pferdestärken, und es ist 1 PS. = 75 mkg pro Sekunde oder 1 PS. = 736 Watt.

Bezüglich der Literatur vergleiche man die Artikel: Elektrizität, Elektrodynamik, Elektrolyse, Elektromagnetismus, Galvanismus, Induktion, Maßsystem, absolutes, Leitungen, elektrische, Wechselstrom, Widerstand, elektrischer. *Holzt*

Stromabgeber, s. Dynamomaschine.

Stromapparate, s. Sortieren der Trübe.

Strombruch, s. Deichbruch.

Stromdichte, s. Akkumulatoren für Elektrizität.

Stromeyerit, s. v. w. Silberkupferglanz (s. d.).

Stromgerinne, s. Sortieren der Trübe.

Stromkorrektion, dasselbe wie Flußregulierung; nur in jener Mündungsstrecke, bis zu welcher vom Meere aufwärts die Flutwelle vordringt, kommt ein andres System, die Flutkorrektion, zur Anwendung.

Eine solche Flutstrecke selbst heißt Flutstrom, Tidestrom oder Aestuarium. Hauptzweck der Flutkorrektion ist, das Ein- und Vordringen einer möglichst großen Wassermenge in den Stromlauf während der Flutzeit zu ermöglichen sowie wieder das ungestörte und möglichst rasche Abfließen derselben während der Ebbezeit. Durch diese mächtige Wasserbewegung soll nicht nur eine Erhöhung der Stromsohle infolge Sinkstoffablagerung vermieden, sondern noch meistens eine Sohlenvertiefung durch Abschwemmen der bereits vorhandenen Ablagerungen erzielt werden. Mittel zu dieser Korrektionsmethode sind: Ermäßigung zu scharfer Krümmungen; Beseitigung der Flußspaltungen im Niederwasserbett, doch sind hierbei die abgeschnittenen Arme von unten offen zu lassen; Herstellung möglichst glatter Ufer ohne natürliche oder künstliche Vorsprünge (wie z. B. Buhnen); trichterförmige Verbreiterung des Strombettes gegen die Ausmündung hin und vielfach schließlich die Ausführung von Leitdämmen eine Strecke weit ins Meer hinein.

Literatur: [1] Franzius, Der Wasserbau, 3. Abt., Wasserbau im Meere und an den Strommündungen, Leipzig 1884. — [2] Ders., Seekanäle, Strommündungen, Seehäfen, Leipzig 1894.

Stromkratzmaschine, dient zur Auflockerung der auf der Flußsohle vorkommenden, aus kleinerem Material bestehenden Erhöhungen, bezw. der Sinkstoff- und Geschiebsablagerungen, auf daß dann diese Materialien von der Strömung fortgeführt werden und so eine gewünschte Vertiefung des Flußbettes entstehe. Von einem oder von zwei gekuppelten Wasserfahrzeugen aus wird ein rechen-, eggen- oder stachelwalzenartiges Gerät zum erwähnten Zwecke auf die Flußsohle hinuntergelassen und entweder selbständig oder durch das Weiterfahren des Schiffes bewegt.

Strommessung, s. Wassermessung.

Stromrinne, diejenige Linie im Wasserspiegel entlang eines offenen Wasserlaufes, Flusses oder Stromes, in welcher die größte Geschwindigkeit des Fließens vorkommt.

In der Regel befindet sich unter dem Stromstriche auch die größte Wassertiefe, also die tiefste Sohlenlinie, Stromrinne, Talweg oder Fahrrinne genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stromfchnelle, eine kürzere Fluß- oder Stromftrecke, in welcher eine gegen fonft beträchtlich vergrößerte Gefchwindigkeit vorkommt.

Sie erfcheint an folchen Bruchpunkten des Stromgefälles (f. Längenprofil der Flüffe), welche durch Felsbänke, durch fonftiges feftes Material des Flußbetts oder durch Bettverengerungen veranlaßt find.

Stromverband, diejenige Anordnung der Steine einer Mauerfchicht, bei welcher keine der drei Steinabmeffungen parallel zur Mauerflucht liegt, die Steine einer Schicht fomit eine diagonale Lage haben, deren Richtung in den aufeinander folgenden Schichten wechfelt. Zur Anwendung kommt diefer Verband in Verbindung mit normal liegenden Schichten beim Feftungsverband (f. d.).

L. v. Willmann.

Stromwage, -zeiger, f. Meßinftrumente, elektrotechnifche.

Stromwender, f. Dynamomafchine.

Strontian (Strontianerde), f. v. w. Strontiumoxyd (f. d.).

Strontianhydrat, f. v. w. Strontiumoxydhydrat (f. d.).

Strontianit (Strontit), Mineral, kohlenfaures Strontium, CO_3Sr (70,3 % Strontiumoxyd).

Kriftallifiert rhombifch, meift in Prismen; ftrahlig, faferig. Farblos, hellgrünlich oder gelblich. Durchfichtig bis durchfcheinend; glasglänzend. Spaltbar prismatifch; fpröde, Härte $3\frac{1}{2}$. Spez. Gew. 3,6—3,8. Schmelzbar. Löslich in Säuren. Färbt die Flamme rot. Auf Gängen in der Kreideformation Weftfalens und Hannovers. Dient zur Darftellung von Strontianpräparaten, in der Feuerwerkerei zur Herftellung von rotem Feuer, in der Zuckerfabrikation. *Leppla.*

Strontianitverfahren, f. Zuckerfabrikation.

Strontit, f. Strontianit.

Strontium *Sr,* Atomgew. 87,3, fpez. Gew. 2,54, ift ein gelbliches, bei Rotglut fchmelzendes Metall, welches man durch Elektrolyfe des Strontiumchlorids erhalten kann, zerfetzt Waffer bei gewöhnlicher Temperatur und verbrennt erhitzt zu Oxyd mit hellem rotem Licht. *Moye.*

Strontiumchlorid, Chlorftrontium $SrCl_2$, farblofe, mit 6 Mol. Kriftallwaffer kriftallifierende Nadeln, leicht in Waffer löslich; wird durch Auflöfen von Strontiumkarbonat in Salzfäure, oder technifch meiftens durch Reduktion des Cöleftins $SrSO_4$ durch Kohle zu Schwefelftrontium und Zerfetzung desfelben mit Salzfäure erhalten; dient zur Darftellung des Rotfeuers in der Feuerwerkerei. *Moye.*

Strontiumnitrat $Sr(NO_3)_2$, farblofe, in Waffer leicht lösliche Kriftalle, welche technifch durch Umfetzung des Strontiumchlorids mit Natriumnitrat erhalten werden und in der Pyrotechnik Anwendung finden. *Moye.*

Strontiumoxyd *SrO,* wird als eine grauweiße amorphe Maffe durch Glühen des Strontiumnitrats, -karbonats oder -hydroxyds erhalten.

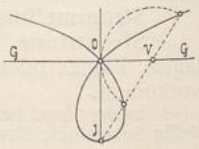
Im großen erbrennt man es aus Strontiumkarbonat, welches hauptfächlich aus Cöleftin (f. d.) durch Schmelzen mit Soda oder Glühen mit Kohle und fpäteres Zerfetzen mit Kohlenfäure gewonnen wird. *Moye.*

Strontiumoxydhydrat, Strontiumhydrat SrO_2H_2, wird durch Glühen des Karbonats, des Strontianits (f. a. Strontiumoxyd) und Löfchen des Strontiumoxydes in Waffer als durchfichtige, quadratifche Kriftalle mit 8 Mol. Kriftallwaffer gewonnen. Es dient in der Technik zur Abfcheidung des Zuckers aus der Melaffe. *Moye.*

Strontiumfulfat $SrSO_4$ als Mineral Cöleftin (f. d.) in großen Mengen auf Sizilien, dient zur Herftellung von Strontiumoxyd (f. d.) im großen.

Strophoide, eine Kurve dritter Ordnung, die durch die unendlich fernen Kreispunkte geht und einen Doppelpunkt befitzt.

Die gerade Strophoide (logocyklifche Kurve) $y = x\sqrt{\frac{a-x}{a+x}}$ oder in Polarkoordinaten: $r = a\frac{\cos 2\vartheta}{\cos\vartheta}$. Konftruktion: Gegeben Punkt J (f. die Figur) und Gerade G; JO ift das Lot von J auf G. Trägt man nun auf jeden Strahl durch J von feinem Schnittpunkt V mit G die Strecke VO nach beiden Seiten ab, fo erhält man Punkte der Strophoide [1]. Die fchiefe Strophoide (Queteletfche Fokale) $(x^2+y^2)(x\sin\alpha - y\cos\alpha) = a(x^2\sin\alpha - 2xy\cos\alpha - y^2\sin\alpha)$ oder in Polarkoordinaten $r = \frac{a\sin(\alpha-2\vartheta)}{\sin(\alpha-\vartheta)}$ wird ebenfo konftruiert; nur fteht JO bei ihr nicht fenkrecht auf G, fondern bildet mit diefer Geraden einen Winkel α [2].



Literatur: [1] Booth, J., A treatise on some new geometrical methods, II, London 1877. — [2] Le François, De quibusdam curvis geometricis, Gent 1830. — [3] Lipkin, Ueber die räumliche Strophoide, Jena 1870. — [4] Dittmar, P., Der Ort der Brennpunkte eines Büſchels von Kegelſchnitten, das von einem Ebenenbüſchel aus einem Kegel zweiter Ordnung ausgeſchnitten wird. Oppenheim 1894. *Wölffing.*

Stroſſenbau, im Bergbau eine veraltete Abbaumethode (Unterwerksbau) für Erzgänge.

Struckgewebe, ein Doppelgewebe mit Unterſchuß; vgl. Donat, Methodik der Bindungslehre, 2. Aufl., Wien 1899, S. 45.

Struktur, Strukturformeln (structura), die Art und Weiſe der äußeren und inneren Zuſammenfügung eines aus verſchiedenen Teilen zu einem Ganzen verbundenen Körpers, z. B. in der Geologie und Mineralogie das innere Gefüge der Geſteine und Mineralien. In der Chemie geben die Strukturformeln, im Gegenſatz zu den rationellen Formeln, welch letztere nur Umſetzungs- oder Reaktionsformeln unter Zugrundlegung der Radikale ſind (ſ. Radikaltheorie), Aufſchluß über die Lagerung und Anordnung der Elementaratome innerhalb der Moleküle der betreffenden Verbindung (über deren Konſtitution).

So beſteht z. B. Eſſigſäure aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Will man nur die Gewichtsverhältniſſe wiſſen, in welchen dieſe drei Elemente zu Eſſigſäure verbunden ſind, ſo genügt die aus der Elementaranalyſe ermittelte empiriſche Formel $C_2H_4O_2$, auf Grundlage der hauptſächlichſten Umſetzungen ergibt ſich die rationelle Formel $C_2H_3O \cdot OH$ oder $C_2H_3\overset{O}{H}\!|O$, Das Verhalten der Eſſigſäure aber gegen Agentien und ihre Syntheſe (ſ. d.) führen zu der Strukturformel:

$$\begin{matrix} CH_3. \\ | \\ CO \cdot OH. \end{matrix}$$

Dieſe Formel erklärt nicht nur alle bekannten Umſetzungen der Eſſigſäure, ſondern ſie gibt gleichzeitig auch ein Bild von der Anordnung der Elementaratome innerhalb des Moleküls der Eſſigſäure. *Bujard.*

Strumpfwaren, ſ. Wirkerei.

Struſi, ſ. Seidenſpinnerei.

Struvit, Guanit, Mineral, waſſerhaltige phosphorſaure Ammon-Magneſia $NH_4MgPO_4 + 6\,H_2O$. Kriſtalliſiert rhombiſch. Farblos, gelblich oder hellbraun; durchſichtig, glasglänzend. Härte $1^1/_2$—2; ſpez. Gew. 1,7. Kommt im Moor und in Kanaliſationsgräben, auch im Guano als Umwandlungsprodukt von tieriſchen Exkrementen vor. *Leppla.*

Strychnin, Alkaloid aus den Brechnüſſen, den Samen von Strychnos nux vomica.

Weiße nadelförmige Kriſtalle, in Waſſer nahezu unlöslich. Schmelzpunkt bei 265° C. Starkes Gift. Verwendung zu arzneilichen Zwecken und als Maus- und Rattengift. Der Handel mit Strychnin unterliegt geſetzlichen Beſtimmungen (Giftverordnung). Strychningetreide ſind mit einer Strychninlöſung eingeweichte und mit Fuchſin rot gefärbte, getrocknete Getreidekörner *Bujard.*

Stube, 1. heizbarer Wohnraum; 2. der zwiſchen den Ruten befindliche Raum für die Arbeiter einer Ramme (ſ. d.).

Stubenſandſtein, der oberen Abteilung des mittleren Keupers in Franken angehörige, rötliche bis weiße, auch bunte, teils grob-, teils mittelkörnige Sandſteine mit tonigem (kaoliniſchem) oder dolomitiſchem Bindemittel.

Die lockeren Sandſteine werden als Stubenſtreuſand benutzt. In der Nürnberger Gegend (Burgſandſtein) enthalten ſie ſtellenweiſe ein kieſeliges oder reichlich dolomitiſches Bindemittel, werden dadurch ſehr hart und zu Hochbauzwecken, Mühl- und Pflaſterſteinen viel verwendet. Stellenweiſe enthalten die Schichten grünlichgraue Tone, die als Walkererde verwendet werden. Der Stubenſandſtein aus dem Oberamt Tübingen erwies ſich in ſeiner Verwendung am Kölner Dom wenig wetterbeſtändig und zerfiel äußerlich unter dem Einfluß von ſchweflige Säure führenden Rauchgaſen, indem ſich aus dem karbonatiſchen Bindemittel (Braunſpat) ſchwefelſaurer Kalk und Magneſia bildet, deren Auskriſtalliſieren den Stein ſprengt. Vgl. Kaiſer, E., Neues Jahrbuch für Mineralogie u. ſ. w., Stuttgart 1907, II, 42. *Leppla.*

Stucco luſtro, beſondere Art Stuckmarmor.

Die Mauer wird mit gewöhnlichem Kalkmörtel rauh gezogen, nicht abgerieben und auf dieſen Grund kommt eine Unterlage von venezianiſchem, mit Marmorſtaub gemiſchtem Kalk. Auf die erſte Lage kommt eine zweite mit demſelben Kalk, aber mit feinem Marmorſtaub, auf dieſe eine dritte mit noch feinerem Marmorſtaub und auf dieſe Schichte wird die Marmorierung von Hand ausgeführt. Sodann wird mit heißen Kellen die ganze Fläche geglättet, wodurch eine hochglänzende Politur erreicht wird. Der Stucco luſtro im Wiener Parlamentsgebäude beſteht aus 1 Teil Kalk und 2 Teilen Marmor. Die Maſſe wird mit dem Reibebrettchen aufgetragen, mit Holzſtäbchen verrieben und mit polierter Kelle geglättet; zur Politur nimmt man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2 l Waſſer, 90—110 g Wachs, 40—46 g Seife, 20—25 g Pottaſche, taucht in die Flüſſigkeit einen wollenen Lappen und reibt ſo lange als nötig. Während man früher den Glanz durch eine Wachslöſung, welche eingebrannt wurde, herſtellte, wird nun vorerſt der Marmormörtel, in welchem bereits die Farbe ſitzt, mit heißem Eiſen gebügelt und dann erſt eine dünne Lage von in Spiritus gelöſtem Wachs darauf gerieben und ſodann mit trockenem Lappen abgewiſcht. *Andés.*

Stuck (Stuckmarmor), im allgemeinen plaſtiſche Verzierungen aus Gips oder andern gießbaren und formbaren Maſſen, zur Dekoration von Plafonds und Wänden (Roſetten, Hohlkehlen, Türverdachungen, Ecken u. ſ. w.).

Stuckmarmor (künſtlicher Marmor) wird aus Gips allein oder in Verbindung mit deſſen Erhärtung verzögernden (Eibiſchwurzel, Gummi, Leim u. ſ. w.), deſſen Erhärtung beſchleunigenden (Kochſalz, kohlenſaures Natron u. ſ. w.) Subſtanzen oder auch indifferenten Körpern, wie Holzmehl, Papiermaſſe, Kalk u. ſ. w., hergeſtellt. Das Gelingen der Marmorimitation iſt abhängig von der Geſchicklichkeit des Arbeiters. Näheres in Bernhard, Gipsabgüſſe, Stuckarbeiten und künſtlicher Marmor, Frankfurt a. M. 1896; Pedrotti, Der Gips und ſeine Verwendung, Wien 1901. *Andés.*

Studel, 1. Gehäuſe der Nuß in einem Schloß; 2. Riegelkrampe auf dem Schloßkaſten, innerlich aufgenietet; 3. Türſtock oder Türzarge.

Stückgutbeförderung, Stückgüterzüge, ſ. Eiſenbahnverkehr III.

Stückkiesofen, ſ. Schwefelſäure.

Stückvermeſſung (Parzellarvermeſſung), bei der Kataſtervermeſſung die Aufnahme der Eigentumsſtücke und Parzellen ſowie der Wege, Eiſenbahnen, Waſſerläufe, Gräben, Hecken, Zäune, Mauern, Gebäude und aller andern Einzelheiten. Jeder Stückvermeſſung muß die Feſtſtellung und Vermarkung der Eigentumsgrenzen vorausgehen (ſ. Kataſtervermeſſungen, Bd. 5, S. 406). Die Grundlage der Einzelvermeſſung iſt ein in ſich geſchloſſenes Syſtem von Meſſungslinien, das Liniennetz. Bei umfangreichen Meſſungen gründet dieſes ſich wieder auf dem Polygonnetz (ſ. Polygoniſierung, Bd. 7, S. 183). Die Stückvermeſſung zerfällt demnach in 1. Legung und Aufmeſſung des Liniennetzes und 2. Aufmeſſung der Einzelheiten.

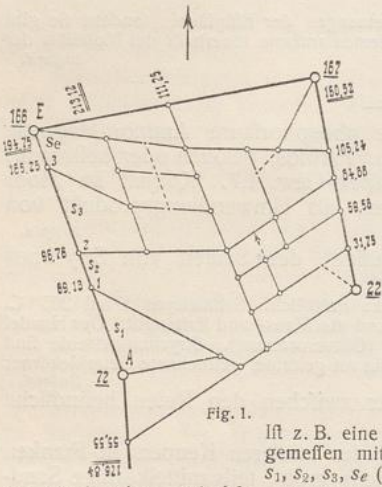


Fig. 1.

1. Fig. 1 iſt ein Teil eines Liniennetzriſſes. Das Liniennetz iſt an eine Polygoniſierung angeſchloſſen. Die Polygonſtrecken ſind ſtark gezeichnet. Einige Meſſungszahlen ſind eingeſchrieben. Der Zuſammenhang und die Aufeinanderfolge von Haupt- und Nebenlinien gehen aus dem Riß hervor. Die Meſſungspunkte, in denen eine untergeordnete Linie in die übergeordneten eingebunden iſt, nennt man Bindepunkte oder Kleinpunkte. Bei der preußiſchen Kataſtervermeſſung werden dieſe Punkte durch verſenkte Drainrohre von 4,5 cm Weite dauernd vermarkt. Weiteres über die Anordnung des Liniennetzes bei der Kataſtervermeſſung ſ. Bd. 5, S. 406. — Für die Kleinpunkte werden im Anſchluß an die Polygoniſierung rechtwinklige Koordinaten berechnet. Iſt z. B. eine Linie zwiſchen den Punkten $A\,(y_a\,x_a)$ und $E\,(y_e\,x_e)$ gemeſſen mit den Zwiſchenpunkten 1, 2, 3 in den Abſtänden s_1, s_2, s_3, s_e (Fig. 1), ſo iſt:

$$y_1 = y_a + s_1\,(y_e - y_a) : [s]; \quad y_2 = y_1 + s_2\,(y_e - y_a) : [s]; \quad \ldots y_e = y_3 + s_e\,(y_e - y_a) : [s];$$
$$x_1 = x_a + s_1\,(x_e - x_a) : [s]; \quad x_2 = x_1 + s_2\,(x_e - x_a) : [s]; \quad \ldots x_e = x_3 + s_e\,(x_e - x_a) : [s];$$

wobei, wenn $[s] = s_1 + s_2 + s_3 + s_e$ die Summe der gemeſſenen Streckenunterſchiede von A bis E bedeutet, gleichzeitig die Verteilung des Abſchlußfehlers $f_s = \sqrt{(y_e - y_a)^2 + (x_e - x_a)^2} - [s]$ proportional den gemeſſenen Längen erfolgt, ſo daß bis zur letzten Linie herab eine rationelle Fehlerverteilung geſichert iſt. Die Rechnung wird mit Logarithmen oder mit einer Multiplikationstafel oder Rechenmaſchine in geeigneten Rechenformularen (vgl. hierüber [3] und [5]) ausgeführt. Für den Abſchlußfehler ſind in den amtlichen Anweiſungen [2] Fehlergrenzen vorgeſchrieben, wobei in der Regel den Meſſungsfehlern (Bd. 6, S. 37) noch ein beſtimmter Zuſatz für den Punktortsfehler (z. B. 5 cm) zugegeben wird. — Jede Meſſungslinie muß ihrer Lage nach durch geeignete Proben, wie Verlängerungen, Schnitt- und Stützlinien, verſichert werden, ſofern ſie nicht durch einmündende untergeordnete Linien oder durch ſpitze Schnitte mit den Einbindelinien ſchon geſichert iſt. Fig. 1 zeigt in den punktierten Linien einige Verſicherungen. Alle dieſe Proben werden rechneriſch ausgewertet, wobei die erwähnten Fehlergrenzen zu beachten ſind. Weiteres über die Ausführung der Rechnung in [3] und [5]. — Bei älteren, nicht auf Polygoniſierung gegründeten Vermeſſungen beſteht das Liniennetz aus einem Syſtem von Dreiecken, deren Seiten unmittelbar gemeſſen ſind (Lineartriangulierung). Die württembergiſche Landesvermeſſung verwendet im Anſchluß an die Meßtiſchaufnahme ein eigenartiges Netz aus parallel zueinander abgeſteckten Linien; vgl. [2] und [6]. — Bei der Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſung kleiner Komplexe, welche ohne Zugrundelegung eines Polygonnetzes erfolgt, tritt an deſſen Stelle am beſten ein Viereck, deſſen Seiten und Diagonalen gemeſſen ſind. Das Diagonalenviereck iſt in ſich geſichert. Für die Koordinatenberechnung wird eine geeignete Meſſungslinie als Abſziſſenachſe gewählt. Weiteres ſ. [5]. Fortſchreibungsvermeſſungen (vgl. Bd. 5, S. 408) ſind, wenn möglich, an die Meſſungslinien der Urvermeſſung anzuſchließen. Wenn dieſe Linien bei älteren Meſſungen nicht wiederhergeſtellt werden können, muß ein in ſich zuſammenhängendes Liniennetz für die Fortſchreibung an ſolche Punkte angebunden werden, die in der Karte unzweifelhaft gegeben ſind. — Weiteres ſ. [2] und [3]. — Wegen der Liniennetze in Städten ſ. [7].

2. Für die Aufmeſſung der Einzelheiten gibt es verſchiedene Methoden. Man führt Meſſungslinien unmittelbar über die aufzunehmenden Punkte, oder man ſteckt Richtungslinien über die Punkte aus, bindet ſie in das Liniennetz ein und mißt in ihnen die Abſtände der Punkte von den Meſſungslinien (Schnitt oder Verlängerung), oder man mißt endlich die rechtwinkligen Abſtände der Punkte als Ordinaten von den Meſſungslinien als Abſziſſen (Koordinaten- oder Perpendikulärmethode). Die Fußpunkte der Ordinaten in den Meſſungslinien werden dabei mit Winkelinſtrumenten (ſ. d.) aufgeſucht. Die Ordinaten ſollen möglichſt klein ſein, in der Regel nicht über 10 m, äußerſtenfalls 30—40 m. Die Anordnung der Aufmeſſung und der Proben, die für die Meſſungspunkte erforderlich ſind, ſowie andre Einzelheiten, wie Rückſichtnahme auf die nachfolgende Flächenberechnung und die ſpäteren Fortführungsmeſſungen, ſind durch die amtlichen Anweiſungen [2] und [3] beſonders geregelt. Ein Beiſpiel ohne Meſſungszahlen zeigt Fig. 2. Erwähnt ſeien noch die Kopfbreiten, d. h. die Abſtände der Steine an den Köpfen der Grundſtücke, die Ueberſchlagslinien, welche geradlinige Grenzen ſchneiden und ihre richtige Lage verſichern ſollen, die Wegeſteinbreiten zwiſchen gegenüberliegenden Wegeſteinen, und endlich die Steinlinien, gerade Linien, auf welchen bei der Vermarkung in regelmäßigen Feldlagen die Grenzſteine geſetzt werden. Durch Einbinden der Steinlinien in das Liniennetz können die Grenzpunkte ſicher beſtimmt, auch kann ihr richtiger Stand ſchnell und bequem geprüft werden. — Bei der Aufmeſſung iſt neben guter Längenmeſſung (ſ. d.) mit Meßlatten oder Meßband ſcharfes Ausrichten der Linien mit Fluchtſtäben erforderlich. Für ſtädtiſche Meſſungen, bei denen das Aufſtellen von Fluchtſtäben auf den Straßen ſchwierig oder unmöglich iſt, iſt zu verweiſen auf das in Berlin angewendete Abſchnüren der Linien mit einer Kreideſchnur (Schnurſchlag) und die Fußpunktbeſtimmung der Ordinaten mit einem großen Anlegedreieck. Weiteres ſ. [7]. Die Meſſungsergebniſſe werden aufgeſchrieben in einer annähernd maßſtäblich geführten Handzeichnung, dem Stückvermeſſungsriß oder Handriß. Dieſer bildet das wichtigſte Vermeſſungsdokument und wird in manchen Staaten durch Druck vervielfältigt; vgl. Kataſtervermeſſungen, Bd. 5, S. 407.

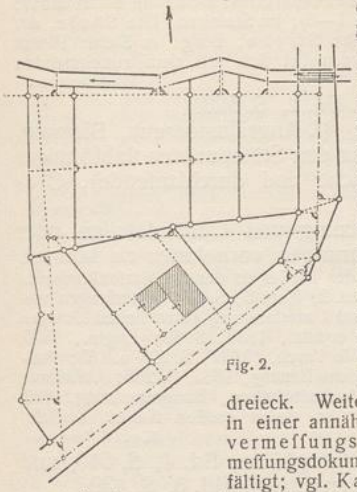
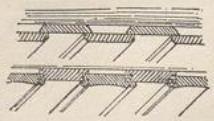


Fig. 2.

Zur bequemen Zeichnung bei der Meſſung dient ein leichter Feldtiſch, ein Rahmen mit Einlage für das Zeichenblatt und einem Stab oder Dreifuß als Stütze oder auch eine Feldmappe. An Stelle des in Tinte zu führenden Handriſſes ſind im Felde zuweilen auch Bleiſtiftſkizzen auf Aktenpapier zugelaſſen, aus denen nachträglich die Handriſſe zuſammengeſtellt werden. Hierüber ſowie über die anzuwendenden Kartenzeichen und die Schreibweiſe der Zahlen ſind in den amtlichen Anweiſungen [2]—[4] beſondere Vorſchriften und Muſter gegeben; vgl. a. [5], [8], [9]. Wegen des Zuſammenhanges der Stückvermeſſung mit der darauf gegründeten Kartierung und Flächenberechnung ſ. d. ſowie Bd. 5, S. 407. Wegen der Verwendung des Meßtiſches ſ. d. und des Tachymeters ſ. Tachymetrie.

Literatur: [1] Die Grundſätze der Stückvermeſſung ſind behandelt in den bei Geodäſie, Bd. 4, S. 379, unter [4]—[10] genannten Lehrbüchern. — [2] Die wichtigſten amtlichen Vorſchriften ſind zitiert bei Kataſter, Bd. 5, S. 409. — Für Preußen gilt [3], VIII. Anweiſung für das Verfahren bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundſteuerkataſters, 3. Aufl., Berlin 1906; ferner II. Anweiſung für das Verfahren bei den Vermeſſungen zur Fortſchreibung der Grundſteuerbücher und Karten, 2. Aufl., Berlin 1897. — [4] Beſtimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographiſche und geometriſche Karten, Pläne und Riſſe, 4. Aufl., Berlin 1895. — [5] Gauß, F. G., Die trigonometriſchen und polygonometriſchen Rechnungen, 3. Aufl., Halle 1906. — [6] Weitbrecht, Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1890, S. 69 und 129. — [7] Ottſen, ebend., 1888, S. 193 (vgl. a. S. 241). — Endlich iſt zu verweiſen auf [8], Rodenbuſch, Die Durchführung der Kataſtervermeſſungen in Elſaß-Lothringen, Straßburg 1891. — [9] Harkſen, Das preuß. Kataſter und ſeine Verbindung mit dem Grundbuch, Deſſau 1896. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Stülpen, zwei Lagen Bretter ſo verlegen, daß jede Lage mit ihren Zwiſchenräumen durch die andre verdeckt wird; dies bietet den Vorteil dichter Fugenbildung und angenehmer Belebung der Fläche (vgl. die nebenſtehende Figur).



Weinbrenner.

Stülpwände werden bei Baugrubenumſchließungen im Waſſer (ſ. Baugrube)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

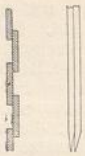


Fig. 1. Fig. 2.

ſtatt der Spundwände (ſ. d.) verwendet, wenn die Waſſertiefe, alſo auch der Waſſerdruck nicht bedeutend iſt.

Sie beſtehen aus zwei Reihen von 4—5 cm ſtarken Brettern, die ſich gegenſeitig überdecken (Fig. 1). Die Bretter der zuerſt einzuſchlagenden Reihe erhalten eine zentriſch angeſchnittene Schneide, diejenigen der zweiten Reihe des innigeren Anſchluſſes wegen eine einſeitig angeſchnittene (Fig. 2). Hier und da ſind die Bretter der zweiten Reihe ſchmaler als diejenigen der erſten, oder ſie bilden bloß Deckleiſten für die Fugen der erſten. Die Waſſerdichtheit der Stülpwände iſt nicht bedeutend. *Schmitt-Darmſtadt.*

Stürze, beim Oberharzer Bergbau ſ. v. w. Hängebank (ſ. Schacht und Schachtförderung).

Stütze, jeder Bauteil, welcher eine Laſt, ſei es vorübergehend oder dauernd, zu tragen hat.

Für erſteren Zweck dient die Steife oder Sprieße, ein kurzes oder längeres kräftiges Holz, welches unter dem zu tragenden Teil auf einer feſten Unterlage eingeſpannt iſt. Zur beſſeren Uebertragung der Laſt dienen Quer- oder Sattelhölzer, welche an den Enden untergelegt werden; die Steifen können auch kreuzweis, als Kreuzſprießen, angeordnet werden. Zu dauerndem Zwecke dienen: a) Die Stützen bei ſenkrechter Belaſtung im Holzbau: Der Stiel, Ständer, Pfoſten (ſ. d., Bd. 7, S. 103, Fig. 1—6); im Steinbau: Die Säule, der Pfeiler; b) gegen Schub in ſchräger Richtung: in Holz: Strebe, Bug; in Stein: Pfeiler und Strebepfeiler. Die Tragfähigkeit der Stützen vermehrt ſich mit dem zunehmenden Querſchnitt und der Abnahme der Länge. *Weinbrenner.*

Stützendrücke von Dachkonſtruktionen, ſ. Bd. 2, S. 523.

Stützenmomente, die Biegungsmomente (ſ. Angriffsmoment, Biegung, Balken, Bogen u. ſ. w.) in den Querſchnitten über den Stützpunkten ſtabförmiger Träger. Vgl. Balken und Bogen (auch einfache und durchlaufende), Clapeyronſche Formel. *Weyrauch.*

Stützgerüſt dient zur zeitweiligen Abſtützung von Gebäudeteilen oder Wänden, um unter oder neben ihnen Bauausführungen vornehmen zu können.

Literatur: Lehrreiche Beiſpiele ſiehe: Unterfangen der Pfeiler in der St. Marienkirche zu Greifenhagen: Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 4, Abt. 2, Kap. 6, S. 13; Unterfangen von Säulen: Nouv. ann. de la constr., 1859, S. 22; Stützung und Unterfangung eines ſiebenſtöckigen Hauſes am Boulevard Ornano in Paris, Nouv. ann. de la constr., 1869, S. 89; Engin., 1870, I, S. 12; Hebung eines Hauſes in Philadelphia, Gazette de l'arch., 1877, S. 128 u. 165; Auswechſeln der Pfeiler und Fundamente eines Kellers, Deutſche Bauztg., 1882, S. 256; Abſteifung und Unterfahrung von mehrſtöckigen Gebäuden bei Ladenausbrüchen, Baugewerksztg. 1883, S. 227 u. 331; Auswechſeln der Säulenfundamente u. ſ. w. in einem großen Keller, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 477. *L. v. Willmann.*

Stützlinie, ſ. Drucklinie, Bd. 3, S. 125, Gewölbe, Bd. 4, S. 510, und Pfeiler; Stützlinie bei Bogenträgern, ſ. Kernlinien, Bd. 5, S. 439.

Stützmauern haben den Zweck, Erdmaſſen möglichſt lotrecht zu begrenzen; ſie heißen in beſtimmten Fällen wohl auch Futtermauern (ſ. d.) und Böſchungsmauern. Zu unterſcheiden davon ſind die Verkleidungsmauern, welche verwitterbarem, ſonſt aber tragfähigem Geſtein vorgeſetzt werden.

Stützmauern kommen hauptſächlich bei Dämmen und Einſchnitten von Straßen und Eiſenbahnen, als Begrenzung von Waſſerläufen (Ufer- und Kaimauern), im Feſtungsbau und bei ſtädtiſchen Straßenanlagen, wohl auch bei Hochbauanlagen, vor. — Das Querprofil der Stützmauern iſt in ſehr verſchiedener Form ausgeführt worden: 1. Mauern mit lotrechter Vorder- und Hinterfläche; wenig vorteilhaft, weil viel Material erfordernd. 2. Mauern mit lotrechter Vorder- und geböſchter Hinterfläche (Fig. 1); vorteilhaft, ſobald man auf eine lotrechte Vorderfläche Wert zu legen hat. 3. Mauern mit geböſchter Vorder- und lotrechter Hinterfläche (Fig. 2) erfordern weniger Material als die vorhergehenden. 4. Mauern mit geböſchter Vorder- und Hinterfläche (Fig. 3); bei günſtiger Wahl der Mauerböſchungen in bezug auf Materialaufwand vorteilhaft. 5. Mauern mit Unterſchneidungen an der Rückſeite (Fig. 4); Hinterfläche alsdann gebrochen; bei zweckmäßiger Wahl der Profilform ſehr materialerſparend. 6. Mauern, bei denen Vorder- und Hinterfläche gebrochen ſind; erfordern unter günſtigen Verhältniſſen ſehr wenig Material, nehmen aber im Grundriß viel Raum in Anſpruch. 7. Mauern mit gekrümmten Begrenzungsflächen (Fig. 5); erfordern bei vorteilhafter Wahl der Profillinien den geringſten Materialaufwand, ſind aber ſchwieriger auszuführen. 8. Man hat die eigentliche Stützmauer nur ſchwach gehalten, ſie aber durch an der

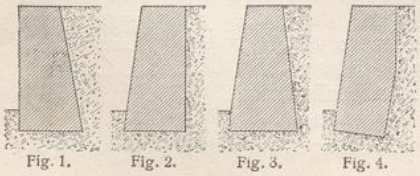


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

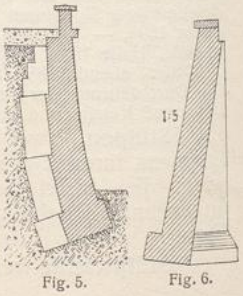


Fig. 5. Fig. 6.

Vorder- oder an der Rückſeite vorgeſetzte Pfeiler verſtärkt (Fig. 6); geſchieht der Materialerſparnis wegen. 9. Mauern mit ſtehenden Gewölben: man errichtet einzelne Pfeiler, zwiſchen denen ſtehende Gewölbe eingeſpannt werden, die ihre äußere Laibung den zu ſtützenden Erdmaſſen zuwenden. An der Rückſeite der Mauern werden ſtatt kontinuierlich verlaufender Böſchungen auch Abtreppungen ausgeführt.

Die Stärke der Stützmauern iſt nach dem auf ſie wirkenden Erddruck (ſ. d.) zu ermitteln; ſie müſſen mit demſelben im Gleichgewicht ſtehen.

Für erſte Annahmen und näherungsweiſe Berechnungen kann man folgende Angaben benutzen:

1. Stützmauern vor aufgeſchüttetem Bodenmaterial: a) für gut konſtruierte und ſorgfältig ausgeführte Mauern bei trockener, wagerecht gelagerter Hinterfüllung $b = {}^2/_7\, h$ (b = mittlere Mauerdicke, h = Mauerhöhe); b) für Mauern gewöhnlicher Konſtruktion und nicht zu naſſer Hinterfüllung $b = {}^1/_3\, h$; c) bei tonigem oder lehmigem Hinterfüllungsmaterial, das abrutſchen kann, $b = {}^3/_7\, h$; d) Intzes Formeln, die für Mauern mit geringer Neigung der Vorderfläche und bis zu 10 m Höhe Gültigkeit haben, lauten für naſſen Hinterfüllungsboden $x = 0{,}4\,h + 0{,}016\,h^2$, für trockenen Hinterfüllungsboden $x = 0{,}32\,h + 0{,}011\,h^2$, worin x die Mauerdicke in der beliebigen Tiefe h unter der Mauerkrone bezeichnet.

2. Stützmauern vor abgegrabenen Erdmaſſen $b = 0{,}29 + 0{,}17\,h$; für ſolche mit der Erdüberhöhung H

$$b = 0{,}29 + 0{,}27 - 0{,}1\,h\left(1 - \frac{H}{3h}\right)^2,$$

alle Maße in Metern. Trockenmauern erhalten $1{}^1/_4$—$1{}^1/_2$ der Dicke von Mörtelmauern. Die Profile werden durch Einzeichnen der Stützlinien nachgeprüft.

Stützmauern werden meiſt aus Bruchſteinen, hartgebrannten Backſteinen und Hauſteinen, wohl auch aus gemiſchtem Material, ſeltener aus Beton hergeſtellt; das Mauerwerk wird hierbei entweder ohne Mörtel ausgeführt (Trockenmauern) oder unter Anwendung von Mörtel (Mörtelmauern). Oben werden die Stützmauern in der Regel mit Steinplatten abgedeckt, die, wenn die Erdmaſſen über die Mauerkrone emporſteigen, mit Erdhaken verſehen werden; ſehr zweckmäßig, wenn auch teuer, iſt die Abdeckung mit Quadern, die auch als Rollſchicht ausgeführt werden können; Backſteinmauern erhalten in Fällen, wo Platten aus natürlichem Stein ſchwer zu beſchaffen ſind, eine Abdeckung durch Backſteinrollſchichten. Für die Abführung des hinter einer Stützmauer ſich anſammelnden Waſſers iſt Sorge zu tragen, damit der Erddruck nicht durch den Waſſerdruck vergrößert wird. Meiſtens genügt es, das Waſſer bloß an der Sohle abzuführen und dort Kanäle oder Schlitze anzuordnen; bei höheren Mauern ſind ſolche Schlitze in verſchiedener Höhe anzubringen.

Literatur: [1] Schmitt, E., Der Erdkunſtbau auf Straßen und Eiſenbahnen, Teil I, Leipzig 1871. — [2] Rebhann, G., Theorie des Erddruckes und der Futtermauern, Wien 1871. — [3] Baumeiſter, R., Allgem. Konſtruktionslehre des Ingenieurs, ausgegeben von E. v. Feldegg, Teil II, Karlsruhe 1878. — [4] Dubasque, J., Etudes théorétiques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts en maçonnerie, Paris 1881. — [5] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Teil I, Bd. 2, 4. Aufl., Leipzig 1905.

Schmitt-Darmſtadt.

Stützmauern, graphiſche Berechnung.

Die ſtatiſche Berechnung der Stützmauern beruht auf der Theorie des Erddrucks (Bd. 3, S. 476). Während man früher verlangte, daß der mit 2 multiplizierte Erddruck nicht imſtande ſei, die Mauer umzuſtürzen (Stabilität mit doppelter Sicherheit), wird jetzt faſt allgemein die bei andern Bauwerken längſt übliche Forderung geſtellt, daß die im Mauerwerk auftretenden Spannungen eine gewiſſe Grenze nicht überſchreiten ſollen. Vielfach wird noch gefordert, daß Zugſpannungen nirgends vorkommen ſollen, obgleich dieſe Forderung nur bei Staumauern (ſ. d.) notwendig iſt.

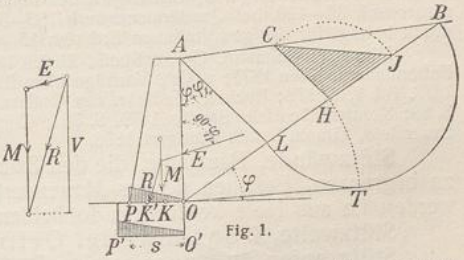


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt, wie eine gewöhnliche Stützmauer von trapezförmigem Querſchnitt ſtatiſch unterſucht wird. Es genügt, die Spannungen am Mauerfuß OP und an der Fundamentfohle $O'P'$ zu ermitteln. Zuerſt wird für die Mauerhöhe AO der Erddruck E beſtimmt. Man zieht die natürliche Böſchung OB unter dem Winkel φ zur Wagerechten und die Linie AL unter dem Winkel $\varphi + \varphi_1$ zu AO (φ iſt der Reibungswinkel von Erde auf Erde, φ_1 derjenige von Erde auf Mauer). Hierauf beſtimmt man mittels des Kreisbogens über BL und der Tangente OT die mittlere Proportionale OH von OB und OL, zieht HC parallel LA und macht $HJ = HC$, ſo iſt der Erddruck gleich $\gamma \cdot \Delta CHJ$ (γ = ſpez. Gewicht der Erde). Der Erddruck greift im unteren Drittel von AO an und ſchließt mit der Mauerwand den Winkel $90^0 - \varphi_1$ ein. Den Erddruck E ſowie das Mauergewicht M (auf 1 m Tiefe) trägt man nun in paſſendem Maßſtabe auf und ſetzt ſie zur Mittelkraft R zuſammen. Die Spannungen in P und O werden, wenn R innerhalb des Kernes (ſ. d.), d. h. innerhalb des inneren Drittels KK' der Mauerfläche angreift, am beſten nach der Kernformel (ſ. d.) berechnet. Bezeichnet man die Mauerſtärke mit s und die Abſtände der Kraft R von K und K' mit r und r', ſo iſt die Spannung in P gleich $6Rr : s^2$ und diejenige in O gleich $6Rr' : s^2$. Zur beſſeren Ueberſicht ſtellt man die Spannungsverteilung häufig graphiſch in Form der in Fig. 1 ſchraffierten Trapeze dar. Greift R außerhalb KK' an, ſo wird die Spannung in O negativ (Zugſpannung). Gewöhnlich ſieht man

der größeren Sicherheit wegen von der Zugfeſtigkeit des Mauerwerks ab; man berechnet die Spannung in P nach der Formel $2V:3x$, worin V die lotrechte Seitenkraft von R, und x die Entfernung des Punktes P vom Angriffspunkt der Kraft bedeutet. Die Druckfläche iſt in dieſem Falle ein Dreieck von der Grundlinie $3x$. Um die Spannung an der Fundamentſohle zu finden, verfährt man in gleicher Weiſe, indem man den Druck auf die Wand $O'A$ mit dem Gewicht der ganzen Mauer zuſammenſetzt.

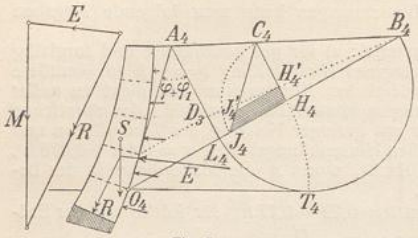


Fig. 3.

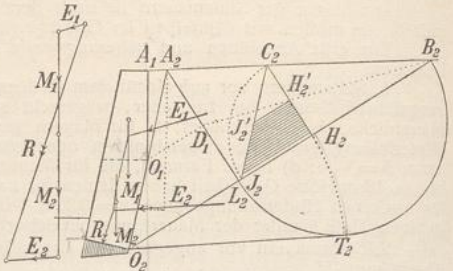


Fig. 2.

Hat die Stützmauer eine gebrochene Hinterwand (Fig. 2), ſo beſtimmt man zunächſt wie oben den Erddruck E_1 für die Wand A_1O_1. Um den auf die Wand O_1O_2 wirkenden Druck E_2 zu finden, zeichnet man zuerſt das Druckdreieck $C_2H_2J_2$ für die ganze Wand A_2O_2; dann zieht man O_1D_1 parallel O_2B_2, verbindet D_1 mit B_2 und zieht $H_2'J_2'$ parallel H_2J_2, ſo iſt $E_2=\gamma\cdot[H_2J_2J_2'H_2']$. Der Angriffspunkt von E_2 wird gefunden, wenn man in der Mitte von O_1O_2 die Länge $0{,}289\cdot O_1O_2$ ſenkrecht aufträgt und über ihr von A_2 aus einen rechten Winkel zeichnet. E_2 geht auch durch den Schwerpunkt des die ſpezifiſchen Erddrücke darſtellenden Trapezes. Nun berechnet man noch die Mauergewichte M_1 und M_2 und ſetzt die vier Kräfte mittels Kraft- und Seilecks zur Mittelkraft R zuſammen.

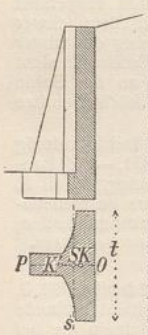


Fig. 4.

In Fig. 3 iſt der Fall einer gekrümmten Stützmauer dargeſtellt. Man teilt die Hinterfläche in eine Anzahl Teile und beſtimmt für jeden Teil den Erddruck nach dem Verfahren, das in Fig. 2 für die Wand O_1O_2 eingeſchlagen wurde. In Fig. 3 haben wir die Wand in fünf Teile geteilt und für den vierten Teil die erforderlichen Linien eingezeichnet; ſie führen zur Druckfläche $H_4J_4J_4'H_4'$. Hat man ſämtliche Teildrücke gefunden, ſo ſetzt man ſie durch Kraft- und Seileck zur Geſamtkraft E und dieſe ſchließlich mit dem Mauergewicht M zur Mittelkraft R zuſammen.

Zuweilen werden Stützmauern aus Sparſamkeitsgründen mit Strebepfeilern (Fig. 4) verſehen. In dieſem Falle liegen die Kernpunkte K und K' nicht mehr im Drittel der Mauerbreite; ihre Abſtände vom Schwerpunkt S werden nach der Formel $k=J:Fe$ berechnet, worin F den Inhalt der Mauerfläche, J ihr Trägheitsmoment (ſ. d.) in bezug auf die Achſe s und e den Abſtand des Schwerpunkts von P bezw. O bedeutet. Der Erddruck wird zuerſt wie gewöhnlich für eine Mauertiefe $=1$ berechnet und hierauf mit t multipliziert. Aus der Mittelkraft R von E und M findet man ſchließlich die Spannungen nach der Formel $Rr:Fk$, worin r wie früher den Abſtand der Kraft R vom Kernpunkte bezeichnet. Als zuläſſige Spannungen des Mauerwerks kann man bei Bruch- und Backſteinmauerwerk 80—120, bei Quadermauerwerk 150—300 $t:m^2$ annehmen; der zuläſſige Fundamentdruck beträgt für die gewöhnlichen Erdarten 15—60 $t:m^2$.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1866; Rebhann, Theorie des Erddrucks und der Futtermauern, Wien 1871; v. Ott, Vorträge über Baumechanik, Prag 1877; Ritter, W., Eiſenbahn 1877, Bd. 7, S. 178; Rychter, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1877, S. 142, und 1880, S. 89; Kreuter, Deutſche Bauztg. 1879, S. 366; Crugnola, Sui muri di sostegno etc., Turin 1882; Lauenſtein, Graph. Statik, Stuttgart 1898. *Mörſch.*

Stützwände, Bauwerke, die den Zweck haben, Erdmaſſen tunlichſt lotrecht zu begrenzen. Beſtehen ſie aus Mauerwerk, ſo heißen ſie Stützmauern (ſ. d.); werden ſie aus Holz konſtruiert, ſo heißen ſie Bohlwände (ſ. d.).

Stützweite, ſ. Spannweite, Oeffnungen.

Stützzapfen übertragen axialen Druck, ſ. Spurzapfen.

Stufe oder **Stuffe,** urſprünglich im Bergbau ſ. v. w. ein Stück Geſtein, z. B. Schauſtufe ein durch Schönheit ausgezeichnetes Stück Mineral. — In der Erzaufbereitung ſind Stufen Stücke von etwa 30—60 mm Korngröße, z. B. Stufferz ſ. v. w. Erz in Stücken. — Ferner bedeutet Stufe ein in das Geſtein gehauenes Zeichen, z. B. Markſcheiderſtufe. *Treptow.*

Stufenbahnen (Gehbahnen), eine Art Stadtbahnanlage für den Perſonenverkehr, beſtehend aus zwei oder mehreren endloſen Plattformen, die einen geſchloſſenen Ring bilden, mit geeigneter Betriebskraft bewegt und von einer ununterbrochenen Reihe auf Gleiſen in gleicher Richtung laufender Wagen getragen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die erſte der nebeneinander ſtufenweiſe angeordneten Plattformen, welche voneinander ganz unabhängig ſind, wird mit der Geſchwindigkeit eines gewöhnlichen Fußgängers (4—5 km pro Stunde) bewegt und liegt 5—10 cm höher als der Gehſteig oder als ein feſter Perron, von dem die Fahrgäſte während des Gehens an jeder beliebigen Stelle die Plattform beſteigen, von dieſer auf die zweite mit doppelt ſo großer Geſchwindigkeit, dann auf eine mit dreifacher Geſchwindigkeit u. ſ. w. bewegte Plattform, endlich auf den eigentlichen fahrenden Zug, d. i. eine mit Sitzen ausgeſtattete Plattform, übertreten bezw. dieſe in umgekehrter Richtung wieder verlaſſen können [1]. Dieſes vorbeſchriebene Bahnſyſtem hatten Wilhelm und Heinrich Rettig erdacht und nach demſelben eine 160 m lange Probeſtrecke in Münſter i. W. im Jahre 1889 erbaut, bei welcher die mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten bewegten Plattformen durch ebenſoviele Seile von einer ſtationären Maſchine angetrieben wurden. Die hierbei erzielten günſtigen Reſultate veranlaßten M. E. Schmidt im Jahre 1891 in Jakſon Park zu Chicago eine auf dem Rettigſchen Prinzipe beruhende 270 m lange Verſuchsbahn, welche Krümmungen von 22,5 m Halbmeſſer hatte, zu errichten, jedoch mit einer, wie Fig. 1 zeigt, durchgehenden Antriebsachſe *A*, auf welcher Räderpaare *R* von wachſendem Durchmeſſer aufgekeilt ſind, auf denen die Plattformen *P* mittels biegſamer Schienen verbunden werden, die ſich auf dem Radumfange abwickeln und ſomit auch unter dem wachſenden Durchmeſſer größere Geſchwindigkeiten erhalten. Dieſe nur aus zwei Plattformen beſtehende, von einer Kraftſtation elektriſch betriebene Bahn lieferte ſo günſtige Ergebniſſe, daß hierdurch die Herſtellung der 1281 m langen Stufenbahn auf dem Caſino Pier der Kolumbiſchen Weltausſtellung 1893 für die Beförderung der Reiſenden von den Schiffen zur Ausſtellung und umgekehrt geſichert war (Fig. 2). Dieſe Bahn beſtand ebenfalls nur aus zwei beweglichen Plattformen, bildete zwei gerade Linien, eine für die Hin- und eine für die Rückfahrt, in Abſtänden von 3,76 m, deren beide Enden mit Bögen von ſehr kleinem Halbmeſſer verbunden waren. Von einem 1,85 m über dem Erdboden aufgeſtellten feſten Perron konnte über die mit 5 km Geſchwindigkeit bewegte Plattform zu der zweiten mit doppelter Geſchwindigkeit bewegten Plattform übergeſtiegen werden. Beide Plattformen wurden von 350 vierräderigen Wagen von je 3,65 m Länge getragen, die auf einem kontinuierlichen Bahngleiſe von 1,15 m Spurweite liefen. Der elektriſche Strom wurde von einer Kraftſtation geliefert, von welcher die Bewegung des endloſen Zuges, auf dem 7500 Perſonen gleichzeitig Platz fanden, geregelt wird, ſo daß an einem gegebenen Punkte ſtündlich 32000 Perſonen vorbeigeführt werden konnten [2].

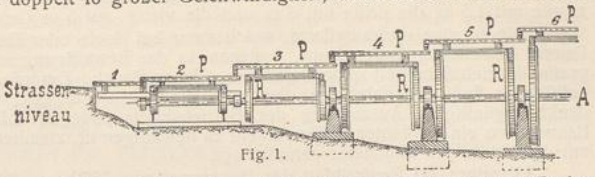


Fig. 1.

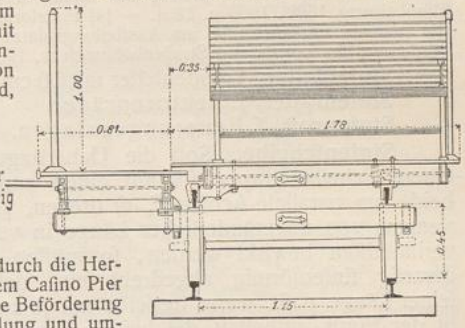


Fig. 2.

Eine weitere praktiſche Anwendung fand dieſes Beförderungsmittel von faſt gleicher Konſtruktion auf der Berliner Gewerbeausſtellung 1896 und kann als erſte dem öffentlichen Verkehre dienende Stufenbahn in Europa angeſehen werden. Dieſelbe hatte eine Länge von 465 m, einen feſten Gehſteg und zwei Plattformen; hierbei wurden die auf der Weltausſtellung in Chicago im Betriebe geweſenen Wagen verwendet und beſtand die Verbindung zwiſchen den beiden Plattformen, nicht wie in Chicago, aus einem endloſen Band, ſondern aus einzelnen, einer Wagenlänge entſprechenden zuſammengeſetzten Teilen, um das Durchfahren in den Krümmungen zu erleichtern. Die Bahn, deren Bau am 17. März 1896 begonnen hat, wurde am 27. Mai 1896 eröffnet; dieſelbe war überdeckt, mit 155 Glüh- und 10 Bogenlampen erleuchtet und hatte bei 20 Rundfahrten pro Stunde die Leiſtungsfähigkeit, 29760 Perſonen pro Stunde befördern zu können, was von keinem andern Verkehrsmittel auch nur im entfernteſten erreicht wird [3]. Ferner war bei der Pariſer Weltausſtellung 1900 eine 3,4 km lange elektriſch betriebene Stufenbahn (Plateforme roulant), welche elf Stationen hatte, im Betriebe, um ſchnell und mühelos zu den Galerien des Marsfeldes, zum Palais du Quai d'Orsay oder zu den Inſtallationen der Invaliden̄eſplanade zu gelangen. Die Plattform beſtand aus einem feſten, 1,1 m breiten Gehſteig und zwei ſich bewegenden eigentlichen Plattformen, welche unterbrochen in Tätigkeit waren; erſtere, 0,9 m breit, bewegte ſich mit 4,25 km/St. und die zweite, 2 m breite, mit 8,5 km/St. Die beiden ſich bewegenden Plattformen waren von einer Reihe vierräderiger Untergeſtelle gebildet, die auf ſeitwärts befindlichen Schienen gelaufen ſind, welche Untergeſtelle durch andre Untergeſtelle ohne Räder verbunden waren und die Kontinuität des Syſtems ſicherten. Die Eigentümlichkeit des Syſtems beſtand darin, daß die der Fortbewegung dienenden Teile von dem ſtützenden und rollenden Materiale getrennt ſind. Das ganze Syſtem ruhte auf einem ca. 7 m hohen eiſernen Viadukt, der von Holzjochen getragen wurde, um Geräuſch zu vermeiden und die Vibration abzuſchwächen. Der Strom wurde von einer am Marsfelde errichteten Kraftſtation mit der gewünſchten Spannung zugeführt, um ſodann mittels Leitungskabel unter den Dynamos der Plattformen und den Trolleyſchienen der Bahn verteilt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu werden [4]. Dermalen wird auch die Herſtellung einer Untergrundſtufenbahn in Paris in einer 10 km langen geſchloſſenen Kreislinie geplant, die von der Avenue de l'Opéra ausgeht, die großen Boulevards unter dem Pflaſter paſſiert, den Platz des Théâtre français unterquerend, um ſchließlich wieder zum Ausgangspunkte zu gelangen. Behufs raſcherer Beförderung ſoll dieſe Stufenbahn mit vier Plattformen verſehen werden, und zwar die erſte unbeweglich, die zweite mit 1,5 m, die dritte mit 3 m und die vierte mit 5 m Geſchwindigkeit pro Sekunde [5].

Die Vorzüge dieſes Syſtems, welches nur bei Hoch- oder Tiefbahnen in ganz geſchloſſenem Raume Anwendung finden kann, beſtehen in der Bewältigung eines Maſſenverkehres bei ſehr großer Betriebsſicherheit ohne Beläſtigung durch Rauch, Dampfauspuff, Geruch u. ſ. w., einer vollſtändig ſtoßfreien Fahrt bei gleichmäßiger Geſchwindigkeit, Entfall von Aufenthalten und denkbar günſtigſter Ausnutzung der Betriebskraft; dagegen ſollen die Anlagekoſten ſolcher Bahnen, wo ein konſtanter Maſſenverkehr zu bewältigen iſt, ziemlich hoch ſein; dieſelben werden mit 450000 ℳ pro Kilometer veranſchlagt.

Literatur: [1] Zentralblatt der Bauverwaltung 1889. — [2] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u Arch.-Ver. 1891 und 1892; Zeitung des Ver. Deutſcher Eiſenbahnverw. Nr. 56, 1893. — [3] Die Schmalſpurbahn, Nr. 6, 1896, und Nr. 2, 1897; Die elektriſche Stufenbahn auf der Berliner Ausſtellung, Glaſers Annalen, Bd. 37, 1896; Die Stufenbahn als elektriſches Verkehrsmittel, Uhlands Verkehrszeitung, 1899, Nr. 19. — [5] Eine Untergrundſtufenbahn in Paris, Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens 1901; Oeſterreichiſche Eiſenbahnztg. 1899, 1900 u. 1901. — [4] Plateform mobile, Le Génie civil., T. XXXIV, Nr. 16; Die neueren Verkehrsmittel am Ausſtellungsplatze in Paris, Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens, 1900. *Ziffer.*

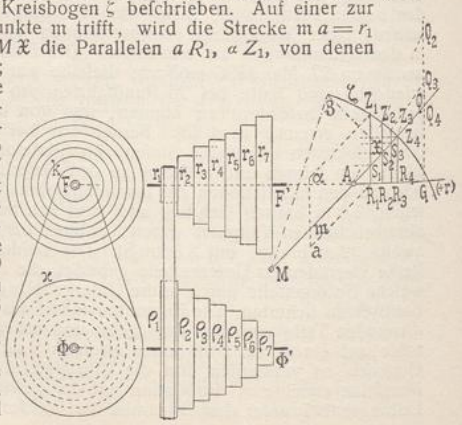
Stufenleiter, Treppenleiter mit 10 cm breiten Trittbrettern ſtatt der Sproſſen.

Stufenräder, ſ. Sektorenräder.

Stufenroſt, ſ. Feuerungsanlagen.

Stufenſcheibe. Soll die Uebertragung der Drehung in der Figur von einem Scheibenkörper $\Phi\varkappa$ auf einen andern Scheibenkörper Fk, welche ſich beide um parallele Achſen F, Φ drehen, vermittelſt eines nicht gekreuzten Treibriemens von unveränderlicher Länge in verſchiedenen gegebenen Umdrehungsverhältniſſen bewirkt werden, ſo müſſen die beiden Scheibenkörper Fk, $\Phi\varkappa$ derartig ſtufenförmig abgedreht ſein, daß der Treibriemen ohne Aenderung ſeiner Länge paßt, wenn derſelbe auf je zwei entſprechende Ränder gelegt wird. In der Figur enthalten die beiden Scheibenkörper z. B. je ſieben Stufen bezw. je ſieben Scheiben. Die Radien $r_1\,\varrho_1$, $r_2\,\varrho_2$, $r_3\,\varrho_3$, ... je zwei entſprechender Scheiben müſſen in dem umgekehrten Verhältnis der Umdrehungszahlen ſtehen und eine Größe beſitzen, daß der Treibriemen für jedes Paar der entſprechenden Scheiben paßt. Zwei ſo hergeſtellte Scheibenkörper heißen Stufenſcheiben.

Iſt der Achſenabſtand ΦF, der Radius ϱ_1 der größten Scheibe der treibenden Stufenſcheibe $\Phi\varkappa$ und deren Umdrehungszahl ωt für eine angenommene Zeiteinheit gegeben; ſind ferner die verſchiedenen Umdrehungszahlen ω_1, ω_2, ω_3 ... der getriebenen Stufenſcheibe Fk gegeben, ſo iſt zunächſt durch das Verhältnis $\frac{r_1}{\varrho_1} = \frac{\omega t}{\omega_1}$ der Radius r_1 der kleinſten Scheibe der Stufenſcheibe Fk und durch die Größen ϱ_1, r_1, ΦF die Riemenlänge beſtimmt. Die übrigen entſprechenden Scheibenradien $\varrho_2\,\varrho_3 \ldots r_2\,r_3 \ldots$ können dann vermittelſt einer Hilfskurve ζ, die in großer Annäherung durch einen Kreisbogen erſetzt iſt und Scheibendiagramm heißt, konſtruiert werden. Zu dieſem Zwecke wird eine Gerade $M\mathfrak{X}$ unter Neigung von 45° gegen die Achſe F' gezogen, die Länge $M\mathfrak{X} = \Phi F$ gemacht, dann die Senkrechte $\mathfrak{X}\mathfrak{Z} = {}^1/_2\,\Phi F$ errichtet und mit dem Radius $M\mathfrak{Z}$ um M der Kreisbogen ζ beſchrieben. Auf einer zur Achſe F' ſenkrechten Geraden, die $M\mathfrak{X}$ im Punkte m trifft, wird die Strecke $m\,a = r_1$ und $a\,\alpha = \varrho_1$ aufgetragen. Hierauf werden zu $M\mathfrak{X}$ die Parallelen $a\,R_1$, $\alpha\,Z_1$, von denen $\alpha\,Z_1$ den Kreisbogen ζ in Z_1 trifft, gezogen; ferner wird durch Z_1 ſenkrecht zur Achſe F' die Gerade $Z_1\,R_1$, durch R_1 die Gerade $R_1\,A$ ſenkrecht $a\,\alpha$ bis an $M\mathfrak{X}$ gezogen; und dieſe Gerade $R_1\,A$ wird mit dem Scheibendiagramm ζ ſo gelegt, daß ſie ſich in der verlängerten Achſe F' befindet. Die Gerade $A\,R_1$ bis $(+r)$ verlängert wird als die Abziſſenachſe des Scheibendiagramms ζ genommen. Auf dieſer Abziſſenachſe wird in einem beliebigen Punkte G eine Senkrechte $G\,Q$ errichtet, die $M\,A$ im Punkte Q ſchneidet. Auf dieſer Senkrechten werden die Punkte Q_2, Q_3 ... ſo beſtimmt, daß $\frac{G\,Q}{G\,Q_2} = \frac{\omega t}{\omega_2}$, $\frac{G\,Q}{G\,Q_3} = \frac{\omega t}{\omega_3}$ ... iſt. Dann werden von den Punkten Q_2, Q_3 ... Q_7 Gerade nach A gezogen, welche auf dem Kreisbogen ζ bezw. die Schnittpunkte Z_2, Z_3 ... beſtimmen und



von dieſen auf die Abſziſſenachſe $A\,(+r)$ die ſenkrechten Ordinaten $Z_2 R_2$, $Z_3 R_3$ ... gezogen, welche die Gerade MA bezw. in den Punkten S_2, S_3 ... treffen. Hiernach ſind, wenn man die erſten Werte r_1, ϱ_1 mit aufſchreibt, die Radien der Stufenſcheiben $r_1 = R_1 S_1$, $r_2 = R_2 S_2$, $r_3 = R_3 S_3$, ... $\varrho_1 = R_1 Z_1$, $\varrho_2 = R_2 Z_2$, $\varrho_3 = R_3 Z_3$ ..., und die durch S_1, S_2, S_3 ... zur Achſe F' parallel gezogenen Geraden ergeben ſich direkt für die Stufenſcheibe Fk die Scheibenradien r_1, r_2, r_3. Die Begründung dieſer Konſtruktion, bei welcher das Scheibendiagramm ζ mit großer Genauigkeit durch jenen ſehr leicht zu beſtimmenden Kreisbogen ζ erſetzt werden kann, iſt in [1] angegeben.

Literatur: [1] Burmeſter, L., Lehrb. d. Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 395. *Burmeſter.*

Stufenſcheiben enthalten nebeneinander die Bahnen von Schnur- oder Riemſcheiben mit verſchiedenem Durchmeſſer und ermöglichen durch Umlegen der Schnur oder des Riemens die ſtufenweiſe Aenderung der übertragenen Geſchwindigkeit.

Sie finden nach Fig. 1, auch Riemenkonus genannt, vorzugsweiſe Anwendung bei Bohr- und Fräsmaſchinen (Bd. 4, S. 176) und Drehbänken (Bd. 3, S. 81); ſie ſitzen hier meiſt loſe auf der Spindel zwiſchen den Lagern (Bd. 6, S. 52). Als Schnurſcheiben kommen ſie an kleinen Drehbänken (ſ. Bd. 3, S. 68) und Drehſtühlen vor. Zum Umlegen der Schnur muß man die Scheiben etwas nähern, ebenſo beim Keilriemen (Fig. 2), nicht aber beim Umlegen eines Riemens (ſ. Bd. 7, S. 429). — Ueber Stufenzahnräder ſ. [3].

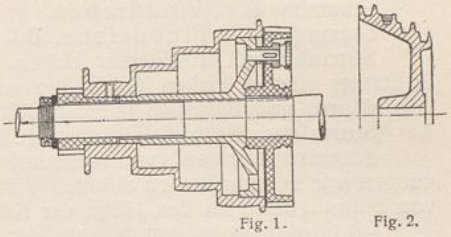


Fig. 1. Fig. 2.

Während für ſchmale Scheiben eine einfache Nabe nach Fig. 2 genügt, erhalten breitere eine am offenen Ende an- oder eingeſetzte Stirnſcheibe, deren Nabe in Fig. 1 [2] bis zum andern Ende durchgeht, ohne in ganzer Länge an der Welle aufzuliegen, weil ſonſt infolge der Verbiegung der Spindel Klemmungen entſtehen können. — In der Regel läuft der Riemen auf zwei gleichen Kegeln, deren Bahnen mit gleichen Stufenhöhen abgeſetzt werden; dabei wechſelt die Ueberſetzung angenähert in konſtantem Verhältnis, und zwar beträgt dieſes, wenn die kleinſte Stufe halb ſoviel Durchmeſſer wie die größte erhält, für dreiſtufige Scheiben 0,5, bei vierſtufigen 0,625 und in der Mitte 0,64, bei fünfſtufigen 0,70 und inmitten 0,715. Der größte Durchmeſſer findet ſich zu $(6 \sim 8)\sqrt{h}$ für Drehbänke von h cm Spitzenhöhe, der kleinſte zu $(3 \sim 4)\sqrt{h}$, die Breite der Bahn zu $1{,}5\sqrt{h}$, der Riemen um 1 cm ſchmäler.

Die Rückſicht auf gleiche Riemenlänge, nämlich auf gleiche Anſpannung des Riemens in allen Lagen, bedingt eine Berichtigung der berechneten Durchmeſſer, ſo daß die Summe zweier zuſammen arbeitender Stufendurchmeſſer $D + d$ gegenüber der Summe $2D_0$ zweier gleichgroßen Scheibendurchmeſſer um ſo kleiner werde, je ſtärker das Ueberſetzungsverhältnis $D:d$ oder $d:D$ und je geringer die Entfernung e der beiden Wellen iſt, während für Kreuzriementrieb die Summen konſtant bleiben. Die Riemenlänge beträgt für gleiche Scheiben $2e + \pi D_0$. Für ungleiche Scheiben mit offenen, ſchrägliegenden Riementrumen ergibt die geometriſche Berechnung auf gleiche Länge die Beziehung $\frac{2D_0}{D+d} = 1 + \frac{D+d}{2\pi e}\left(\frac{D:d-1}{D:d+1}\right)^2$.

Hiernach iſt die Summe $D + d$ gegen $2D_0$ um ſo viel Prozent, wie die Tabelle angibt, zu verkleinern.

Zum Beiſpiel für $D:d$ oder $d:D =$	1	2	3	4	5	6
$e:D = 10$	0	0,35	0,8	1,1	1,4	1,6 %
7	0	0,5	1,1	1,6	2,0	2,3
5	0	0,7	1,6	2,2	2,7	3,1
3	0	1,2	2,6	3,7	4,5	5,1
1,5	0	2,3	5,0	7,1	8,6	9,7.

Zum Beiſpiel für ein Paar Stufenſcheiben von 200—400 mm Durchmeſſer bei 2 m Wellenabſtand iſt $D_0 = 300$ mit $e:D = 7$ und für die äußeren Stufen $D:d$ oder $d:D = 2$; nach der Tabelle hat man die Stufen um 0,5 % zu berichtigen, ſo daß ſie auf 199—300—398 mm oder auf 200—301,5—400 mm kommen.

Literatur: [1] Lehrbücher über Werkzeugmaſchinen. — [2] Perrigo, Modern American Lathe Practice, New York 1907 (S. 301), und Merlot, Machines-outiles, Paris et Liège 1907 (S. 159). — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1491—1627. *Lindner.*

Stufenwehr, ſ. Stauanlagen.

Stuffe, ſ. Stufe.

Stuhlmaſche, die in Wirkmaſchinen auf einer Stuhlnadel gebildete Maſche, im Gegenſatz zur Maſchinenmaſche, welche auf einer Nadel der Rändermaſchine hergeſtellt wird. *Willkomm.*

Stuhlrohr, ſ. Stöcke.

Stuhlſäule, ſ. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 514.

Stuhlſchiene, ſ. Oberbau der Eiſenbahnen.

Stuhlſchleife, die in Wirkmaſchinen auf einer Stuhlnadel hängende Schleife.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stuhlwand, bei einem Dachſtuhl (ſ. d., Bd. 2, S. 513 ff.), ſämtliche auf einer Seite ſtehenden Stuhlſäulen mit Pfetten, Schwellen und Bügen.

Stumba, ſ. Seidenſpinnerei.

Stunde (lat. hora) [1], die Einheit der alten Kompaßteilung; ſie iſt gleich 15°, alſo gleich dem Winkel, um den ſich die Erde in einer Stunde dreht.

Die Stunde iſt in Achtel mit Unterabteilungen geteilt, ſo daß man durch Schätzung Sechzehntel-Achtel oder Zwölftel-Sechzehntel erhält. Für markſcheideriſche Meſſungen iſt die Stundenteilung der Gradteilung gewichen; dagegen iſt beim Geognoſierkompaß vielfach die zweimal auf zwölf Stunden gehende Teilung gebräuchlich. Der Markſcheider gebraucht den Ausdruck „die Stunde hängen" für die Abgabe der Richtung aufzufahrender Strecken im Bergwerke.

Literatur: [1] Brathuhn, Lehrbuch der Markſcheidekunſt, 4. Aufl., Leipzig 1908. *Haußmann.*

Stundenkreis, -winkel, ſ. Koordinaten am Himmel.

Stupp, ſ. Queckſilber, Bd. 7, S. 317.

Sturmausläſſe, ſ. Kanaliſation der Städte und Ortſchaften.

Sturmband, ſ. Windſtreben.

Sturmdeich, ſ. Flußdeiche, Bd. 4, S. 104.

Sturmhaken. 1. Eiſerner Haken zum Feſtlegen geöffneter Fenſterflügel. 2. Starker eiſerner Haken mit Spitze an langer, ſtarker Stange zum Einreißen von Mauern und Bauteilen in Brandfällen. *Weinbrenner.*

Sturmſcher Satz, ſ. Gleichungen, Bd. 4, S. 564.

Sturmwarnungen, von meteorologiſchen Zentralſtellen ausgehende Warnungen vor herannahenden Stürmen durch das telegraphiſch angeordnete Hiſſen von Sturmſignalen an den längs der Küſte errichteten Sturmwarnungsſtellen.

Die Sturmſignale beſtehen meiſt am Tage aus Kugeln, Kegeln, Zylindern, teils auch aus Flaggen, in der Nacht aus Laternenſignalen. Beſonders ausgebildet ſind die Sturmſignale an den Küſten Japans und Chinas, um das Heranziehen der Taifune anzuzeigen. Die Ueberzeugung, daß es möglich ſei, die Schiffahrt durch rechtzeitige Warnungen vor Stürmen zu ſchützen, führte um Mitte des vorigen Jahrhunderts zu der telegraphiſchen Verbreitung von Wetternachrichten und damit zu dem heute in allen Kulturländern eingeführten telegraphiſchen Wetterdienſt, der zunächſt dem Sturmwarnungsweſen oblag und weiterhin durch Ausgabe der allgemeinen Wettervorherſagen ſeine Ziele erweiterte.

Literatur: Ley, Clement, Aids to the study and forecast of weather, London 1880; Bebber, van, Handbuch der ausübenden Witterungskunde, Stuttgart 1885; Scott, Weather charts and stormwarnings, London 1887; Bebber, van, Die Wettervorherſage, 2. Aufl., Stuttgart 1898; Großmann, Die Stürme und Sturmwarnungen an der deutſchen Küſte in den Jahren 1886/95, in „Aus dem Archiv der Deutſchen Seewarte", XXI, 1898. *Großmann.*

Sturz, wagerechte Ueberdeckung der Maueröffnungen (ſ. d. und Fenſter und Türen). — Speichenſturz, ſ. Straßenfuhrwerke.

Sturzbäder, Einrichtungen in Badeanſtalten, die nach Oeffnen eines Schiebers oder ſtändig Waſſer in hohem, freiem Ueberfall abfließen laſſen; der Badende ſtellt ſich unter den ſo entſtehenden Abſturz (Kaskade).

Eine ſolche Anlage befindet ſich in der in Bd. 1, S. 443, Fig. 3 dargeſtellten Badeanſtalt bei *a*. Am zweckmäßigſten werden zu Sturzbädern die Ueberläufe von Baſſins benutzt, wobei man zunächſt eine größere Waſſermenge anſtaut und ſodann mittels eines Ueberfalls den Spiegel bis zur Normaltiefe ſenkt. Erforderlich iſt eine Abſturzhöhe von 2—2,5 m und eine beträchtliche Waſſermenge.

Sturzbett, -pritſche, -wand, ſ. Stauanlagen.

Stylobat, die äußeren Platten des aus drei Stufen beſtehenden Unterbaues des griechiſchen Tempels (ſ. Säule).

Stylographie, von Schöler erfundenes und von Piil in Wien verbeſſertes Verfahren zur Herſtellung von Tiefdruckplatten.

Mit der Stylographie verfolgte man den Zweck, das ſchwierige Arbeiten mit Kupferplatten beim Stiche zu umgehen, indem zunächſt eine Originalform aus weichem, leicht zu bearbeitendem Material und erſt von dieſer auf galvanoplaſtiſchem Wege die Druckplatte hergeſtellt wurde. Die Formmaſſe erzeugt man derart, daß 1 Teil Stearin und 3 Teile gelben Schellacks (unter Zuſatz von Kienruß zur Schwärzung) zuſammengeſchmolzen und in aufrechtſtehenden, innen gut verzinnten Gußformen (eventuell in einer mit verzinnten Platten ausgelegten Stereotypiepreſſe, vgl. Stereotypie) in dünnen Platten gegoſſen werden. Die Tafeln ſollen längere Zeit lagern. Sodann werden ſie durch Behobeln, Erwärmen und ſtarkes Preſſen gegen blankpolierte Metallplatten völlig geglättet, mit Spirituslack dünn beſtrichen und mit Silberbronzepulver eingeſtäubt. Nun wird die Zeichnung mit Rötelpapier aufgepauſt und mit einem Stahlgriffel vertieft eingraviert, wobei jeder Strich ſchwarz auf weißem Grunde erſcheint. Um die Platte elektriſch leitend zu machen, wird ſie zunächſt mit einer wäſſerigen Löſung von Höllenſtein und Zucker behandelt, ſodann den Dämpfen einer Löſung von Phosphor in Naphtha ausgeſetzt und ſchließlich mit feinſtem Zinnpulver überpudert. Die Gewinnung der eigentlichen Tief-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

druckplatte erfolgt durch galvanoplaſtiſche Herſtellung (ſ. Elektrotypie und Kartendruck) einer Patrize, von der ebenſo die Tiefform abgenommen wird. (Vgl. Martin, A., Repertorium der Galvanoplaſtik und Galvanoſtegie, Wien 1856.) *A. W. Unger.*

Styrax, ſ. v. w. Storax (ſ. d.).

Sublimat, ſ. Queckſilberchloride; vgl. Desinfektion.

Sublimation, der direkte Uebergang aus dem feſten in den gasförmigen Zuſtand.

Dieſer Uebergang findet zwar ſtets, aber meiſt nur ſehr langſam ſtatt, da der Dampfdruck feſter Körper ſelbſt beim Schmelzpunkt meiſt ſehr klein iſt. Iſt der Dampfdruck jedoch ſo groß, daß er noch unterhalb der Schmelztemperatur des feſten Stoffes den Betrag von 1 Atmoſphäre erreicht, ſo kann ein ſolcher Stoff bei gewöhnlichem Druck durch Erhitzen nicht geſchmolzen werden, da er ſich vorher rapid verflüchtigt (wobei die latente „Sublimationswärme" gebunden wird). — Als ſublimierbar bezeichnet man jedoch nicht nur dieſe Körper, ſondern überhaupt diejenigen bei gewöhnlicher Temperatur feſten, deren Schmelzen bei erreichbaren Temperaturen ihren Siedepunkt haben. — Ein ohne Schmelzen ſublimierender Körper iſt feſte Kohlenſäure (Sublimationspunkt -80^0, wo Dampfdruck = 1 Atmoſphäre, Schmelzpunkt = -65^0); Jod, Schwefel, Naphthalin, Kampfer, Queckſilberchlorid (= Sublimat), die als ſublimierbar bekannt, ſchmelzen unterhalb ihres Siedepunkts. *Abegg.*

Submiſſionsweſen begreift alles, was die Vergebung von Arbeiten und Lieferungen auf dem Wege der Submiſſion betrifft.

Die Vergebung von Arbeiten und Lieferungen (Verdingung) erfolgt entweder freihändig, d. h. durch Uebertragung an einen beſtimmten zur Verfügung ſtehenden Unternehmer ohne Aufruf einer weiteren Konkurrenz, oder auf dem Wege der Vergebung in engerer Bewerbung an einen beſtimmt begrenzten Kreis von Unternehmern ohne Eröffnung eines allgemeineren Wettbewerbs oder endlich durch Submiſſion. Hierunter verſteht man eine beſondere Form der Vergebung, für die das öffentliche Ausſchreiben und die Aufforderung zu ſchriftlichen Offerten charakteriſtiſch iſt. Des für die Regel in allen wichtigen Einzelheiten geordneten und einen beſtimmten Voranſchlag der ausſchreibenden Stelle enthaltenden Submiſſionsverfahrens bedienen ſich insbeſondere die ſtaatlichen und kommunalen Verwaltungen, aber auch die großen privaten, namentlich gewerblichen Unternehmungen, die bedeutende und öfter ſich wiederholende Lieferungsaufträge zu vergeben haben. Die Vorteile des Submiſſionsverfahrens liegen für die Verwaltung namentlich in der Möglichkeit, durch Eröffnung einer geeigneten ausgedehnten Konkurrenz eine möglichſt gute Qualität und günſtige Preisgeſtaltung zu erzielen, für die Lieferanten in der allen leiſtungsfähigen und lieferungsluſtigen Geſchäftsleuten unter gleichen Bedingungen unparteiiſch eröffneten Ausſicht der Beteiligung an den Lieferungen. Die rechtzeitige Feſtſtellung der Bedarfsmengen und ihre allgemeine Bekanntgabe, die es den Beteiligten ermöglicht, ſich mit den Lieferungen rechtzeitig einzurichten, bringt für die geſamte Produktion, Verarbeitung und den Handel nicht zu unterſchätzende Vorteile. Das Submiſſionsverfahren hat aber auch Nachteile. Es verleitet namentlich den kleineren Geſchäftsmann, der nicht zu kalkulieren verſteht, unter Umſtänden zu übermäßig billigen und für ihn verluſtbringenden Angeboten und kann die Preisunterbietung und Preis- und Lohndrückerei befördern; für die ausſchreibende Verwaltung entſteht die Gefahr, daß die Billigkeit auf Koſten der Güte und Solidität der Leiſtungen geht. Um dieſe Nachteile zu vermeiden, pflegen die Grundſätze, die von den ſtaatlichen und größeren kommunalen Verwaltungen über die Vergebung von Arbeiten und Lieferungen aufgeſtellt worden ſind, neben der Zulaſſung freihändiger Vergebung oder einer Vergebung in engerer Bewerbung in genau bezeichnetem, nicht zu eng bemeſſenem Umfang unter anderm die Beſtimmung zu enthalten, daß das niedrigſte Gebot als ſolches bei der Zuſchlagserteilung keineswegs ausſchließlich zu berückſichtigen iſt, daß der Zuſchlag nur auf ein in jeder Beziehung annehmbares, die tüchtige und rechtzeitige Ausführung der Arbeit oder Lieferung gewährleiſtendes Gebot erteilt werden darf und Angebote von vorneherein von der Berückſichtigung ausgeſchloſſen ſind, die eine in offenbarem Mißverhältnis zu der Arbeit oder Lieferung ſtehende Preisforderung enthalten, ſo daß nach den geforderten Preiſen eine tüchtige Ausführung nicht erwartet werden kann. Neuerdings ſuchen die Submiſſionsbeſtimmungen öffentlicher Verwaltungsſtellen in weitgehendem Maße ſozialpolitiſchen und im beſonderen auch handwerkspolitiſchen Forderungen Rechnung zu tragen. So findet ſich die Beſtimmung, daß Angebote von der Berückſichtigung ausgeſchloſſen bleiben, welche von Unternehmern ausgehen, in deren Betrieben eine über das übliche Maß erheblich hinausgehende Arbeitszeit eingehalten wird oder die Löhne hinter den in dem Gewerbszweig ſonſt üblichen Durchſchnittslöhnen erheblich zurückſtehen (ſogenannte Lohnklauſel, verbunden mit dem vorbehaltenen Recht der Behörde, von den Unternehmern nähere Angaben über die Lohnverhältniſſe und die Arbeitszeit zu verlangen). Auch wird in die Vertragsbedingungen die Beſtimmung aufgenommen, daß der Unternehmer an die von ihm angegebenen Arbeitslöhne und Arbeitszeiten oder, ſoweit Tarifgemeinſchaften oder ähnliche Vereinbarungen zwiſchen den Verbänden der Arbeitgeber und Arbeiter beſtehen, an die von dieſen feſtgeſtellten Arbeitsbedingungen gebunden ſind. Der Berückſichtigung der mittleren und kleineren, namentlich handwerklichen Betrieben dient die Beſtimmung, daß umfangreichere Arbeiten und Lieferungen in mehrere Loſe zu teilen und bei beſtimmten größeren Arbeiten nicht alle Arbeiten gleichzeitig zu vergeben ſind. Sodann findet ſich in gewiſſem Umfange eine Bevorzugung derjenigen Handwerker, welche zur Führung des Meiſtertitels berechtigt ſind; auch Handwerkerorganiſationen ſind manchmal beſondere Vergünſtigungen eingeräumt. Eine allgemeine Bevorzugung inländiſcher (deutſcher) Bewerber vor Ausländern wird wegen der zu erwartenden Vergeltungsmaßnahmen wenigſtens bei ſtaatlichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Submiſſionen meiſt vermieden. Oft kann ſie auch unwirtſchaftlich ſein. Aehnlich iſt es mit der Begünſtigung der ortsangeſeſſenen Bewerber, die in beſtimmter Beſchränkung unbedenklich (namentlich bei Bauarbeiten), ſich aber allgemein nicht durchführen läßt. — Die Regelung des ſtaatlichen und kommunalen Submiſſionsweſens bezw. die Verbeſſerung desſelben bildet ſeit Jahren einen Gegenſtand eifriger Erörterung in den Parlamenten, den ſozial- und wirtſchaftspolitiſchen Vereinigungen, der Fach- und Parteipreſſe, und in manchen der hierbei aufgeſtellten Forderungen iſt wohl über das hinausgegangen, was vernünftiger- oder zweckmäßigerweiſe angeordnet werden kann. Ohne zu den einzelnen Forderungen Stellung zu nehmen, ſeien folgende erwähnt: Zuziehung von Sachverſtändigen aus den Handwerksorganiſationen bei Aufſtellung des Voranſchlags; der Ausſchluß derjenigen Betriebe von der Bewerbung, die Lehrlingszüchterei treiben; die Bevorzugung der die günſtigeren Arbeitsbedingungen bietenden Betriebe; die Forderung beſtimmter Maximalarbeitszeiten und Lohnſyſteme (Ausſchluß des Akkordlohns); die Einfügung der „Streikklauſel“ (Vergünſtigung in Beziehung auf die Lieferungsfriſten für den Fall der Arbeitseinſtellung). Schlechte Erfahrungen ſind mit dem ſogenannten „Mittelpreisverfahren“ gemacht worden, das in Handwerkerkreiſen manche Befürworter hat. Danach ſoll der Zuſchlag für die Regel demjenigen Bewerber erteilt werden, der dem durch Durchſchnittsberechnung gewonnenen Mittelpreiſe, nach unten gerechnet, am nächſten kommt.

Literatur: Huber, Artikel „Submiſſionsweſen“ im Handbuch der Staatswiſſenſchaften, herausgegeben von Conrad, Elſter, Lexis und Lönig, 2. Aufl., Bd. 6, S. 1172 ff.; Biermer, Artikel „Submiſſionsweſen“ im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, 2. Aufl., Bd. 2, S. 1038 ff.; Heller, Das Submiſſionsweſen in Deutſchland, Jena 1907. — Die Regelung des Arbeitsverhältniſſes bei Vergebung öffentlicher Arbeiten, Nr. 6 der Beiträge zur Arbeiterſtatiſtik, herausgegeben vom Kaiſerl. Statiſtiſchen Amt, Abteilung für Arbeiterſtatiſtik, Berlin 1907. — Reichstagsdruckſache Nr. 989 von 1907/09 enthält die für die deutſchen Reichsbetriebe erlaſſenen Beſtimmungen über das Verdingungsweſen. *Köhler.*

Subnormale, die Projektion der Normale auf die x-Achſe. Iſt $y = f(x)$ die Gleichung der Kurve, ſo iſt die Subnormale yy'; ſie iſt konſtant bei der Parabel.

Subpreſſe, ſ. Lochen, Bd. 6, S. 179, Fig. 10.

Subſilikate, ſ. Schlacken.

Subſtitution, Einführung neuer Veränderlicher, indem man die alten Veränderlichen gleich Funktionen der neuen ſetzt.

Bei den eigentlichen Subſtitutionen ſind die Koeffizienten in dieſen Funktionen konſtante Größen. Man betrachtet aber auch Syſteme von Subſtitutionen, bei welchen die Koeffizienten von einer Subſtitution zur andern ihren Wert ändern. Sind die Syſteme ſo beſchaffen, daß die Koeffizienten ſtetig veränderliche Größen ſind, ſo gehen die Subſtitutionen in Transformationen über. Eine Subſtitution heißt linear, wenn die alten Veränderlichen lineare Funktionen der neuen (und daher auch umgekehrt) ſind [3]. Eine lineare Subſtitution

$$x = a_{11}x_1 + a_{12}y_1 + a_{13}z_1 + \ldots + a_{1n}w_1; \quad y = a_{21}x_1 + a_{22}y_1 + a_{23}z_1 + \ldots + a_{2n}w_1;$$
$$z = a_{31}x_1 + a_{32}y_1 + a_{33}z_1 + \ldots + a_{3n}w_1; \ \ldots w = a_{n1}x_1 + a_{n2}y_1 + a_{n3}z_1 + \ldots + a_{nn}w_1$$

heißt orthogonal, wenn ſich die Quadratſumme aller Veränderlichen bei der Subſtitution nicht ändert, alſo wenn

$$a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + a_{i3}^2 + \ldots + a_{in}^2 = 1, \ a_{i1}a_{k1} + a_{i2}a_{k2} + a_{i3}a_{k3} + \ldots + a_{in}a_{kn} = 0,$$

was auch i und k ſein möge [2].

Literatur: [1] Netto, E., Subſtitutionentheorie und ihre Anwendung auf die Algebra, Leipzig 1882. — [2] Herbſt, H., Beiträge zur Theorie der orthogonalen Subſtitutionen, Halle 1879. — [3] Maurer, L., Zur Theorie der linearen Subſtitutionen, Straßburg 1887. *Wölffing.*

Subtangente, die Projektion der Tangente vom Berührungspunkt bis zum Schnitt mit der x-Achſe auf letztere. Iſt $y = f(x)$ die Kurvengleichung, ſo iſt die Subtangente $y : y'$. Sie iſt konſtant bei der logarithmiſchen Linie.

Subtraktion, umgekehrte Operation der Addition. Iſt $a + b = c$, ſo iſt $c - b = a$; dabei heißt c Minuend, b Subtrahend, a Reſt oder Differenz. Die beiden letzteren ſind vertauſchbar: $c - a = b$. Iſt $c < b$, ſo gibt die Subtraktion eine negative Zahl.

Subtraktionslogarithmen, ſ. Additionslogarithmen.

Subtraktiv, eine mit einem Minuszeichen verſehene Größe.

Subway, unterirdiſcher Tunnel im Straßenkörper zur Aufnahme von Waſſer-, Gas-, Elektrizitäts- u. ſ. w. Leitungen behufs leichterer Zugänglichkeit bei Reparaturen u. ſ. w.

Succinit, ſ. v. w. Bernſtein (ſ. d.).

Sucher, 1. an Fernrohren dienen zur Erleichterung der Einſtellung auf das Ziel. Bei den kleinen Fernrohren geodätiſcher Inſtrumente iſt ein Diopter, bei großen aſtronomiſchen Inſtrumenten ein kleines Fernrohr mit ſchwacher Vergrößerung und großem Geſichtsfeld angebracht. Die Abſehlinien der beiden Fernrohre müſſen parallel ſein. 2. An Handkameras, ſ. Ikonometer. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Sudhaus, ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 15.

Suède, ſ. Däniſch Leder und Lederfärberei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sürfilieren (Zweimalſpinnen) wird in der Streichgarnſpinnerei angewendet, um aus grobem Vorgarn höhere Nummern zu ſpinnen, falls für einmaliges Spinnen der Verzug zu hoch wird. Dabei wird ſo verfahren, daß das Garn auf der erſten Maſchine Rechtsdraht erhält, wenn es auf der zweiten links geſponnen wird, und umgekehrt. *E. Müller.*

Süßwaſſerſchichten, aus ſalzarmem oder -freiem ſogenanntem Süßwaſſer abgeſetzte Erdſchichten, im Gegenſatz zu marinen oder brackiſchen Schichten.

Süßwaſſerſchichten kommen in der oberen Steinkohlenformation, im Rotliegenden, im jüngeren Tertiär, im Diluvium vor und ſind meiſt Kalke, Tone, Sande, auch Quarzite. *Leppla.*

Sulfanilſäure, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 621.

Sulfatblau, Bezeichnung für Glauberſalzultramarin.

Sulfate heißen die Salze der Schwefelſäure; ſ. die wichtigſten derſelben unter den betreffenden Metallen; ſ. a. Salze.

Sulfide (Metallſulfide, Schwefelmetalle, Sulfurete), die Verbindungen der Metalle mit Schwefel, kommen in der Natur als Blenden, Glanze, Kieſe vor, die für die Gewinnung der Metalle von größter Bedeutung ſind, und entſtehen künſtlich durch Erhitzen der Metalle mit Schwefel oder durch Fällung von Salzlöſungen der Metalle durch Schwefelwaſſerſtoff oder Schwefelammonium. Die Sulfide der Alkalien ſind in Waſſer leicht löslich, die der alkaliſchen Erden ſchwer löslich, die der Schwermetalle unlöslich. *Moye.*

Sulfite, die Salze der ſchwefligen Säure (ſ. Natrium-, Calciumſulfit u. ſ. w., ſ. a. Salze). *Moye.*

Sulfocyanür, ein Miſchdünger, der geringe Mengen Stickſtoff und Kali enthält. Er wird aus dem bei der Gasfabrikation enthaltenen rohen Ammoniak und den aus den Rückſtänden der Zuckerfabrikation reſultierenden kalihaltigen Verbindungen gewonnen.

Drei in den Laboratorien in Liège analyſierte Farben ergaben in bezug auf den Stickſtoff- und Kaligehalt folgendes: Stickſtoff 1. 4,13%, 2. 3,92%, 3. 4,20%; Kali 1. 7,14%, 2. 6,53%, 3. 6,04%. Nach Immendorf in Jena ſoll Sulfocyanür infolge der in ihnen enthaltenen Cyanverbindungen auf die Pflanzen giftig wirken. Fabrikation bisher nur in Belgien.

Literatur: L'Engrais, Paris 1903, Nr. 26; 1904, Nr. 19. *Weitz.*

Sulfonal (Diäthylſulfon-Dimethyl-Methan), eine als Schlafmittel geſchätzte organiſche Subſtanz, welche aus dem Aceton (ſ. d.) entſteht:

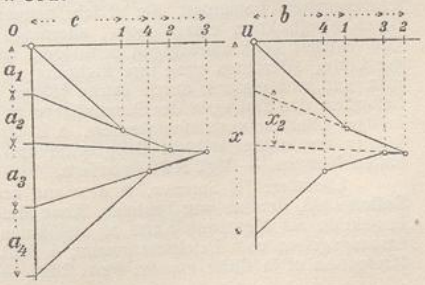
Aceton liefert mit Merkaptan beim Einleiten von trockenem Salzſäuregas ein Kondenſationsprodukt, das Acetondiaethylmerkaptol $(CH_3)_2 \cdot C(SC_2H_5)_2$, eine bei 190° unter Zerſetzung ſiedende Flüſſigkeit. Dieſe geht durch Oxydation mit Kaliumpermanganat in Sulfonal $(CH_3)_2 \cdot C \cdot (SO_2C_2H_5)_2$, weiße Blättchen vom Schmelzpunkt 126° über. Gleich dem Aceton laſſen ſich eine Reihe von einfachen und gemiſchten Ketonen auf dieſe Weiſe in „Sulfonale" überführen, welche, wie das Sulfonal ſelbſt, wegen ihrer ſchlaferregenden Eigenſchaften therapeutiſche Verwendung finden. Eine merkwürdige Ausnahme bilden jedoch diejenigen Sulfonale, welche, wie z. B. die Verbindung $(CH_3)_2 \cdot C \cdot (SO_2CH_3)_2$, keine Aethylgruppen enthalten. Dieſen gehen die wertvollen Eigenſchaften des Sulfonals vollſtändig ab (ſ. a. Antipyretika). — Das Sulfonal bildet farbloſe prismatiſche Kriſtalle, die bei 125,5° C. ſchmelzen. In kaltem Waſſer ſchwer (1 : 500), in ſiedendem Waſſer (1 : 15) leichter löslich. Auch Alkohol (1 : 65) und Aether (1 : 133) löſen Sulfonal. Siedender Alkohol löſt es leicht (1 : 2). *Bujard.*

Sulfopone, weiße, der Lithopone ähnliche Deckfarbe, durch Fällen von Zinkſulfat mit Schwefelcalcium erhalten; das letztere wird durch Kochen von 50 Teilen Schwefelblüte mit 50 Teilen Aetzkalk in 1000 Teilen Waſſer dargeſtellt, wobei neben einfachem Calciumſulfit auch Polyſulfite des Calciums entſtehen, welche weſentlich zur Erzielung eines weicheren und geſchmeidigeren Produktes beitragen. — Vgl. Permanentweiß. *Andés.*

Sulfurete, ſ. Sulfide.

Sumach, ſ. Gerbſtoffe (Bd. 4, S. 402) und Leder (Bd. 6, S. 87).

Summationspolygon nennt man eine Doppelfigur, die dazu dient, den Ausdruck $x = \frac{a_1 b_1}{c_1} + \frac{a_2 b_2}{c_2} + \frac{a_3 b_3}{c_3} + \ldots$ graphiſch zu berechnen.



Man zieht (ſ. die Figur) durch zwei beliebige Punkte *o* und *u* wagerechte und lotrechte Achſen. Auf der lotrechten Achſe durch *o* trägt man in einem paſſenden Maßſtab die Größen *a*

fortlaufend auf; auf den beiden wagerechten Achſen trägt man von o aus die c, von u aus die b auf, jedoch nicht fortlaufend, ſondern ſämtlich vom Urſprung aus. Dann zeichnet man, von o ausgehend, ein Polygon, deſſen Ecken auf den Vertikalen der c liegen und deſſen Seiten durch die Trennungspunkte der a gehen; die erſte Seite dieſes Linienzuges iſt beliebig. Hierauf zeichnet man, von u ausgehend, ein zweites Polygon, deſſen Ecken auf den Vertikalen der b liegen und deſſen Seiten zu denen des erſten Polygons parallel laufen; dann ſchneiden die erſte und die letzte Seite auf der lotrechten u-Achſe die geſuchte Größe x ab. Um dies einzuſehen, beachte man, daß, wenn die Seiten des zweiten Polygons bis zur lotrechten Achſe verlängert werden, Dreiecke entſtehen, die denen der linken Figur ähnlich ſind. Für die Seiten 1 2 und 2 3 iſt dieſes Dreieck gezeichnet. Folglich verhält ſich $x_2 : b_2 = a_2 : c_2$ oder es iſt $x_2 = \frac{a_2 b_2}{c_2}$; die Summen ſämtlicher lotrechten Dreiecksſeiten iſt aber gleich x. Das Summationspolygon iſt der Vorläufer des in der graphiſchen Statik viel verwendeten Seilpolygons (ſ. d.). Es findet ſeiner Form nach u. a. beim Zeichnen von Biegungslinien (ſ. d.) Verwendung.

Literatur: Culmann, Graphiſche Statik, 2. Aufl., Zürich 1875. *Mörſch.*

Summe, das Reſultat der Addition.

Summenrechnung. Von einer Reihe (Hauptreihe) wird die erſte Summenreihe gebildet, indem man die Reihe aufſucht, deren erſte Differenzreihe die gegebene iſt.

Iſt alſo $u_0 u_1 u_2 \ldots u_n$ die Hauptreihe, ſo iſt 0, u_0, $u_0 + u_1$, $u_0 + u_1 + u_2, \ldots \sum_{0}^{r-1} u_r$ die Summenreihe; man bezeichnet ſie mit 0, $S_1{}^1$, $S_2{}^1 \ldots S^1 n+1$, ſo daß $S_r = \sum_{0}^{r-1} u_i$. Die zweite Summenreihe 0,0, $S_1{}^2$, $S_2{}^2 \ldots S^2 n+1$ iſt die Summenreihe der erſten Summenreihe u. ſ. w. Die Summenrechnung, die Rechnung mit dieſen Summenreihen, bietet viele Analogien mit der Integralrechnung.

Literatur: Lacroix, Traité des différences et des séries, Paris 1800; Boole, Theorie der endlichen Differenzen- und Summenrechnung, deutſch von Schnuſe, Braunſchweig 1867; Catalan, E., Traité élémentaire des séries, Paris 1860; Hagen, Synopſis der höheren Mathematik, Bd. 1, Berlin 1891, S. 82—85, 145—154. *Wölffing.*

Summen- und Differenzreihen. Bildet man aus dem erſten Glied, der Summe der zwei erſten Glieder, der Summe der drei erſten Glieder u. ſ. w. einer gegebenen Reihe eine neue Reihe, ſo heißt dieſe Summenreihe der gegebenen. Subtrahiert man jedes Glied einer Reihe von dem nächſtfolgenden, ſo heißt die entſtehende Reihe Differenzenreihe der gegebenen. Näheres ſ. Summenrechnung und Differenzenrechnung. *Wölffing.*

Sumnerlinien, Poſitionslinien, Standlinien werden bei einer beſonderen Art der Beſtimmung der Schiffspoſition zur See verwendet. Dieſe Linien ſind Projektionen kleiner Stücke von ſogenannten Kreiſen gleicher Höhe auf die nautiſche Karte (Merkatorprojektion oder „reduzierte“ Karte der Seeleute, das iſt eine winkeltreue zylindriſche Abbildung der Erdoberfläche). Die Methode trägt ihren Namen nach der Publikation des Kapitäns Th. Sumner im Jahre 1843 [1].

Denkt man ſich auf der Erdkugel die Punkte, von denen aus ein gewiſſes Geſtirn in einem beſtimmten Augenblick unter demſelben Höhenwinkel erſcheint, miteinander verbunden, ſo iſt dieſe Verbindungslinie offenbar ein Kleinkreis der Kugel, der den Endpunkt des nach dem Geſtirn führenden Erdhalbmeſſers (den Punkt der Erde, in deſſen Zenit das Geſtirn im Augenblick der Beobachtung ſtand) zum ſphäriſchen Mittelpunkt hat. Hat man alſo zu beſtimmter Zeit (beſtimmtem Chronometerſtand) auch nur die Höhe nach einem Geſtirn genommen, ſo iſt damit bereits eine Beſtimmungslinie (im geometriſchen Sinn ein geometriſcher Ort) für den Schiffsort im Augenblick der Beobachtung gegeben, nämlich eben ein ſolcher Kreis gleicher Höhen oder, für eine kleine Strecke, deſſen Tangente (Poſitionslinie, Standlinie). Eine zweite ſpätere Beobachtung liefert eine zweite Poſitionslinie; wird die erſte auf die zweite wegen der inzwiſchen vor ſich gegangenen Verſetzung des Schiffes (Verſegelung, Kurs und Fahrt) reduziert, ſo ergibt der Schnittpunkt der zwei Beſtimmungslinien den Ort des Schiffes im Augenblick der zweiten Meſſung. Die Methode iſt wichtig und wird in den neueren Navigationslehrbüchern ſehr eingehend behandelt. Sie iſt ſehr bequem und liefert, richtig verſtanden, auf einfache Weiſe durch Konſtruktion einen guten, allerdings von dem angenommenen Chronometerſtand (der Greenwicher Zeit) abhängigen Schiffsort; ein Fehler in der Chronometerkorrektion verſchiebt die Linie, allerdings ohne ihre Richtung zu ändern, nach W. oder O. Aber die Breite erhält man gut und einfach durch ſolche Höhen außerhalb des Meridians. Ueber das Nähere, beſonders das Eintragen der Sumnerlinien in die nautiſche Karte, muß aber auf die (ſehr reichhaltige) Literatur verwieſen werden, z. B. [2]—[6] als nautiſche Schriften; auch manche Handbücher der mathematiſchen Geographie und der ſphäriſchen und praktiſchen Aſtronomie enthalten Notizen. — Vgl. Navigation.

Literatur: [1] Sumner, A new and accurate Method of finding a ship's position at Sea, Boſton 1843, deutſch von Tobieſen, Neue Methode, den Standpunkt eines Schiffes auf See durch Projektion auf Mercators Karte zu beſtimmen, Hamburg 1855. — [2] Handbuch der Navigation, herausgegeben vom Reichsmarineamt, 4. Aufl., Berlin 1899. — [3] Guyou, Les Problèmes de la Navigation et la Carte marine, Paris 1896. — [4] Collet, Navigation astronomique simplifiée au

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

moyen de la méthode de Sumner et des Tables de Sir William Thomson, Paris 1891. — [5] (Deutſche Seewarte, Anweiſungen, Heft Nr. 3) Bolte, Die Praxis der Sumnerſchen Standlinien an Bord, Hamburg 1894. Auch in Heft Nr. 2 derſelben Reihe, [6] Ambronn, Breitenbeſtimmungen zur See, Hamburg 1894, iſt S. 21—24 die Methode kurz auseinandergeſetzt. — [7] Marcuſe, Beiträge zur nautiſchen Aſtronomie, Marine-Rundſchau 1897, Heft 8, und 1898, Heft 3; der erſte Artikel gibt beſonders das Hiſtoriſche, der zweite die Förſterſche Methode, die beſonders nach Ausführung der projektierten Höhentafeln bequem ſein wird. — [8] Bolte, F., Neues Handbuch der Schiffahrtskunde, Hamburg 1899, S. 99. Sehr ausführlich und alles für die Praxis Nötige umfaſſend. *Ambronn.*

Sumpf, ein Raum zur Waſſeranſammlung in den Grubenbauen (ſ. Waſſerhebung und Schacht).

Sumpferz, ſ. Brauneiſenerz.

Sumpfgas, ſ. Methan; vgl. Wetter (Grubengas).

Sumpfſatz, -ſtrecke, ſ. Waſſerhebung.

Superphosphate, ſ. Phosphorſäuredünger.

Superphosphatgips wird als Nebenprodukt bei dem Extrahieren von Koprolithen und Phosphoriten mit Schwefelſäure gewonnen und hauptſächlich zur Konſervierung des Stallmiſtes verwendet. Näheres ſ. Deutſche Landwirtſchaftliche Preſſe 1885, Nr. 47, S. 80 und 81. *Weitz.*

Supplement, Ergänzung eines Winkels zu 180^0 oder π.

Support für Abdrehen balliger Laufflächen der Riemenſcheiben, eine Vorrichtung auf der Drehbank derart, daß die Stichelſpitze den Meridian der Lauffläche bezw. Randfläche der Riemenſcheibe beſchreibt, der in der Regel ein Kreisbogen iſt.

Am einfachſten wird dieſer Zweck durch den in Fig. 1 ſchematiſch dargeſtellten Mechanismus erreicht, deſſen Glied 1 feſt iſt. In dem geradlinigen Schlitz des Gliedes 1 gleitet der prismatiſche Teil des Kreuzgliedes 2, welches eine Hülſe trägt, in der ſich das Glied 3 ſenkrecht zu dem Schlitz verſchiebt; ferner iſt das Glied 4 in F drehbar an 3 und in Φ drehbar an 1 angeſchloſſen. Der Punkt F bewegt ſich gegen das Glied 1 auf dem um Φ beſchriebenen Kreisbogen φ, und demzufolge bewegt ſich jeder Punkt des Gliedes 3 auf einem zu φ kongruenten Kreisbogen, wie z. B. der Punkt s auf dem Kreisbogen σ. Um dieſen Mechanismus der Anforderung der Praxis entſprechend herzuſtellen, wird in Fig. 2 das auf der Drehbank feſte Glied 1 durch eine Platte vertreten und in dem geradlinigen Schlitz derſelben das Glied 2 durch Drehung der Kurbel K und vermittelſt einer im Gliede 1 gelagerten Schraube S geführt. Auf dem plattenförmigen Gliede 2 iſt der Querſchieber 3 zwiſchen Prismen ſenkrecht zur Schraubenachſe S verſchiebbar, und ein an demſelben befeſtigter Zapfen F gleitet in der bogenförmigen, zum Punkt Φ zentriſchen Nute φ der Platte 1. Durch die Führung des Zapfens F in dieſer Nute iſt jenes Glied 4, d. h. der Arm ΦF, unnötig. Auf dem Querſchieber 3 iſt die ſticheltragende Platte q durch die im Gliede 3 gelagerte, mit der Kurbel L verſehene Schraube Σ verſtellbar und kann nach jeder Einſtellung als einſtückig mit dem Querſchieber 3 vereint betrachtet werden. Durch die Drehung der Schraube S wird das Glied 2 längs des geradlinigen Schlitzes in bezug auf das feſte Glied, d. h. auf das Geſtell der Drehbank verſchoben; gleichzeitig gleitet dann das ſticheltragende Glied 3 quer über das Glied 2 und der Zapfen F in der bogenförmigen Nute φ. Die Stichelſpitze s erzeugt demnach einen Kreisbogen σ, der dem Kreisbogen φ konkruent iſt. Anſtatt einer kreisförmigen Nute kann auch eine andre Nute genommen werden, deren Mittellinie φ beliebig gekrümmt iſt, und die Stichelſpitze s beſchreibt eine zu φ konkruente Kurve σ. Da bei der Abdrehung verſchiedener Scheiben auch verſchieden gekrümmte Bogen σ erforderlich ſind, ſo muß die Nutenplatte N von der feſten Supportplatte 1 ablösbar ſein und ausgewechſelt werden. Es werden deshalb auch Mechanismen, bei welchen durch Längenänderung eines Gliedes die von der Stichelſpitze beſchriebene Kurve verſchiedene Krümmung erhält, zur Abdrehung der balligen Laufflächen angewendet, und damit wird jenes Auswechſeln der Platten vermieden.

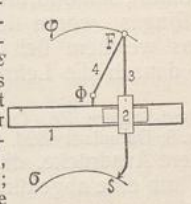


Fig. 1.

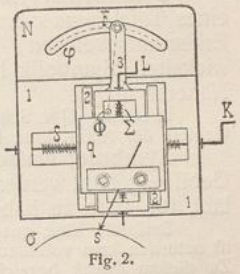


Fig. 2.

Literatur: Hartig, Ueber Supportführungen zum Abdrehen der Riemenſcheiben mit balliger Lauffläche, Civilingenieur 1871, Bd. 17, S. 331; Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd 1, S. 444. *Burmeſter.*

Surah, ein geköpertes Seidengewebe, mit ſtumpfem Glanz.

Swandown (Köper-Swandown), beſondere Art Barchent mit vierfädigem beidrechtem Köper, ſ. Weberei.

Syenit, Hornblende-Syenit, körniges Eruptivgeſtein, welches ſich weſentlich aus dunkelgrüner bis ſchwarzer Hornblende und farbloſem bis weißem Feldſpat (Orthoklas) zuſammenſetzt. Durch die beiden Minerale iſt die Farbe

des Geſteins beſtimmt; dunkelgrau bis ſchwarz, mit kleinen weißen, rechteckig begrenzten Flecken (Feldſpat).

Die Geſteine ähneln äußerlich manchen Dioriten oder Diabaſen. Tritt in ihnen an Stelle von Hornblende dunkler Glimmer (Biotit), ſo heißen ſie Glimmerſyenite, deren porphyriſche Ausbildung Glimmerſyenitporphyr; Augitſyenite (Monzonit) enthalten neben oder anſtatt Hornblende einen grünen Augit. Außerdem treten noch ſtellenweiſe Zirkon (Zirkonſyenit) oder Eläolith (Eläolithſyenit) neben Hornblende, Augit, Biotit und Feldſpat in manchen Syeniten auf. Durch Aufnahme von Quarz gehen ſie in Amphibolgranit über. Stets iſt noch Titanit, Magneteiſen und Apatit vorhanden. Die Geſteine ſind durchaus körnig und zwar ſelten ſehr grob, im allgemeinen von feinem Korn. Treten einzelne Gemengteile (Feldſpat) durch beſondere Größe gewiſſermaßen als Einſprenglinge hervor, ſo entſtehen porphyriſche Arten (Syenitporphyr). Die Syenite ſind mäßig reich an Kieſelſäure (55—63 %), Tonerde (13—20 %), Eiſenoxyd und -oxydul (6—15 %), an Kalk (3—7 %), Magneſia (1—4 %) und an Natron (1—6 %), dagegen verhältnismäßig reich an Kali (3—7 %). Die Härte beträgt etwa 6, das ſpez. Gew. 2,7—2,9. Die Geſteine bilden Stöcke und Gänge in den älteſten kriſtallinen Schiefern und im Granit, mit welchen ſie vielfach vergeſellſchaftet ſind (Fichtelgebirge, Böhmerwald, Erzgebirge, Odenwald, Schweden u. ſ. w.). Bei der Verwitterung färben ſich die Hornblende grünlich (chloritiſche Subſtanzen), die Feldſpate weiß (Kaolin), und in dieſem Zuſtand ſind die ohnehin ſehr zähen Geſteine beſonders widerſtandsfähig. Fortſchreitende Zerſetzung läßt ſie zu Grus zerfallen und endlich gehen ſie in einen braunen, eiſenreichen, zähen Lehm über. — Der ſchönen dunkeln Färbung wegen ſind die Syenite als Dekorationsſtein für Wandverkleidungen und zu Denkmälern ſehr beliebt. Sie nehmen leicht eine ſchöne und gleichmäßige Politur an, geben große Blöcke und ſind nicht ſo ſchwer zu bearbeiten wie Granit; gegen Druck ſehr widerſtandsfähig, 1500—2000 kg pro 1 qcm. Die Waſſeraufnahme etwa 0,5 %. Außer zum Hochbau genießen ſie vielfache Verwendung als Pflaſterſteine (wegen ihrer Zähigkeit und rauhen Kopfflächen), und als Beſchotterungsmaterial. Den Glimmerſyeniten kommt natürlich in bezug auf Feſtigkeit, Widerſtand gegen Verwitterung, Polierfähigkeit und techniſche Verwendbarkeit eine untergeordnetere Bedeutung zu. Die meiſten „Syenite“ der Steininduſtrie ſind keine echten Syenite, ſondern Diabaſe von ähnlichem Ausſehen.

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

Syenitſchiefer, ſ. Hornblendeſchiefer.

Sylvanit, ſ. Schrifterz.

Sylvin (Hövelit, Leopoldit), Mineral, Chlorkalium, KCl (47,65 % Cl, 52,35 % K).

Kriſtalliſiert regulär (Würfel). Farblos, ſelten gefärbt, durchſichtig; mehr fettglänzend als Steinſalz, ſonſt ſehr ähnlich; ſpaltbar wie dieſes. Härte 2. Spez. Gew. 1,9—2,0. Leicht löslich in Waſſer; leicht ſchmelzbar; färbt die Flamme violett. In Steinſalzlagern mit den ſogenannten Abraumſalzen vermiſcht (Staßfurt, Kalucz in Galizien u. ſ. w.), aus ihnen in großen Maſſen gewonnen und zu Kalipräparaten und künſtlichen Düngemitteln verarbeitet. *Leppla.*

Symbol (lat. symbolum), Sinnbild, urſprünglich die zuſammenpaſſenden Hälften eines Täfelchens oder Ringes, woran ſich Gaſtfreunde erkannten, demnach ein Erkennungszeichen, aus welchem ſich ſpäter der Begriff des Sinnbildes entwickelte. Symbolik iſt danach die Lehre von den ſinnbildlichen Darſtellungen. Näheres in [1].

Literatur: [1] v. Schubert-Soldern, Zd., Die Sprache des Ornamentes, Fortſchritte auf dem Gebiete der Architektur, Nr. 9, Darmſtadt 1896. *Weinbrenner.*

Symbole, einfachere Ausdrücke, die an Stelle komplizierter mathematiſcher Gebilde geſetzt werden, um eine abgekürztere Form, mit der ſich leichter rechnen läßt, für dieſe zu haben.

Beiſpiel: Eine quadratiſche Form $a x_1^2 + 2 b x_1 x_2 + c x_2^2$ mit beliebigen Koeffizienten iſt natürlich kein vollſtändiges Quadrat. Sie läßt ſich aber ſymboliſch als ſolches ſchreiben. Zu dieſem Zweck bezeichnet man zunächſt die Koeffizienten a, b, c bezw. a_{11}, a_{12}, a_{22}. An ihre Stelle ſetzt man ferner ſymboliſche Koeffizienten $a_1 \cdot a_1$ oder a_1^2; $a_1 \cdot a_2$; $a_2 \cdot a_2$ oder a_2^2 und hat nun das Quadrat $a_1^2 x_1^2 + 2 a_1 a_2 x_1 x_2 + a_2^2 x_2^2$ einer linearen Form $a_1 x_1 + a_2 x_2$. Ebenſo kann z. B. die Form $a_{13} x_1^2 + (a_{14} + a_{23}) x_1 x_2 + a_{24} x_2^2$ als ſymboliſches Produkt aufgefaßt werden: $(a_1 x_1 + a_2 x_2) \cdot (a_3 x_1 + a_4 x_2)$. Ebenſo wird der Differentialausdruck

$$\frac{\partial^3 f}{\partial x^3} + 3\frac{\partial^3 f}{\partial x^2 \partial y} + 3\frac{\partial^3 f}{\partial x \partial y^2} + \frac{\partial^3 f}{\partial y^3}$$ ſymboliſch geſchrieben $\left(\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\right)^3$,

indem z. B. $\frac{\partial^3 f}{\partial x^2 \partial y}$ in $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\frac{\partial f}{\partial y}$ umgedeutet wird. *Wölffing.*

Symbole, chemiſche. Dieſe entwickelten ſich aus den alchymiſtiſchen an die Planetenzeichen anknüpfenden Zeichen für einige Metalle. Dalton übernahm dieſe Zeichen für die Atome dieſer Metalle und bezeichnete die übrigen Elemente durch Kreiſe, in welche eine Abkürzung des Namens des Elementes eingeſchrieben wurde. Jetzt benutzt man nur noch die Anfangsbuchſtaben des Namens der Elemente, z. B. H = Waſſerſtoff (Hydrogenium), Fe = Ferrum, Eiſen, S Sulfur = Schwefel, Cl = Chlor u. ſ. w. Ein ſolches Symbol bedeutet für den Chemiker nicht nur das Element, ſondern auch ein beſtimmtes Gewicht, das Atomgewicht. Alſo H bedeutet auch einen Gewichtsteil Waſſerſtoff, Fe 55 Gewichtsteile, S 31,8 Gewichtsteile, Cl 35,2 Gewichtsteile u. ſ. w. *Bujard.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Symmetrie, f. Projektionslehre.

Symmetriſch heißt eine geometriſche Figur in bezug auf eine Gerade oder Ebene, wenn die Lote von den Punkten der Figur auf die Gerade oder Ebene um ihre eigne Länge verlängert wieder Punkte der Figur (die Symmetriepunkte der erſteren) ergeben.

So ſind die Kegelſchnitte in bezug auf ihre Achſen, der Kreis in bezug auf jeden Radius ſymmetriſch. Auch mathematiſche Ausdrücke heißen ſymmetriſch in bezug auf zwei Größen a und b, wenn ſie bei Vertauſchung derſelben ihren Wert nicht verändern, z. B. $a+b$; ab; $\frac{a}{b}+\frac{b}{a}$ u. ſ. w. *Wölffing.*

Symmetriſche Funktionen, ſolche Funktionen der Wurzeln $x_1 x_2 \ldots x_n$ einer gegebenen Gleichung $x^n + p_1 x^{n-1} + p_2 x^{n-2} + \ldots + p_{n-1} x + p_n = 0$, die bei Vertauſchung von irgend zweien der Wurzeln ihren Wert nicht ändern.

Die Koeffizienten der Gleichung ſind (abgeſehen vom Vorzeichen) ſymmetriſche Elementarfunktionen der Wurzeln, d. h. ſolche ſymmetriſche Funktionen, die in bezug auf jede einzelne Wurzel vom erſten Grad ſind. Für $n=4$ iſt z. B. $p_1 = -(x_1+x_2+x_3+x_4) = -\Sigma x_1$;

$$p_2 = x_1x_2 + x_1x_3 + x_1x_4 + x_2x_3 + x_2x_4 + x_3x_4 = \Sigma x_1 x_2;$$

$p_3 = -(x_1x_2x_3 + x_1x_2x_4 + x_1x_3x_4 + x_2x_3x_4) = -\Sigma x_1x_2x_3$; $p_4 = x_1x_2x_3x_4$.

Allgemein iſt $p_r = (-1)^r \Sigma x_1 x_2 \ldots x_r$. Die Potenzſummen

$s_1 = x_1 + x_2 + \ldots + x_n$; $s_2 = x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2$; $\ldots s_r = x_1^r + x_2^r + \ldots + x_n^r$

laſſen ſich durch die Elementarfunktionen ausdrücken mittels der Newtonſchen Formeln

$$0 = s_1 + p_1; \quad 0 = s_2 + p_1 s_1 + 2p_2; \quad 0 = s_3 + p_1 s_2 + p_2 s_1 + 3p_3;$$

$$\ldots 0 = s_{r-1} + p_1 s_{r-2} + p_2 s_{r-3} + \ldots + p_{n-2} s_1 + (n-1) p_{n-1}.$$

Durch dieſe Rekurſionsformeln ergeben ſich die Potenzſummen als Funktionen der Koeffizienten und umgekehrt. Jede ſymmetriſche Funktion φ der Wurzeln kann nur auf eine Art als ganze Funktion der Elementarfunktionen p_i dargeſtellt werden, d. h.

$$\varphi = \Sigma x_1^{\lambda_1} x_2^{\lambda_2} x_3^{\lambda_3} \ldots x_n^{\lambda_n}, \text{ wo } \lambda_1 \geqq \lambda_2 \geqq \lambda_3 \geqq \ldots \geqq \lambda_n$$

kann geſchrieben werden

$$\varphi = \Sigma \mu\, p_1^{\varrho_1} p_2^{\varrho_2} p_3^{\varrho_3} \ldots p_n^{\varrho_n}$$

In der ganzen Funktion rechts iſt für jedes einzelne Glied

$$\varrho_1 + 2\varrho_2 + 3\varrho_3 + \ldots + n\varrho_n = \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n \qquad 1.$$

alſo konſtant; dieſe Größe heißt Gewicht der ſymmetriſchen Funktion, während λ_1 als Grad bezeichnet wird. Iſt z. B. $n=4$, ſo iſt $\Sigma x_1^2 x_2 x_3 = p_1 p_3 - p_4$ Grad 2 Gewicht 4;

$$\Sigma x_1^3 x_2 x_3 = -p_1^2 p_3 + p_1 p_4 + 2 p_3 p_3 \text{ Grad 3, Gewicht 5.}$$

Weil

$$\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_3 + \ldots + \varrho_n \leqq \lambda_1 \qquad 2.$$

ſein muß, kann man in dem Ausdruck für φ die einzelnen Glieder dadurch beſtimmen, daß man alle Werte von $\varrho_1 \ldots \varrho_n$ wählt, die den Gleichungen 1. und 2. genügen. Alsdann beſtimmt man die Koeffizienten μ durch Einſetzen der Wurzeln von ſpeziellen Gleichungen, deren Wurzeln bekannt ſind; z. B. für $\varphi = \Sigma x_1^2 x_2^2 x_3 x_4 x_5$ ergibt ſich

$\varrho_1 + \varrho_2 + \ldots \leqq 2$; $\varrho_1 + 2\varrho_2 + \ldots = 7$; alſo $\varphi = \mu_1 p_7 + \mu_2 p_1 p_6 + \mu_3 p_2 p_5 + \mu_4 p_3 p_4$.

Die Gleichungen $(x-1)^5 = 0$; $(x-1)^6 = 0$; $(x-1)^7 = 0$; $(x-1)^8 = 0$, die ſämtliche Wurzeln gleich 1 haben, ergeben durch Einſetzen

$10 = -10\mu_3 - 50\mu_4$; $60 = -6\mu_2 - 90\mu_3 - 300\mu_4$; $210 = -\mu_1 - 45\mu_2 - 441\mu_3 - 1125\mu_4$;

$560 = -8\mu_1 - 224\mu_2 - 1568\mu_3 - 320\mu_4$. Hieraus folgt

$\mu_1 = -14$; $\mu_2 = 5$; $\mu_3 = -1$; $\mu_4 = 0$; $\Sigma x_1^2 x_2^2 x_3 x_4 x_5 = -14 p_7 + 5 p_1 p_6 - p_2 p_5$.

Die ſymmetriſchen Wurzeln ſind wichtig für die Theorie der Gleichungen.

Literatur: [1] Salmon, G., Vorleſungen über die Algebra der linearen Transformationen, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1877, Vorleſung 7. — [2] Serret, Handbuch der höheren Algebra, deutſch von Wertheim, 2. Aufl., I, Leipzig 1878, 2. Teil, Kap. 1—2. — [3] Faà di Bruno, Einleitung in die Theorie der binären Formen, deutſch von Walter, Leipzig 1881, 1. Abſchn. — Tafeln von ſymmetriſchen Funktionen finden ſich in [1] und [3]. *Wölffing.*

Synagoge, das Bethaus jüdiſcher Gemeinden.

Es beſteht aus folgenden Teilen: 1. Geräumige Vorhalle, meiſt nach Weſten gerichtet mit den Zugängen zu 2. dem Männerraum, als Hauptraum des Ganzen, und zu 3. dem Frauenraum, der auf flach anſteigenden Emporen gelegen durch ſeitliche Treppen erreicht wird. Gegen Oſten liegt 4. der Chorraum mit dem Allerheiligſten. Dieſer hochgelegte Teil enthält a) den durch einen Vorhang verſchloſſenen heiligen Schrank für die Thora, davor b) den Almemor, das Vorleſepult, c) den Vorſängerſtand, d) die Kanzel und e) Sitze für Rabbiner und Vorſteher; dieſe Teile in würdigſter und reichſter Ausſtattung. Als Nebenräume ſchließen ſich an: 5. Rabbiner- und Vorſängerzimmer mit eignem Zugang; 6. Saal für Vorſteher und deren Sitzungen; 7. Aborte und Garderoben; 8. Bäder für Frauen. Für Heizung und künſtliche Beleuchtung iſt zu ſorgen. Die Tagesbeleuchtung wird mit Vorteil durch Oberlicht bewirkt. Die innere Ausſchmückung kann in reicher Farbenſtimmung und Vergoldung, jedoch ohne bildliche Darſtellungen erfolgen. Für die Geſamtanlage wird gerne ein Zentralbau, jedoch ohne Kreuzform bevorzugt; aber auch der Langbau hat ſeine Vorteile. Für die formale Ausbildung galt lange der mauriſch-arabiſche Stil ohne eigentlichen Grund als geeignet; er iſt in letzterer Zeit durch den ernſteren romaniſchen oder ſpätromaniſchen Stil erſetzt worden [2]. Als ſymboliſch gilt, daß das Gebäude kein ſichtbares Dach hat und mit Zinnengeſims verſehen iſt; eine hoch überragende Kuppel wird ihre Wirkung nicht verfehlen.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 270, bearbeitet von Appler-Hannover. — [2] Die neue Synagoge in Straßburg i. E., Deutſche Bauztg. 1899. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Synchromie, von Turati in Mailand ausgearbeitetes Verfahren zur Erzeugung von Farbendruckbildern.

Die Methode beſteht darin, daß in ſchwarzer oder neutralgrauer Farbe autotypiſche Reproduktionen der Originalbilder auf Papier gedruckt werden, das vorher mit farbiger Unterlage verſehen wurde, die im Verein mit der aufgedruckten Autotypie eine farbige Wiedergabe des Originals ergeben ſoll. Dieſes Kolorieren erfolgt in einem einzigen Druckprozeß; man hat es alſo mit einem ſynchronen Farbendruckverfahren (ſ. Farbendruck) zu tun. Und zwar benutzt Turati hierbei eine moſaikartig aus (den betreffenden Bildteilen in der Größe genau entſprechenden) Farbſtoffblöcken zuſammengeſetzte Druckform (vgl. Blockdruck), die in einer beſonderen Maſchine (gebaut von der Maſchinenfabrik Augsburg) verdruckt wird, indem der Farbſtoffblock zuerſt mit einer erwärmten Feuchtwalze übergangen wird, worauf eine zweite Walze die durch die Befeuchtung erweichte oberſte Farbſtoffſchicht abhebt und auf eine Platte überträgt, von der in der ſonſt üblichen Weiſe der Abdruck auf das Papier mit Hilfe eines Zylinders geſchieht. Vgl. a. Stenochromie. *A. W. Unger.*

Synchronismus, ſ. Wechſelſtrommaſchine.

Synchronmotor, ſ. Motor, elektriſcher.

Syndikat, ſ. Unternehmerverband.

Synklinale, ſ. v. w. Muldenlinie, ſ. Lagerung.

Syntheſe, chemiſche, der künſtliche Aufbau einer chemiſchen Verbindung aus den Elementen oder aus ſolchen Verbindungen, die man aus den Elementen darſtellen kann. Die gegenteilige Arbeit wird durch die Analyſe (ſ. d.) vollzogen, welche die Zerlegung der Stoffe in ihre einzelnen Beſtandteile verfolgt.

Die Syntheſe hat nur Bedeutung für die organiſche Chemie, denn die anorganiſche Syntheſe bietet zu wenig Schwierigkeiten. Näheres in den Lehrbüchern der organiſchen Chemie, insbeſondere auch in [1]. Um was für Syntheſen es ſich in der organiſchen Chemie handelt, zeigt folgende Aufſtellung: Syntheſe einfacher organiſcher Verbindungen aus den Elementen, z. B. des Methans und Aethans von Kolbe, Melſens, Frankland, Gerhardt, Wurtz u. a., die Vereinigung von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff zu Acetylen (Berthelot), der Aufbau der Ameiſenſäure und des Formaldehyds aus den Elementen. Die pyrogenen Syntheſen Berthelots, z. B. Ueberführung des von Berthelot aus den Elementen dargeſtellten Acetylens in eine große Anzahl von Kohlenwaſſerſtoffen der Fettreihe (aliphatiſch) und der aromatiſchen Verbindungen durch pyrogene Reaktionen (Reaktionen unter dem Einfluß hoher Hitzegrade). Syntheſen durch Polimeriſation der Körper. Teilweiſe beruhen dieſe letzteren auf der Polimeriſationsfähigkeit ungeſättigter Verbindungen beim Erhitzen auf hohe Temperaturgrade, teilweiſe auf andern Maßnahmen und Reaktionen. Genannt ſeien noch die Syntheſe der Nitrite, die Syntheſen durch molekulare Umlagerungen (techniſch wichtig zur Darſtellung aromatiſcher Amine [Hofmann]), Syntheſen durch Anwendung von Zinkalkylen, durch Vermittlung von Metallen, Syntheſen von Ketonſäuren, Ketonaldehyden und Polyketonen. Syntheſen mit Aceteſſigeſter (ſ. d.) und verwandten Körpern. Die Syntheſen mittels Aluminiumchlorids, dann Syntheſen durch Oxydation, die wieder von großem techniſchem Intereſſe ſind, weil ſie die Grundlagen des Roſanilinprozeſſes bilden. Als Oxydationsmittel verwendet man unter anderm Queckſilberchlorid, Queckſilbernitrat, Zinnchlorid und Arſenſäure, in der Technik Nitrobenzol. Weiter zu nennen ſind die Ketonſyntheſen durch Deſtillation der karbonſauern Baryum- oder Calciumſalze, unter CO_2-Abſpaltung. Die Salizylſäureſyntheſe von Kolbe, überhaupt die Syntheſe von aromatiſchen Oxykarbonſäuren. Die Syntheſen durch Kondenſation von Aldehyden und Ketonen unter ſich ſelbſt oder miteinander (letztere Syntheſen ſind für die theoretiſche Chemie von großer Bedeutung geworden). Ganz hervorragend wichtig ſind Fiſchers Zucker- und Eiweißſyntheſen. Genannt ſeien noch die Pyridin- und Chinolinſyntheſen. Die Elektroſyntheſen werden auf dem Wege der Elektrolyſe bewirkt, z. B. bei der Elektrolyſe von eſſigſaurer Kalilöſung entſteht Aethan. Näheres in den Lehrbüchern der organiſchen Chemie.

Literatur: [1] Fehlings Handwörterbuch, fortgeſetzt von Carl Hell, Braunſchweig. — [2] Schmidt, Pharm. Chemie, Organ. Teil, Braunſchweig 1901. *Bujard.*

Syſtem, eine nach logiſchen Prinzipien geordnete Mannigfaltigkeit von mathematiſchen Gebilden, z. B. von Gleichungen, Subſtitutionen, Punkten, Kurven, Flächen. Koordinatenſyſtem nennt man den Inbegriff der feſten geometriſchen Gebilde (Punkte, Gerade, Ebenen), mittels der die Lage und Natur eines zu betrachtenden Gebildes (Punkt, Kurve, Fläche) in der analytiſchen Geometrie durch Gleichungen angegeben wird. *Wölffing.*

Syſtem eines Fachwerks oder Trägers, ſ. Fachwerke, Bd. 3, S. 534, 543, und Träger.

Syſtem, geologiſches, eine größere, mehrere Formationen umfaſſende Gruppe von Erdſchichten von beſtimmter Ausbildung hinſichtlich der Organismen.

Syſtem, materielles, ſ. Materielles Syſtem, Bd. 6, S. 333.

Szekſo, ſ. Soda.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

T

bedeutet als Abkürzung bei Bücherzitaten Band (Tomus), bei Gewichtsangaben t = Tonne; als Zahlzeichen steht T im Lateinischen für 160, *T* für 160000.

Ta, in der Chemie Zeichen für Tantal.

Tablettenpressen dienen zur Herstellung von Pfeffermünz-, Santonin-, Formamint- u. s. w. Tabletten aus den entsprechenden pulverförmigen Substanzen.

Ihrer Bauart nach sind sie Exzenterpressen (s. Pressen, Bd. 7, S. 209); sie besitzen als wesentliche Teile eine im Tisch der Presse zu befestigende Matrize mit einem oder mehreren Löchern, einem oder mehreren in der Matrize geführten Unterstempeln und einem oder mehreren am Stößel der Presse befestigten Oberstempeln. Ober- und Unterstempel sind gewöhnlich mit Inschriften versehen. Das Einbringen der zu pressenden pulverförmigen Substanz in die Matrize geschieht mittels eines Fülltrichters, der auf dem Tisch der Presse über die Matrize geschoben wird, so daß das Material von selbst in die Matrize hineinfällt. Nach dem Zurückgehen des Fülltrichters erfolgt die Pressung durch den Oberstempel und nach dessen Rückgang das Empordrücken des Unterstempels samt der auf ihm liegenden Tablette, die beim Verschieben des Fülltrichters zwecks neuer Füllung der Matrize zur Seite geschoben wird und in ein Sammelgefäß fällt. *A. Widmaier.*

Tachatypie, Verfahren von Fischer & Krecke in Bielefeld zur Erzeugung von Druckformen für Wetterkarten u. dergl.

Die praktisch wenig wertvolle Methode besteht darin, daß eine mit einem Gemenge von Schlämmkreide, Talg, Leim (Dextrin, Gummiarabikum) und Graphit (oder Mennige) auf einem Kartonblatte „plastisch" ausgeführte Zeichnung unmittelbar zur Gewinnung einer Druckform hiervon mittels Stereotypie (s. d.) oder galvanoplastisch (s. Elektrotypie) abgeformt wird. — Ein der Tachatypie ähnliches Verfahren ist die Tachytypie von Anton Gerhard in Berlin (vgl. Negativdruck). *A. W. Unger.*

Tacheometer, s. Tachymetrie.

Tachograph, Tachometer, s. Geschwindigkeitsmesser, Registrierapparate.

Tachygraphometer, s. Tachymetrie.

Tachyhydrit, s. Carnallit.

Tachylit, s. Gläser, natürliche.

Tachymetrie, Tacheometrie, Celerimensura, Schnellmessung, ein Messungsverfahren, bei dem die Lage- und Höhenmessungen gleichzeitig ausgeführt werden durch Bestimmung der Horizontalrichtungen, durch Distanzmessung (s. Distanzmesser) sowie durch Beobachtung von Höhen- oder Zenitwinkel oder durch unmittelbare Messung der Höhenunterschiede. Die zweckmäßige Vereinigung dieser Messungen führt gegenüber andern Verfahren eine Zeitersparnis herbei, woraus sich die Namen erklären, doch tritt die Zeitersparnis im allgemeinen ein auf Kosten der Genauigkeit. Nach den Instrumenten, die benutzt werden, unterscheidet man Theodolit-, Buffolen- und Meßtischtachymetrie und nach der Art der Ausführung Zahlentachymetrie und graphische Tachymetrie. Wird die Genauigkeit der Zahlentachymetrie so gesteigert, daß die Längenbestimmung der sorgsam ausgeführten Latten- oder Meßbandmessung gleichwertig wird, so nennt man das Verfahren Präzisions- oder Feintachymetrie. Die Tachymetrie ist von großer Bedeutung namentlich für geometrische Vorarbeiten. Sie verdankt ihre Entwicklung namentlich dem Eisenbahnbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Inſtrumente heißen in Deutſchland und Nordamerika Tachymeter, in Frankreich und England Tacheometer, in Italien Celerimeter. Auch findet man die Namen Omnimeter, Stadimeter, Euthimeter, Viel- und Schnellmeſſer u. a. Die Inſtrumente ſind mannigfacher Art. Sie unterſcheiden ſich einerſeits nach ihren Einrichtungen für die Diſtanzmeſſung, anderſeits nach ihren Anordnungen als Theodolit, Buſſole oder Meßtiſch für die Beſtimmung der Horizontalrichtungen. Das Tachymeter in Verbindung mit dem Meßtiſch nennt man Tachygraphometer.

I. Die tachymetriſchen Inſtrumente.

1. **Tachymeter mit Höhenkreis- und Okularfadendiſtanzmeſſer.** Die größte Bedeutung hat der mit Höhenkreis und feſten Diſtanzfäden im Fernrohr ausgerüſtete Theodolit. Eine Repetitionseinrichtung am Theodolit gewährt manche Vorteile. Weſentlich iſt ein gutes Fernrohr von etwa 25—35facher Vergrößerung, deſſen Diſtanzkonſtante eine runde Zahl, in der Regel 100, 200 oder auch 50, iſt. Das Fadennetz iſt entweder auf Glas eingeriſſen (Glasmikrometer) oder beſteht aus aufgeſpannten Spinnfäden und iſt zuweilen juſtierbar (ſ. Fadennetz, Bd. 3, S. 562 und [4]. Weiteres über die Fadendiſtanzmeſſer, Beſtimmung der Konſtanten u. ſ. w. ſ. Bd. 2, S. 783, ſowie die dort angegebene Literatur). Die Kreisableſung ſoll möglichſt bequem ſein; für die meiſten Fälle genügt die Genauigkeit eines kleinen Theodolits (vgl. [5]). Neben den üblichen Nonienangaben (ſ. Nonius, Bd. 6, S. 657) von $^1/_2{}'$ oder $^1/_3{}'$ iſt zweckmäßig Kreisteilung in $^1/_6{}^0$ und einfache Schätzung der Minuten an einem Indexſtrich mit Hilfe einer ſtarken offenen Lupe. Entſprechend wird die Anordnung bei Zenteſimalteilung getroffen. Auch mikroſkopiſche Ableſung findet Anwendung, z. B. bei dem unten beſchriebenen Cleps [6]—[8], dem Tachymeter mit Strichmikroſkop von Fennel [10] und bei dem logarithmiſchen Tachymeter von Tichy und Ott [11]. Letzteres hat außerdem für die Diſtanzmeſſung ein Glasmikrometer mit 11 Vertikalſtrichen, 1 Horizontalſtrich und 1 Transverſalſtrich, von Tichy optiſcher Meßkeil genannt. Zur Meſſung der Höhenwinkel dient entweder ein Vollkreis, ein Doppelbogen oder ein einfacher Bogen mit einem Zeiger oder zwei Zeigern (vgl. Fig. 1—5). Die Teilung entſpricht derjenigen des Horizontalkreiſes; für die Bezifferung ſind am beſten Zenitwinkel (z); Höhenwinkel ($\pm\,\alpha$) geben leicht Anlaß zu Vorzeichenfehlern. Bei einzelnen Inſtrumenten kommen nebenher beſondere Teilungen des Höhenkreiſes vor, z. B. Gefällprozentteilung bei [12], Teilung nach $\sin\alpha$ $\cos\alpha$ bei einem Tachymeter von Goulier [13], S. 427, eine logarithmiſche Teilung bei [11]. Die Höhenkreislibelle wird entweder am Fernrohrträger oder beſſer am Zeigerträger mit beſonderem Feinſtellarm (z. B. Fig. 3) angebracht. Häufig iſt, der Genauigkeit der Ableſung entſprechend, für Horizontal- und Vertikalkreis nur je ein Zeiger vorhanden; beſſer ſind für die Prüfung des Inſtrumentes ſowie für die Beſtimmung wichtiger Punkte, z. B. im Tachymeterzug (ſ. II), zwei Zeiger. Wegen der Prüfung und Berichtigung des Inſtrumentes ſ. Höhenwinkel, Bd. 5, S. 98, und Theodolit ſowie [1]. In der Regel iſt dem Inſtrument eine Buſſole beigegeben, und zwar entweder eine Kreisbuſſole, welche unmittelbar über dem Theodolitkreis liegt (Fig. 3) oder als Aufſatzbuſſole (Fig. 4) konſtruiert iſt, oder auch ein Kaſten- oder Röhrenkompaß zur Einrichtung des Horizontalkreiſes in eine konſtante Stellung zur magnetiſchen Achſe der Nadel. Bei kleinen Inſtrumenten, die zu Arbeiten geringer Genauigkeit dienen ſollen, iſt überhaupt kein Horizontalkreis, ſondern nur eine Buſſole vorhanden (Tachymeterbuſſole). Nach Bd. 2, S. 783, Formel 4. iſt die allgemeine Gleichung für die Entfernung beim Fadendiſtanzmeſſer, wenn die Ziellatte rechtwinklig zur Mittelzielung ſteht, $D = a + k\,L$, worin L der Lattenabſchnitt und a und k die der Einrichtung des Fernrohrs entſprechenden Konſtanten ſind; beim ſogenannten anallaktiſchen Fernrohr nach Porro iſt $a = 0$. Vgl. a. [1], S. 739. In Deutſchland iſt am verbreitetſten die alte Reichenbachſche Einrichtung mit Ramsdenſchem oder orthoſkopiſchem Okular, ſeltener die Ertelſche mit Huyghenſchem Okular. Vgl. hierzu auch [14]. Daneben findet aber auch das Porroſche Fernrohr Anwendung, beſonders bei den italieniſchen Inſtrumenten von Salmoiraghi in Mailand [6], den Tachymetern von Starke und Kammerer in Wien und verſchiedenen franzöſiſchen Inſtrumenten [13].

Beim einfachen Fadendiſtanzmeſſer Reichenbachſcher Anordnung iſt nach Fig. 1 bei lotrecht eingerichteter Diſtanzlatte und Einführung von Höhenwinkeln α für alle praktiſchen Rechnungen genügend genau $S = D\cos\alpha = L\,k\cos^2\alpha + a\cos\alpha$; beim Porroſchen Fernrohr mit $a = 0$ wird $S = L\,k\cos^2\alpha$; dieſe Form reicht auch häufig bei topographiſchen Aufnahmen für die Reichenbachſche Einrichtung aus. Eine beſſere Näherung gibt $S = L\,k\cos^2\alpha + a$, wobei a oder eine andre Konſtante für mittleres α im Kopf dem berechneten Werte zugelegt wird, oder die Form $S = (L\,k + a)\cos^2\alpha = (k + a : L)\,L\cos^2\alpha = k'\,L\cos^2\alpha$, worin k' eine auf ein mittleres L bezogene Konſtante bedeutet. Wird, hauptſächlich nur bei Schiebetachymetern, ſ. unten, die Latte rechtwinklig zur Ziellinie gerichtet, ſo iſt $S = (L\,k + a)\cos\alpha + l_z\sin\alpha$, wobei l_z den Abſtand der Mittelfadenableſung vom Lattenfußpunkt bedeutet. Zur lotrechten Einrichtung der Latte über dem Meſſungspunkt dient eine Doſenlibelle (vgl. Bd. 6, S. 648, Fig. 15); zur Einrichtung der Latte rechtwinklig zur Ziellinie benutzt man ein Diopter. Der Einfluß des Fehlers der Lattenſtellung (ſogenannte Lattenſchiefe) auf die Größe L und damit auf die Entfernung wächſt mit der Neigung der Ziellinie gegen die Lattenrichtung, iſt alſo bei recht-

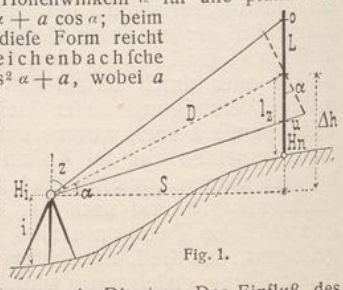


Fig. 1.

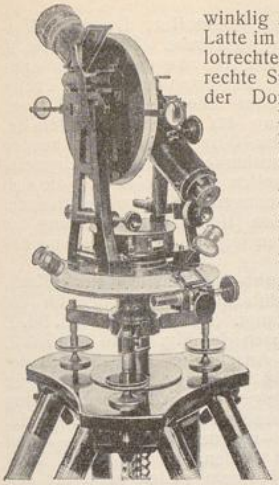


Fig. 3.

winklig zur Ziellinie eingerichteter Latte im allgemeinen kleiner als bei lotrechter. Anderſeits iſt die lotrechte Stellung der Latte mit Hilfe der Doſenlibelle verhältnismäßig leicht und genau herzuſtellen und innezuhalten, ſo daß bei den in der Praxis vorwiegenden geringen Neigungen der Unterſchied außer Betracht bleibt. Dementſprechend wird die Lotrechtſtellung der Latte allgemein vorgezogen; vgl. hierüber [15] und [1]. Ueber den Einfluß der Lattenſchiefe ſ. a. [16]. Strengere Formeln für die Entfernung ſ. in [1]. — Der Höhenunterſchied Δh des Zielpunktes an der Diſtanzlatte, auf den die mittlere Abſehlinie gerichtet iſt, gegen die Inſtrumentachſe H_i iſt bei dem einfachen Fadendiſtanzmeſſer nach Fig. 1 $\Delta h = D \sin \alpha = S \operatorname{tg} \alpha = L k \sin \alpha \cdot \cos \alpha + a \sin \alpha$; wenn $a = o$ oder $a \sin \alpha$ außer Betracht bleibt, iſt $\Delta h = {}^1/_2 L k \sin 2\alpha$ oder wie oben $= {}^1/_2 L k' \sin 2\alpha$. Ferner iſt $H_n + l_z = H_i + \Delta h$, wenn H_n die Höhe des Punktes bedeutet, auf dem die Latte ſteht. Daraus kann, wenn H_i gegeben iſt, die Höhe H_n, und wenn H_n gegeben iſt, die Höhe H_i berechnet werden. Steht das Inſtrument zentriſch über einem gegebenen Höhenfeſtpunkt H_p, ſo kann der Abſtand i der Inſtrumentachſe vom Feſtpunkt direkt gemeſſen werden, $H_i = H_p + i$. Wird dann $l_z = i$ gemacht durch Anbringung einer Zielſcheibe, ſo bleiben beide Werte außer Betracht, indem $H_n = H_p + \Delta h$ iſt; gleiches iſt der Fall, wenn H_i von einem gegebenen Feſtpunkte abgeleitet und l_z hierbei und bei allen andern Ableſungen konſtant, z. B. 1 m oder 2 m, genommen wird. Für Lattenſtellung rechtwinklig zur Ziellinie iſt $\Delta h = (L k + a) \sin \alpha$. Das über die Berechnung der Höhen Geſagte gilt, wenn ſtatt l_z der Wert $l_z \cos \alpha$ eingeführt wird. Der Einfluß der Erdkrümmung und Refraktion bleibt bei der tachymetriſchen Höhenmeſſung außer Betracht. Er wird nur bei langen Sichten nach entfernten trigonometriſchen Höhenpunkten berückſichtigt, vgl. Bd. 5, S. 92.

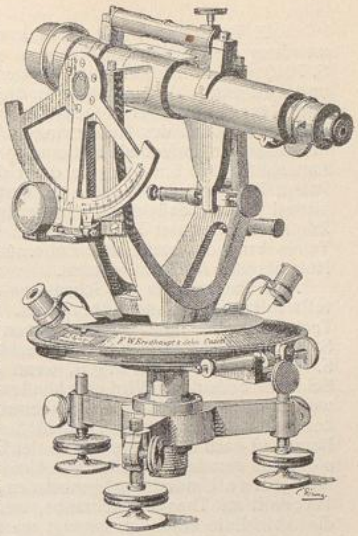


Fig. 2.

Die Fig. 2—4 zeigen einige der bemerkenswerteſten Formen des einfachen Theodolittachymeters. Fig. 2 iſt ein Inſtrument nach Puller [17] von Breithaupt; es iſt nur das unbedingt Notwendige angebracht.

Fig. 3 zeigt ein für die Akademie Bonn-Poppelsdorf von Wolz konſtruiertes Inſtrument. Es hat einen Höhenkreis mit Zylinderteilung, ein Fernrohr mit Objektivtrieb; der Zeiger des Horizontalkreiſes befindet ſich unter dem Fernrohrokular, die Vertikalkreislibelle iſt mit Ableſeſpiegel verſehen. Durch dieſe Anordnung kann der Beobachter ſämtliche Ableſungen für Geländepunkte vom Fernrohrokular aus nehmen, ohne den Platz zu ändern. Zugaben ſind eine zwiſchen den Fernrohrträgern einſchiebbare Buſſole (Schmalkalder mit zylindriſcher Kreisteilung) und eine Tangentenkippſchraube (Konſtante 1 : 100) an der Fernrohrfeinſtellung für gelegentliche Diſtanz- und Höhenmeſſung ohne Benutzung der Diſtanzfäden (ſ. unten).

Fig. 4 iſt die Abbildung eines Theodolittachymeters mit Aufſatzbuſſole von Hildebrand. Nach Mitteilung der Firma iſt dieſes Inſtrument in mehreren Tauſenden von Exemplaren im Gebrauch. — Andre Anordnungen des Theodolittachymeters ſ. in [1] ſowie in den Verzeichniſſen der Bd. 4, S. 382, genannten mechaniſchen Inſtitute.

Eine beſondere Einrichtung hat ein als Cleps oder Clepscykel bezeichneter Inſtrumenttypus von Salmoiraghi in Mailand. Die beiden Kreiſe haben kleine Durchmeſſer von 3,5—6 cm. Sie ſind, wie der Name anzeigt, in einem Kaſten eingeſchloſſen. An der Seite des Kaſtens ſind ſtark vergrößernde Mikroſkope für die Kreisableſungen angebracht. Eine andre Eigentümlichkeit iſt das ſtark vergrößernde Fernrohr, deſſen Glasmikrometer zur Verſchärfung der Entfernungsbeſtimmung mehrere einander entſprechende Strichpaare aufweiſt. Dieſen ſind beſondere Okulare zugeordnet (ſ. Argusokular).

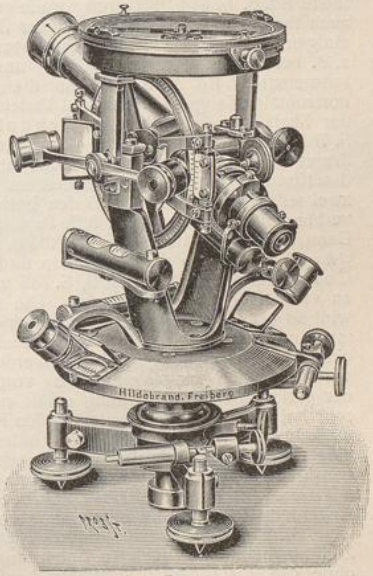


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. **Tachymeter mit Höhenkreis und Okularmikrometerdiſtanzmeſſer.** Durch die Verwendung dieſes Diſtanzmeſſers wird eine Verſchärfung der Meſſung angeſtrebt. (Näheres ſ. Bd. 2, S. 784.) Er iſt hauptſächlich verwendet bei den Tachymetern von Starke und Kammerer und wird empfohlen in [18]. Für die Feintachymetrie iſt beſtimmt das Tachymeter Patent Tichy und Starke [7]. Der Höhenkreis hat außer der Gradteilung zwei tachymetriſche Teilungen nach Funktionen des Höhenwinkels α. Dieſe zeigen die Stellung des Okularmikrometers an, bei denen die horizontale Entfernung und der Höhenunterſchied das 100fache der entſprechenden Lattenabſchnitte ſind. Ebenſo dient der Feintachymetrie das logarithmiſche Univerſaltachymeter Patent Tichy und Starke in Verbindung mit einer logarithmiſch geteilten Latte, die den Vorteil bietet, daß die Intervalle in den verſchiedenen Entfernungen gleichgroß erſcheinen. Zur Ausführung der Rechnung ſind beſondere Tabellen vorhanden [19]. Ohne Benutzung der Tafeln kann die horizontale Entfernung mit Hilfe einer beſonderen logarithmiſchen Teilung des Höhenkreiſes beſtimmt werden.

3. **Tachymeter mit Schrauben-, Skalenmikrometer-, Kontakt- und Hebeldiſtanzmeſſern, teils mit, teils ohne Höhenkreis.** Die Bedeutung der Fadendiſtanzmeſſer, die ſich für die Tachymetrie beſonders eignen, haben dieſe Diſtanzmeſſer nicht erlangt. (Näheres über ſie ſ. Bd. 2, S. 785.) Für lotrechte und wagerechte Tangentenſchrauben gilt nach den Fig. 6 und 7 in Bd. 2, S. 785 $S = L\,d : p = L\,d : g\,\sigma$, wenn g die Ganghöhe und σ die Anzahl der Umdrehungen der Schraube bedeuten. Wird eine konſtante Lattenlänge L gewählt, ſo iſt $S = k_1 : \sigma$; Teilumdrehungen werden an der geteilten Schraubentrommel ermittelt. Wenn dagegen die Schraubenbewegung konſtant genommen wird, ſo iſt $S = k_2\,L$; k_2 muß eine bequeme Konſtante, etwa 100 ſein. Ferner iſt nach den Beziehungen der Figuren $\Delta h = (u - h)\,L : (o - u)$ oder, wenn für $u - h$ und $o - u$ die geraden Anzahlen von Umdrehungen σ_1 und σ_2 gewählt werden, $\Delta h = \sigma_1\,L : \sigma_2$. Wird für σ_2 eine Umdrehung genommen, ſo iſt $\Delta h = \sigma_1\,L$. Dieſe Formeln gelten auch für den Theodolit mit Tangentenſchraube, wenn der Mitnehmer zur Abfehlinie rechtwinklig ſteht. Muß die Abfehlinie erheblich geneigt werden, ſo wird die Schraubenbewegung auf den mikrometriſchen Winkel beſchränkt und der Höhenwinkel α berückſichtigt. Wenn α ſich auf die obere Sicht bezieht, ſo iſt $S = k_1 \cos^2\alpha : \sigma + L \sin\alpha \cos\alpha = k_2\,L \cos^2\alpha + L \sin\alpha \cos\alpha$ und $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$ oder $\Delta h = k_1 \sin\alpha \cos\alpha : \sigma + L \sin^2\alpha = k_2\,L \sin\alpha \cos\alpha + L \sin^2\alpha$. Die zweiten Glieder der rechten Seiten können häufig vernachläſſigt werden. Auch kann geſetzt werden $\sin\alpha \cos\alpha = {}^1/_2 \sin 2\alpha$. Die lotrechte Tangentenſchraube findet man hauptſächlich bei Nivelliertachymetern, z. B. bei den Inſtrumenten von Hogrewe [20] und Breithaupt [21], ſodann auch bei Meißners Patenttangententachymeter, ſ. [1], S. 727, und die da angegebene Literatur. Die wagerechte Tangentenſchraube iſt angewendet beim Nivellier von Decher [22]. An der Fernrohrfeinſtellung des Theodolittachymeters angebracht, ermöglicht ſie neben der Fadendiſtanzmeſſung auch die Schraubendiſtanz- und Höhenmeſſung mit konſtantem oder veränderlichem Schraubenintervall, was für manche Fälle Vorteile bietet; ſ. Fig. 3. Sie iſt beſonders in Amerika in Gebrauch gekommen. Eine ſolche Schraube neben einem Porroſchen Diſtanzmeſſer hat das Tachymeter Klingatſch-Roſt [23]. Durch eine beſondere Vorrichtung wird die obenerwähnte Beſchränkung der Schraubenbewegung auf den mikrometriſchen Winkel erreicht bei dem Univerſaltacheograph von Ziegler-Hager [24]; ſ. a. Bd. 2, S. 786. Ueber eine eingehende Würdigung der Tangentenſchraube ſ. [25]. — Die annähernd lotrecht wirkende Sehnenſchraube iſt von Stampfer eingeführt; ſ. hierüber Bd. 2, S. 785 und die da angegebene Literatur, ſowie Bd. 6, S. 644. Näherungsweiſe gelten die für die Tangentenſchraube angegebenen Formeln auch für die Sehnenſchraube. Ueber ſtreng richtige Formeln ſ. die angegebene Literatur. — Bei einigen Inſtrumenten iſt das Schraubenmikrometer durch ein Skalenmikrometer erſetzt worden, z. B. bei Hahns Univerſalhöhen- und Diſtanzmeßinſtrument und bei Gordians Nivellierinſtrument; ſ. Bd. 2, S. 786 und die da angegebene Literatur. Mikroſkopablefung an einer horizontalen Tangentenſkala und Verfeinerung der Ablefung durch mikrometriſche Verſchiebung der Skala iſt eingerichtet an Eckholds Omnimeter [26]; ſ. a. Bd. 2, S. 786 und Fig. 7 auf S. 785. Hiernach iſt $\Delta h_o = o\,S : d$ und $\Delta h_u = u\,S : d$. Ein dem vorigen fehr ähnliches Inſtrument iſt der Tachymetertheodolit mit Tangensablefung von Bell-Elliot [27]. — Das Prinzip des Kontakt- und Hebeldiſtanzmeſſers beſteht darin, daß das Fernrohr für die Zielungen an zwei feſte Punkte eines vertikalen Führungsſtückes, oder daß ſtatt des Fernrohrs ein mit ihm verbundener Hebel an zwei feſte Punkte eines horizontalen Führungsſtückes angefchlagen wird. Dann iſt S proportional L. Nach Fig. 7 in Bd. 2, S. 785 iſt $S = L\,d : p = k\,L$, wenn $d : p = k$; $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$. Nach dieſem Prinzip ſind konſtruiert die Inſtrumente von Gentilli, Sanguet, Coradi und Löwe; ſ. Bd. 2, S. 786 und die da angegebene Literatur. Bei Sanguet wird $\operatorname{tg}\alpha$ an einer Höhenſkala abgeleſen. Die übrigen Konſtruktionen ſehen Beſtimmung des Höhenwinkels α an einem Höhenkreiſe oder Bogen vor. Hier iſt ferner zu nennen das Univerſaltachymeter Láska-Roſt. Die ganze Kontaktvorrichtung kann mit der Fernrohrkippung auf einer Horizontalſchiene verſchoben werden. Eine geringe Fernrohrkippung innerhalb der Kontakte wird mit einer Tangentenſchraube vorgenommen. Durch zweimalige Ablefung vor und nach der geringen Fernrohrkippung erhält man L_s und daraus $S = 100\,L_s$. Das anallaktiſche Fernrohr hat ein Okularmikrometer, deſſen Kopf drehbar iſt. Die Mikrometertrommel ſoll bei Höhenwinkeln oben, bei Tiefenwinkeln unten ſtehen. Der Höhenkreis hat zwei Trommelteilungen, eine Gradteilung und eine andre nach einer Funktion von α, ähnlich wie beim Tachymeter von Tichy und Starke. Die letzte Teilung gibt die Stellung des Okularmikrometers an, mit der der Lattenabſchnitt L_h durch zweimalige Ablefung gewonnen wird. Dann iſt $\Delta h = 100\,L_h$. Außerdem iſt noch eine Berechnung von $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$ möglich [28].

4. **Selbſttätig reduzierende Tachymeter.** Eine unmittelbare Reduktion der bei geneigter Ziellinie beſtimmten ſchiefen Entfernung iſt durch verſchiedene Konſtruktionen erſtrebt worden, ohne daß dieſe bisher allgemein Anwendung gefunden haben. Es ſei hingewieſen auf die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oben bereits erwähnte Vertikalkreisteilung beim Goulierſchen Tachymeter, [13], S. 427, und auf andre eigenartige Einrichtungen der franzöſiſchen Inſtrumente mit horizontalen und vertikalen Diſtanzfäden, die ſogenannten Euthimeter, beſonders auch auf die Latten, [13], S. 417. Ferner ſind die italieniſchen Konſtruktionen anzuführen. Bei dem reduzierenden Tachymeter von Porro mit ſthenallaktiſchem Fernrohr ſoll die Reduktion durch Veränderung des Linſenſyſtems erfolgen, die durch eine Gelenkvorrichtung mit der Kippung nach $\cos^2\alpha$ ausgeführt wird. Dem gleichen Zwecke dienen die Anordnungen von Baggi [29] und von Reina [30], bei denen durch Gelenk- und Kurbelbewegungen der Fadenabſtand nach $\cos^2\alpha$ verändert wird. Die Reduktionstachymeter von Roncagli und Urbani haben hinter dem Diaphragma des anallaktiſchen Fernrohrs ein nach $\cos^2\alpha$ geteiltes Glasmikrometer. Bei der älteren Konſtruktion wurde das Mikrometer nach dem gemeſſenen Zenitwinkel mit einer Schraube eingeſtellt. Danach ergeben die Ableſungen an den Diſtanzmeßlinien den der horizontalen Entfernung entſprechenden Lattenabſchnitt [31]. Dagegen iſt an einem neueren Tachymeter von Roncagli eine aus Hebelarm und Exzenter beſtehende Vorrichtung angebracht, die das Mikrometer bei der Fernrohrkippung ſelbſttätig verſchiebt. Ein Entwurf von Hammer, der den italieniſchen Vorgängen folgt, ſieht eine ſelbſttätige Verſchiebung des Diaphragmaplättchens vor, auf dem ein Netz von Kurven nach $\cos^2\alpha$ für die Entfernungen und nach $\sin\alpha\cos\alpha$ für die Höhenunterſchiede konſtruiert iſt [32]. Ein Entwurf von Naffo gründet ſich auf dem gleichen Prinzip. Durch Einfachheit der Handhabung zeichnet ſich das ſelbſtreduzierende Tachymeter Hammer-Fennel aus. Es ſcheint auch, daß dieſes Inſtrument den Zweck, welchem es dienen ſoll, erfüllt. Es iſt für die topographiſche Tachymetrie beſtimmt und erfordert nur eine einzige Einſtellung des Fernrohrs auf die Latte und zweimalige Lattenableſung ohne irgendwelche Ableſungen am Inſtrument. In jeder Stellung des anallaktiſchen Fernrohrs werden 1 : 100 der wagerechten Entfernung und 1 : 20 des Höhenunterſchiedes an der lotrechten Latte mit einem Kurvendiagramm beſtimmt, das in der linken Hälfte des Geſichtsfeldes erſcheint. Eine Glasplatte mit dem Diagramm liegt über der Fernrohrkippachſe. Das Bild des Diagramms wird durch zwei Prismen und eine Linſe in der Bildebene des Objektivs entworfen, in der auch ein Horizontalfaden angebracht iſt. Das Diagramm zeigt als Grundkurve einen 60° Zentriwinkel umfaſſenden Kreisbogen von 30 mm Halbmeſſer. Der Mittelpunkt muß in der Horizontalachſe des Fernrohrs liegen. Ein Nullpunkt teilt die Grundkurve in zwei gleiche Stücke. Der Abſtand der Entfernungskurve im Radius des Nullpunktes iſt $p = F : 100$, wenn F die äquivalente Brennweite des Linſenſyſtems bedeutet. Für andre Punkte iſt der Abſtand $p' = p\cos^2\alpha$. Die Höhenkurven für poſitive und negative Δh gehen vom Nullpunkte des Grundkreiſes aus. Die Abſtände der Kurvenpunkte ſind beſtimmt nach $h' = 5\,p'\,\mathrm{tg}\,\alpha$ [33].

5. **Schiebe- oder Projektionstachymeter.** Bei dieſen Inſtrumenten iſt eine andre Methode zur Ableitung der wagerechten Entfernungen angewendet. Fig. 5 zeigt ein Schiebetachymeter von Wagner-Fennel. Mit dem Fadendiſtanzmeſſer iſt eine Schiebeſkala AA' verbunden. Auf dieſer Skala wird die ſchiefe Entfernung in verjüngtem Maßſtabe mit dem Nonius b eingeſtellt. Darauf wird an der horizontalen Skala BB' die horizontale Entfernung mit dem Nonius c und an der vertikalen Skala die Höhe mit dem Nonius a abgeleſen. Die letzte Skala kann mit der Schraube E derart verſchoben werden, daß am Nonius d die Höhe der Kippachſe über dem Vermeſſungshorizont eingeſtellt erſcheint [34]. Ein ähnliches Inſtrument iſt von Kreuter [35], ein älteres von Kiefer [36] konſtruiert. Die Inſtrumente bedingen eine Lattenſtellung rechtwinklig zur Ziellinie. Puller hat das Schiebetachymeter für vertikale Lattenſtellung eingerichtet. Eine mit dem Fernrohr verbundene Stange ſteht rechtwinklig zur unteren Ziellinie des Fadendiſtanzmeſſers. Mit einem Schieber auf der Stange wird die ſchiefe Entfernung an einer Skala eingeſtellt, die gegen die Horizontale um den diſtanzmeſſenden Winkel nach unten geneigt iſt. Im übrigen iſt die Einrichtung ähnlich der des Wagnerſchen Inſtruments [37]. Eine neuere Form des Inſtruments hat einen unbeweglichen Sektor mit einem Diagramm zur Einſtellung eines Zeigers entſprechend dem Lattenabſchnitte L [38]. Schließlich kann man zu dieſer Art Inſtrumente auch noch Jähns Vielmeſſer rechnen [39]. Ueber Vergleiche zwiſchen Schiebe- und Kreistachymeter ſ. [15]. Im allgemeinen haben die Kreistachymeter eine größere Verbreitung gefunden.

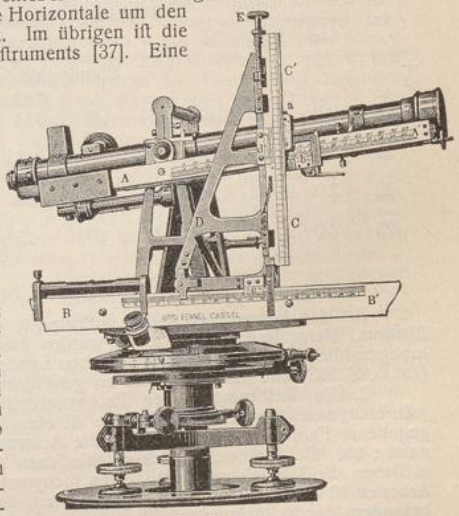


Fig. 5.

6. **Tachygraphometer.** Jeder Meßtiſch mit einer tachymetriſchen Kippregel iſt eigentlich ein Tachygraphometer (ſ. Bd. 6, S. 392). Anzuführen iſt hier die tachymetriſche Kippregel Patent Tichy-Starke [9]. Die Einrichtung des Fernrohrs mit einem Okularmikrometer iſt wegen verhältnismäßig unſicherer Aufſtellung auf dem Meßtiſch nicht zu empfehlen. Die Patentkippregel Láska-Roſt iſt wie das Tachymeter gleichen Namens nach dem unter 3. beſchriebenen Prinzip konſtruiert, jedoch richtigerweiſe ohne Okularmikrometer [41]. Bei der Tachymeterkippregel von Soldati iſt der Höhenkreis durch einen Berechnungsſektor erſetzt, auf dem die Horizontalentfernung und der Höhenunterſchied mit Hilfe von

zwei Kurvenſcharen ermittelt werden. — Tachygraphometer in engerem Sinne ſind Inſtrumente beſonderer Konſtruktion. Ein Dreifuß trägt eine kreisförmige Scheibe von 30—45 cm Durchmeſſer, über deren Mitte ſich eine Regel mit der Tachymetervorrichtung dreht. Auf der Scheibe wird das Meßtiſchblatt durch Halter befeſtigt. Für jeden Standpunkt iſt ein Meßtiſchblatt erforderlich. Das Auftragen der Meſſungspunkte geſchieht bei den Inſtrumenten mit Schiebetachymeter durch eine Pikiernadel, die ſich mit dem Schieber einſtellt, ſonſt aus Hand mit einer Nadel nach dem Maßſtab der Regel. Häufig hat die Scheibe eine Gradteilung, die geſtattet, das Inſtrument auch als Theodolit zu benutzen. Unter 3. iſt bereits aufgeführt der Univerſaltacheograph Ziegler-Hager [24]. Mit den unter 5. beſchriebenen Schiebetachymeteranordnungen ſind verſehen das Tachygraphometer Wagner-Fennel [34] und der Puller-Breithauptſche Schnellmeſſer [37]. Das Topometer Hammer-Fennel [43] iſt ein Tachygraphometer mit ſelbſttätig reduzierendem Tachymeter. Deſſen Beſchreibung ſ. unter 4. Eine Verbindung von Theodolittachymeter und Meßtiſch iſt der Geländemeſſer von Koch [44].

7. **Nivelliertachymeter** ſind Nivellierinſtrumente, die mit einem Horizontalkreis oder einer Buſſole ſowie mit Diſtanzmeßvorrichtung ausgerüſtet ſind. Neben dem Fadendiſtanzmeſſer kommen auch die diſtanzmeſſenden Schrauben in Betracht (ſ. unter 3.).

Wegen der Diſtanzlatten ſ. Bd. 2, S. 782, und [1], S. 733. Ueber horizontale Lattenhaltung, die jedoch nur wenig angewendet wird, ſ. [13], [15], [2], S. 381 und 384, [21] in Bd. 2, S. 789; Geſchichtliches ſ. [2].

II. Die tachymetriſche Aufnahme.

1. **Die Aufnahme im Felde.** Der Gang der Beſtimmung eines Geländepunktes mit dem berichtigten Theodolittachymeter mit Fadendiſtanzmeſſer iſt:

a) Einſtellung des Vertikalfadens auf die Lattenmitte.

b) Ableſung des Lattenabſchnittes zwiſchen den Diſtanzfäden. Hierzu wird der untere oder obere Faden auf eine Marke (z. B. 1 m oder 2 m) eingeſtellt und am andern wird abgeleſen, wobei die Mittelfadenableſung eine Probe gewährt, oder der Mittelfaden wird auf eine Marke (z. B. 2,0 m) eingeſtellt, und die Seitenfäden werden abgeleſen, wobei die Ergänzung eine bequeme Probe gegen grobe Fehler gibt. Weitere Proben und Erhöhung der Genauigkeit erhält man durch entſprechende Verbindung dieſer Ableſungen ſowie durch Anwendung weiterer Fadenpaare wie bei den Clepscykeln [6].

c) Ableſung des Vertikalkreiſes. Iſt der Mittelfaden auf eine Lattenmarke (z. B. 2,0 m) eingeſtellt worden, ſo kann bei einſpielender Höhenkreislibelle ſofort die Ableſung genommen werden, während bei Einſtellung des unteren oder oberen Fadens auf eine Lattenmarke eine zweite Einſtellung des Mittelfadens erforderlich wird, um die Veränderung der Zielhöhe l_z zu eliminieren. Häufig wird $l_z = i$ gemacht (ſ. Fig. 1).

d) Die Ableſung des Horizontalkreiſes oder der Buſſole. Die Ableſungen der beiden Kreiſe geſchehen je nach der Beſchaffenheit und Berichtigung des Inſtrumentes, den erforderlichen Proben u. ſ. w. an einem oder an beiden Zeigern. Auf Ableſung in beiden Fernrohrlagen wird bei Geländepunkten in der Regel verzichtet. Nach der zu b) notierten Diſtanzfadenableſung wird der Lattenträger abgerufen, einen andern Punkt aufzuſuchen. Am Anfang und Schluß der Ableſungen für einen Standpunkt iſt ein ſcharf bezeichneter Punkt (Kirchturm, Wetterfahne, trigonometriſches Signal) zur Prüfung der Inſtrumentſtellung anzuzielen. Die Ableſungen werden in einem paſſend eingerichteten Feldbuch aufgeſchrieben, worin gleichzeitig die ganze Berechnung ausgeführt wird.

Nr.	Latten			Vertikalkreis		Horizontalkreis		S	Δh	H	Bemerkungen
	l_z	oben / unten	L	0	′	0	′				
+				Standpunkt ⊙ 4							
△ 45	.	.	.	.	.	(182	37)	.	.	.	$H_i - l_z = 109{,}3$
⊙ 96	2,0	2,340 / 1,660	0,680	81	42	134	21	66,9	+ 9,6	118,9	
21	2,0	2,289 / 1,713	0,576	79	18	215	40	55,9	+10,5	119,8	
22	2,0	2,713 / 1,286	1,427	96	55	356	23	141,1	−17,1	92,2	
23	2,0	2,772 / 1,226	1,546	96	07	15	49	153,3	−16,4	92,9	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Bei der Anwendung andrer Inſtrumente erleidet das Verfahren eine entſprechende Modifikation. Beim Meßtiſchtachymeter werden die gewonnenen Ergebniſſe ſofort eingetragen. Die topographiſche Abteilung der preußiſchen Landesaufnahme benutzt die tachymetriſche Kippregel (Bd. 6, S. 393) und eine im Felde zu gebrauchende Tabelle [48].

2. **Die Beſtimmung der Tachymeterſtandpunkte** (Stationierung). Als Unterlage für jede tachymetriſche Geländeaufnahme iſt eine Anzahl paſſend verteilter, nach Lage und Höhe gegebener Feſtpunkte erforderlich. Die Auswahl hängt von Zweck und Ausdehnung der Aufnahme ab. Bei kleinen, in ſich geſchloſſenen Aufnahmen genügt ein Rahmen von Dreiecken, in denen die Winkel und alle Seiten tachymetriſch doppelt gemeſſen ſind. Für ausgedehnte Arbeiten iſt der Anſchluß an die Landestriangulation und die Einſchaltung einer Anzahl Punkte, beſonders durch Rückwärtseinſchneiden, erforderlich (vgl. Triangulierung). Hierauf gründet

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich eine Polygoniſierung, deren Punkte nach Lage (Koordinaten) und Höhe tachymetriſch, zuweilen aber auch in gewöhnlicher Weiſe (ſ. Bd. 7, S. 183) und durch Nivellierung (ſ. Bd. 6, S. 649) beſtimmt werden. Dadurch iſt ein durch Pfähle, Drainrohre oder Steine (Grenzſteine) bezeichnetes Feſtpunktſyſtem geſchaffen, an das die eigentliche Geländeaufnahme angeſchloſſen wird. Sie geſchieht durch kurze Aufnahmezüge zwiſchen den gegebenen Punkten oder durch Einzelaufnahme von den gegebenen Stationen aus. Hierbei können Zielungen bis zu einigen Hundert Metern genommen werden.

3. **Der Tachymeterzug.** Die Anordnung entſpricht derjenigen des Polygonzuges (Bd. 7, S. 183) oder des Buſſolenzuges (Bd. 2, S. 411), unter Hinzunahme der Diſtanz- und Höhenmeſſung. Die Entfernungen zwiſchen den Standpunkten werden doppelt beſtimmt, wodurch eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen iſt (vgl. Bd. 2, S. 786). Zweckmäßig iſt es, in die Strecke zwei Wechſelpunkte einzuſchalten und je zwei Teilſtrecken von den beiden Endpunkten aus zu meſſen. Die Höhenbeſtimmung geſchieht durch Uebertragung der Höhe der Feſtpunkte auf die Inſtrumentachſe $H_i = H_n + l_z - \Delta h$ (vgl. das Zahlenbeiſpiel) oder durch unmittelbare Meſſung der Standpunkthöhe i (vgl. Fig. 1) $H_i = H_p + i$. Die Meſſung zwiſchen den Stationen wird ausgeführt mit Hilfe von Wechſelpunkten wie im Nivellierzuge (Bd. 6, S. 649); eine Sicherung bietet hierbei doppelte Anbindung. Im Tachymeterzuge ſind grundſätzlich alle Ablеſungen in zwei Fernrohrlagen und an zwei Zeigern zu nehmen. Ueber die Meſſung wird ähnlich wie bei der Stückvermeſſung (ſ. d.) ein Handriß geführt, in den die Nummern der Punkte in Uebereinſtimmung mit dem Feldbuche eingetragen werden. Kleinaufnahmen werden auf Grund der tachymetriſch beſtimmten Punkte durch Nebenmeſſungen mit Taſchenbandmaß und Handbuſſolen ausgeführt. Es iſt nötig, daß größere Aufnahmen durch zwei Techniker bewirkt werden, von denen einer die Arbeit leitet, den Handriß führt und die Lattenträger (mindeſtens zwei) anweiſt, während der andre mit einem Gehilfen das Inſtrument bedient. Weitere Anleitung und praktiſche Winke in [1], [2], [7], [8], [13], [45]—[47] ſowie in zahlreichen Artikeln in den Fachzeitſchriften, über welche eine Ueberſicht in [49]; vgl. beſonders [50].

III. Die Ausarbeitung.

Zur Ausrechnung der Entfernung und des Höhenunterſchiedes nach den unter I. angeführten Formeln dienen verſchiedene Hilfsmittel:

a) Tachymetertafeln, Tabellen, aus denen unmittelbar mit den Argumenten L und α (bezw. z) die geſuchten Werte S und Δh entnommen werden können. Eine ausführliche Tafel dieſer Art für die Produkte $L\cos^2\alpha$ und $\frac{1}{2}L\sin 2\alpha$ gibt Jordan [51]. Aus dieſer zunächſt für $k = 100$ aufgeſtellten Tabelle können für die weitaus meiſten Fälle der Praxis die geſuchten Werte ohne weiteres entnommen werden, für $k = 50$ bezw. 200 iſt L entſprechend zu halbieren bezw. zu verdoppeln. Weicht k von der runden Zahl ab, ſo macht eine leichte Umrechnung die Tafel brauchbar. Eine Zuſammenſtellung der Literatur über die wichtigſten Tachymetertafeln gibt [1], S. 765.

b) Der tachymetriſche Rechenſchieber iſt ein logarithmiſcher Rechenſchieber, bei dem die Logarithmen der obengenannten Funktionen auf Stab oder Zunge aufgetragen ſind. Derartige Schieber ſind in verſchiedener Anordnung und Größe (25 cm und 50 cm) konſtruiert worden von Wild, Porro, Moinot und Werner [7], [45], wodurch die Tachymeterrechnung weſentlich gefördert worden iſt. Am beſten iſt die Anordnung, bei welcher eine Einſtellung die Werte für S und Δh liefert. Hierbei enthält der Stab oben und unten zwei identiſche Skalen der Logarithmen der Zahlenreihe 1, 2, 3 . . ., die Zunge oben die Logarithmen der Funktion $\frac{1}{2}\sin 2\alpha$, unten von $\cos^2\alpha$ ſo angeordnet, daß unter Berückſichtigung der Konſtanten k nach Einſtellung des Zeigers der Zunge auf L in den Zahlenreihen des Stabes, an den Argumenten α der Zunge ſofort S und Δh am Stab abgeleſen werden können. Ein logarithmiſcher Tachymeterſchieber in Scheibenform iſt von Miller in Innsbruck [52] konſtruiert, vgl. a. [53]. Dechers Schieber. Logarithmiſche Tachymeterſchieber liefern in Deutſchland beſonders Dennert & Pape in Altona, Neſtler in Lahr i. B. und Kern in Aarau (mit Gebrauchsanweiſung).

c) Tachymeterdiagramme. Für viele Zwecke reicht die Genauigkeit gezeichneter Diagramme aus, deren Benutzung ſehr bequem iſt. Zunächſt kann der einfache Rechenquadrant mit Gradteilung und Quadratnetz (sinus-cosinus-Quadrant) benutzt werden, wozu für $L\cos^2\alpha$ eine doppelte Eintragung nötig wird; S und Δh können ſofort abgeleſen oder Δh kann graphiſch zu H_i addiert werden. Eine Reihe zweckmäßiger Strahlendiagramme mit entſprechender Ueberhöhung für die Höhenbeſtimmung gibt Jordan [1], S. 757, für die Funktionen $L\cos^2\alpha$ und $S\operatorname{tg}\alpha$ ſowie $\frac{1}{2}L\sin 2\alpha$. Dem gleichen Zweck dienen die Schichtentafeln (Iſoplethentafeln) nach Vogler [54], das ſind graphiſche Tafeln mit zwei Eingängen L und α, an deren Linienſchar die geſuchten Werte S und Δh abgeleſen werden, und die graphiſchen Tafeln für Tachymetrie von Wenner [57a]. Weitere Hilfsmittel ſind die mechaniſchen Vorrichtungen, wie Teiſchingers Schiebebrett [55], der Reduktionsapparat von Piat [56], der Tachymeterquadrant von Puller ſowie der Tachymeterſchieber von Puller [57]. Alle dieſe verſchiedenen Hilfsmittel, die Tabellen und je nach der Einübung die mechaniſchen Mittel (Rechenſchieber, Schieberdiagramme) ſowie die Strahlendiagramme gewähren eine ſo bequeme und raſche Ableitung der Endreſultate, daß die Verſuche, durch mehr oder weniger komplizierte Projektionsapparate, welche zudem die Feldarbeit erſchweren, dieſe einfachen Ermittlungen zu erſetzen, bisher ohne Erfolg geblieben ſind.

Nach Berechnung der Feldbeobachtungen mit den obenerwähnten Hilfsmitteln (vgl. das Zahlenbeiſpiel) erfolgt die Anfertigung der Karte. Zuerſt ſind die gegebenen Punkte einzutragen, wozu bei umfangreichen Arbeiten mit trigonometriſchem Anſchluß und Koordinatenberechnung für die Hauptzüge (ſ. Polygoniſierung, Bd. 7, S. 183) die Herſtellung eines Quadratnetzes (ſ. Kartierung, Bd. 5, S. 394) erforderlich iſt. Das Eintragen der Richtungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Entfernungen von den Stationspunkten aus erfolgt mit Hilfe eines Strahlenziehers (Transporteur, Rapporteur). Dieser wird auf dem in der Karte verzeichneten Standpunkt zentrisch aufgelegt und nach gegebenen Anschlußrichtungen orientiert; dann werden nach dem Feldbuche der Reihe nach alle Richtungen gezogen, die horizontalen Entfernungen abgesetzt und die Höhenzahlen beigeschrieben.

Für viele Zwecke sind die bekannten einfachen Transporteure aus Metall und Papier oder auch die auf Pauspapier gezeichneten Strahlenzieher mit 1° oder ½° Teilung ausreichend; für genauere Arbeiten ist eine Reihe von Auftragapparaten konstruiert worden; vgl. Alhidadentransporteur, Bd. 1, S. 133, sowie auch Schlesingers Tachygraph [58], Millers Auftragapparate u. a.; s. [1], S. 786. — Weiterhin erfolgt die Auszeichnung des Lageplanes und die Konstruktion der Horizontalkurven nach den hierfür geltenden Bestimmungen. Allgemeine Regeln s. Karte, Bd. 5, S. 385. Der Maßstab der Karte richtet sich nach dem Zweck der Aufnahme; für spezielle technische Zwecke (Vorarbeiten) wählt man 1 : 1000 bis 1 : 5000. — Bei der Benutzung von Tachygraphometern werden sämtliche Punkte sofort im Felde eingetragen.

IV. Höhenmessung bei vorhandenem Lageplane.

Neben dem eben besprochenen vollständigen tachymetrischen Verfahren hat die tachymetrische Höhenmessung für sich eine Bedeutung, wenn bereits eine Karte, z. B. eine Katasterkarte, nach einer Lagemessung hergestellt wurde. Besonders in unebenem Gelände ist dann die tachymetrische Höhenmessung dem eigentlichen Nivellieren (Bd. 6, S. 642) in bezug auf Schnelligkeit und Billigkeit überlegen, da das Nivellierinstrument nur eine geringe Höhenzone (4—5 m) beherrscht.

Wird das Instrument auf einem in der Karte gegebenen oder bequem und sicher einzumessenden Punkte aufgestellt, so daß die Entfernungen S nach den Geländepunkten unmittelbar aus der Karte entnommen werden können, so braucht nur der Höhen- oder Zenitwinkel abgelesen zu werden, um nach $\Delta h = S \operatorname{tg} \alpha = S \operatorname{ctg} z$ sofort den Höhenunterschied oder die Höhe aus einem der obenerwähnten Diagramme entnehmen zu können. Hierbei genügt als Ziellatte eine einfache Latte mit Zielscheibe (l_z = konstant oder = i); sollen auch solche Punkte, die in der Karte noch nicht dargestellt sind, bestimmt werden, so kann die Distanzmessung mit Distanzlatten zu Hilfe genommen werden, und das Verfahren wird dann zu einem kombinierten.

Für untergeordnete Arbeiten kann auch an Stelle des Tachymeters irgend ein Freihandinstrument (s. Bd. 4, S. 190, und Bd. 5, S. 91) benutzt werden, wobei dann die Entfernungen wie vorher aus der Karte entnommen oder aber mit einem Meßband in schiefer Lage gemessen werden; im letzteren Falle ist $\Delta h = S \sin \alpha$. Diese Meßbandhöhenzüge sind besonders für Zwischenzüge in dichten Holz- oder auch für schwierige Querprofile sehr zweckmäßig; soll der Zug mit feinen Zwischenpunkten eingetragen werden, so werden die Streckenazimute mit einer Freihand- oder besser einer Stockbussole (auf dem Meßbandstab) gemessen. Die Berechnung und Auftragung erfolgt am einfachsten graphisch oder mit Tabellen. Weiteres hierüber s. [59] und [1], S. 788. An Stelle der tachymetrischen Höhenmessung findet für generelle Bestimmungen auch die barometrische Höhenmessung mit Federbarometern (Bd. 3, S. 655) Anwendung; vgl. hierüber Bd. 5, S. 94.

V. Anwendung und Genauigkeit.

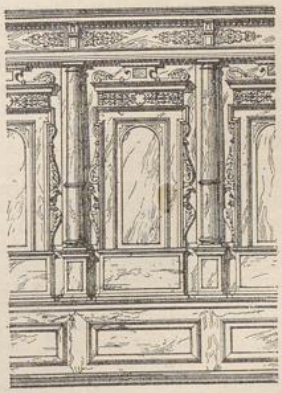
Die verschiedenen tachymetrischen Messungsmethoden finden bisher hauptsächlich Anwendung bei geometrischen Vorarbeiten. Es genügt hierfür, wenn man bei Zielungen bis zu einigen hundert Metern die gegenseitige Lage und Höhe der Punkte innerhalb einiger Dezimeter genau bestimmt hat. Dies ist durch die erwähnten einfachen Tachymeter, an deren Kreise einzelne Minuten abgelesen werden, bei guten Fernrohren und gut geteilten Zentimeterlatten erreichbar. Weiterhin wird von der Tachymetrie Gebrauch gemacht bei den unter besonderen Verhältnissen stattfindenden Vermessungen in den auswärtigen Kolonialgebieten sowie allgemein bei den topographischen Aufnahmen (1 : 25000) mit Meßtisch und Tachymeterkippregel. Hierbei sind die Anforderungen an die Genauigkeit erheblich geringer; für die Entfernungsbestimmung genügt eine in Dezimeter oder ½ dm (Distanzkonstante 1 : 200) geteilte Latte; auch können die Zielweiten erheblich größer (500 m und mehr) genommen werden. — Anderseits ist die Tachymetrie zur exakten Spezialaufnahme der Katastervermessungen bisher nur für vereinzelte Gebiete im Gebirge (vgl. z. B. [60]) zur Anwendung gekommen, obwohl schon bei der auf dem Meßtischverfahren gegründeten alten bayrischen Landesvermessung etwa 1813 die Distanzmessung mit Reichenbachschen Distanzmessern eingeführt worden ist. Während nun die Genauigkeit der einfachen Tachymetrie für die Katasteraufnahmen in schwierigem Gelände bei sorgfältigem Verfahren als hinreichend bezeichnet werden kann, haben anderseits die seit Porro [61] angestellten Versuche, mittels feinerer und leistungsfähigerer Apparate die Tachymetrie auch für exakte Spezialvermessungen auszubilden, zu ihrer allgemeineren Anwendung bisher nicht geführt. Dies hat seinen Grund darin, daß eine solche Feintachymetrie ebenso wie die Feinnivellierung (Bd. 6, S. 654) an kurze Zielweiten und beschränkte Arbeitszeit im Felde gebunden ist. Dadurch geht der in ihrer Einfachheit und Allgemeinanwendbarkeit gegründete Vorteil der Methode gegenüber der Linearmethode (s. Stückvermessung) verloren. Ferner ist die tachymetrische Polarkoordinatenmessung weder für eine exakte Fehlerausgleichung, wie sie in den Messungslinien der Stückvermessung (s. d.) möglich ist, noch für ein rationelles Fortführungsverfahren (s. Kataster, Bd. 5, S. 404) geeignet.

Literatur: Die tachymetrischen Instrumente und Aufnahmeverfahren sind behandelt in den bei Geodäsie unter [4]—[10] genannten Werken, besonders in [1], Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, fortgesetzt von Reinhertz, 7. Aufl., bearbeitet von Eggert, Stuttgart 1908. — Ferner s. [2], Eggert, Einführung in die Geodäsie, Leipzig 1907. — Eine gute Uebersicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

über die Inſtrumente mit Literaturangaben findet ſich in [3], Löſchner, Oeſterr. Zeitſchr. f. Verm. 1907, S. 12 u. 106. — Einige Sonderſchriften ſind [4], Tinter, Zeitſchr. f. Inſtr. 1882, S. 117, 157. — [5] Jordan, Tachymeter mit Zelluloidhöhenbogen, Zeitſchr. f. Verm. 1896, S. 14. — [6] Salmoiraghi, Instrumenti e methodi moderni di geometria applicata, Mailand 1874, 1885, deutſcher Auszug in Carls Repertorium 1876, S. 85. — [7] Werner, Die Tachymetrie und deren Anwendung bei Traceſtudien, Wien 1873, 1885. — [8] Schell, Die Tachymetrie mit beſonderer Berückſichtigung des Tachymeters von Tichy u. Starke, Wien 1880. — [9] Derſ., Die Terrainaufnahme mit der tachymetriſchen Kippregel von Tichy u. Starke, Wien 1881. — [10] Reinhertz, Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 213; Fennel, ebend. 1902, S. 214. — [11] Ott, Zeitſchr. f. Inſtr. 1893, S. 144. — [12] Deubel, Zeitſchr. f. Verm. 1894, S. 193. — [13] Goulier, Études théorétiques et pratiques sur les levers topométriques et en particulier sur la tachéométrie, Paris 1892. — [14] Henſoldt, Zeitſchr. f. Inſtr. 1885, S. 413. — [15] Hammer, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 195; Puller, ebend. 1893, S. 65; 1894, S. 10; Wagner, ebend. 1893, S. 540. — [16] Lorber, Zeitſchr. f. Inſtr. 1886, S. 365. — [17] Puller, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 65. — [18] Friedrich, Das optiſche Diſtanzmeſſen, Wien 1881. — [19] Starke, Logarithmiſch-tachymetriſche Tafeln u. ſ. w., Wien 1885. — [20] Hogrewe, Praktiſche Anleitung zum Nivellieren u. ſ. w., Hannover 1800. — [21] Dörgens, Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 152. — [22] Decher, Neues Nivellierinſtrument, München 1890. — [23] Klingatſch, Zeitſchr. f. Verm. 1905, S. 337; Zeitſchr. f. Inſtr. 1905, S. 305. — [24] Hammer, ebend. 1894, S. 242; v. Ziegler-Hager, Der Univerſaltacheograph, Luxemburg 1894. — [25] Vogler, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 145. — [26] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1895, S. 233. — [27] Derſ., ebend. 1900, S. 282. — [28] Láska, ebend. 1905, S. 225, und Dokulil, Das Univerſaltachymeter Láska-Roſt u. ſ. w., Wien 1906. — [29] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1896, S. 340. — [30] Derſ., ebend. 1897, S. 287. — [31] Roncagli u. Urbani, ebend. 1893, S. 381; Roncagli, ebend. 1895, S. 180. — [32] Hammer, ebend. 1898, S. 241. — [33] Derſ., Der Hammer-Fennelſche Tachymetertheodolit und die Tachymeterkippregel, Stuttgart 1901; Zeitſchr. f. Verm. 1901, S. 153; 1903, S. 691; Zeitſchr. f. Inſtr. 1900, S. 328; 1902, S. 21; Koppe, Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 144. — [34] Fennel, Die Wagner-Fennelſchen Tachymeter, Kaſſel 1886; Zeitſchr. f. Verm. 1878, S. 57. — [35] Kreuter, Das neue Tacheometer, Brünn 1888. — [36] Puller, Zeitſchr. f. Verm. 1896, S. 375. — [37] Derſ., ebend. 1901, S. 531; Breithaupt & Sohn, Der Puller-Breithauptſche Schnellmeſſer, Selbſtverlag, 1902; Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1902, S. 160; Schoingt, Zeitſchr. f. Verm. 1903, S. 408. — [38] Puller, ebend. 1903, S. 649. — [39] Jähns, Deutſche Bauztg. 1875, S. 92. — [40] Schell, Die Terrainaufnahme mit der tachymetriſchen Kippregel, Wien 1881. — [41] Láska, Oeſterr. Zeitſchr. f. Verm. 1907, S. 35. — [42] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1902, S. 222. — [43] Derſ., ebend. 1909, S. 129. — [44] Koch, Zeitſchr. f. Verm. 1897, S. 33. — [45] Moinot, Lever de plans à la stadia, notes pratiques pour études de traces, 2e éd., Paris 1877. — [46] Orlandi, Tacheometria, corso pratico di topografia numerica, 2. ed., Turin 1896. — [47] Handbuch der Ingenieurarbeiten, herausgegeben von Heuſinger v. Waldegg, Bd. 1, Leipzig 1880 (1883, 1898). — [48] Vorſchrift für die Topographiſche Abteilung der Landesaufnahme, 2 Hefte, Berlin 1898. — [49] Zeitſchr. f. Verm., Literaturberichte. — [50] Jordan, ebend. 1890, S. 401; Hammer, ebend. 1890, S. 641; 1891, S. 193, 241. — [51] Jordan, Hilfstafeln für Tachymetrie, 4. Aufl., Stuttgart 1908. — [52] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1893, S. 96. — [53] Decher, Rechenſchieber zur Berechnung tachymetriſcher Aufnahmen u. ſ. w., München 1882. — [54] Vogler, Anleitung zum Entwerfen graphiſcher Tafeln, Berlin 1877. — [55] Teiſchinger, Zeitſchr. f. Inſtr. 1884, S. 92. — [56] Piat, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 25. — [57] Puller, ebend. 1893, S. 207; 1895, S. 389; 1896, S. 20; 1897, S. 363. — [57 a] Wenner, ebend. 1905, S. 257. — [58] Pefek, ebend. 1878, S. 281. — [59] Jordan, ebend. 1876, S. 395; Hammer, ebend. 1896, S. 161; 1897, S. 202. — [60] Brönnimann, Die Kataſtervermeſſung auf Grundlage der in den ſchweizeriſchen Konkordatskantonen geltenden Vorſchriften, Bern 1888. — [61] Porro, Sull' applicazione della Celerimensura alla formazione del gran libro fondiario italiano, Milano 1868. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Täfeln, eine Wand, Decke oder Fußboden mit Täfelwerk bekleiden, d. h. mit Tafeln oder Feldern, welche von Frieſen und Stäben umrahmt ſind, belegen.



Täfelung aus dem Bärenfelſerhof zu Baſel.

Verwendet werden: 1. große aber dünne Holztafeln, feſtgehalten durch das ſtärkere Rahmwerk, in welches ſie durch Nutung eingreifen, wobei denſelben für freie Bewegung und Ausdehnung noch Spielraum bleibt (ſ. die Figur); 2. dünne Tafeln oder Platten aus koſtbaren, natürlichen Steinen, wie vielfarbiger Marmor, Alabaſter, Porphyr, Syenit u. ſ. w., in Politur und Spiegelglanz (ſ. Fußboden); 3. künſtliche Steine mit farbiger Glaſur überzogen als Kacheln oder Majolika (in ihrer Farbenpracht das reichſte und monumentalſte Täfelwerk). *Weinbrenner.*

Taël, 1. Handelsgewicht in China, Japan, Singapore = 37,8 g. 16 Taël (Liang) = 1 Kin, 100 Kin = 1 Pikul. 2. Münzeinheit in China. Ein Haickuan-Taël zu 37,58 g Feinſilber wird bei Zollzahlungen vertragsmäßig zu 6,31 ℳ gerechnet. Daneben ſind von Bedeutung das Schanghai- und das Kanton-Taël. 100 H.-T. = 111,1 K.-T. = 111,4 Sch.-T. 73 Sch.-T. = 100 mexikaniſche Piaſter. 1 Taël = 10 Tien = 100 Kandarines = 10 Li oder Käſch. *Plato.*

Tänk, Gewicht in Bombay = $^1/_{72}$ Sihr = 4,41 Gramm; als Perlengewicht = 24 Röttiß = 4,6655 g.

Tafel, 1. jede ebene oder umrahmte Fläche, als Füllung an Türen und Wänden; 2. dünne, flachgeſtreckte Maſſe, ſei es aus Holz, Glas (ſ. d.) oder Metall, letzteres als Blech (ſ. d.) oder aus natürlichem Stein, z. B. Schiefer, Marmor u. ſ. w.; 3. langer Tiſch in Speiſeſälen (über deren Abmeſſung ſ. Saal 2.); 4. aus mehreren Stücken zuſammengeleimtes Brett zu Türfüllungen, Fußböden u. dergl.; 5. ſ. v. w. Plinthe, Platte; 7. Schilderei, Wandbild. *Weinbrenner.*

Tafelfarben (Applikationsfarben), im Zeugdruck feingepulverte Farben (Krapplack, Ultramarin, Chromgelb u. ſ. w.), die vor dem Aufdruck mit einer Klebemittellöſung (Dextrin, Eiweiß), häufig unter Zugabe eines Verdickungsmittels (Mehl, Ton u. ſ. w.), zu einem zähflüſſigen Brei angerührtwerden. Die damit bedruckten Gewebe werden durch Waſſerdampf waſchecht gemacht. *R. Möhlau.*

Tafelſchiefer, ſ. Dachſchiefer.

Tafelſtein, ſ. Edelſteinſchleiferei, Bd. 3, S. 218.

Taft (Taffet), ſ. Weberei.

Tag. In der praktiſchen Aſtronomie werden zur Zeitmeſſung zwei verſchiedene Tage verwendet: der Mittlere und der Sterntag (vgl. Mittag, Zeit und Sterntag, Sternzeit).

Der Mittlere Tag iſt der Zeitraum zwiſchen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen der gedachten, mittleren Sonne, der Sterntag der zwiſchen zwei Meridiandurchgängen ein und desſelben Punktes am Himmel (Zeit einer Erdumdrehung). Der ſogenannte wahre Tag (Zeitraum zwiſchen zwei Meridiandurchgängen des Zentrums der wirklichen Sonne) iſt im Lauf des Jahres veränderlich und deshalb als Zeitmaß für die gleichmäßig gehenden Räderuhren nicht mehr geeignet; vgl. die Art. Sonnenuhren, Wahre Zeit. Ueber den mittleren Tag und Sterntag vgl. ferner auch den Art. Zeitmeſſung. Für bürgerliche und techniſche Zwecke kommt nur der mittlere Tag in Betracht, und zwar der „bürgerliche" mittlere Tag, der um Mitternacht beginnt (Datumwechſel). Der aſtronomiſche mittlere Tag eines Orts beginnt dagegen im Augenblick des mittleren Mittags dieſes Orts. Bezüglich der Umrechnung von mittlerer Zeit in Sternzeit und umgekehrt vgl. Zeitmeſſung. Die Doppelzählung der Stunden des bürgerlichen Tags, zweimal von 0^h bis 12^h, iſt für viele techniſche Zwecke (Betrieb der Schnellverkehrsmittel) bereits aufgegeben, und es wäre ſehr zu wünſchen, daß dies bald allgemein geſchehen würde zugunſten der Durchzählung der Stunden von 0 bis 24. *Ambronn.*

Tag nennt der Bergmann die Erdoberfläche, daher bedeutet am Tage und über Tage ſ. v. w. auf der Erdoberfläche, unter Tage ſ. v. w. in der Grube.

Tageanlagen oder Tagegebäude ſind die zu einem Bergbaubetriebe gehörigen Einrichtungen an der Oberfläche. Eine Tageſtrecke führt von der Oberfläche abwärts geneigt in die Tiefe, indem ſie gewöhnlich der Lagerſtätte folgt (vgl. Stolln). — Tagebau iſt eine häufig angewendete bergmänniſche Abbauweiſe, durch welche an der Oberfläche liegende nutzbare Mineralien (oberflächlicher Tagebau oder Gräberei, z. B. auf Torf und Goldſeifen), oder ſolche Lagerſtätten gewonnen werden, die nur wenig durch Deckgebirge überlagert ſind (Aufdeck-, Abraumarbeit, z. B. auf Braunkohlenflöze). Auch am Ausgehenden von Lagerſtätten, die ſpäter in der Hauptſache durch Grubenbetrieb gewonnen werden, beginnt der Betrieb häufig als Tagebau. Der Steinbruchbetrieb hat viele Aehnlichkeit mit dem Tagebau; Abweichungen in der Technik (ſ. weiter unten) kommen dort vor, wo große Werkſtücke gewonnen werden. — Der oberflächliche Tagebau iſt die einfachſte Betriebsweiſe. Am bequemſten iſt der Betrieb am Talgehänge, wo er ſteinbruchartig erfolgt, z. B. die Eiſenſteingewinnung zu Eiſenerz in Steiermark. Dort verlaufen am Gehänge ungefähr wagerecht (Fig. 1) etwa 40 Abbauetagen von je 10 m Höhe, die Förderung auf jeder derſelben findet mittels Wagen auf Schienengleiſen ſtatt, zur Vereinigung der Maſſen auf einzelne Hauptſohlen dienen Bremsſchächte *Br* und Stölln *St* (Fig. 1) oder geneigte Ebenen mit Brems- oder Haſpelbetrieb (ſ. Bremsbergförderung und Haſpelförderung, Bd. 2, S. 257). Bei Betrieben, welche bezüglich der Abfuhr ungünſtig am Steilgehänge liegen, werden in neuerer Zeit zur Beförderung ins Tal Hochſeilbahnen verwendet (vgl. Seilbahnen, S. 47). Die Abfuhr von Bergen (vgl. Bd. 1, S. 692) erfolgt auf wagerechten Bahnen, die ſo weit fortgeführt werden müſſen, daß durch die Bergemaſſen nicht Teile der Ablagerung verſtürzt werden. In ebener Gegend, wo ſich der Tagebau von der Oberfläche in die Tiefe erſtreckt, ſind Anlagen zur Aufwärtsförderung vorzuſehen, und zwar Aufzüge, geneigte Ebenen oder Schächte, welche mit dem Tagebau durch Strecken verbunden ſind. Die zuſitzenden Waſſer ſind durch einfache Pumpen zu heben. — Bei dem Abbau ſolcher Lagerſtätten, die unter Deckgebirge liegen, muß dieſes entfernt (abgedeckt, abgeräumt) werden; beim Beginn eines Tagebaues wird der erſte Abraum ſeitwärts aufgeſtürzt, ſpäter wird derſelbe zur Wiederausfüllung der abgebauten Räume verwendet. Hierdurch wird gegenüber dem Grubenbau zwar die Bewegung größerer Maſſen notwendig; man hat jedoch den Vorteil, die Lagerſtätte faſt ohne Verluſte abbauen zu können, was namentlich bei ſehr mächtigen Lagerſtätten ſtark ins Gewicht fällt; ferner erſpart man den Grubenausbau, und die Beaufſichtigung iſt eine ſehr leichte, während des Tages kann ohne künſtliche Beleuchtung gearbeitet werden. Für umfangreichere Abraumarbeiten werden vorteilhaft Trockenbagger (Bd. 1, S. 462) verwendet. Bei größerer Mächtigkeit der Lagerſtätte wird, ſofern die Maſſen feſteren Zuſammenhang haben, entweder, wie oben beſchrieben, in Etagen (ſtroßweiſe) abgebaut (Fig. 1), oder es wird, wie z. B. bei der böhmiſchen Braunkohle und auch in den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elbſandſteinbrüchen und den Rüdersdorfer Kalkſteinbrüchen, der Abbau firſtweiſe geführt (Fig. 2 und 3). Ein Teil der Lagerſtätte, welcher ſich durch vorhandene Klüfte bereits aus dem Zuſammenhange gelöſt hat oder deſſen Abtrennung durch Führung eines Schlitzes *L* mittels Keilhauenarbeit vervollſtändigt wurde, wird mit ſich rechtwinklig kreuzenden Strecken *S* unterfahren, ſo daß nur noch eine entſprechende Zahl Pfeiler übrigbleibt, dieſe werden allmählich ſchwächer gemacht und ſodann gleichzeitig durch Schüſſe geſprengt. Die unterhöhlten Maſſen ſtürzen darauf nieder und werden ſo weit zertrümmert, daß die Abförderung (beim Sandſteinbruchbetrieb die Zerlegung in Werkſtücke) leicht erfolgen kann. Für erdige Maſſen, z. B. Braunkohle, eignet ſich bei größerer

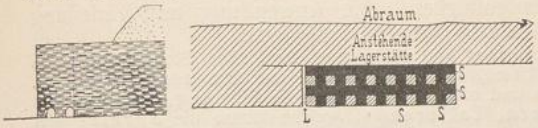


Fig. 3 (Querſchnitt). Fig. 2 (Grundriß).

Fig. 2 und 3. Braunkohlentagebau im nördlichen Böhmen.

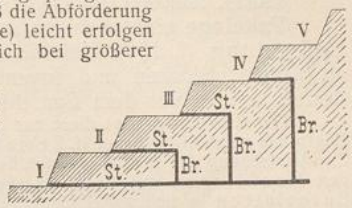


Fig. 1. Etagenabbau zu Eiſenerz.

Mächtigkeit der Schurrbau. Dieſem Verfahren iſt es eigentümlich, daß das Abrollen des größten Teiles der gewonnenen Kohlen in die Fördergefäße ſelbſttätig erfolgt, die Arbeit des Verladens alſo wegfällt. Nur die Kohle von den unterſten 1,5—2,0 m des Flözes muß in die Hunde geſchaufelt werden. Als Beiſpiel ſei hier der Abbau mittels Trichterſchurren (Fig. 4) beſchrieben. In Abſtänden von etwa 10 m werden kurze Strecken in den Abbauſtoß getrieben und mit Holz ausgebaut. Dann bohrt man von jeder Strecke aus ein etwa 30 cm weites Bohrloch ſenkrecht aufwärts bis an die Oberfläche des abgeräumten Flözes. Beim Löſen der erdigen Kohle mittels der Keilhaue wird die Oberfläche jedes Abbaues trichterförmig gehalten, die Kohle zerfällt in kleine Stücke, rollt zum Bohrloche und durch dieſes in den daruntergeſtellten Hund, der rechtzeitig durch einen leeren erſetzt wird. — Ueber den Abbau von Seifen mittels Waſſer vgl. Gewinnung mittels Waſſer, Bd. 4, S. 497. — Dort, wo im Steinbruchbetrieb Werkſtücke gewonnen werden ſollen, kommen außer dem Unterhöhlen noch das Abbänken und das Ausſchroten zur Anwendung, und zwar das erſtere dort, wo eine natürliche Trennung des Geſteins in ſtärkere Schichten (Bänke) vorhanden iſt, das letztere da, wo ganzes Geſtein anſteht. Das Abbänken erfolgt dadurch, daß den Abmeſſungen des Werkſtückes entſprechend Reihen von Löchern ausgemeißelt und in dieſe ſtählerne Keile eingetrieben werden. Hierdurch entſtehen Riſſe bis auf die nächſte Schichtenfuge, ſo daß das Werkſtück der weiteren Bearbeitung übergeben werden kann. Das Ausſchroten, welches in weicheren Geſteinen zur Trennung aus dem Ganzen angewendet wird, beſteht darin, daß das Werkſtück durch Aushauen ſchmaler Schlitze (Schrote) mittels der Keilhaue an den Seiten und hinten freigelegt und dann auf der Unterſeite durch eine Reihe von Keilen abgehoben wird. Zur Gewinnung beſonders wertvoller Geſteine, z. B. der Marmorarten, benutzt man zum Schroten Maſchinen. *Treptow.*

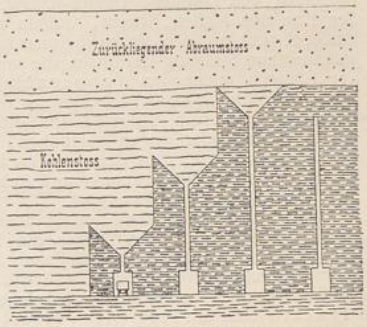


Fig. 4. Schurrbau (Trichterſchurre).

Tagbogen heißt, im Gegenſatz zum Nachtbogen, der Teil der ſcheinbaren Bahn eines Geſtirns, der oberhalb des Horizonts des Beobachters liegt, alſo die Zeit von ſeinem Aufgang bis zum Untergang.

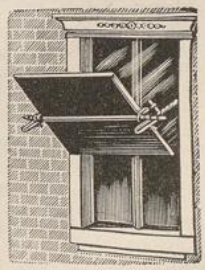
Die Bahnen der Geſtirne ſind mit Ausnahme des Falls $\delta = 0$ Kleinkreiſe (Parallelkreiſe der Sphäre); ſie werden gemeſſen durch den Winkel, welchen die beiden durch den Aufgangs- und Untergangspunkt gehenden Stundenkreiſe miteinander einſchließen. Von beſonderem Intereſſe iſt der Tagbogen der Sonne (Tagesdauer im Gegenſatz zur Nachtdauer). Vgl. darüber Auf- und Untergang der Geſtirne, Bd. 1, S. 370, ferner Dämmerung, Bd. 2, S. 529.

Tagebau, ſ. Tag.

Tagekranz, ſ. Schacht, Bd. 7, S. 578.

Tageslichtreflektoren dienen dazu, dunkle Räume, deren Fenſter in kleine Höfe oder enge Straßen gehen, hell zu erleuchten.

Die Reflektoren (vgl. die Figur), aus dreifach verſilbertem Wellenglas hergeſtellt, erhalten einen ſtarken eiſernen Rahmen; die Gläſer ſind durch präparierten Lacküberzug gegen Witterungseinflüſſe genügend geſchützt. Die Befeſtigungsarme werden nach Erfordernis zum Anſchrauben oder Eingipſen geliefert und ſind verſtellbar. Die Preiſe derſelben richten ſich nach der Größe und ſtellen ſich pro Quadratdezimeter auf ca. 60 bis 80 ₰. *Jul. Hoch.*



Reflektor von W. Haniſch & Co., Berlin.

Tagwaſſer, im allgemeinen das unmittelbar von den atmoſphäriſchen Niederſchlägen herrührende und an der Ober-

fläche ſtehenbleibende verſickernde oder frei abfließende Waſſer ſowie das zu Tag getretene, ein fließendes Gewäſſer oder einen See bildende Grundwaſſer.

Eine beſondere Bedeutung hat die Bezeichnung, wenn ſie auf das durch nichtkapillare Spalten den Grundwaſſerſtrömungen zutretende, in dieſem Falle ungereinigte Waſſer bezogen wird.

Tagwerk (Juchart), ſ. Flächenmaße.

Takel, ſchwerer Flaſchenzug; **Talje,** kleiner Flaſchenzug.

Takelage eines Schiffes umfaßt alles für die Bemaſtung (ſ. d.) ſowie die Befegelung (ſ. d.) erforderliche Tauwerk an ſtehendem und laufendem Gut, an Takeln, Blöcken und Inventarienſtücken. Die Anwendung und Verteilung desſelben wird vor dem Bau durch den Takelriß feſtgeſetzt.

Das ſtehende Gut dient zur Stützung und Befeſtigung der Maſten, Stengen ſowie des Bugſpriets nebſt Klüverbaum (ſ. Bemaſtung) und beſteht aus ſtarkem Hanf- oder Stahldrahttau. Zur Verſtrebung der Maſten querſchiffs und nach hinten dienen die Wanten, beſtehend aus den Hoofdtauen mit den Jungfern, Taljereeps, welche durch die Spreiz- oder Spreelatten in beſtimmter Entfernung voneinander gehalten und durch die Webeleinen verbunden werden. Die Stengen werden durch die Stengenwanten bis zum Mars, durch die Pardunen bis zur Reling geſtützt. Zur Stützung der Maſten und Stengen nach vorn dienen die Stage, welche an Deck mittels Kaufchen oder Doodshofte feſtgelegt werden (Großſtag, Fockſtag, Kreuzſtag für Maſten, Waſſerſtag für Bugſpriet, Stampfſtag für Klüverbaum). Fahren an den Stagen zugleich Schratſegel, ſo heißen ſie Leiter. Zum Feſtſetzen von Bäumen, Davits u. ſ. w. dienen Geie oder Backſtage, zum Befeſtigen der Segel an den Maſten, Raaen, Gaffeln u. ſ. w. dienen vielfach Jackſtage. Zur Bedienung der Raaſegel ſind an den Raaen feſtonartig Taue befeſtigt, welche Pferd oder Peerd heißen, während zur Stützung der Raaen die von den Nocken derſelben bis zum Top des Maſtes bezw. der Stengen reichenden Toppenanten dienen. Die Toppenant des Baumes heißt Dirk. Hanger oder Schenkel heißen an den Nocken der Raaen befeſtigte Enden, an welchen die Braſſen bezw. die Geerde und die Schoten befeſtigt werden. Strecktaue dienen, durch Stützen oder Augen geſchoben, zur Herſtellung eines Geländers, zum Befeſtigen der Sonnenſegel u. ſ. w. Das ſtehende Gut teilt man auch in Vorgeſchirr — zwiſchen Fockmaſt und Bugſpriet, bezw. Klüverbaum — und Achtergeſchirr, oder benennt es nach den einzelnen Teilen des Maſtes, wie z. B. Marsgut.

Das laufende Gut umfaßt alles Tauwerk, mit welchem die Raaen bezw. Gaffeln gebraßt, geheißt und gefiert ſowie die Segel geſetzt bezw. niedergeholt werden. Die Braſſen ſind an den Raaſchenkeln bezw. Raanocken befeſtigt und dienen dazu, die Raaen in einer beſtimmten Richtung feſtzuſtellen, während die Geerde ähnlichen Zwecken für die Gaffeln dienen. Das Fall bezeichnet ein Tau, mit welchem eine Raa (z. B. Marsfall), eine Gaffel (Klaufall, Piekfall) oder ein Segel (Klüverfall, Außenfall, Innenfall) geheißt wird. Aufholer ſind dünne Taue, um leichte Gegenſtände, wie Gaffelſegel, Sonnenſegel aufzuholen, während der Niederholer entſprechend zum Niederholen der Segel u. ſ. w. dient. Zum Ausſpannen der vorgeheißten Segel dienen die Schote und der Hals. Die Schote, ein Tau oder eine Talje, bei kleineren Fahrzeugen meiſt an einem Leuwagen verſchiebbar, ſitzt bei Schratſegeln an dem hinteren unteren, bei Raaſegeln an demjenigen Schothorn, welches bei angebraßter Raa nach hinten weiſt. Der Hals iſt bei Schratſegeln an dem vorderen unteren Halslegel, bei Raaſegeln an dem unteren vorderen Brillenlegel bei angebraßten Raaen befeſtigt. Der Einholer iſt ein Tau, mit welchem der obere Teil eines Gaffelſegels längs der Gaffel an den Maſt gezogen wird, während der Ausholer den Kopf oder das Piekohr eines Gaffelſegels nach der Gaffelnock zieht. Die Buleinen nebſt Spruten dienen dazu, das Luvliek eines Unterſegels nach vorn zu ſpannen beim Anwindſegeln. Die Geitaue oder Dempgordings dienen zum Aufholen der Gaffelſegel an den Maſt, die Bauchgordings und Nockgordings zum Aufholen des Fußlieks bezw. des ſtehenden oder Seitenlieks von Raaſegeln an die oberen Raaen, um das entſprechende Segel ſchnell zu bergen. Die Refftalje erleichtert das Reffen der Raaſegel bezw. Gaffelſegel und der Refftakellegel wird mittels derſelben nach der Raanock geſpannt. Das Drehreep iſt eine Kette oder ein Tau, welches in Verbindung mit einer Talje zum Heißen oder Fieren einer Raa benutzt wird, während zum Heißen bezw. Fieren von Stengen das Stengewindreep dient. Drehreep und Windreep laufen meiſt durch einen am Maſt bezw. der Stenge aufgehängten Block und durch eine in der Stenge in einem Scheibgat gelagerte Scheibe [1], [2], [4]. Das Jollentau iſt ein durch einen einſcheibigen feſten Block geſchorenes Tau zum Heben und Herunterfieren leichter Laſten; geht das Tau durch einen einſcheibigen beweglichen Block, ſo bezeichnet man das Ganze als Klappläufer und das Ende mit Jigger. Die Flaſchenzüge mit zwei Blöcken heißen Taljen, Giens oder Takel. Iſt der obere Block eines Takels mit einem Tau verbunden, welches am Maſt u. ſ. w. durch einen feſten einſcheibigen Block geſchoren iſt und deſſen andres Ende an einem Ringbolzen an Deck befeſtigt iſt, ſo nennt man das Ganze ein Manteltakel. Das durch die Blöcke geſchorene Ende heißt allgemein Läufer [1], [2]. Die Blöcke finden für alle Takelageteile Verwendung (vgl. Block). Erfolgt die Befeſtigung des Blockes mittels Haken, ſo iſt es ein Hakenblock, wird derſelbe mit einem kurzen Steert angeſchlagen, ſo heißt der Block Steert- oder Schwanzblock. Hakenblöcke mit Wirbelhaken heißen Wirbelblöcke. Zum Belegen ſowie zum Leiten von Läufern dienen Klampen, Lippklampen bezw. Leitblöcke oder Scheiben [2], [3]. Die Verbindung von Tauenden, die Herſtellung von Augen, Tauringen und Hahnepooten, das Befeſtigen von Kaufchen erfolgt durch Spliffungen (Lang-, Kurz-, Augſpliffung), das Feſtlegen der Duchten eines Tauendes geſchieht durch Knoten. Zum Feſt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

machen von Tauen an Segeln, Rundhölzern und Beſchlägen dienen Stiche (Pfahl-, Maul-, Kreuzſtich oder Kreuzknoten, Marl- bezw. Marlinenſtich oder Marlſchlag, Schotenſtich u. ſ. w.) ſowie zum Bekleiden mit Schiemannsgarn. Zur Anfertigung von Spliſſungen u. ſ. w. benutzt man als Handwerkszeuge Marlſpieker, Kleiderkeulen, Maker u. ſ. w. [1], [3], [4]; vgl. a. Tauwerk.

Literatur: [1] Paaſch, Vom Kiel zum Flaggenknopf, Antwerpen 1894. — [2] Dick, C., und Kretſchmer, O., Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1899. — [3] Hildebrandt, Prakt. Lehrbuch für junge Seeleute, Danzig 1893. — [4] Middendorf, F. L., Bemaſtung und Takelung der Schiffe, Berlin 1903. — [5] Steinhaus, Die Schiffbaukunſt, Hamburg 1858. *Tj. Schwarz.*

Tal, langgedehnter, verhältnismäßig ſchmaler Einſchnitt der Erdoberfläche mit gleichſinnigem Gefälle; ſ. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 2. Teil, Stuttgart 1894.

Talbotprozeß, ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 111.

Talbrücken, ſ. Viadukte.

Talcotts Methode, ſ. Polhöhenbeſtimmung, Bd. 7, S. 171.

Talent, im jetzigen Griechenland Gewicht = 150 kg.

Talg (Unſchlitt, Inſelt), bei gewöhnlicher Temperatur feſte Fette, die von verſchiedenen Wiederkäuern gewonnen werden und aus Stearin, Palmitin und Olein in wechſelnder Zuſammenſetzung beſtehen.

Schmelzpunkt des Hammeltalgs bei 46—47° C., Erſtarrungspunkt bei 32—36° C., Schmelzpunkt des Rindtalgs bei 43—45° C., Erſtarrungspunkt bei 27—35° C. Bei Trockenfütterung der Tiere wird der beſte (feſteſte), bei Fütterung mit Brauerei- und Brennereiabfällen der geringſte Talg erzielt. Man gewinnt ihn aus dem Fett entweder durch Ausſchmelzen oder Auskochen mit darauf folgendem Auspreſſen (trockene Schmelze) oder durch Zerſtörung der Fettzellwände mit chemiſchen Mitteln in geſchloſſenen Keſſeln (naſſe Schmelze). Im letzteren Falle hat man nur einen Verluſt von 5—8%, im erſteren von ca. 15%. Talg iſt ein ſehr bedeutender Handelsartikel; er wird nach ſeinem Titer und der Farbe bewertet (mit Talgtiter wird der Erſtarrungspunkt ſeiner Fettſäuren bezeichnet) und dient hauptſächlich zur Fabrikation von Seifen, Stearinſäure, Kerzen und Nahrungsmitteln (ſ. Kunſtbutter). Die Hauptproduktionsländer für Talg ſind heute Auſtralien und die La-Plata-Staaten.

Literatur: Schaedler, Technologie der Fette und Oele, 2. Aufl., Leipzig 1892, S. 482 ff.; Lewkowitſch, Chem. Technologie der Oele, Fette und Wachſe, Braunſchweig 1905, 2. Bd., S. 391 ff.; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 1. Bd., 3. Aufl., Berlin 1906, S. 88. *Deite.*

Talg, vegetabiliſcher (Japan-, Sumachwachs, Cera japonica) wird aus dem Fruchtfleiſch japaniſcher Sumacharten, vorzugsweiſe Rhus succedanea *L.*, gewonnen.

Das zerſtampfte Fruchtfleiſch wird in Hanfſäcken erhitzt und ausgepreßt. Das ausfließende Fett iſt umgeſchmolzen gelbgrün und wird gebleicht. Es iſt ein echtes Pflanzenfett und kein Wachs, beſteht aus Palmitin (mit 11% Glyzerin) und freier Palmitinſäure, iſt in ſiedendem Alkohol leicht löslich, leicht verſeifbar und hat roh das ſpez. Gew. 1, gebleicht 0,97—0,98. Es iſt von allen Pflanzenwachſen der wichtigſte (von Japan oder Singapore kommende) Handelsartikel und dient als Surrogat des tieriſchen Talges und des Bienenwachſes, hauptſächlich zur Kerzenfabrikation.

Chineſiſcher Talg, aus dem Samen des chineſiſchen Talgbaumes Sapium sebiferum *Roxb.* (= Stillingia sebifera *Willd.* Euphorbiaceae) gewonnen, iſt je nach der Gewinnungsweiſe weiß oder grünlichweiß, geruchlos, wird mitunter bräunlich, außen rötlich beſtaubt, und beſteht im weſentlichen aus Palmitin und Stearin. Wichtig für die Kerzen- und Seifenfabrikation.

Pineytalg, Malabartalg oder Vateriafett, durch Auskochen der geröſteten und gemahlenen Früchte von Vateria indica *L.* in Oſtindien gewonnen, iſt gelbgrünes, fauer reagierendes Fett von der Konſiſtenz des Talges. Ebenfalls wichtig für die Kerzenfabrikation.

Virolafett, aus den Samen von Virola sebifera *Aubl.* (= Myristica sebifera *Sw.*) ausgekocht, iſt ein gelblicher, nach Muskatbutter riechender Talg, der bei 45° ſchmilzt und wie der vorige in der Seifen- und Kerzenfabrikation verwendet wird.

Myrica-, Myrtlewachs (fälſchlich Myrtenwachs) bildet weiße, pulverige Kruſten auf den erbſengroßen Früchten mehrerer Myricaarten (M. cerifera *L.*, M. carolinensis *Mill.*, beide in Nordamerika, M. xalapensis *Kth.*, M. caracassana u. ſ. w.) und wird durch Auskochen der Früchte abgeſchieden, wobei es Chlorophyll aufnimmt und dadurch grün gefärbt erſcheint. Es iſt hart, ſpröde, nicht harzig und ſchmilzt bei 49°, nach Johnſton bei 42,5°. Es iſt ein echtes Fett, dem flüſſige Fettſäuren fehlen, wodurch die wachsartige Härte bedingt wird. Es dient nach Benedikt als Zuſatz zum Bienenwachs bei der Kerzenfabrikation. *T. F. Hanauſek.*

Talje, ſ. Takelage.

Talk (Talcum, Balpum), Mineral, waſſerhaltiges Magneſiaſilikat, $H_2Mg_3Si_4O_{12}$ (63,5% SiO_2, 31,7% MgO, 4,8% H_2O; ſtatt MgO auch FeO). Nicht in Kriſtallen, nur derb; ſehr gut ſpaltbar, weich und fettig anzufühlen; weiß bis hellgrün, durchſcheinend; perlmutterglänzend; biegſam. Härte 1; ſpez. Gew. 2,7—2,8. Schwer ſchmelzbar, in der Glühhitze Waſſer verlierend unter Aufblättern, Leuchten und Härterwerden (Härte 6). Wird von Säuren nicht angegriffen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wahrfcheinlich überall das Umwandlungsprodukt von Olivin, Enftatit, Augit, Hornblende und andern magnefiahaltigen und tonerdefreien Gefteinen, zahlreiche andre Minerale enthaltend und mit Chlorit, Glimmer oder Quarz gemengt als Talkfchiefer in den kriftallinen Schiefern des Urgebirges (Alpen, Piemont u. f. w.). Wird zum Polieren von weichen Mineralen, befonders von Marmor, Alabafter und von lackiertem Leder gebraucht, zum Glätten des Bodens und von Schuhfohlen, zum Einftreuen in Handfchuhe und Stiefel verwendet, ferner zum Schmieren von Metallteilen in Mafchinen, zum Anzeichnen von Blechen, zum Befchweren von glatten Luxuspapieren, zur Herftellung von Schminke, in Seifen, Riechkiffen u. f. w. Speckftein (Steatit), ein dichter, meift weißer, fich fettig anfühlender Talk; undurchfichtig, nicht an der Zunge klebend; dreh- und fchneidbar, etwas härter als Talk, fonft wie diefer; wird von kochender Schwefelfäure zerfetzt. Befonders Pfeudomorphofen nach Quarz bildend; lagerartig im Glimmerfchiefer (Göpfersgrün im Fichtelgebirg). Wird zur Herftellung feuerfefter Waren, insbefondere von Gasbrennern, elektrifchen Ifolatoren, als Zeichenkreide (fpanifche Kreide), zur Entfernung von Fettflecken, als Schmiermittel, zur Herftellung von gedrehten Zier- und Nippfachen, in großen Maffen vorkommend, fogar zu Waffer leitungsröhren verwendet [1]. — Bildfteine (Agalmatolith, Pagodit) haben talkähnliche Zufammenfetzung und Eigenfchaften, find aber etwas härter als Talk (Härte 2—3), grau bis graulichgelb, fleifchrot und grün, fchillernd. Vorkommend in China, wo die weißen oder hellgrünen Arten zu allerhand Kunftfachen (Vafen, Teller, Teetaffen, Siegel, Figuren, Lampen u. f. w.) verarbeitet werden. — Topfftein (Lavez- oder Giltftein) ift ein mit Glimmer und Chlorit gemengter Talk oder Talkfchiefer (Chiavenna), der zu Töpfen und Schüffeln gedreht und gefchnitten wird. Nach dem Brennen wird Topfftein von fchmelzenden Alkalien und Schwefelalkalien nicht angegriffen.

Literatur: Schmidt, A., Der Speckftein, „Steinbruch", 2. Jahrg. 1907, 19. und 20. Heft, Frankfurt a. M.

Leppla.

Talkerde, f. v. w. Magnefia (f. d.).

Talkfpat, f. Magnefit.

Talmi, Talmigold, goldplattiertes Kupfer oder Tombak, für Schmuckfachen verwendet.

Die Goldfchicht beträgt felten mehr als 1 % des Gewichts, ift aber ftärker und dauerhafter als die meiften auf andre Weife hergeftellten Goldüberzüge. *A. Widmaier.*

Talfperre, f. Stauanlagen und Sammelteich.

Talftraßen folgen im Gegenfatz zu den Hochftraßen (f. d.) der Talfohle, wenn nicht durch Waffer fälle gekennzeichnete Talftufen die Anwendung von Steigen (f. d.) erforderlich machen.

In ihrer Linienführung find fie daher vom Laufe des Tales abhängig und bedingen infolge der erforderlich werdenden Ueberfchreitungen von Seitentälern ftets eine größere Anzahl von Kunftbauten. Da auch meift größere Erdarbeiten vorgenommen werden müffen, ift ihre Anlage ftets koftfpieliger als diejenige der Hochftraßen, ebenfo wie ihre Unterhaltung, da fie weniger der Sonne und dem Winde ausgefetzt find und daher langfamer austrocknen, fich alfo rafcher abnutzen. Aus diefem Grunde wählt man für ihre Anlage, wenn irgend möglich, die fogenannte „Sommerfeite", d. h. den nördlichen oder weftlichen Hang des Tales. *L. v. Willmann.*

Tambour, im Bauwefen, f. Gewölbe, Bd. 4, S. 503; in der Spinnerei, f. Baumwoll-, Flachs-, Kammgarn-, Streichgarnfpinnerei. — Tambourierftich, f. Sticken.

Tamponierverfahren, fynchrone Farbendruckmethode (vgl. Farbendruck), wobei vielfarbige Bilder mit einem einzigen Abdrucke dadurch erhalten werden, daß auf Tiefdruckplatten (z. B. Radierungen, f. Kupferftecherkunft, oder Heliogravüren, f. d.) an den einzelnden Bildftellen die diefen jeweils zukommende Druckfarbe auftamponiert wird, worauf man den Ueberfchuß mit Wifchlappen entfernt und die Platte durch die Preffe gehen läßt.

Als Tamponiermanier bezeichnet man die Methode, gemufterte Steine für lithographifchen Tondruck (f. d.) durch Auftamponieren von Ballen, die mit fetter pulverifierter Kreide verfehen find, zu erzeugen. *A. W. Unger.*

Tam-Tam, f. Bronze (Glockenbronze).

Tan (Pikul), Gewicht in China und Japan = 100 Kin (Kättis, Pfund) = 133½ Pfund englisch = 60,479 kg.

Tandem, f. Fahrrad; Tandemmafchine, f. Dampfmafchine.

Tanga (Tenge), 1. Rechnungsmünze in Goa (Vorderindien) = ⅕ Pardao = 60 Reis oder 0,14967 ℳ. 2. Silbermünze in Turan = 40 Pul oder 0,5675 ℳ.

Tangens eines Winkels, das Verhältnis der gegenüberliegenden Kathete zur anliegenden in einem rechtwinkligen Dreieck, das den Winkel enthält.

Tangente eines geometrifchen Gebildes ift eine folche Gerade, welche dasfelbe in zwei aufeinander folgenden (konfekutiven) Punkten fchneidet.

A. Die Tangente der ebenen Kurve $f(xy)=0$ hat die Gleichung $(\xi-x)\frac{\partial f}{\partial x}+(\eta-y)\frac{\partial f}{\partial y}=0$, diejenige der Kurve $y=\varphi(x)$ ift $(\xi-x)y'=(\eta-y)$. Sie fchneidet von

den Achſen die Stücke $x - \frac{y}{y'}$, reſp. $y - xy'$ ab und beſitzt vom Berührungspunkt bis zur x-Achſe die Länge $\frac{y\sqrt{1+y'^2}}{y'}$. Ihr Abſtand vom Urſprung beträgt $\frac{y - xy'}{\sqrt{1+y'^2}}$. In der ſogenannten magiſchen Gleichung der Tangente kommen nicht die Koordinaten des Berührungspunkts, ſondern der Winkel φ der Tangente mit der x-Achſe und ihr Abſtand p vom Urſprung, letzterer als Funktion von φ vor. Die magiſche Gleichung der Tangente iſt nämlich $\xi \sin\varphi + \eta\cos\varphi = p(\varphi)$; alsdann wird die Normale $\xi\cos\varphi - \eta\sin\varphi = p'(\varphi)$.

B. Die Tangente der Raumkurve $x = \varphi(t)$; $y = \psi(t)$; $z = \chi(t)$, hat die Gleichungen $\frac{\xi - x}{\varphi'(t)} = \frac{\eta - y}{\psi'(t)} = \frac{\zeta - z}{\chi'(t)}$. Sie iſt die Schnittlinie der Schmiegungsebene mit der rektifizierenden Ebene und ſteht ſenkrecht auf der Normalebene. Die Tangenten einer Raumkurve erzeugen die zu derſelben gehörige abwickelbare Fläche.

C. Die Tangenten einer Fläche, welche zu einem Punkt der letzteren gehören, ſind in unendlich großer Zahl vorhanden und liegen alle in einer Ebene, der Tangentialebene. *Wölffing.*

Tangentenbuſſole, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 373.

Tangentenkippſchraube (Tangentenſchraube), ſ. Tachymetrie.

Tangentialkraft, ſ. Flächenkräfte und Druck, Druckkraft.

Tangentiallager, -kipplager, ſ. Auflager, Bd. 1, S. 355, 361.

Tangentialrad, ſ. Waſſermotoren.

Tangentialſpannung, ſ. Flächenkräfte und Spannungen.

Tangentometer, Tachymeter mit Tangentenmeßſchraube, ſ. Tachymetrie.

Tangiermanier, die Erzeugung gemuſterter Teile von Druckformen durch Abpreſſen eingefärbter reliefierter Gelatine- oder Celluloidfolien, Papierblätter u. ſ. w. und nachfolgendes Aetzen (vgl. Carreaugraphie). *A. W. Unger.*

Tangymaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 730.

Tanjibs, beſondere Art glatter Baumwollzeuge; ſ. Weberei.

Tankdampfer bezw. Tankſchiff, Frachtſchiff, welches flüſſige Ladung direkt aufnimmt ohne Benutzung von Fäſſern u. ſ. w.; ſ. Schiffbau.

Tankwagen, ſ. Eiſenbahnwagen.

Tannin, ſ. Gerbſäure.

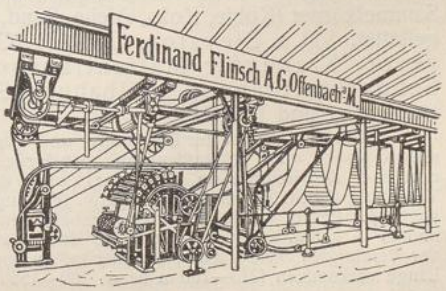
Tantal *Ta*, Atomgew. 181, ſeltenes, in den Mineralien Tantalit, Columbit, Yttrotantalit, Ferguſonit vorkommendes Metall.

Schwarzes, unter dem Polierſtahl eiſengraues Pulver, metalliſchen Glanz annehmend, in Luftleere bei etwa 2250—2300° ſchmelzend, zu feinem Draht vom ſpez. Gew. 16,5 ausziehbar; beſitzt diamantartige Härte und große Zähigkeit. Das Metall wird von keiner Säure, außer Flußſäure, angegriffen und verbrennt erhitzt an der Luft unter Feuererſcheinung zu Tantalpentoxyd Ta_2O_5. Es kommt in ſeinen Erzen neben Niob (ſ. d.) vor, mit welchem es nebſt Vanadium (ſ. d.) eine Familie bildet, deren chemiſches Verhalten einerſeits dem der Elemente der Stickſtoffgruppe, andrerſeits dem des Chroms und Eiſens entſpricht. Tantalpentoxyd Ta_2O_5 iſt ein weißes, unſchmelzbares Pulver, in ſchmelzenden Alkalien unter Bildung von Tantalaten löslich. Tantalchlorid $TaCl_5$ gelbe, ſublimierbare Maſſe. Tantalfluorid $TaFl_5$ bildet Doppelſalze, z. B. Kaliumtantalfluorid K_2TaFl_7. Tantaldraht wird neuerdings in elektriſchen Glühlampen (Tantallampe) an Stelle des ſonſt gebräuchlichen Kohlenfadens verwendet. *Moye.*

Tantalit, Mineral, tantalſaures Eiſenoxydul, $FeTa_2O_6$, mit Beimengung von Niob oder Niobit. Kriſtalliſiert rhombiſch; eiſenſchwarz, undurchſichtig. Härte 6; ſpez. Gew. 6,3—7,4. Unſchmelzbar und von Säuren kaum angreifbar. Im Granit Schwedens. Wird zur Darſtellung von Tantal verwendet. *Leppla.*

Tanzmeiſter, ſ. v. w. Lochtaſter oder Hohlzirkel; ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Tapetenfabrikation, die Herſtellung von Papiertapeten zur Wandbekleidung.



Man verwendet hierzu Papiere der verſchiedenſten Qualitäten, teilweiſe eine Miſchung von Hadern, Celluloſe und geſchliffenem Holzſtoff. Die auf dem europäiſchen Kontinent verarbeitete Papierbreite iſt allgemein 50 cm, bei 48 cm breitem Druck, wogegen in Großbritannien $22^1/_4$ engl. Zoll = 57 cm breites Papier zur Verarbeitung kommt. Die Fabrikation befaßt ſich in der Hauptſache mit zwei Sorten: ſogenannte Naturelltapeten und grundierte Tapeten. Für die Naturelltapeten wird das in der Papiermaſſe gefärbte Papier (vgl. Buntpapierſorten) verwendet und nachher bedruckt; bei grundierten Tapeten wird das weiße oder farbige Papier, je nachdem, zuerſt

mit Leimfarbe beſtrichen, getrocknet, wieder aufgerollt und nachher bedruckt. Eine derartige Grundiervorrichtung mit Druckmaſchine, Trockenapparat und Rollmaſchine zeigt die Figur S. 417. Zum Drucken mittels der Tapetendruckmaſchinen werden verſchiedene Farbzuſammenſetzungen angewendet; ſolche, die mit vegetabiliſchem Leim oder andre, die mit tieriſchem Leim gebunden ſind, in den letzten Jahren auch vielfach Oelfarben. Bei den erſterwähnten Farbzuſammenſetzungen kommen in Holz geſtochene und mit kleinen Meſſingleiſten garnierte Reliefdruckwalzen zur Anwendung, während man zum Oelfarbendruck Metallwalzen, Zinkwalzen u. dergl., ebenfalls in Relief, nimmt. Außerdem gibt es noch ſogenannte „Sanitary wall-papers“ ebenfalls in Oelfarben-Firnisdruck; dieſe werden mit Kupfer- oder Meſſingwalzen in der Art des Zeugdruckes bedruckt. Der Handdruck kommt nur ſelten mehr zur Anwendung und der Fabrikationsvorgang iſt ziemlich derſelbe wie bei der Maſchinenarbeit, nur daß eben das Verbürſten der Grundfarbe auf dem Tiſch mit der Hand geſchieht und die Tapetendeſſins auf eine flache Platte (ſogenannte Model) graviert ſind, die mit einer entſprechenden Hebelvorrichtung auf das Papier aufgepreßt werden. Glanztapeten werden vor dem Druck mit einer Bürſtmaſchine gebürſtet. Tapeten, denen Goldbronze oder irgend eine andre Bronze aufgeſtreut wird, werden ſo hergeſtellt, daß man auf der Druckmaſchine anſtatt einer Farbe einen „mordant“ (einen Firnis) aufdruckt, der weniger raſch trocknet als die Farben und nachdem die Farben bereits ganz trocken ſind, noch ſo naß iſt, daß er die Fähigkeit beſitzt, beim Durchlaſſen der Tapeten durch eine Bronziermaſchine das gewünſchte Quantum Bronze feſtzuhalten. Die Bronziermaſchine ſtreut die Bronze auf, bürſtet den Ueberſchuß ab und reinigt die Tapete. Mit den neueren Tapetendruckmaſchinen können gleichzeitig bis zu 24 Farben mit einer Leiſtungsfähigkeit bis zu 6000 m pro Stunde gedruckt werden. Die verſchiedenartigen Reliefprägungen der Tapeten werden durch Gaufriermaſchinen (ſ. d.) erzeugt, die in der Hauptſache aus einer gravierten Stahl- oder andern Metallwalze beſtehen und einer Papier- oder Baumwollwalze als Gegenwalze; zwiſchen dieſen beiden Walzen wird die zu prägende Tapete durchgelaſſen.

Lincruſtatapete ſ. Linoleum. — Vgl. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 756.

Literatur ſ. Buntpapierfabrikation und Papierfabrikation.

Tapezieren, die Wände mit Papiertapeten überziehen.

Bei einfachem Kalkputz iſt eine Unterlage von Makulatur auf die zuerſt geleimte Wandfläche aufzukleben; auch iſt es gut, an allen Rändern und in den Ecken Leinenband zu nageln und zu kleben. Auf glatter Gipswand werden die Tapeten ohne Unterlage auf die geleimte Fläche mit Stärkekleiſter aufgeklebt. — Brett- und riſſige Wände, Tapetentüren u. dergl. werden mit ſogenannter Sackleinwand beſpannt, hierauf Makulatur geklebt u. ſ. f. Feuchte Wände ſind mit Stanniol oder andern Iſolierſchichten zu belegen. *Weinbrenner.*

Taraklaſſifikation, Bildung der Gütertarife ohne Rückſicht auf den Wert der einzelnen Güterarten nach dem Verhältnis der bei der Beförderung erforderlichen Leiſtungen, d. h. nach der Menge oder dem Gewicht der beförderten Güter, dem Grad der Ausnutzung der Wagen, der durch die Beſchaffenheit der Güter bedingten Bauart der Wagen, beſonderen Leiſtungen für Verladung, Verpackung u. ſ. w., der Schnelligkeit der Beförderung. Die reine Taraklaſſifikation wird verwirklicht durch den ſogenannten „natürlichen“ oder „Wagenraumtarif“. *Cauer.*

Tarar, ſ. Reinigungsmaſchinen für Getreide.

Tarlatan, der leichteſte baumwollene Kleiderſtoff, iſt aus feinen Garnen ſehr locker gewebt und ſteif appretiert; vgl. Weberei.

Tarpawlings (Jutedoppelleinen), ſehr feſter, dichter Verpackungsſtoff aus Jute; vgl. Weberei.

Tartrate, die Salze der Weinſäure (ſ. d.).

Tartrazin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 625.

Taſchen (für Schüttgut) ſind — ähnlich wie Hoch- und Tiefbehälter (ſ. d.) — in Holz, Eiſen oder Stein bezw. Beton ausgeführte, bei Gebäude- oder Brückenlagern in der Regel zur ortsfeſten, meiſt für längere Zeit vorgeſehenen und daher geſchützten oder bei Fahrzeugen (wie ſchwimmenden Speichern) (ſ. Schiffsbekohlung) oder Selbſtentladern (ſ. d.) zur vorübergehend beweglichen Lagerung von Maſſengütern beſtimmte (Sammel-)Räume, deren trichterförmige Geſtalt ein Abzapfen bezw. Herausfließen der trockenflüſſigen Sammelkörper (Kohle, Koks, Aſche, Sand, Getreide, Zement, Mehl, Müll u. dergl.) geſtattet. Vgl. a. Elevator, Greifer, Gurtförderer, Haufenlager, Konveyor, Krane für Maſſentransport, Kratzer, Kübel, Rutſchen, Schwerkraftbahnen, Seilbahnen, Siloſpeicher (Schrägtaſchen), Maſſentransport und [1].

Taſchen dienen zur Lokomotiv- und Wagenbeſchickung (vgl. Lokomotivbekohlung und Kipper), oder ſie werden über den Keſſeln in Krafthäuſern (Fig. 1) (ſ. a. Keſſelhaus) und über den Retorten in Gasfabriken (ſ. d.) [1] wie auch zur Lagerung und bequemen Verteilung für Städteverſorgung u. dergl. (Füllung durch Hochgleiſe, Verteilung in Straßenhöhe) angelegt. Ferner werden Taſchen insbeſondere gebraucht für Schiffsbeladung u. dergl. (Fig. 2 und 3) — vgl. a. Kipper — u. a. bei den gewaltigen Erzverladungen an den großen Seen der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in denen einzelne Füllrumpfanlagen von über 600 m Länge vorkommen (275—700 m bezw. 200—1650 Erztaſchen von je 51,5—115 cbm); beiſpiels-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weife befitzt ein einziges dortiges Lager bei Duluth ein Faffungsvermögen von 160 000 t, dabei beträgt der Inhalt einer Tafche rund

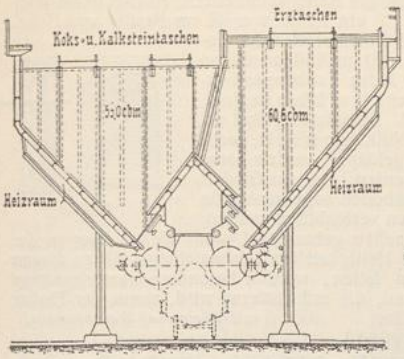


Fig. 4. Vorratsbehälter für Erz, Kalkfteine und Koks der Lackawanna Steel Co.

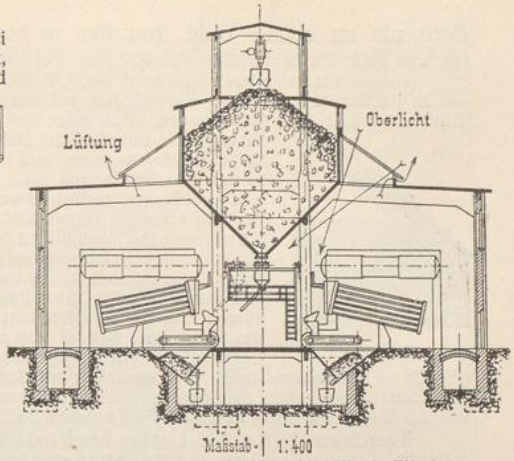


Fig. 1. Keffelhaus mit Kohlenhochbehälter in Eifenbeton nach Gebr. Rank in München.

150 t. Acht Eifenbahngefellfchaften befaßen dort im Jahre 1909 zufammen 25 folcher Anlagen, deren Stapelmenge rund 1 300 000 t (!) betrug. Die 15—22 m über dem Waffernpiegel gelegenen, oben 11—19 m weiten und mit (je nach der Befchaffenheit der Erze) um 38—50° geneigten Böden verfehenen Tafchen werden von den darüberliegenden Gleifen aus durch die bodenentleerenden Eifenbahnwagen (f. Selbftentlader) gefüllt, und die Erze werden nach Belieben durch feitliche Rutfchen in die Dampfer gefchüttet. Auf diefe Weife werden bis zu 45 000 t Erz pro Tag von einer einzigen Brücke verladen; die Höchftleiftung betrug 7700 t in $2^1/_2$ Stunden. Vgl. a. [2]. — Endlich fpielen die Rohftofftafchen (Fig. 4) eine große Rolle bei den Schrägaufzügen (f. d.) als Vorratsbehälter für Erz, Kalkftein, Koks u. dergl., d. h. als Zwifchenfchaltung für Eifenbahn- oder Seil- bezw. Hängebahn (f. d.) bezw. Schiff oder Haufenlager (f. d.) und Hochofenbegichtung bei Hüttenwerken (f. d.) [3] fowie bei Aufbereitungs- und Brikettwerken u. dergl. [4].

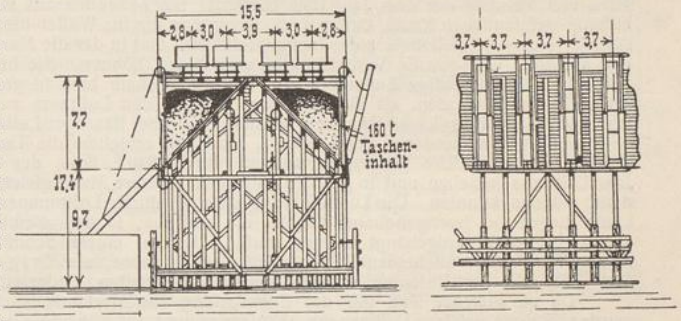


Fig. 2 und 3. Erztafchen in Duluth. (Maße in Metern.)

Literatur: [1] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 331 ff.; Derf., Zeitfchr. d. Oefterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1908, S. 709 u. Tafel; Derf., Berg- u. Hüttenmänn. Rundfchau 1909, S. 153 (vgl. a. S. 116); ferner Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1909, S. 460, fowie „Glückauf" 1909, S. 50 ff. u. S. 548 ff. u. Tafel 6, und Schütt, „Stahl und Eifen" 1909, S. 546 ff. — [2] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförd. u. Lagerung von Sammelkörpern (im folgenden bezeichnet mit T. H.) I, S. 46 bezw. 78 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1358 bezw. 1387 ff.; ebend. 1909, S. 1005); T. H. III, S. 272 („Stahl und Eifen" 1906, S. 855; ebend. 1908, S. 243; Erzdecks aus Eifen); Eng. News 1904, I, S. 433. — [3] Frölich, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 1056 ff.; vgl. a. S. 1809 ff.; ferner „Stahl und Eifen" 1908, S. 1353 und 1778 ff.; 1909, S. 235, 345 und 504 ff.; desgl. „Glückauf" 1908, S. 742 (Koften), fowie 1905, S. 1587 ff. — [4] Ebend. 1903, Nr. 35, und 1908, S. 1419 ff.

M. Buhle.

Tafimeter, f. Mikrotafimeter.

Taß, f. Scheunen.

Taffenrot, f. Farbftoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Taffo, Taffeau, f. Amboß.

Tafter (Taftzirkel), f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Taub, im Bergbau f. v. w. „ohne Wert, ohne Gehalt". Der Gang ift taub bedeutet: er führt an der betreffenden Stelle kein Erz; f. a. Aufbereitung.

Taubenfchläge werden gewöhnlich in oberen Gefchoffen andrer Gebäude, namentlich der Geflügelhäufer, untergebracht. Feinere Raffen, die das Gehöft nicht verlaffen und weniger gefchickt fliegen, bringt man in geringerer Höhe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

doch nie zu ebener Erde, zuweilen in heizbaren Räumen unter. Grundfläche für ein Paar edler Tauben 0,4 qm, für Feldflüchter weniger; Höhe nicht über 2 m.

Bauart wie in Federviehſtällen (ſ. Bd. 3, S. 663, Fig. 6—10). Die innere Einrichtung beſteht nur in Fachbrettern rings an den Wänden, auf denen die Neſter (Holzkäſten, Korbgeflecht oder Tonſchalen) loſe aufgeſtellt werden. Für jedes Neſt iſt ein Raum von 46 cm Breite und Höhe, 60 cm Tiefe erforderlich. Die Bodenbretter der Gefache ſtehen etwas vor, und in 20 cm Abſtand davon bringt man Sitzſtangen an. Jedes Taubenpaar erhält zwei Neſter, weil die zweite Brut ſchon beginnt, bevor die Jungen flügge ſind. Zweckmäßig ſind die Foultonſchen zweiteiligen Niſtkäſten (Fig. 1), deren Deckel behufs Reinigung aufgeklappt werden kann. Die Fluglöcher nach außen werden 15 cm ins Geviert und mindeſtens 1 m über Fußboden angebracht; ſie können durch ein Fallbrettchen verſchloſſen werden, das durch eine Schnur von außen gehandhabt wird, ſtehen aber in der Regel offen. Für genügende Helligkeit im Taubenſchlage iſt zu ſorgen (Fig. 2). — Wo edlere Raſſen rein gezüchtet werden ſollen, werden beſondere Paarungskäfige verwendet; ſie erhalten eine bewegliche Scheidewand, die erſt entfernt wird, wenn der Täuber ſich der Taube nähert. Literatur ſ. Federviehſtälle. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

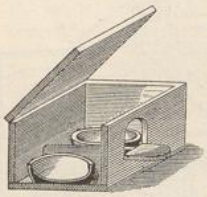


Fig. 1.

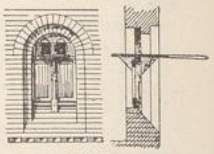


Fig. 2.

Tauchboot, ſ. v. w. Unterſeeboot (ſ. d.).

Taucherapparate und **Taucherglocken,** Vorrichtungen zum Arbeiten unter Waſſer, bei Bodenabſuchungen, Gründungen, Reparaturen, Heben verſunkener Gegenſtände u. ſ. w.

Die erſten Werkzeuge, deren ſich die Menſchen bedient haben, um unter Waſſer zu tauchen und dort zu arbeiten, waren die **Taucherglocken,** deren erſte Beſchreibung von Fr. Baco von Verulam aus dem Jahr 1645 herrührt. Sie beſtanden aus einem unten offenen, ſonſt allſeitig geſchloſſenen Raum, deſſen Luft, wenn man ihn ins Waſſer hinunterläßt, je nach der Waſſertiefe zuſammengepreßt wird und in der die Menſchen ſich aufhalten und gewiſſe Vorrichtungen vornehmen können. Sie beſaßen anfänglich keine ſtändige Luftzufuhr und konnten deshalb bloß in geringer Tiefe verwendet werden, da die ſtark gepreßte Luft den Luftraum zu ſtark verringert hätte (Fig. 1.) — Halley erfand 1716 die ſtändige Luftzufuhr mittels Blasbälgen und aus Vorratsfäſſern. Indeſſen erhielten die Taucherglocken eine praktiſche Verwendbarkeit erſt durch Smeaton, der ſie im Jahr 1779 aus Gußeiſen und ſo groß erſtellte, daß mehrere Mann gleichzeitig darin arbeiten konnten. Die Luftzuführung geſchah durch Luftpumpen; die Leute ſtiegen bei hochgehobener Glocke ein und aus, ſo daß dieſelbe an einem Hebegerüſt aufgehängt werden mußte, das auf einem Schiff ſtand (ſ. Fig. 2). — Der entſcheidende Fortſchritt geſchah aber, als Triger im Jahr 1841 die Luftſchleuſen erfand, welche es geſtatten, jederzeit ein- und auszuſteigen.



Fig. 1. Taucherglocke.

Da zu gleicher Zeit mit der Entwicklung der Mechanik auch Luftpumpen geſchaffen wurden, welche größere Luftmengen anzuſaugen und auf höheren Druck zu preſſen vermögen, nahmen die Taucherglocken größere Abmeſſungen an und es entwickelten ſich neben dem Verfahren der Preßluftgründung (ſ. d.), bei dem die Luftkammer im Boden verloren bleibt, die ſogenannten beweglichen Caiſſons, die nichts andres als große Taucherglocken ſind. Dieſe Taucherglocken nehmen in neueſter Zeit

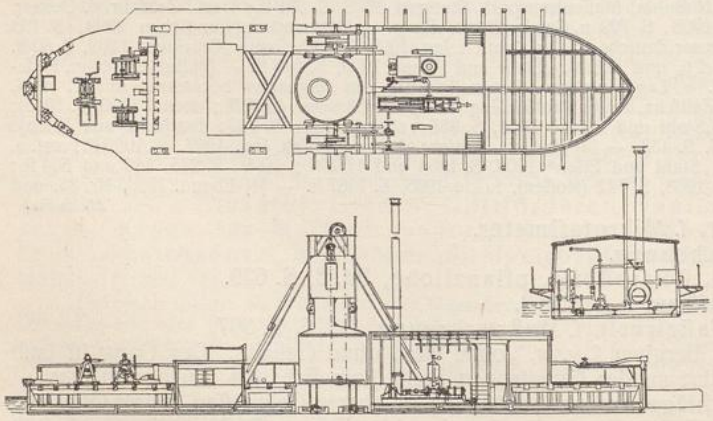


Fig 3 Taucherſchacht der Rheinſtrom-Direktion. Oben: Horizontalſchnitt, unten: Längenſchnitt, rechts: Querſchnitt des Schiffes. Maßſtab 1:300.

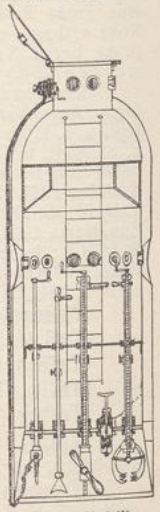


Fig. 2. Tofellis Taucherglocke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwei Formen an. Sie werden entweder an Schiffen aufgehängt, bei kleineren Glocken, oder erhalten bei großen Glocken über der Decke der Arbeitskammer oder Glocke einen Raum, in welchen Waſſer eingelaſſen wird, wenn die Glocke auf dem Grund aufſitzen und in derſelben gearbeitet werden ſoll, oder Preßluft, die das Waſſer verdrängt, wenn die Glocke gehoben werden muß. Wenn die erſteren nur eine Arbeit von beſchränkter Dauer zu beſorgen haben, ſo hängt man ſie meiſt zwiſchen zwei durch ein hölzernes oder eiſernes Gerüſt zuſammengekuppelte Schiffe an Ketten und Hängeſchrauben auf (ſ. Preßluftgründung, Fig. 6). Dienen ſie aber einem ſtändigen Zweck, z. B. zur Unterhaltung einer Waſſerſtraße, ſo werden eigentliche **Taucherſchiffe** gebaut. Die Glocke (der Taucherſchacht) iſt dann über einer in einem Schiffskörper ausgeſparten Oeffnung aufgehängt, das Schiff trägt die Luftpumpe mit ihrem Motor und erhält oft ſogar eine eigne Bewegung (ſ. Fig. 3). — Die großen Taucherglocken mit Luftraum über der Arbeitskammer wurden bisher bloß bei Hafenbauten verwendet (ſ. Preßluftgründung, Fig. 7). Die bisher größte Taucherglocke zeigt Fig. 4. Bei allen dieſen Taucherglocken muß über der Decke der Arbeitskammer ſo viel Ballaſt eingebracht werden, daß er der Waſſerverdrängung durch die mit Luft gefüllte Arbeitskammer Gleichgewicht hält und müſſen einzelne offene Schächte ſtets über das Waſſer hinaufreichen, um die regelmäßige ſenkrechte Hebung der Glocke beim Einbringen von Luft in die über der Decke gelegene Gleichgewichtskammer zu ſichern. Nicht ſelten werden dieſe Glocken 1 oder 2 m in den Boden eingegraben und können trotzdem wieder gehoben werden.

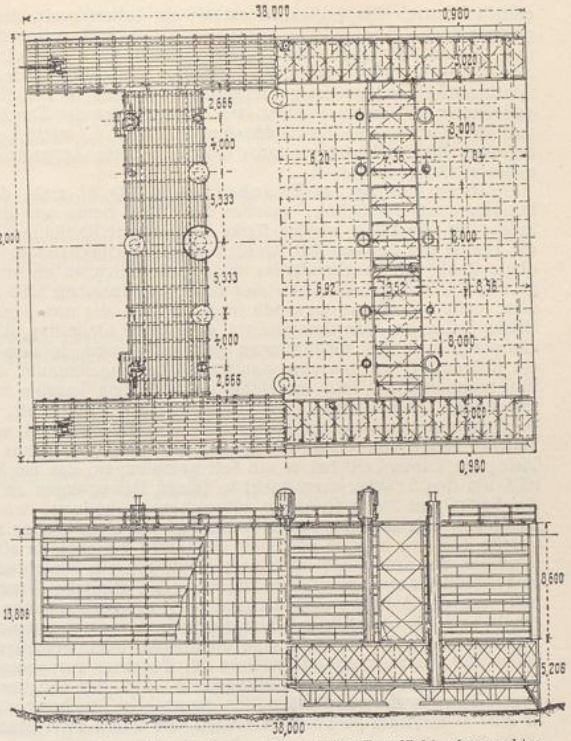


Fig. 4. Schwimmcaiſſon in Genua. Oben links: Draufſicht, oben rechts: wagerechter Schnitt, unten links: Längenanſicht, unten rechts: Längenſchnitt des Caiſſons.

Da die Taucherglocken eine ſehr beſchränkte Tätigkeit unter Waſſer zulaſſen, d. h. bloß auf der Oberfläche eines im Waſſer ſtehenden Körpers, inſofern derſelbe nicht kleiner iſt als die Glocke und deshalb von dieſer umhüllt werden kann, bedient man ſich in neueſter Zeit für Arbeiten unter Waſſer der ſogenannten **Taucherapparate.** Sie gehen darauf aus, dem Taucher die ihm unter Waſſer zum Atmen nötige Luft zuzuführen und zerfallen in zwei Gattungen: Apparate, bei denen der Taucher nackt ins Waſſer ſteigt, und ſolche, bei denen ein waſſerdichtes Kleid ſeinen Körper, mit Ausnahme der Hände, und ſeine Kleidung vollſtändig gegen Waſſer ſchützt. — Wenn der Taucher nackt taucht (Fig. 5), ſo trägt er auf dem Rücken einen zweiteiligen Luftkaſten, von dem aus ein Rohr zu ſeinem Mund führt, wo er deſſen Ende feſt zwiſchen die Zähne klemmt, während im übrigen eine Kautſchukplatte ſeinen Mund und eine Klemme ſeine Naſe gegen Waſſer-

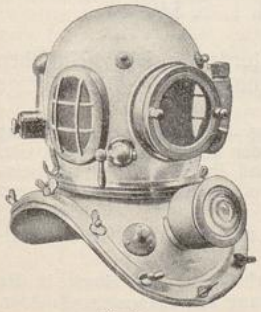


Fig. 7.



Fig. 5.



Fig. 6.

eintritt ſchützt. Der Luftkaſten enthält ein Luftreſervoir, das durch eine Luftpumpe außen ſtets gefüllt wird. Eine Klappe verbindet dieſes Reſervoir mit der Luftkammer und ergänzt die Luft, die aus derſelben dem Taucher zuſtrömt. In ihrem oberen Teil iſt dieſe Luftkammer durch eine Kautſchukplatte geſchloſſen, die den Bewegungen des Tauchers beim Atmen folgt, d. h. ſich ausdehnt und wieder zurückgeht; ein Ventil in derſelben geſtattet der beim Atmen ausgeſtoßenen Luft zu entweichen. Im übrigen trägt der Taucher Schuhe mit Bleiſohlen, Strümpfe und Hoſen und, um durch den Auftrieb (ſ. d.) nicht gehoben zu werden, ein Bleigewicht auf dem Rücken und eines auf der Bruſt. Dieſe Apparate ſind im allgemeinen nur noch ausnahmsweiſe im Gebrauch.

Beim Tauchen im Taucherkleid (Fig. 6) zieht der Taucher über ſeine Unterkleider ein Hemd aus Kautſchuk, welches die Füße, Beine und den Oberkörper in einem Stück umhüllt. An die Füße werden ſtarke Schuhe mit Bleiſohlen geſchnallt; die Aermel, aus denen die Hände frei hervortreten, werden mit Kautſchukbändern feſt am Handgelenk angepreßt. Der obere Rand des Taucherkleides wird gewöhnlich an ein metallenes Bruſtſtück waſſerdicht feſtgeſchraubt, das ſich bequem über den Kopf anziehen läßt und oben ein kreisrundes Loch beſitzt, deſſen Rand ein Gewinde trägt, in dem der metallene Helm eingeſchraubt wird (Fig. 7). Dieſer Helm hat vor dem Geſicht eine weite Oeffnung, die durch Einſchrauben einer ſtarken Glasplatte in einem Metallrahmen geſchloſſen wird. In dem oberen Teil des Helmes findet ſich ein Rohranſatz, an den eine Kautſchukröhre angeſchraubt wird, die zu einer Luftpumpe führt. Ein regulierbares Ventil im Helm geſtattet dem Taucher, den Luftdruck im Helm ſelber zu regulieren. Zwei Bleigewichte, deren eines auf der Bruſt, das andre auf dem Rücken hängt, ein Ledergurt, an dem ein Meſſer oder eine Hacke ſteckt, vervollſtändigen den Anzug. — Der Taucher ſteigt von einem Schiff aus auf einer Leiter aus Holz oder einer Strickleiter in die Tiefe; um ſeinen Leib hat er ein Seil geſchlungen, das ein Mann oben ſtets ſchwach angezogen hält, um den Taucher zwar nicht in ſeinen Bewegungen zu hindern, aber aus der Abwicklung des Seiles und ſeiner Richtung entnehmen zu können, wo der Taucher ſich befindet und ihn im Notfall mit Beihilfe der Beiſtehenden aus dem Waſſer ziehen zu können. Vielfach iſt der oberſte Teil des Helmes mit einer elaſtiſchen Metallplatte abgeſchloſſen und im Helm oberhalb derſelben ein Rohranſatz mit einem Kautſchukrohr angebracht, das nach oben reicht und mit einem Hörbecher abgeſchloſſen iſt, den der nämliche Mann, der das Seil führt, an ſein Ohr hält, um die Aufträge und Mitteilungen entgegenzunehmen, die der Taucher in ſeinem Helm erteilt und die durch den ebengenannten Schallapparat nach oben gelangen. — Zu gewiſſen Arbeiten führt der Taucher eine elektriſche oder Petrollampe mit. Die Drähte der erſteren laufen durch eine Führung im Gurt des Tauchers zur oberen Leitung, ein Schlauch verbindet die Petrollampe mit einem Luftregulator, den der Taucher auf dem Rücken trägt und deſſen Bauart dem Regulator entſpricht, den die nackten Taucher zur Atmung benötigen. Die Luftpumpe iſt eine zweizylindrige Balanicerpumpe, die durch zwei Mann leicht bedient wird. *Zſchokke.*

Tauchfeuerzeug (Tunkfeuerzeug), ein vor der Erfindung und Vervollkommnung der Reibfeuerzeuge verbreitet geweſenes Feuerzeug.

Es beruht auf der Eigenſchaft des chlorſauern Kalis, bei ſeiner Zerſetzung durch Schwefelſäure die ſehr ſtark oxydierend wirkende Chlorſäure zu liefern. Aehnlich den heutigen ſchwediſchen Zündhölzern wurden Holzſtäbchen mit einem Kopf, aus chlorſaurem Kali, Schwefel, Zucker und Zinnober beſtehend, verſehen, ſie kamen zur Entzündung, indem man ſie gegen Aſbeſt drückte, der mit konzentrierter Schwefelſäure getränkt war. *A. Schmidt.*

Tauchkolben, (Mönchs-, Plungerkolben), ſ. Pumpenkolben.

Tauchrohr nennt man auf den Gaswerken jedes Rohr, welches mit ſeinem unteren offenen Ende in eine Flüſſigkeit taucht, um einen Abſchluß zu erhalten, damit entweder das in demſelben enthaltene Gas nicht entweichen oder in dasſelbe kein Gas zurücktreten kann.

So ſind z. B. Kühler, Gaswäſcher, Teerwäſcher mit Tauchrohren verſehen, aus denen die Kondenſationsprodukte aus den Apparaten abfließen in Teertöpfe oder Kaſten, in welche die Rohre ſo tief eintauchen, daß kein Gas durch dieſelben entweichen kann. Dazu muß die Tauchung größer ſein als der in dem betreffenden Apparate auftretende höchſte Gasdruck. Der Zweck der auf der Vorlage befindlichen Tauchrohre (ſ. Vorlage) iſt die Verhütung eines Zurücktretens von Gas in die Retorten, ſobald dieſe geöffnet ſind. *G. F. Schaar.*

Taufkirche (Taufkapelle), ſ. Baptiſterium, Bd. 1, S. 546.

Taumatrop, ſ. v. w. Phänakiſtoſkop (ſ. d.).

Taunusquarzit, den tieferen Schichten des Unterdevon im rheiniſchen Schiefergebirge angehörige, meiſt weiße, auch hellgraue, bankige bis plattige Sandſteine mit quarzigem Bindemittel.

Außerordentlich feſt und faſt unangreifbar durch Verwitterung. Bei ſteilſtehender Lagerung lange Grate und Rücken bildend. Ganz eiſenfreie Schichten werden zur Herſtellung von Glas und feuerfeſten Waren verbraucht; außerdem zu Pflaſterſteinen und in erſter Linie als Kleinſchlag; gibt hier trockene, feſte und ebene Fahrbahn. Zu Waſſerbauten vorzüglich, aber ſchwer zu bearbeiten. Auf feinen Klüften reichlich waſſerführend. *Leppla.*

Taupunkt, diejenige Temperatur, bei der die Luft mit dem in ihr enthaltenen Waſſerdampf geſättigt ſein würde.

Sobald die ſinkende Temperatur den Taupunkt erreicht, tritt Nebel und damit in der Nacht eine Verlangſamung der Abkühlung ein. Auf die Beobachtung des Taupunktes gründen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich die lokale Wetterprognoſe von Trosca und beſonders auch die Vorausſage des Nachtfroſtes. *Großmann.*

Tauſchieren, Verfahren der Herſtellung eingelegter Arbeiten in Metall.

Der Gegenſtand beſteht aus Eiſen, Kupfer oder Bronze. Zum Zweck des Einlegens wird an den zu verzierenden Stellen mittels des Grabſtichels das Metall entfernt, wobei die ſeitlichen Kanten unterſchnitten werden, damit das durch Hämmern eingetriebene Metall (in der Regel Silber oder Gold) genügend ſicher feſtgehalten wird. Eine Nachahmung beſteht darin, daß die Vertiefungen durch Aetzen hergeſtellt und durch galvaniſchen Niederſchlag ausgefüllt werden; ſ. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 765.

Literatur: Ledebur, A., Lehrbuch der mechan.-metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905. *A. Widmaier.*

Tautochrone iſt eine Kurve, auf welcher ein ſchwerer Punkt M von einer Anfangslage M_0 ohne Geſchwindigkeit abgehend zu einem tiefer gelegenen Punkt O in der Zeit T fällt, welche dieſelbe bleibt, mag M_0 auf der Kurve irgend eine beliebige Lage haben.

Sei die Kurve zunächſt eine ebene, bezogen auf vertikale und horizontale Achſen der x und y und h und x die vertikalen Koordinaten von M_0 und M, ſo iſt der Bogen $OM = s$ als eine Funktion $s = \varphi(x)$ ſo zu ſuchen, daß die Fallzeit T unabhängig von h, d. h. $\frac{dT}{dh} = 0$ wird. Nun beſtehen für die Geſchwindigkeit des Punktes M die Gleichungen $v = -\frac{ds}{dt}$ und $\frac{1}{2}v^2 = g(h-x)$, woraus gewonnen wird $T = \int_0^h \frac{\varphi'(x)\,dx}{\sqrt{2g(h-x)}} = \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_0^1 \frac{\sqrt{h}\,\varphi'(h\omega)}{\sqrt{1-\omega}}\,d\omega$ und es führt die Bedingung $\frac{dT}{dh} = 0$ zur Gleichung $2x\varphi''(x) + \varphi'(x) = 0$, deren Integral $s = \varphi(x) = 2\sqrt{ax}$ iſt, welche Gleichung eine Zykloide darſtellt, deren Scheitel O iſt, und welche ihre Konkavität nach oben kehrt. — Zieht man durch die Punkte der Zykloide die Vertikalen und rollt die Ebene derſelben zu einem Zylinder ab, deſſen Erzeugungslinien vertikal ſind, ſo geht die Zykloide je nach der Biegung des Zylinders in eine Kurve doppelter Krümmung mannigfacher Art über, für welche die Eigenſchaft des Tautochronismus fortbeſteht. — Die Entdeckung der Tautochronen gebührt Huyghens [1]. Newton [2] und Euler [3] haben das Problem der Tautochronen für eine beliebige Beſchleunigung an Stelle der Beſchleunigung g der Schwere erweitert, und Abel hat dasſelbe dahin verallgemeinert, daß die Fallzeit T eine gegebene Funktion $T = \psi(h)$ der Fallhöhe r wird (ſ. Abelſches Problem); vgl. a. [4]—[7].

Literatur: [1] Huyghens, Horologium oscillatorium, P. II., prop. 25. — [2] Newton, Principia philosophiae naturalis mathematica, lib. I, prop. 53. — [3] Euler, Commentarii Academiae Petropolitanae 1729. — [4] Jullien, Problèmes de mécanique rationnelle, Tome I, p. 374 ff. — [5] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879/80, Bd. 1, S. 405 bis 408. — [6] Appell, Traité de mécanique rationnelle, T. I, S. 302 u. 428 ff. — [7] Ohrtmann, Das Problem der Tautochronen; Jahresber. d. Kgl. Realſchule, Vorſchule u. Eliſabethenſchule zu Berlin 1872, enthält eine Geſchichte des Problems der Tautochrone. *(† Schell) Finſterwalder.*

Tauwerk, an Bord der Schiffe, beſteht aus Hanf, Leder oder Stahldraht.

Das Hanftauwerk wird entweder aus gewöhnlichem europäiſchem oder aus Manilahanf gefertigt; es findet für ſtehendes und laufendes Gut ſowie für Segel Verwendung als Verholtroſſen, als Leinen, Bändſel und Steckleinen, als Logg- und Lotleinen, als Schiemannsgarn zum Bekleiden von ſtehendem und laufendem Gut, als Hüſing und Marlleinen zum Annähen der Webeleinen, als Segelgarn u. ſ. w. Das Hanftauwerk beſteht aus Garnen oder Kabelgarnen, die bei ſtärkeren Tauen zu Kardeelen gedreht und dann zu einer Troſſe zuſammengeſchlagen werden. Nach der Anzahl der Kardeele unterſcheidet man dreiſchäftiges Tauwerk oder Troſſenſchlag und vierſchäftiges Tauwerk oder Wantſchlag. Werden dreiſchäftige Enden oder Duchten von rechts nach links wiederum zuſammengeſchlagen, ſo erhält man den ſogenannten Kabelſchlag. Zum Schutz des Tauwerks wird dasſelbe geteert, zu gleichem Zweck dient das Labſalben und Bekleiden. Tauwerk aus Manilahanf iſt nicht geteert; es findet, da es auf dem Waſſer ſchwimmt, im beſonderen als Verholleine Verwendung. Tauwerk aus Leder, welches eine bedeutende Elaſtizität beſitzt und wenig dem Einfluß der Witterung ausgeſetzt iſt, wurde früher für Steuerreeps benutzt; es findet zurzeit auf Kriegsſchiffen für die Ruderballeitung Verwendung. Das Stahldrahttauwerk wird als viellitziger Kabelſchlag oder als Troſſenſchlag hergeſtellt. Bei erſterem ſind die meiſt aus ſieben Drähten beſtehenden Kardeele rechts geſchlagen und zu links geſchlagenen Drähten vereinigt, welche dann rechts zu 3 bis 6 zu einem Kabel zuſammengeſchlagen werden. Stärkere Kabel erhalten eine Hanfſeele. Die Kardeele der Kabel mit Troſſenſchlag ſind links geſchlagen und werden rechts zu Troſſen gedreht. Ueber Anzahl und Durchmeſſer der Drähte, Gewicht und Tragfähigkeit des Tauwerks ſowie über die Prüfung desſelben ſ. [1], [2]; vgl. a. Takelage, Drahtſeile, Hanfſeile.

Literatur: [1] Dick, C., u. Kretſchmer, O., Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1899. — [2] Hildebrandt, Praktiſches Lehrbuch für junge Seeleute, Danzig 1893. — [3] Steinhaus, C. F., Die Schiffbaukunſt, Hamburg 1858. *Tj. Schwarz.*

T-Cloth, ein Baumwollſtoff; ſ. Weberei.

Te, in der Chemie Zeichen für Tellur.

Teakholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 692.

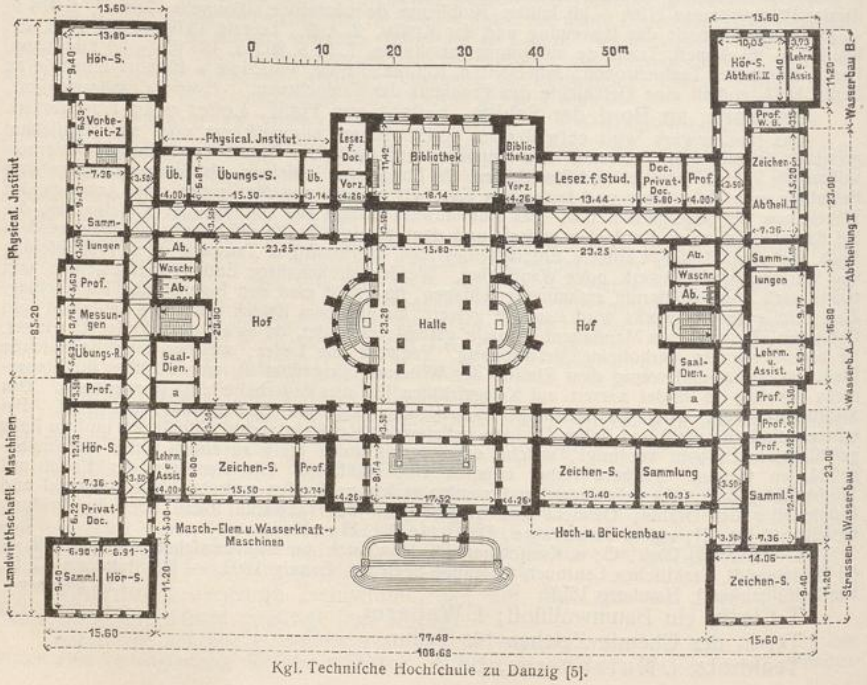
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Technische Einheit (T.E.), f. Eisenbahnbetrieb II.

Technische Hochschule (früher Polytechnikum), staatliche Bildungsstätte zur wissenschaftlichen und künstlerischen Ausbildung in den technischen Berufen, im Staatsdienst und in der Privattätigkeit sowie in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrfächern.

Den verschiedenen Berufszweigen entsprechend gliedert sich die technische Hochschule in einzelne Abteilungen, und zwar für 1. Architektur, 2. Bauingenieurwesen, 3. Maschinenbau (und Schiffsbau), 4. Elektrotechnik, 5. Chemie, chemische Technik (und Bergbau), 6. Forst- (und Land)wirtschaft, 7. Mathematik und allgemein bildende Fächer, wozu Geschichte, Literatur- und Kunstgeschichte, Rechtslehre, Sprachwissenschaft, Volkswirtschafts- und Gesundheitslehre zu rechnen sind. Um diesen Zwecken zu genügen, sind an Räumen zu beschaffen: a) für die Verwaltung Kanzleien und Kassenzimmer, Sprechzimmer des Rektors, Sitzungszimmer für den Senat, für den Senatsausschuß (den Großen Rat), für Kommissionen, Prüfungszimmer, Zimmer für den Hauswart und Diener, Kleiderablagen, geräumige Vorplätze, Treppen, Aborte u. s. w.; b) Festsaal (Aula) mit Vorraum; c) Bibliothek mit Ausgabezimmer und Lesesälen für Professoren und für Studierende; d) Hörsäle und zwar allgemeine für 2—400 Zuhörer und besondere für die Abteilungen in verschiedener Größe und Anordnung; e) Uebungssäle für Entwerfen von Bauten, Maschinen u. s. w., für Modellieren in Ton und Gips; f) Zeichensäle für Dekorieren, Ornamente, Landschaften und Figuren. Zu d—f sind Arbeitszimmer für Professoren und Assistenten anzuordnen; g) Sammlungen von Modellen aller Art: Baukonstruktionen als Gewölbe, Dachstühle, Brücken, Schleusen, Maschinenteile, Kessel, Lager u. s. w. für Schiffbau, für Kunstgeschichte mit Bildwerken aller Zeiten in Gipsguß; h) Laboratorien (s. Bd. 6, S. 22) für wissenschaftliche Untersuchungen im Ingenieurwesen (Maschinenbau, Flußbau), Photographie, Boden-, Pflanzen- und Tierkunde, sowie i) naturwissenschaftliche Institute wie das chemische, chemisch-technische, physikalische, elektrotechnische und elektrochemische, botanische, geologische und mineralogische ([1], S. 161 ff.); k) Prüfungs- und Versuchsanstalten für chemisch-technische und mechanische Untersuchungen an Baustoffen, Lebensmitteln u. s. w. Anschließend hieran l) botanischer Garten mit Gewächshäusern und etwa (z. B. Karlsruhe i. B.) Forstgarten. Diesen verschiedenen Anforderungen wird in geeigneter Weise eine Gruppe von Gebäuden entsprechen, bestehend in einem großen mehrstöckigen Hauptgebäude mit den unter a—g angeführten Räumen, sowie mehreren Nebengebäuden für die unter h—k genannten Zwecke. Als Beispiel untenstehend der Grundriß der jüngsten deutschen Hochschule zu Danzig (vgl. die Figur). Ueber die geschichtliche Entwicklung dieser in wenigen Jahrzehnten zu höchster Blüte gelangten Hochschulen sowie über die besonderen Gesichtspunkte für Anordnung der Räume u. s. w. s. [1], 3. Kap., S. 112 ff.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., 2. Heft, a) Hochschulen, 2. Aufl., Stuttgart 1905. — [2] Baukunde des Architekten, 2. Bd., Gebäudekunde, Berlin 1900; s. 4. Teil,



Kgl. Technische Hochschule zu Danzig [5].

E. Häfeke, Fachhochſchule, S. 300—320, mit Literaturverzeichnis und Grundriſſen. — [3] Feſtgabe zum Jubiläum der 40jährigen Regierung u. ſ. w., Karlsruhe 1892. — [4] Die Großh. Techniſche Hochſchule Karlsruhe, Feſtſchrift zur Einweihung der Neubauten im Mai 1899. — [5] Zentralblatt der Bauverwaltung 1904, Nr. 73.

Weinbrenner.

Teer, neben andern Subſtanzen, wie Waſſer, Gaſen, Ammoniak u. ſ. w., bei der ſogenannten trockenen Deſtillation entſtehend, ſtellt eine ſchwärzlichbraune, dickflüſſige, teils aus öligen, teils aus harzigen und feſten Anteilen beſtehende Maſſe von charakteriſtiſchem, der Abſtammung entſprechendem ſpezifiſchem Geruch dar und iſt je nach den zu ſeiner Gewinnung weſentlich verwendeten Ausgangsmaterialien als Holzteer, Braunkohlenteer, Schieferteer, Torfteer und Steinkohlenteer zu unterſcheiden.

Steinkohlenteer wird zumeiſt bei der Herſtellung von Leuchtgas durch trockene Deſtillation der Steinkohlen, ein geringerer Teil bei der Verkokung der Steinkohlen gewonnen. Er enthält Fettkohlenwaſſerſtoffe, ſowohl geſättigte wie ungeſättigte (ſ. Paraffine), aromatiſche Kohlenwaſſerſtoffe, Phenole, Thiophen und deſſen methylierte Abkömmlinge, Pyridinbaſen und andre Verbindungen. Die wertvollſten von dieſen Beſtandteilen ſind die aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe, das Benzol und ſeine Homologen, das Naphthalin, das Anthracen u. ſ. w. Denn von der Auffindung und Gewinnung dieſer Kohlenwaſſerſtoffe aus dem Teer datiert die glänzende Entfaltung der aromatiſchen Chemie, die beiſpielloſe Entwicklung der Teerinduſtrie, der Technik der künſtlichen Farbſtoffe, der Heilmittel u. ſ. w. — Die Zuſammenſetzung des Teeres iſt abhängig von der Art der Kohle und beſonders von der Temperatur, bei welcher die Deſtillation vorgenommen wird. Mit ſteigender Temperatur ſteigt das ſpezifiſche Gewicht des Teers, die Menge der wertvollen Benzolkohlenwaſſerſtoffe und des Anthracens nimmt ab, dagegen ſteigt die des Naphthalins. Der Teer muß daher aus möglichſt gutem Material bei nicht zu hoher Temperatur, etwa 800°, gewonnen werden. Zu ſeiner Reinigung und zur Gewinnung der einzelnen Beſtandteile muß er deſtilliert werden. Die hierfür erforderlichen Apparate, Deſtillierblaſe mit Kühler und Vorlagen zum Auffangen der Deſtillate ſ. [1]. Die Deſtillation muß beim Beginn der Operation, um Feuersgefahr zu verhüten, ſehr vorſichtig geleitet werden, da der Teer ſtark ſchäumt und, ſolange er noch Ammoniakwaſſer enthält, zum Ueberſteigen ſehr geneigt iſt. Dagegen muß gegen Ende der Deſtillation das Kühlwaſſer warmgehalten und überhitzter Waſſerdampf in die Blaſe eingeleitet werden, um ein Verſtopfen der Kühlröhre durch erſtarrendes Deſtillat zu verhindern. Im allgemeinen fängt man das Deſtillat in folgenden getrennten Fraktionen auf: 1. Vorlauf bis 105 oder 110°; 2. Leichtöl bis 210°; 3. Karbolöl bis 240°; 4. Schweröl oder Grünöl bis 270°; Anthracenöl über 270°; Rückſtand: Pech (Hartpech, wird durch Miſchen mit Anthracenöl weich gemacht). Das Pech iſt ein Gemenge von Kohlenſtoff und kohlenſtoffreichen Kohlenwaſſerſtoffen, von denen nur die wenigſten chemiſch definierbar ſind (Chryſen, Pyren u. ſ. w.) — Nach Lunge und Häußermann werden im Mittel erhalten an Vorlauf 2,4—3,5%; Leichtöl (einſchließlich Karbolöl) 5—8%; Schweröl 25—30%; Anthracenöl 8—10%; Pech 55%, und hieraus an reinen Endprodukten: Benzol 0,6%; Toluol 0,4%; höhere Benzolhomologe 0,5%; Naphthalin 8—12%; Phenol 5—6%; Anthracen 0,25—0,3%. Im Vorlauf iſt das meiſte Benzol enthalten; das Leichtöl dient zur Gewinnung des Reſtes von Benzol, ferner von Toluol und der höheren Benzolhomologen. Das Karbolöl, die letzten Anteile des Leichtöls, liefert neben Naphthalin das Phenol und die höheren Phenole, wie Kreſol u. ſ. w. Das Schweröl wird gewöhnlich nicht weiter verarbeitet, da dies nicht lohnend iſt, ſondern findet als ſolches techniſche Verwendung zum Imprägnieren von Holz, zur Herſtellung von Teerfirnis, als Schmieröl, für Beleuchtungszwecke oder ſchließlich als Brennmaterial. Das Anthracenöl, nach dem Erkalten eine grünlichgelbe, butterähnliche Maſſe, beſteht weſentlich aus den höchſten aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffen, Anthracen, Methylanthracen, Phenanthren und feinen Abkömmlingen Chryſen, Reten, Pyren, Fluoranthen, aus Diphenyl, Fluoren und Acenaphthen, Picen, aus Acridin u. ſ. w. Ueber die Aufarbeitung der einzelnen Fraktionen auf ihre Beſtandteile und die Reingewinnung derſelben, namentlich von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenol ſ. die betreffenden Einzelartikel, ſowie [2]. Eine Ueberſicht der Steinkohlenteerdeſtillation enthält [1], Lunge, worauf wir verweiſen. Die überwiegende Menge des erzeugten Steinkohlenteers wird der Deſtillation unterworfen. Man verwendet den Teer ſonſt noch zum Imprägnieren und zum Anſtrich, zur Herſtellung von Dachpappe, zur Ruß- und Brikettfabrikation. Doch iſt dieſe direkte Verwendung nicht ſehr bedeutend, weil für die genannten Zwecke beſtimmte Abfallprodukte der Teerdeſtillation viel geeigneter ſind, z. B. das Pech oder Miſchungen von Pech mit Anthracenöl. Bemerkenswert iſt noch die Verwendung von Steinkohlenteer zur Darſtellung des baſiſchen Futters für die Konverter bei der Stahlfabrikation.

Braunkohlenteer iſt vom Steinkohlenteer ganz weſentlich durch ſeinen Gehalt an Kohlenwaſſerſtoffen der Fettreihe, namentlich an Paraffin und durch das gänzliche Fehlen der aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe unterſchieden. Es wird daher beſonders auf feſtes Paraffin verarbeitet; die öligen Anteile bilden die ſogenannten Mineralöle (ſ. d.). Dem Braunkohlenteer mehr oder weniger ähnliche Deſtillationsprodukte liefern Torf, Bogheadkohle, Keroſenſchiefer und der bituminöſe Schiefer, von welchen namentlich aus den ſchottiſchen Schiefern ſehr beträchtliche Mengen an Teerölen gewonnen werden. Die Bereitung des Teers, die Teerſchwelerei, findet in Thüringen, dem hauptſächlichen Sitz der Braunkohlenteerinduſtrie in Deutſchland, jetzt meiſtens in ſtehenden Zylindern mit einem Syſtem übereinander greifender, glockenförmiger Eiſeneinſätze ſtatt, über deren Konſtruktion bei Fiſcher [3] nachzuſehen iſt. Die Deſtillation geht bei ſchwacher Rotglut vor ſich und die Temperatur wird abſichtlich ſo niedrig als möglich gehalten, um die Entſtehung der aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe zu vermeiden. Der entſtehende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teer wird nebſt dem gebildeten Waſſer mittels weiter Blechrohre, in welchen durch die Luftkühlung die Kondenſation der Gaſe zum tropfbarflüſſigen Zuſtand ſtattfindet, in große Sammelbehälter geleitet und hier durch Erwärmen mittels Dampf vom Waſſer befreit. Die abgeſchwelte Kohle iſt der ſogenannte Grudekoks. Der Baunkohlenteer enthält Kohlenwaſſerſtoffe der Aethan- und Aethylenreihe, Phenole, ſaure Harze, Pyridinbaſen, Tiophene u. ſ. w. Seine Verarbeitung iſt in den einzelnen Fabriken etwas verſchieden, je nach der Zuſammenſetzung des Teers, läuft aber, wie beim Steinkohlenteer, im weſentlichen darauf hinaus, durch Deſtillation in einzelne Fraktionen zu teilen, aus dieſen durch Behandlung mit konzentrierter Schwefelſäure bezw. Natronlauge, den ſogenannten Miſchprozeß, die Brandharze, baſiſchen Verbindungen, die ungeſättigten Kohlenwaſſerſtoffe bezw. die Phenole zu entfernen und aus den hochſiedenden Anteilen das Paraffin durch Kriſtalliſieren und Entölen zu gewinnen. Da ſich die Kohlenwaſſerſtoffe dieſes Teers bei der Deſtillation zerſetzen, ſo wird die Rektifikation unter vermindertem Druck ausgeführt. Durch die erſte Deſtillation wird der Teer in Rohöl und in Rohparaffinmaſſe geteilt. Das Rohöl enthält zumeiſt die flüſſigen Kohlenwaſſerſtoffe und die Phenole; es unterliegt dem Miſchprozeß und je nach Verwendungszweck und erforderlichem Reinheitsgrad einer ein- bis viermaligen Deſtillation. Die ſo ſchließlich gewonnenen Oelfabrikate aus Braunkohlenteer ſind: 1. leichtes Braunkohlenteeröl vom ſpez. Gew. 0,79—0,8; 2. Solaröl, Leuchtöl zum Brennen in Lampen, farblos, bei 260° ſiedend, ſpez. Gew. 0,825—0,830. Entflammungspunkt 50°; 3. Putzöl, Extraktionsöl, faſt farblos bis ſchwach gelb, bei 280° ſiedend, ſpez. Gew. 0,850—0,860. Entflammungspunkt 100°; 4. helle bis rote Paraffinöle für verſchiedene Zwecke, auch zur Oelgasbereitung, bei 300° ſiedend; ſpez. Gew. 0,860—0,880; 5. dunkle Paraffinöle oder Gasöle zur Oelgasdarſtellung und zur Fabrikation von Wagenſchmieren; rotbraun bis ſchwarz; ſpez. Gew. 0,880—0,925; 6. Fettöle, Mineralöle für beſſere Schmiermittel, gelb bis gelbrot; ſpez. Gew. 0,880 bis 0,900; 7. Kreoſotöle; Phenole enthaltend, durch Behandeln mit Natronlauge gewonnen; zum Imprägnieren von Holz; 8. Rückſtände: Braunkohlenpech, Aſphalt. Neben dieſen Oelen kommen ähnliche unter wechſelnden Bezeichnungen in den Handel, welche willkürlich je nach den Temperaturgrenzen, innerhalb deren die einzelnen Fraktionen bei der Rektifikation aufgefangen werden, erhalten werden können. So unterſcheiden ſich die zur Beleuchtung verwandten Oele Photogen oder Pyrogen durch den Siedepunkt und das ſpezifiſche Gewicht vom Solaröl. Die leichten Braunkohlenteeröle zerfallen noch in die einzelnen Fraktionen Benzin, Benzolin, Naphtha, Ligroin, welche alſo gleich den entſprechenden Fraktionen der Erdöle genannt werden. Sie dienen als Fleckwaſſer, zum Entfetten von Wolle, als Terpentinölzuſatz, zum Karburieren von Leuchtgas u. ſ. w. Das feſte Paraffin iſt dieſen Oelen durch Abkühlen und Auskriſtalliſierenlaſſen ſoweit wie möglich entzogen und mit der Rohparaffinmaſſe vereinigt worden. Dieſe wird zunächſt durch ſyſtematiſches Auskriſtalliſieren in der Winterkälte oder in Eismaſchinen in mehrere Fraktionen mit unterſchiedlichen Schmelzpunkten geteilt und ſo ſchließlich die Weichparaffinmaſſe erhalten, wobei die abfallenden öligen Anteile den Mineralölen wieder zugeſchlagen werden. Die Paraffinmaſſe wird nunmehr zerkleinert, in Filterpreſſen und hydrauliſchen Preſſen von den letzten Anteilen Oel befreit und einem wiederholten Umſchmelzungsverfahren unter Zuſatz von leichten Braunkohlenölen unterworfen, wieder abgepreßt und ſchließlich von den zugeſetzten Oelen durch Abblaſen mit Dampf befreit. Endlich muß das Paraffin noch mittels Tierkohle oder des ſogenannten Entfärbungspulvers (Rückſtände der Blutlaugenſalzfabrikation) entfärbt werden. Ueber die Zuſammenſetzung des Paraffins ſ. Paraffine und [4]. Die Verwendung des Paraffins iſt eine mannigfaltige. Die Hauptmenge wird auf Kerzen verarbeitet (ſ. Kerzen); außerdem dient es als Schmiermittel, als Konſervierungsmittel für Holz und Leder, zum Waſſerdichtmachen der Gewebe, zur Herſtellung von Glanzpapier, zum Tränken der Gipsabgüſſe, in der Zündhölzchenfabrikation, bei der Herſtellung von Patronen, zum Tränken der hölzernen Gärbottiche in der Brauerei und Brennerei, zur Verhütung des Ueberkochens und Schäumens des Zuckerſaftes in der Zuckerſiederei u. ſ. w.

Die **ſchottiſchen Schieferteere** und Teeröle werden unter ſonſt gleichen Umſtänden in ähnlicher Weiſe wie die entſprechenden Braunkohlenfabrikate gewonnen. Die Deſtillation wird durch Einblaſen von überhitztem Dampf unterſtützt, und die Temperatur darf nicht über Dunkelrotglut ſteigen. Bei der Deſtillation der Schiefer erhält man etwa 12 % Rohöl, 8 % Ammoniakwaſſer, 4 % Gas, 9 % Kohle, 67 % Aſche.

Holzteer. Bei der Verkohlung von Holz fällt ein Teer ab, welcher, in ſeiner Zuſammenſetzung dem Steinkohlenteer ähnlich, techniſche Verwendung findet und namentlich in Rußland und Schweden gewonnen wird. Früher wurde der Teer in ſehr primitiver Weiſe in Meilern dargeſtellt; jetzt wendet man in Rußland und Schweden ſogenannte Thermokeſſel an, welche im weſentlichen aus Deſtillierblaſe mit Helm und Kühler beſtehen. In Deutſchland und England ſind meiſt liegende Retorten im Gebrauch. Außer Teer entſtehen bei der Verkohlung des Holzes brennbare Gaſe von geringem Heizwert, Terpentinöl, Holzgeiſt und Holzeſſig (ſ. d.). Der Rückſtand iſt die Holzkohle. Die Ausbeuten an Roheſſig, Teer und Kohle ſind bei den einzelnen Hölzern nicht beträchtlich voneinander verſchieden. Bei ſchneller Verkohlung entſtehen mehr Gaſe auf Koſten an Deſtillat und Kohle. Es darf alſo auch bei der Holzverkohlung die Temperatur nur eine mäßige ſein. Der Teer enthält gleich dem Steinkohlenteer geſättigte, ungeſättigte und aromatiſche Kohlenwaſſerſtoffe, Phenole und andre Verbindungen. A. W. Hofmann hat namentlich Toluol, Xylol, Kumol, Naphthalin, Chryſen, Reten und Pyren, von den Phenolen dieſes ſowie Kreſol, Brenzkatechin und Derivate des Pyrogallols iſoliert. Der Teer wird in ähnlicher Weiſe durch Deſtillation und Behandlung mit Schwefelſäure bezw. Alkali gereinigt, wie nun ſchon mehrfach beſchrieben. Die Holzteerphenole bilden das echte Kreoſot des Handels (ſ. Kreoſot und Kreoſotöl), welches vornehmlich aus Kreſol und Guajakol beſteht. Durch die Deſtillation wird der Teer in leichtes Oel oder Kienöl, ſchweres Oel und den Rückſtand, das ſogenannte Schuſterpech, geſchieden. Außer zur Gewinnung

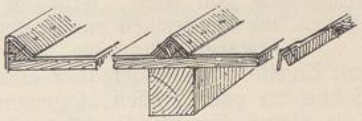
dieſer Subſtanzen dient der Holzteer als konſervierender Anſtrich für Holz und Eiſen, in der Dachpappefabrikation und in der Medizin äußerlich gegen Hautleiden (ſ. a. Aromatiſche Verbindungen, Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Retortenöfen und [5].

Torfteer, durch trockene Deſtillation des Torfes gewonnen, hat ein ſpez. Gew. von 0,896 bis 0,965, iſt von kaffeebrauner Farbe, zähe, aber nicht dickflüſſig. An Deſtillationsprodukten liefert er Photogen (Turfol, Solaröl), Gasöl, Paraffin, Aſphalt; Kreoſot, Karbolſäure.

Literatur: [1] Lunge-Köhler, Die Induſtrie des Steinkohlenteers, Braunſchweig 1900, vgl. a. Schultz, G., Die Chemie des Steinkohlenteers, 2. Aufl., Braunſchweig 1886, Bd. 1, S. 17 bis 91. — [2] Fiſcher, F., Handbuch der chemiſchen Technologie, Leipzig 1893, S. 642 ff. — [3] Ebend., S. 142—153. — [4] Ebend., S. 150. — [5] Ebend., S. 14—17 und 42; Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch der Chemie, Bd. 6, 1898; ebend., Bd. 8, (Torf). *Bujard.*

Teerpappendach (Steinpappe- und Aſphaltfilzdach), zählt zur weichen Dachdeckung (ſ. d., Bd. 2, S. 506) und wird nach der Art der Blechdächer (ſ. d., Bd. 2, S. 47) eingedeckt.

Es erfordert als Unterlage eine Brettſchalung von 20—25 mm Stärke, in der Dachneigung von einem Drittel bis ein Fünfzehntel. Die Sparrenweite richtet ſich nach der Breite der Pappetafeln, welche (bis zu 20 m Länge angefertigt) in Bahnen von 1,0 m Breite von der Traufe zur Firſt laufen. Die Eindeckung erfolgt 1. als Leiſtendach (ſ. die Figur), bei welchem dreikantige Leiſten von 65 mm Breite, in Entfernungen von 90—95 cm aufgenagelt, als Unterlage für die ſeitlich aufgebogenen Fälze dienen. Dieſe werden von Streifen von 10—12 cm Breite, ſogenannten Kappen, überdeckt, welche aufgenagelt und mit Teer überſtrichen werden. Abweichend hiervon 2. als ebenes Pappdach ohne Leiſten, mit offener Nagelung, die Bahnen parallel zur Traufe. 3. Als doppellagige Eindeckung, wobei die obere Lage zum Schutze der unteren dient. — Zuletzt erfolgt Teeren der ganzen Oberfläche und Sandauftrag; in andern Fällen ein Kalkmilchanſtrich, der zum Zweck hat, der zehrenden Wirkung der Sonnenſtrahlen auf das Bitumen entgegenzuwirken.



Die Vorteile dieſer Dächer beſtehen in deren Wohlfeilheit, Leichtigkeit und raſchen Herſtellung. Sie dienen deshalb beſonders bei raſch zu erſtellenden Bauten von kurzer Dauer, und in neueſter Zeit zu Zwiſchenlagen unter Schieferdeckung. Als Nachteil iſt hervorzuheben, daß die raſche Verdunſtung des Teerſtoffes zu oft ein Ueberſtreichen der Dachfläche mit Teer notwendig macht und hierdurch die Koſten des Daches unverhältnismäßig erhöht werden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur 3. Teil, Bd. 2, Heft 5, Darmſtadt 1894; Koch, H., Dachdeckungen, S. 13 ff. — [2] Schönermark, G. und Stüber, W., Hochbaulexikon. Berlin 1904. Dachdeckung S. 296 ff. *Weinbrenner.*

Teerwäſcher dienen dazu, die letzten Reſte des durch Kühlung nicht vollſtändig aus dem Rohgaſe ausgeſchiedenen Teeres zu entfernen. Dazu läßt man das Gas fein verteilt durch enge Oeffnungen ſtrömen und gegen eine feſte Wand anprallen; durch den hierbei entſtehenden Stoß werden die Teerteilchen ausgeſchieden.

Der Apparat von Pelouze & Audoin (Fig. 1) beſteht aus einem zweiteiligen Gehäuſe, deſſen Oberteil eine in dünnflüſſigen Teer tauchende bewegliche Glocke *a* enthält, deren Wandungen aus mehreren, durch enge Zwiſchenräume voneinander getrennten Platten beſtehen, die mit engen Schlitzen ſo verſehen ſind, daß ſtets der Schlitz der einen Platte dem vollen Blech der nächſten gegenüberſteht. Dieſe Glocke iſt mit einer im Oberteil befindlichen, in Waſſer tauchenden Glocke *b* feſt verbunden, welche an einem über eine Rolle geführten Seile, das am andern Ende ein Gewicht *c* trägt, hängt. Das unten in den Apparat eintretende Gas gelangt unter die Glocke, paſſiert die Schlitze der Wandungen, ſoweit ſie aus der Sperrflüſſigkeit herausgehoben ſind und verläßt denſelben durch einen ſeitlichen

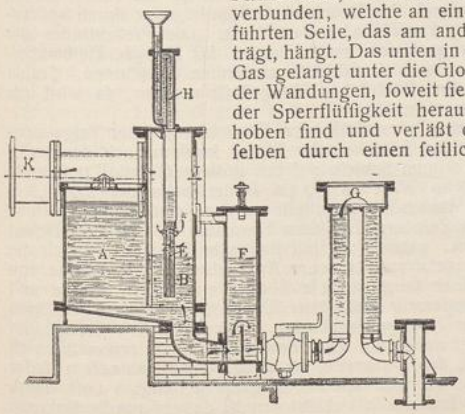


Fig. 3.

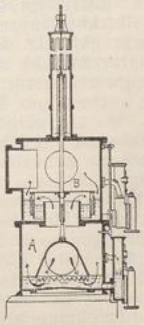


Fig. 2.

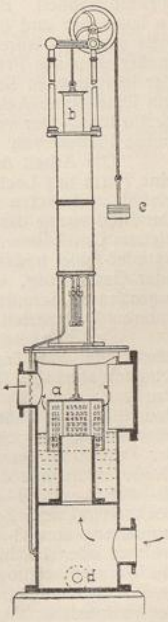


Fig. 1.

Stutzen des Oberteiles. Die Stellung der Glocke richtet sich nach der Höhe der Gasproduktion und muß zur Erzielung einer guten Wirkung mittels Belastung des Gegengewichtes *c* so geregelt werden, daß beim Durchgang des Gases durch den Apparat ein Druckverlust von 60—70 mm Wassersäule entsteht. Der ausgeschiedene Teer fließt aus der oberen Abteilung in die untere über und wird bei *d* mittels Tauchrohr abgeleitet.

Der Drorysche Teerwäscher (Fig. 2) zerfällt in eine Waschkammer *A* und in die Stoßkammer *B*; in ersterer muß das Gas zuerst durch eine Schicht Ammoniakwasser hindurch, deren Höhe für einen Druckverlust von 10 mm eingestellt ist. Alsdann tritt das Gas in die Stoßkammer durch die Glocke und verläßt den Apparat von Teer gereinigt. Abfluß und Regelung der Flüssigkeiten in beiden Kammern wird durch seitlich angebrachte Drorysche Abgänge (s. Vorlage) und Stellschieber bewirkt. — Bei dem Teerscheider von Fleischhauer (Fig. 3) kommuniziert eine Außenkammer *A* mit der Stoßkammer *B*, in der sich die Stoßbatterie *E* befindet, die aus vier Reihen breiten Stäben besteht, von denen jeder Stab an der vorderen Seite eine Nut hat, in der das durch *H* eingeführte Ammoniakwasser herabfließt, so daß das Gas mit benetzten Oberflächen in Berührung kommt und gewaschen wird. Bei *J* tritt das Gas ein, passiert die Stoßbatterie und verläßt den Apparat bei *K*. Bei steigender Produktion wird in *B* Wasser verdrängt und tritt in *A* über; der Teer fließt durch den selbsttätigen Ablauf *F* und den Druckausgleich *G* ab, welch letzterer um seine Achse drehbar ist und durch seine Stellung den Wasserstand in *A* und *B* und somit den Arbeitsdruck regelt. *G. F. Schaar.*

Teerwagen, s. Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 346.

Tegel, ein etwas kalkhaltiger, plastischer Ton der Tertiärformation in der Umgebung von Wien. Wird im großen zur Herstellung von Ziegeln, Backsteinen, die kalkreichen zur Zementbereitung benutzt. *Leppla.*

Teigwaren, Produkte aus kleberreichen Mehlsorten (Weizengrieß, Dunst) mit Eigelb- oder Wasserzusatz erhalten durch Kneten, Walzen und nachheriges Schneiden oder Pressen, sogenannte Band- oder Haarnudeln, Suppeneinlagen (wie Sterne, Figuren, Buchstaben), Makkaroni und ähnliche Fabrikate.

Das Mischen oder Kneten des zuvor gesiebten Mehls mit Wasser oder Eigelb, welch letzteres gleichfalls durch ein feines Sieb getrieben werden muß, um den sogenannten Keim, Eihäute und eventuell Eierschalenstückchen zurückzuhalten, erfolgt auf Knet- oder Mischmaschinen (z. B. von Werner & Pfleiderer, Cannstatt). Sogenannte „Schnittwaren" werden mit dem geringsten (22—28%), grobe Faden- und Bandnudeln sowie Makkaroni mit dem höchsten Wasserzusatz (26—32%) hergestellt. Die Eierzugabe ist lediglich Qualitäts- bezw. Preisfrage; man fabriziert Qualitäten ganz ohne Eier (z. B. erhalten Makkaroni nur in ganz seltenen Fällen Eierzusatz) und Eierware mit 50—300 Eiern pro 50 Kilo Mehl oder Grieß. Die meisten Sorten von Teigwaren, insbesondere die billigeren Qualitäten, werden je nach Eierzusatz mehr oder weniger gefärbt, z. B. mit Safranauszug, giftfreier Anilinfarbe oder dergl.

Der gemischte oder geknetete Teig wird auf der Teigwalze oder dem Kollergang weiterbehandelt. Bei der Teigwalze läßt man ihn unter gleichzeitigem Engerstellen der Walzen so lange hin und her laufen, bis ein völlig glatter, zäher Teigkuchen entstanden ist, den man, falls gepreßte Ware fabriziert wird, zu sogenannten „Patronen" zusammenwickelt, deren Durchmesser dem des Preßzylinders entspricht. Beim Kollergang bewegt sich entweder der Läufer in der feststehenden Schale oder die Schale rotiert und der Läufer steht fest bezw. dreht sich nur um seine eigne Achse. Letztere Anordnung ist gegenwärtig die bevorzugte und auch weniger gefährliche. Der vom Kollergang in Kuchen geformte Teig wird in der Schale direkt in kreisrunde Platten von 30—40 mm Stärke und im Durchmesser des Pressenzylinders ausgestochen.

Die Arbeit der Pressen beruht darauf, daß man in einen Zylinder, der unten durch eine Form mit Lochungen in der Art der herzustellenden Teigwaren abgeschlossen wird, Teig einfüllt und diesen mittels eines niedergehenden Kolbens durch die Löcher der Form drückt. Der Niedergang des Kolbens wird entweder durch den Druck einer Spindel oder durch hydraulischen Druck bewirkt (Spindel- oder hydraulische Pressen). Die Preßzylinder der Spindel- wie hydraulischen Pressen besitzen geeignete Vorrichtungen für Dampf-, Heißwasser- oder Gasheizung, um den Teig zwecks leichteren Durchtritts anwärmen zu können. Sollen sogenannte „Schnittwaren" (Sternchen, Figuren, Buchstaben) hergestellt werden, so wird am unteren Zylinderteil ein Abschneidapparat angeschraubt.

Der Trockenraum ist einer der wichtigsten Teile der Einrichtung einer Teigwarenfabrik, da vom Trockenprozeß nicht allein das Aussehen der Ware, sondern auch deren Geschmack abhängt. Die Teigwaren werden in dünner Schicht auf mit grobem Gazestoff bespannte Hurden aufgelegt. Man rechnet pro 100 Kilo Ware ca. 20 qm Bodenfläche bei 2,5—2,8 m Raumhöhe. In Fabriken, wo überwiegend Makkaroni hergestellt werden, sind größere Räume erforderlich, weil die Makkaroni viel längere Zeit zum Trocknen brauchen. Um das Verziehen der Teigwaren beim Trocknen zu vermeiden, werden sie mit Pappe bedeckt, und auch die Hurde erhält eine derartige Unterlage. — Nudeln verschiedener Art bedingen eine Wärme von 30—40° C. und 1—2 Tage Trockendauer, sehr feine Nudeln bedingen weniger Wärme und trocknen rascher. Bei Makkaroni darf die Temperatur nicht über 30° C. steigen; diese benötigen mindestens eine 3- bis 4tägige, noch besser 6tägige Trocknung. Zu rasche Trocknung gibt krumme oder im Innern schimmlige Röhren, auch viel eher Bruchware. Am rationellsten ist die Warmluftheizung und die Dampfheizung, sehr verbreitet ist auch eine Kombination dieser beiden Systeme. Guter Abzug der verdorbenen und mit Feuchtigkeit gesättigten Luft durch Ventilationsschächte sowie Zuführung frischer Luft durch Ventilatoren ist dabei Grundbedingung. Außerdem gibt es noch Schnelltrockenapparate verschiedener Systeme. Spezialmaschinen für

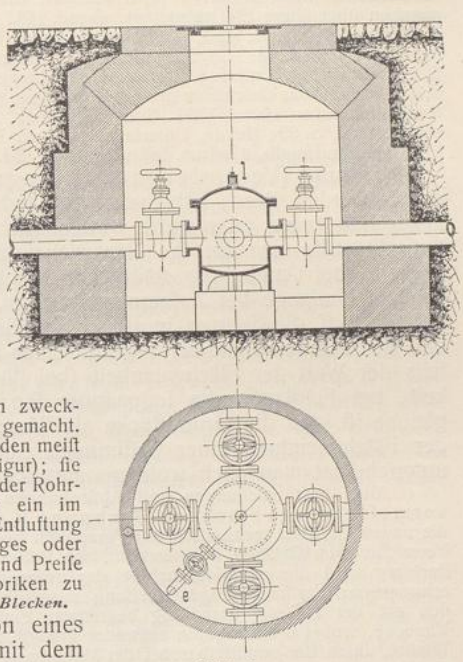
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teigwarenfabrikation liefern Werner & Pfleiderer in Cannſtatt-Stuttgart, Metzger & Co. in Homburg, Gebr. Bühler in Uzwil (Schweiz).

Teil, aliquoter, in der Arithmetik ein Diviſor, durch welchen das Ganze ohne Reſt teilbar iſt. Jeder andre Teil, mit welchem ein Ganzes nicht ohne Reſt teilbar iſt, heißt aliquanter Teil. So ſind z. B. 2, 3, 4, 6 aliquote, 5, 7, 8, 9 aliquante Teile von 12.

Teilbrüche, ſ. Partialbrüche.

Teilkaſten, in den Rohrnetzen der Waſſerleitungen — auch Gasleitungen — vermitteln den beſſeren Uebergang des bewegten Waſſers in andre Richtungen an den Stellen, an welchen ſich Hauptrohrleitungen kreuzen und wo eine Verteilung des durch eine Hauptleitung kommenden Waſſers nach verſchiedenen Richtungen ſtattfinden ſoll.



Teilkaſten.

Es ſind größere, meiſt zylindriſche — auch kugelförmige — Gefäße aus Gußeiſen mit vertikaler Achſe, die an ihrem Umfang drei, vier, auch fünf Anſchlußſtutzen für die hier zuſammenlaufenden Rohrleitungen tragen; jede Rohrleitung wird am Teilkaſten zweckmäßigerweiſe mit einem Schieber abſperrbar gemacht. Die Teilkaſten mit ihren Abſperrſchiebern werden meiſt in gemauerten Schachten aufgeſtellt (ſ. die Figur); ſie erhalten zur Reinigung bezw. zur Entleerung der Rohrleitungen einen Entleerungsſchieber *e* oder ein im Boden befindliches Entleerungsventil und zur Entluftung der Rohrleitungen im Deckel ein ſelbſttätiges oder nicht ſelbſttätiges Luftventil *l*. Dimenſionen und Preiſe ſind aus den Katalogen von Armaturenfabriken zu erſehen. *C. Blecken.*

Teilkreis, der zur Konſtruktion eines Zahnrades benutzte Kreis, welcher mit dem Teilkreiſe des eingreifenden Rades ſich berührt und ohne Gleitung abrollt.

Der Teilkreisdurchmeſſer D wird durch die Zähnezahl Z und den Modul $\tau = t : \pi$ der auf dem Teilkreiſe zu meſſenden Teilung t beſtimmt, $D = Z\tau$, in Millimeter, wenn τ in Millimeter. Wählt man τ als ganze Zahl, ſo kommt das im Bogen liegende, kaum nachmeßbare Maß t als Bruchzahl vor, doch wird D und damit meiſt auch der Achſenabſtand ganzzahlig. — An Kegelrädern berückſichtigt man vorwiegend den äußeren Teilkreis; an Zahnſtangen iſt er in eine Gerade übergegangen; bei unrunden Rädern finden ſich elliptiſche und verſchieden kurvenförmige Teilriſſe; auch ſ. v. w. Limbus, ſ. Theodolit. *Lindner.*

Teilmaſchine (Längen- und Kreisteilmaſchine).

1. Die Längenteilmaſchine beſteht aus einer Mikrometerſchraube (ſ. d.), welche in feſter Lagerung auf einem Rahmen angebracht iſt, und aus einem Schlitten mit Mutter, der auf einer Führung gleitet und durch die Schraube bewegt wird. Der Schlitten trägt ein Reißerwerk, deſſen Teilſtichel in einer zur Bewegungsrichtung vertikalen Ebene kippt und auf dem zu teilenden Maßſtab die Teilſtriche aufreißt. Der Maßſtab wird hierzu auf einem parallel zur Schraubenachſe eingeſtellten Träger feſtgelegt. Das Reißerwerk iſt mit einer Vorrichtung zur mechaniſchen Beſtimmung der Strichlänge verſehen. Iſt neben dem Reißerwerk ein Mikroſkop angebracht, ſo kann die Teilmaſchine nicht nur zur Uebertragung (Kopierung) einer Teilung (Mutterteilung) auf den zu teilenden Maßſtab, ſondern auch zur Maßvergleichung als Komparator (ſ. d.) dienen. Die Beſchreibung einer Präziſionsteilmaſchine findet ſich in [1]. Vgl. a. die bei Komparator und Mikrometerſchraube angegebene Literatur.

2. Die Kreisteilmaſchine zur Teilung von Kreiſen an aſtronomiſchen, geodätiſchen, phyſikaliſchen Meßinſtrumenten iſt eine ſtarke Kreisplatte, die auf einem eingelegten Silberring eine exakte Kreisteilung (Mutterteilung) trägt. Die Platte mit einem Durchmeſſer bis zu 1 m und mehr ruht auf einem Unterbau, der dem eines Theodolits ähnlich iſt. Der zu teilende Kreis wird mit beſonderen Vorrichtungen horizontal und zentriſch zum Mutterkreis befeſtigt. Zur Auftragung der Teilſtriche dient eine diametral oder in Form einer Alhidade angeordnete Schlittenvorrichtung, welche ein Reißerwerk führt. Das Teilungsverfahren iſt eine Kopierung der Mutterteilung durch Einſtellung des Reißerwerkes (Stellvorrichtung für die Strichlänge wie oben) mit Hilfe von Mikroſkopen, welche von der Alhidade getragen werden. Bei kleinen Maſchinen für die Ausführung untergeordneter Teilungen von kleinen Inſtrumenten geſchieht die Uebertragung der Teilung auch durch Feinbewegung (Schraube ohne Ende) des Kreiſes mittels einer den Teilwerten entſprechenden, exakt geſchnittenen Zahnung des Kreisrandes in der

Regel bei feststehendem Reißerwerk. Ueber die Einrichtung verschiedener Maschinen, insbesondere die Herstellung und Untersuchung der Mutterteilung s. [2], [3]. Die physikalisch-technische Reichsanstalt in Berlin ist in der Lage, sorgfältig geprüfte Mutterkreise und Schrauben für den Gebrauch der mechanischen Institute zu liefern sowie die Prüfung vorhandener Teilungen auszuführen.

Literatur: [1] Scheel, Ueber Teilmaschinen der Firma Sommer & Runge, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1896, S. 321. — [2] Löwenherz, Die Feinteilung von Kreisen (mit vielen Literaturangaben über ältere Einrichtungen), ebend. 1882, S. 365; Derf., Herstellung und Prüfung von Mutterkreisen, ebend. 1883, S. 99; Schmidtgen, Herstellung der Originalteilung einer Kreisteilmaschine, ebend. 1883, S. 52; Wegener, Beschreibung einer Kreisteilmaschine, ebend. 1883, S. 117; Schreiber, Untersuchung von Kreisteilungen mit zwei und vier Mikroskopen, ebend. 1886, S. 1; Gelcich, Zur Geschichte der Kreisteilungen, ebend. 1886, S. 158; Saegmüller, Automatische Kreisteilmaschine, ebend. 1894, S. 84; Hammer, Die selbsttätige Kreisteilmaschine von Heyde, ebend. 1905, S. 69; Heyde, Untersuchung einer Kreisteilung, Zeitschr. f. Verm. 1907, S. 542. — [3] Ambronn, Handb. d. astron. Instrumentenk., Bd. 1, S. 422, Berlin 1899. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Teilung (Veränderung, Umlegung) von Grundstücken kann veranlaßt werden durch Erbschaftsauseinandersetzungen, Aufhebung gemeinschaftlicher Benutzung oder andre wirtschaftliche Bedürfnisse, Erzielung zweckmäßiger Grundstücksformen für die Bewirtschaftung, Umlegungen bei Neuanlage von Wegen, bei Aufstellung städtischer Fluchtlinien und Bebauungspläne und in großem Umfange bei Zusammenlegungen, welche sich auf ganze Gemarkungen erstrecken (s. die Figuren in Bd. 3, S. 678 und 679). Sie bedingt in allen Fällen, daß der Flächeninhalt der Figuren einer bestimmten Forderung entspricht, oder, falls der Wert der Flächeneinheit (bei städtischen Grundstücken die Bauwürdigkeit, bei Feldlagen die sogenannte Bonitierung, Bd. 2, S. 232) nicht die gleiche ist, daß die Grundstücke als Wertobjekte (Produkt aus Fläche und Wert der Flächeneinheit) einer bestimmten Summe entsprechen. In dieser Hinsicht unterscheidet man auch wohl geometrische und ökonomische Teilung.

Allen Flächenteilungen und Absteckungen müssen eine exakte Vermessung (s. Stückvermessung) und Flächenberechnung (s. d.) vorausgehen. Auf dieser Grundlage werden die neuen Grenzen rechnerisch oder graphisch bestimmt und im Anschluß an die vorliegende Vermessung im Gelände abgesteckt. Nach Prüfung der Richtigkeit und Genauigkeit der Absteckung wird die zur Uebernahme der neuen Grenzlage in das Kataster (s. Bd. 5, S. 404) erforderliche Fortschreibungsvermessung ausgeführt. Das Verfahren der Absteckung gründet sich auf der Teilung geradlinig begrenzter einfacher Figuren und zwar der Dreiecke und Vierecke, wobei diese Figuren entweder graphisch in einem Plan oder durch ihre Seiten und Winkel, durch die unmittelbar bei der Messung gewonnenen Messungszahlen oder endlich durch die Koordinaten ihrer Eckpunkte (oder auch durch eine Kombination dieser Werte) gegeben sein können. Die Theorie dieser Teilungen, welche sich auf die Sätze der Planimetrie und bei Zugrundelegung von Koordinaten auf diejenigen der analytischen Geometrie der Ebene stützt, ist in allen Lehrbüchern der Vermessungskunde eingehend behandelt [1]. Die rechnerische Lösung auf Grund von Koordinatenberechnung behandelt besonders [2]. Zur Erleichterung der hierbei vorkommenden Zahlenrechnungen sind Hilfstabellen berechnet [3]. Bei der praktischen Anwendung wird vielfach von Näherungsverfahren Anwendung gemacht. Es wird die Bedingung für die Lage der Teilungslinie (z. B. parallel einer gegebenen Linie) durch Absteckung streng erfüllt, dagegen die Flächenbedingung genähert nach Schätzung oder vorläufiger Berechnung, so daß nach erfolgter Aufmessung und Flächenberechnung nur noch eine kleine Grenzverschiebung unter Berücksichtigung der Lagebedingung auszuführen bleibt, ähnlich wie bei der sogenannten Grenzausgleichung (s. d., Bd. 4, S. 624). Die vorläufige Absteckung kann mit Benutzung eines Planes oder der im Vermessungsriß gegebenen Messungszahlen und einer darauf gegründeten Koordinatenberechnung für den genäherten Grenzpunkt erfolgen. Bei den Planabsteckungen der Zusammenlegungsarbeiten (vgl. Bd. 3, S. 679) wird auf Grund des exakt gemessenen und berechneten Wegenetzes (Blöcke) die Einzeleinteilung mit Hilfe der Karte vorgenommen, indem die sogenannten Planbreiten (rechtwinklige Abstände der Längsgrenzen) oder auch die Kopfbreiten der Grundstücke abgeleitet und ins Feld übertragen werden. Das Verfahren ist in Preußen durch [4] geregelt.

Literatur: [1] Die beim Art. Geodäsie unter [4]—[11] genannten Lehrbücher der Vermessungskunde. — [2] Gauß, F. G., Teilung der Grundstücke, 4. Aufl., Berlin 1904. — [3] Zimmermann, L., Tafeln für die Teilung der Dreiecke, Vierecke und Polygone, Koblenz 1894; Derf., Logarithmisch-graphische Tafeln für die Teilung von Grundstücken in 2—10 gleiche Teile, Koblenz. — [4] Anweisungen für Spezialkommissare und Vermessungsbeamte der verschiedenen preußischen Generalkommissionen. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Teilungsfehler, s. Längenmaße und Theodolit.

Teilungsweichen, die Weichen der Bahnhöfe eingleisiger Bahnen, durch welche das zweite Hauptgleis (Güterzugs-, Ueberholungs- oder Kreuzungsgleis) vom durchgehenden Gleis abzweigt. *H. Kübler.*

Tekton, künstliche Baukörper, derart zusammengesetzt, daß Holz nach seiner Längsfaser in eine (von dem Erfinder Hengerer-Stuttgart bis jetzt geheimgehaltene) Masse, die ähnlich abbindet wie Beton, untrennbar fest eingebunden wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Maſſe hat denſelben Dehnungskoeffizienten wie Holz und ſoll die Druckſpannungen, das Holz die Zugſpannungen aufnehmen. Tekton iſt bearbeitungsfähig wie Holz, modellierfähig, nagelbar; das Abbinden der alle Arten von Farben aufnehmenden Maſſe erfolgt in einem Tage ſo weit, daß der erzeugte Baukörper ohne Unterlagen transportabel wird. Näheres durch die Württembergiſchen Tektonwerke, Stuttgart-Cannſtatt.

Tektonik, die Kunſt des Zuſammenfügens ſtarrer, ſtabförmiger Teile zu einem in ſich unverrückbaren Syſtem; im weiteren Sinne das ganze architektoniſche Gerüſte eines Bauwerkes, im engeren die Zimmerei und Tiſchlerei mit der Bearbeitung des Holzes, namentlich das Rahmenwerk mit Füllung, das Geſchränke, das Stützwerk, Geſtelle [1] und ein großer Teil des Hausrats.

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Bd. 2, München 1863. — [2] Bötticher, K., Die Tektonik der Hellenen, 2. Aufl., Berlin 1881. *Weinbrenner.*

Telegraph (Fernſchreiber), Vorrichtung zur Nachrichtenbeförderung, welche den an einem Orte zum ſinnlichen Ausdruck gebrachten Gedanken an einem entfernten Orte wahrnehmbar wieder erzeugt, ohne daß der Transport eines Gegenſtandes mit der Nachricht ſtattfindet. Je nachdem als Betriebskraft, welche die zum Ausdruck der Nachricht dienenden Zeichen in die Ferne befördert, der Schall, das Licht oder die Elektrizität benutzt wird, unterſcheidet man akuſtiſche (Glocken, Sprachröhren, Dampfſirenen, Dampfpfeifen), optiſche (Semaphore, ſ. d.) und elektriſche Telegraphen. Letztere werden im nachfolgenden nur ſo weit behandelt, als ſie dem allgemeinen Verkehr dienen. Alarmvorrichtungen, Haustelegraphen, Kriegstelegraphen, Signaleinrichtungen der Eiſenbahnen u. ſ. w. ſind unter dieſen Stichworten nachzuſehen. Man unterſcheidet heute zwiſchen Drahttelegraphie und drahtloſer Telegraphie. Letztere, die man auch Funken-, Radio-, Wellentelegraphie oder drahtloſe Telegraphie mittels elektromagnetiſcher Wellen nennt, beſteht wenig mehr als ein Dezennium.

A. Drahttelegraphie.

Zu einem Drahttelegraphen gehören: 1. eine Elektrizitätsquelle, die den elektriſchen Strom, d. h. die Betriebskraft liefert; 2. der Geber, mittels deſſen die Zeichen von dem Sendeorte nach dem Empfangsorte durch Schließen oder Unterbrechen des Stromes übermittelt werden; 3. der Empfangsapparat, welcher die von der Sendeſtation abgeſchickten Zeichen auf der Empfangsſtation ſinnlich wahrnehmbar macht; 4. die Verbindungsleitung zwiſchen dem Sender und dem Empfänger. Sie iſt entweder einfach und an beiden Enden durch die Apparate hindurch zur Erde geführt, oder doppelt, aus Hin- und Rückleitung beſtehend.

Zur Hervorbringung der telegraphiſchen Zeichen am Beſtimmungsorte werden bei den heute gebräuchlichen Telegraphen meiſt nur elektromagnetiſche, vereinzelt auch chemiſche Wirkungen des Stromes benutzt. Dementſprechend enthält jeder Empfangsapparat als weſentlichen Teil entweder einen Elektromagnet, oder eine Magnetnadel in einem Multiplikatorrahmen, oder eine drehbare Drahtſpule in einem magnetiſchen Felde, oder einen chemiſch präparierten Papierſtreifen, der ſich an den vom Strome durchfloſſenen Stellen färbt. Die Empfangsapparate liefern entweder bleibende Zeichen (Schreib- oder Drucktelegraphen) oder vergängliche Zeichen (Sprechtelegraphen). Geſchichtliches zur Drahttelegraphie ſ. [1] und [2].

I. Die Betriebskraft [1].

Die Kraft, mit deren Hilfe die Zeichen im Empfangsapparat erzeugt werden, liefert der elektriſche Strom. Zum Betriebe der Telegraphen genügen Ströme von geringer Stärke, meiſt 12—15 Milliampère. Als Stromquellen dienen faſt ausſchließlich Batterien von galvaniſchen Primär- oder Sekundärelementen. — Vgl. Galvanismus und Akkumulatoren.

a) Primärelemente für Telegraphie.

1. Das Daniell-Element: Zink in verdünnter Schwefelſäure und Kupfer in einer geſättigten Löſung von Kupferſulfat. Beide Flüſſigkeiten ſind durch einen Tonbecher voneinander getrennt, aber durch die Poren des Bechers hindurch in Berührung.

2. Das Meidinger-Element: Vereinfachung des Daniell-Elements (ohne Tonzelle).

3. Das Kupferelement der deutſchen Reichstelegraphie (Fig. 1) hat ſich aus 1. und 2. entwickelt. Ein Zinkring hängt an drei Armen mit angegoſſenen Naſen am oberen Rande eines Standglaſes. Auf dem Boden des Batterieglaſes liegt eine runde, an der Unterſeite etwas eingewölbte Bleiplatte, in deren Mitte ſich ein ſtarker Bleidraht ſenkrecht bis über

das Glas empor erhebt. Auf dem Bleidraht ſitzt eine Polklemme, den andern Pol bildet ein in einen Arm des Zinkringes eingegoſſener Kupferdraht. Das Glasgefäß wird mit einer Löſung von Zinkſulfat in weichem Waſſer bis 4 mm unter dem oberen Rande des Zinkringes gefüllt; darauf werden etwa 70 g Kupfervitriol in nußgroßen Stücken hineingeworfen. Sobald ſich am Boden eine blaue Löſung von Kupferſulfat gebildet hat, iſt das Element gebrauchsfähig. Die Bleiplatte überzieht ſich bei Stromdurchgang bald mit ausgeſchiedenem Kupfer und wirkt dann wie eine Kupferplatte. Um das Anſetzen von Zinkſulfatkriſtallen am oberen Glasrand und an der Polklemme des Bleidrahtes zu verhindern, erhalten der obere Rand des Glaſes und der Bleidraht unterhalb der Polklemme einen Anſtrich von weißer Oelfarbe. Kupferelemente in der vorbeſchriebenen oder ähnlichen Ausführung bilden heute die hauptſächlichſten Stromquellen für Telegraphenzwecke.

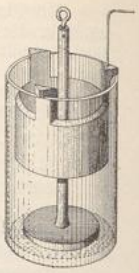


Fig. 1.

4. Das Callaud-Element unterſcheidet ſich vom deutſchen Kupferelement nur durch die abweichende Geſtalt der Elektroden und findet hauptſächlich in Frankreich und in der Schweiz Verwendung.

5. Das Grove-Element enthält einen Zinkzylinder in verdünnter Schwefelſäure und innerhalb desſelben, in einer mit Salpeterſäure gefüllten Tonzelle, ein dünnes S-förmig gebogenes Platinblech.

6. Das Bunſen-Element iſt ein Grove-Element, bei dem die Platinelektrode durch ein Prisma aus harter Retortenkohle erſetzt iſt.

7. Das Chromſäureelement iſt ein Bunſen-Element, in welchem Chromſäure als Depolariſator wirkt und die Tonzelle weggelaſſen iſt.

8. Das in der engliſchen Telegraphenverwaltung benutzte Fuller-Element enthält in einem zylindriſchen Standgefäß aus glaſiertem Steingut einen am Boden mit Queckſilber bedeckten Tonbecher und in dieſem einen amalgamierten Zinkkolben. Außerhalb des Bechers ſteht die Kohlenplatte mit einem auf das obere Ende gepreßten Bleiſtück mit Polklemme. Der Becher iſt mit verdünnter Schwefelſäure, der äußere Raum mit einem Gemiſch von Schwefelſäure und Kaliumbichromat gefüllt.

9. Das Lalande-Element enthält Zink in Kali- oder Natronlauge, und als poſitive Elektrode einen Eiſenblechzylinder gefüllt mit Kupferoxyd als Depolariſator. In der Form von Wedekind beſteht das Element aus einem Eiſengefäß, mit deſſen Innenwänden die Kupferoxydmaſſe feſt verbunden iſt. Iſt ſämtliches Kupferoxyd zu Kupfer umgewandelt, ſo wird das entleerte Gefäß mehrere Stunden lang bei Luftzutritt erhitzt, wobei ſich das Kupfer wieder oxydiert.

b) Sammlerelemente für Telegraphie.

Sammlerelemente kommen in der Regel bei größeren Telegraphenanſtalten zur Verwendung. Sie bilden eine Stromquelle von ſehr gleichmäßiger Spannung und eignen ſich wegen ihres äußerſt geringen inneren Widerſtandes von 0,05 Ohm für die Zelle beſonders als gemeinſchaftliche Batterie für eine beliebige Anzahl von Telegraphenleitungen. Zu dem Vorteil der Raumerſparnis, den die Verwendung einer gemeinſamen Sammlerbatterie darbietet, tritt beim Betriebe von Kabelleitungen der weitere Nutzen einer merklichen Betriebsverbeſſerung dadurch, daß der Sammlerſtrom die Ladung des Kabels beſchleunigt und deshalb eine größere Telegraphiergeſchwindigkeit und ein beſſeres Arbeiten ermöglicht. Den Telegraphenſammlern gibt man gewöhnlich eine Kapazität von etwa 14 Ampèreſtunden. Zur Ladung derſelben dienen bei geringem Strombedarf Batterien aus Kupferelementen; bei größerem Energiebedarf erfolgt die Ladung aus dem Netz einer Starkſtromanlage, nötigenfalls unter entſprechender Umformung des Starkſtroms. Steht Gleichſtrom von 110 Volt Spannung zur Verfügung, ſo kann dieſer ohne Umformung zum Laden dienen.

Der vielfach gebräuchliche Hagener Sammler der Akkumulatorenfabrik A.-G. in Berlin (Fig. 2) enthält zwei negative Gitterplatten und eine poſitive Großoberflächenplatte. Die Platten werden durch Glasanſätze auseinandergehalten, die von der Mitte der Schmalſeiten des Glasgefäßes aus nach unten weiter ausladen. An der unteren Verengungsſtelle des Gefäßes ruhen die Platten mit kleinen ſeitlichen Anſätzen in den Glaswänden. Der gläſerne Verſchlußdeckel hat an der unteren Fläche zwei mit je drei Einſchnitten verſehene Anſätze, welche die Platten im oberen Teile voneinander getrennt halten. Die negativen Platten ſind durch einen Bleiſteg verbunden. Auf dieſem und auf der poſitiven Platte ſtehen zwei Polanſätze, die aufgelötete Meſſingſchrauben mit Flügelmuttern als Polklemmen tragen. Zum Schutze gegen die ſchädlichen Einwirkungen der Schwefelſäure

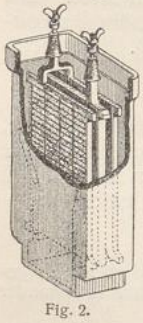


Fig. 2.

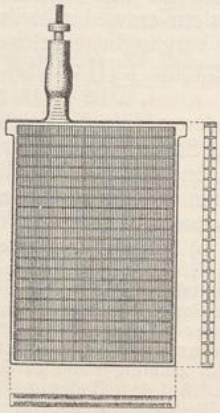


Fig. 3.

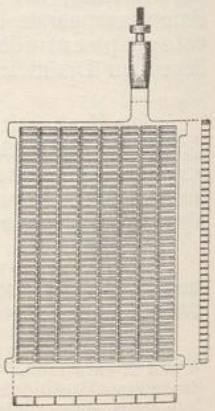


Fig. 4.

ſind die Polanſätze unterhalb der Schrauben mit kleinen ringförmigen Oelbehältern umgeben; das in dieſe zu gießende Oel umgibt die Stelle, an welcher Bleiſtab und Meſſingſchraube miteinander verlötet ſind. Die Zellen werden mit verdünnter Schwefelſäure von ſpezifiſchem Gewicht 1,18 (22,5° Baumé) bis 5 mm über die Plattenoberkante gefüllt. Um der maſſiven poſitiven Platte eine große Oberfläche zu geben, ſind in jede Plattenſeite viele ſenkrechte Furchen (Fig. 3) eingeſchnitten. Die ſo gebildeten Rippen bekommen einen Halt durch die in Abſtänden von 1 cm verlaufenden wagerechten Querſtege. Die negativen Platten (Fig. 4) haben nur ein einfaches Gitter, das mit ſchwammigem Blei gefüllt iſt. Die Zelle beſitzt eine Kapazität von 13,5 Ampèreſtunden, die Ladeſtromſtärke darf bis 2,5 Ampère ſteigen.

Der von den Akkumulatoren- und Elektrizitätswerken A.-G. vorm. Böſe & Cie. in Berlin hergeſtellte Telegraphenſammler hat eine poſitive Großoberflächenplatte, die nach dem Plantéverfahren geformt wird und eine negative Gitterplatte nach Correns, aus zwei Bleigittern gebildet, die um die halbe Breite der quadratiſchen Oeffnungen verſchoben ſind. In den ſich nach außen verengenden Gitteröffnungen befindet ſich Bleiſchwamm.

Der zum Laden der Sammler erforderliche Strom wird einer Kupferbatterie, meiſt aber einer Starkſtromquelle entnommen. Man verbindet den poſitiven Sammlerpol mit dem poſitiven Pol der Ladequelle und den negativen Sammlerpol mit dem negativen der Stromquelle. Beim Anlegen der Ladeſtromquelle ſteigt die Klemmenſpannung der Sammler ſchnell auf 2,1 Volt, nimmt dann langſam, ſpäter etwas raſcher zu und nähert ſich ſchließlich einem konſtanten Wert. Die Ladung iſt beendet, wenn an allen Platten gleichzeitig eine gleichmäßige, kräftige Gasentwicklung ſtattfindet. Dabei beträgt die Spannung der Sammler 2,3 Volt, wenn mit dem ſchwachen Strom von Kupferelementen geladen wird, dagegen etwa 2,6 Volt beim Laden mit Starkſtrom. Nach Beendigung der Ladung ſinkt die Spannung bald auf 2,1 Volt und bleibt hierauf ſtehen, wenn der Sammler nicht benutzt wird. Beim Laden mit Starkſtrom iſt ſtets eine Nachladung mit der Hälfte des Ladeſtroms erforderlich, weil der Starkſtrom die wirkſame Maſſe an der Oberfläche bald in Bleiſuperoxyd bezw. Bleiſchwamm umwandelt und dadurch das Eindringen in tiefere Schichten erſchwert. Beim Laden der Sammler wird Schwefelſäure frei; die Säuredichte muß beim Schluß der Ladung den für die betreffende Sammlertype vorgeſchriebenen Wert beſitzen. Bei Ladung einer Sammlerbatterie durch Kupferelemente muß die Ladebatterie derart bemeſſen ſein, daß ſie mit ihrer Spannung die der Sammlerbatterie von durchſchnittlich 2,2 Volt für die Zelle überwindet und den Sammlern bei dauerndem Laden einen etwas ſtärkeren Strom zuführt, als ſie im Betriebe abzugeben haben. Für jede Morſe-Leitung mit Arbeitsſtrom ſind zu rechnen 0,0023 Ampère, mit Ruheſtrom bei hintereinandergeſchalteten Elektromagnetrollen 0,017 Ampère, bei nebeneinandergeſchalteten Rollen 0,030 Ampère, für jede Hughes-Typendruckleitung 0,020 Ampère.

Wenn z. B. die am ſtärkſten belaſtete Gruppe einer Batterie von 40 Zellen einen Ladeſtrom von 0,022 Ampère braucht und der äußere Widerſtand (Strommeſſer u. ſ. w.) 50 Ohm beträgt, ſo muß die Ladebatterie aus $x = 2{,}2 \cdot 40 + 0{,}022 \cdot 50 : 1 - 4 \cdot 0{,}022 = 98$ oder rund 100 Elementen in einer Reihe beſtehen; es ſind alſo mindeſtens 2,5 Elemente für 1 Sammlerzelle zu verwenden.

Bei Ladung einer Sammlerbatterie durch Starkſtrom iſt die günſtigſte Ladeſpannung 30 Volt, da dieſe Spannung beim Laden der Sammler in Gruppen von 10 Zellen gerade ausgenutzt wird. Da das Starkſtromnetz zumeiſt eine höhere Spannung hat oder Wechſelſtrom und Drehſtrom führt, ſo muß der Netzſtrom in der Sammlerladeſtelle zunächſt in Gleichſtrom von 30 Volt Spannung umgeformt werden. Hierzu wird ein Umformer in Geſtalt eines mit einer Dynamomaſchine gekuppelten Elektromotors benutzt.

Entladung der Sammler. — Im Betriebe ſinkt die Spannung jeder Zelle langſam bis auf etwa 1,85 Volt; dann fällt die Spannung, falls die Entladung fortgeſetzt wird, ſchnell auf einen ſehr tiefen Wert. Eine zu weitgehende Entladung verdirbt die Platten. Als untere Spannungsgrenze gilt für Sammler, die aus Kupferelementen geladen werden 1,95 Volt, für Sammler, die mit Starkſtrom geladen werden, bei ſchwacher Benutzung 1,95 Volt, bei mittlerer Benutzung 1,90 Volt, und bei ſehr ſtarker Benutzung, wenn die Entladedauer nur 1 Tag beträgt, 1,85 Volt.

c) Die Batterieſchaltung.

Werden n Elemente in der Weiſe zu einer Batterie zuſammengeſchaltet, daß immer der poſitive Pol eines Elements mit dem negativen des nächſten Elements verbunden wird, ſo ſind die Elemente hintereinander oder in Reihe geſchaltet. Die elektromotoriſche Kraft einer ſolchen Batterie iſt die $n$fache eines Elements, der Batteriewiderſtand hat ebenfalls den $n$fachen Wert. Nach dem Ohmſchen Geſetz iſt alſo die Stromſtärke $i = \frac{n \cdot e}{n \cdot b + r} = \frac{e}{b + r/n}$, worin e die elektromotoriſche Kraft eines Elements, b der Widerſtand eines Elements oder der innere Widerſtand und r der Widerſtand des Schließungsbogens oder der äußere Widerſtand iſt. Wird die Batterie kurz geſchloſſen, d. h. der äußere Widerſtand $= 0$ gemacht, ſo iſt $i = e/b$; die Batterie liefert alſo dieſelbe Stromſtärke wie ein Element, denn mit der elektromotoriſchen Kraft hat in gleichem Verhältniſſe der Widerſtand zugenommen.

Nebeneinander oder parallel geſchaltet ſind die n Elemente, wenn alle poſitiven Pole unter ſich und alle negativen Pole unter ſich verbunden ſind, ſo daß die Batterie wie ein Element von $n$facher Plattenoberfläche wirkt. In dieſem Falle iſt die elektromotoriſche Kraft der Batterie $= e$ und ihr Widerſtand $= b/n$ und folglich die Stromſtärke $i = \frac{e}{b/n + r}$. Wird eine ſolche Batterie kurz geſchloſſen, ſo iſt $i = ne/b$, d. h. ſie liefert den $n$fachen Strom von einem Element. Aus dieſen Formeln ergibt ſich, daß die Hintereinanderſchaltung der Elemente

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorteilhafter ist bei großem äußeren Widerstande, der dann gleichsam verringert wird (r/n). Ist dagegen der äußere Widerstand klein, so empfiehlt es sich, auch den Batteriewiderstand möglichst klein zu machen; hierzu dient die Parallelschaltung der Elemente (b/n). Hat man n Elemente in n/h parallelen Reihen von je h hintereinander geschalteten Elementen, so erhält man den Maximalstrom dann, wenn sie so geschaltet werden, daß $bh^2/n = r$, d. h. der innere Widerstand der Elemente gleich dem äußeren Widerstande r ist.

Gemeinschaftliche Batterien. — Aus einer Elektrizitätsquelle, deren innerer Widerstand im Verhältnis zum äußeren Widerstand, d. h. dem Widerstande der Leitung und Apparate, verschwindend klein ist, kann man beliebig viele Telegraphenleitungen gleichzeitig speisen, ohne daß die Stromstärke in der einzelnen Leitung durch die Stromteilung beeinträchtigt wird. Ist an eine derartige Batterie nur eine Leitung vom Widerstande r angelegt, so erhält sie den Strom $J = e/r$. Beim Anlegen von n Leitungen mit gleichem Widerstande wird $J = ne/r$, also n mal so groß, und die einzelne Leitung erhält davon den $n$ten Teil.

Der Bedingung, daß der innere Widerstand verschwindend gering sei, genügen im Telegraphenbetriebe die Sammlerbatterien; an eine gemeinsame Sammlerbatterie können also beliebig viele Leitungen angelegt werden. Besteht dagegen eine für mehrere Leitungen gemeinsame Batterie aus Primärelementen, deren Widerstand nicht vernachlässigt werden kann, so ändert sich die Stromstärke in der einzelnen Leitung mit der Anzahl der gleichzeitig geschlossenen Leitungen. Je mehr Leitungen gleichzeitig Strom erhalten, um so weniger Strom entfällt auf jede einzelne. Wird vorausgesetzt, daß die Leitungen alle gleichen Widerstand r haben, und bezeichnen wir den inneren Widerstand der Batterie wieder mit b und den in jeder einzelnen Leitung fließenden Strom mit i_1, so ist beim Anlegen nur einer Leitung $J = i_1 = \frac{e}{b+r}$, beim Anlegen einer zweiten Leitung $J = \frac{e}{b+r/2} = \frac{2e}{2b+r}$, also $i_1 = \frac{e}{2b+r}$, da auf jede Leitung die Hälfte von J entfällt. Ferner ist beim Anlegen einer dritten Leitung $J = \frac{e}{b+r/3} = \frac{3e}{3b+r}$, also $i_1 = \frac{e}{3b+r}$, da jetzt auf jede Leitung ein Drittel von J entfällt, u. s. w.

Beim Telegraphenbetriebe mit Morse- oder Klopferapparaten wird auf je 70 Ohm Leitungswiderstand 1 Kupferelement mit 5 Ohm Widerstand gerechnet. Die Stromstärke in einer Leitung soll demnach $1 : 5 + 70 = 0{,}013$ Ampère oder 13 Milliampère betragen. Nehmen wir nun eine Leitung von 4000 Ohm Widerstand an, so ist eine Batterie von $4000 : 70 =$ rund 60 Kupferelementen erforderlich. Die Leitung erhält dann einen Strom $i_1 = 60 : 5 \cdot 60 + 4000 = 13{,}9$ Milliampère. Wird eine zweite gleiche Leitung angelegt, so ist $i_1 = 60 : 2 \cdot 300 + 4000 = 13{,}0$ Milliampère. Wird eine dritte gleiche Leitung angelegt, so ist $i_1 = 60 : 3 \cdot 300 + 4000 = 12{,}2$ Milliampère. Kommt noch eine vierte Leitung hinzu, so wird $i_1 = 11{,}5$ und beim Hinzutreten einer fünften Leitung $i_1 = 10{,}9$ Milliampère. Wieviel Leitungen aus einer gemeinsamen Batterie gespeist werden können, hängt von der Empfindlichkeit der Empfangsapparate ab, d. h. von der niedrigsten Stromstärke, auf welche die Apparate noch sicher ansprechen. Meist können bis zu fünf Morse- oder Klopferleitungen und bis zu drei Hughes-Typendruckerleitungen an eine gemeinschaftliche Kupferbatterie gelegt werden. Haben die Leitungen nicht gleichen Widerstand, so kann man entweder ihre Widerstände durch Zuschalten von künstlichen Widerständen gleichmachen, oder man zweigt von der ganzen Batterie für die Leitungen mit geringerem Widerstande eine entsprechende Zahl von Elementen ab; z. B. würde für eine Leitung von 2000 Ohm Widerstand die Batteriezuführung an das 30. Element der Batterie zu legen sein.

Ein Telegraphenamt erhält in der Regel eine positive und eine negative Telegraphenbatterie. Die erforderlichen Spannungsstufen werden durch Abzweigungen gewonnen, indem man bei Primärelementen an das 10., 20., 30., 40., 60. u. s. w. Element, bei Sammlern an die 5., 10., 15., 20. und 30. Zelle Zuführungsleitungen aus gut isoliertem Kupferdraht anlegt und dadurch Spannungen von 10, 20, 30, 40, 60 u. s. w. Volt erhält. Nach der Stromstärke, mit der eine Zuleitung belastet werden soll, muß sich ihr Querschnitt richten. Eine Drahtstärke von 1 mm genügt für einen Strom bis zu 4 Ampère, Drähte von 1,4, 2,3 und 4,5 mm für Ströme bis zu 10, 20 und 60 Ampère.

d) Stromverlauf in Telegraphenleitungen.

Zur Betätigung eines telegraphischen Empfangsapparates ist eine bestimmte Stromstärke erforderlich. Die Stromquelle des gebenden Amtes I muß so bemessen sein, daß sie diese Stromstärke auf dem empfangenden Amte II schnell und sicher hervorzubringen vermag. Die ankommende Stromstärke hängt nicht bloß von der Batteriespannung und dem Widerstande des Stromkreises ab, sondern wesentlich auch von den Ableitungen, der Selbstinduktion und der Ladungsfähigkeit des Stromkreises, von letzteren beiden Faktoren jedoch nur während des veränderlichen Zustandes, d. h. während der Dauer des Ansteigens und Abfallens der Stromstärke.

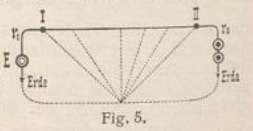


Fig. 5.

Einfluß der Ableitungen bei Arbeitsstrombetrieb. Die telegraphischen Zeichen im Amte II werden durch Stromsendung vom Amte I aus erzeugt. Da eine Telegraphenleitung niemals vollkommen gegen die Erde isoliert ist, vielmehr an den Stützpunkten über die Isolatoren hinweg, oder bei Kabeln durch die Isolierhülle hindurch stets ein Stromverlust stattfindet, so ist der beim Amte II ankommende Strom J_2, auch nachdem er seinen konstanten Wert erreicht hat, immer schwächer als der von I abgehende Strom J_1. Das Maß der Schwächung hängt von dem Isolationszustande der Leitung ab, der, abgesehen von Isolationsfehlern, bei Luftleitungen vorwiegend durch die Witterung, bei Kabelleitungen aber durch die Temperatur verändert wird. Die Stärke des ankommenden Stromes läßt sich durch unmittelbare Strom-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſung und durch Widerſtandsmeſſungen beſtimmen. Bezeichnet I — II (Fig. 5) eine Leitung mit ungleichmäßig verteilten Ableitungen verſchiedener Größe, an welche im Amt I eine Batterie mit der elektromotoriſchen Kraft E und im Amte II ein Empfangsapparat angelegt iſt, und wird der geſamte Widerſtand vom Punkte I durch die Batterie hindurch bis zur Erde mit r_1, der Widerſtand vom Punkte II bis zur Erde mit r_2 bezeichnet, ſo iſt: $J_2 : J_1 = \sqrt{W_2\,(W_1 - R_1)} : (W_2 + r_2)$. Wenn die Batterie E aus dem Amte I nach dem Amte II verlegt wird, ohne daß die Widerſtände r_1 und r_2 eine Aenderung erfahren, ſo iſt entſprechenderweiſe das Verhältnis des in I ankommenden Stromes J'_1 zu dem in II abgehenden Stromes J'_2: $J'_1 : J'_2 = \sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)} : (W_1 + r_1)$. In dieſen Formeln bedeutet noch R_1 der von I aus gemeſſene und R_2 der von II aus gemeſſene Leitungswiderſtand, ferner W_1 der von I aus und W_2 der von II aus gemeſſene Iſolationswiderſtand. Mißt man auf beiden Aemtern denſelben Leitungs- und denſelben Iſolationswiderſtand und haben beide Aemter ſelbſt gleichen Widerſtand $r_1 = r_2 = s$, ſo ergibt ſich als Verhältnis der Ströme: $J_2 : J_1 = J'_1 : J'_2 = \sqrt{1 - R/W} : (1 + s/W)$. Weichen dagegen die Meßergebniſſe beider Aemter voneinander ab, ſo muß, wenn wiederum $r_1 = r_2$ iſt, auf demjenigen Amte der ankommende Strom im Verhältnis zum abgehenden des fernen Amtes größer ſein, welches den kleineren Iſolationswiderſtand mißt, alſo die Leitung ſchlechter iſoliert findet. Denn iſt $W_2 < W_1$, ſo iſt auch $J_2 : J_1 > J'_1 : J'_2$. Das Verhältnis des ankommenden Stromes zum eigenen abgehenden Strom iſt auf dem Amte größer, bei welchem der größere Iſolationswiderſtand gemeſſen wird.

Einfluß der Ableitungen bei Ruheſtrombetrieb. — Die Betriebsbatterie iſt auf die Aemter I und II verteilt; das Telegraphieren erfolgt durch Unterbrechung des Stromkreiſes. Der im Ruhezuſtand vorhandene Strom J_1 ſetzt ſich aus dem abgehenden Strom der eigenen Batterie und dem ankommenden Strom der fernen Batterie zuſammen. Bei Unterbrechung des Stromkreiſes im Amt II ſinkt die Stromſtärke daſelbſt auf Null, im Amt I dagegen auf den Wert i_1 des Iſolationsſtromes. Die Differenz $J_1 - i_1$ iſt die nutzbare Stromſtärke, die in Wechſelwirkung mit der Abreißfeder des Morſeapparats die Zeichen hervorbringt; ſie hat den Wert:

$$J_1 - i_1 = 1/2\,E \cdot \frac{W_1\,(W_2 - R_2 + \sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)}) + r_1\,\sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)}}{(W_1 + r_1)\,[R_1\,W_2 + (W_1 + W_2)\,r_1 + r_1^2]}.$$

Bei gleichmäßiger Leitungsiſolation iſt wiederum $W_1 = W_2$ und $R_1 = R_2$; dann geht unter der Vorausſetzung, daß auf den Aemtern kein Widerſtand eingeſchaltet iſt, die Formel für die nutzbare Stromſtärke über in $J_1 - i_1 = 1/2\,E \cdot W - R + \sqrt{W\,(W - R)} : R\,W$.

Einfluß der Selbſtinduktion. — Die Selbſtinduktion wirkt beim Telegraphieren als Hemmnis, indem ſie ſowohl das Anſteigen wie das Abfallen des Stromes verzögert. Sie kann bei Kabeln gegenüber deren Ladefähigkeit vernachläſſigt werden und iſt auch bei oberirdiſchen Leitungen nur gering, beträchtlich dagegen in den Elektromagneten der Empfangsapparate. Der Selbſtinduktionskoeffizient beträgt z. B. nach Strecker [2]

für 1 km Kupfer oder Bronzedraht	0,003	Henry (f. d.)
„ 1 „ Eiſendraht	0,016	„
„ den Elektromagnet eines Morſeapparats	13—18	„
„ „ „ „ Hughesapparats	26—29	„

Einfluß der Ladungsfähigkeit. — Jede Telegraphenleitung hat eine beſtimmte Ladefähigkeit oder Kapazität C, die ihrer Länge l proportional iſt. Sie beträgt für eine im Abſtande h über dem Erdboden geführte blanke Leitung von der Drahtſtärke d: $C = \frac{l \cdot k}{2 \cdot \log\,\mathrm{nat}\,4\,h/d}$ und für ein einadriges Kabel, deſſen Leiterquerſchnitt den Radius r und deſſen Iſolierhülle die Dicke $R - r$ hat: $C = \frac{l \cdot k}{2 \cdot \log n\,R/r}$. In dieſen Formeln bedeutet k die Konſtante des Dielektrikums, die für Luft $= 1$, für Guttapercha $= 4{,}2$ und für Kautſchuk $= 2$ zu ſetzen iſt. Die Kapazität beträgt für 1 km bei 6—8 m hoch über dem Erdboden geführten blanken Leitungen bis 0,01 Mikrofarad und bei Telegraphenkabeln etwa 0,28 Mikrofarad.

Verbindet man eine Leitung mit einer Stromquelle, ſo wird ſie von dem in ſie hineinfließenden Strom zunächſt elektroſtatiſch geladen. Die hierzu hergegebene Elektrizitätsmenge bewirkt eine Schwächung des weiterfließenden Stromes und demnach ein verzögertes Anſteigen des Stromes beim fernen Amte. Beim gebenden Amte wirkt die Ladefähigkeit der Leitung im umgekehrten Sinne; ſie veranlaßt im erſten Augenblicke das Entſtehen eines ſtärkeren Stromes, als er dem Ohmſchen Geſetze entſpricht. Sobald die Stromgebung unterbrochen wird, fließt die Ladung der Leitung nach beiden Aemtern zur Erde ab. Die Richtung dieſes Entladungsſtromes iſt beim empfangenden Amte jener des urſprünglichen Stromes gleich, beim gebenden ihr entgegengeſetzt. Beim gebenden Amte fließt der Entladungsſtrom durch den in der Regel am Ruhekontakte der Taſte liegenden Empfänger und bringt ihn unter Umſtänden zum Anſprechen. Dieſe Erſcheinung bezeichnet man als „Rückſchlag“.

II. Die Telegraphenapparate.

Wir unterſcheiden im folgenden 1. Schreibtelegraphen, 2. Drucktelegraphen, 3. Sprechtelegraphen, 4. Maſchinentelegraphen, 5. Mehrfachtelegraphen und 6. Telautographen.

1. **Schreibtelegraphen** [1]. Sie liefern meiſt Schriftzeichen in vereinbarter Schrift, doch ſind auch Buchſtabenſchreibtelegraphen und Telegraphen zur formgetreuen Nachbildung des Originals — Kopiertelegraphen oder Telautographen (vgl. unter 6.) — konſtruiert worden. Im

Betriebe haben ſich dauernd nur die Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift erhalten. Die wichtigſten Schreibtelegraphen ſind: a) der Morſeſchreiber; b) der Heberſchreiber; c) der Undulator; d) der Kapillartelegraph. Eine Zeitlang hat auch der Eſtiennefchreiber, ein polariſierter Apparat, der aufrechtſtehende Morſeſchrift liefert, eine praktiſche Bedeutung erlangt. Das automatiſche Telegraphenſyſtem von Wheatſtone ſowie der Schnelltelegraph von Delany und der Schnelltelegraph von Pollak und Virag gehören ebenfalls zu den Schreibtelegraphen; ſie kommen unter 4. (Maſchinentelegraphen) zur Beſprechung.

a) Der Morſeſchreiber.

Dieſer Apparat liefert eine Schrift aus Punkten und Strichen, die in der Weiſe erzeugt werden, daß eine ſtets mit Farbe benetzte Scheibe mittels eines Hebels längere oder kürzere Zeit gegen einen oberhalb der Scheibe ſich gleichmäßig fortbewegenden Papierſtreifen gedrückt wird. Die Bewegung des Hebels erfolgt durch die Wechſelwirkung eines Elektromagnets und einer Spiralfeder. Während der Elektromagnet unter dem Einfluß eines galvaniſchen Stromes den an dem einen Hebelarm angebrachten Eiſenanker anzieht, ſorgt die Spiralfeder nach dem Aufhören des Stromes für das Losſchnellen des Eiſenankers von dem Elektromagnete. Durch den internationalen Telegraphenvertrag iſt folgende Morſeſchrift allgemein eingeführt worden:

Buchſtaben:

a ·—	h ····	o ———	v ···—	ch ————
b —···	i ··	p ·——·	w·——	ä ·—·—
c —·—·	j ·———	q ——·—	x —··—	ö ———.
d —··	k —·—	r ·—·	y —·——	ü ··——
e ·	l ·—··	s ···	z ——··	é ··—··
f ··—·	m ——	t —	à oder å ·——·—	
g ——·	n —·	u ··—	ñ ——·——	

Ziffern:

1 ·————	3 ···——	5 ·····	7 ——···	9 ————·.
2 ··———	4 ····—	6 —····	8 ———··	0 —————

Bruchſtrich ———————

Bei der amtlichen Vergleichung ſowie bei Abgabe der Nummer, Wortzahl und Aufgabezeit ſind die Ziffern (ausgenommen 4, 5, 6) in der Weiſe abzukürzen, daß nur ein Strich (beim Bruchſtrich zwei) gegeben wird.

Unterſcheidungs- und andre Zeichen:

Punkt ·····	Klammer —·——·— Anführungszeichen ·—··—·
Semikolon —·—·—·	Doppelſtrich zur Trennung (nach Kopf, Aufſchrift und Text) = —···—
Komma ·—·—·—	Anruf (vor Beginn eines Telegramms) —·—·—
Doppelpunkt ———···	Verſtanden ···—·
Fragezeichen ··———··	Irrung ·····
Ausrufungszeichen ——··——	Schluß der Uebermittlung ·—·—·
Apoſtroph ·————·.	Aufforderung zum Geben —·— Warten ·—···
Bindeſtrich —····—	Beendete Aufnahme (Quittung) ·—·—·—·.

Ein Strich iſt gleich drei Punkten, der Raum zwiſchen den Zeichen eines Buchſtabens gleich einem Punkt, zwiſchen zwei Buchſtaben gleich drei Punkten, zwiſchen zwei Wörtern gleich fünf Punkten.

Bei Arbeitsſtrombetrieb werden die Schriftzeichen durch Schließen des Stromkreiſes mittels einer Taſte, d. h. durch Einſchalten der Telegraphierbatterie in die Telegraphenleitung hervorgebracht. Es iſt alſo nur beim Arbeiten Strom in der Leitung. Jedes Amt einer Leitung braucht eine Batterie.

Bei Ruheſtrombetrieb werden die Zeichen durch Unterbrechung des Stromkreiſes, in welchem die Telegraphierbatterie dauernd eingeſchaltet iſt, mit einer Taſte hervorgebracht. Es iſt alſo auch bei ruhender Korreſpondenz Strom in der Leitung. Nicht jedes Amt braucht mit einer Batterie ausgerüſtet zu ſein.

Zu einem vollſtändigen Morſeſyſtem gehören: die Taſte als Geber, der Schreibapparat als Empfänger, das Galvanoſkop als Stromanzeiger und der Blitzableiter als Schutzmittel für die Beamten und Apparate gegen die Entladungen atmoſphäriſcher Elektrizität. Dazu kommen noch nach Erfordernis: Umſchalter zur leichten und ſicheren Umänderung der Stromwege im Amte, künſtliche Widerſtände zur Erhöhung des Leitungswiderſtandes eines Stromkreiſes für beſondere Zwecke, Relais als ſelbſttätige Taſten zum Schließen eines neuen Stromkreiſes, wenn die Leitungen ſo lang ſind, daß der urſprüngliche Strom die Schreibapparate nicht mehr ſicher in Tätigkeit zu ſetzen vermag.

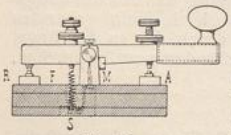


Fig. 6.

Die Taſte (Fig. 6). Auf einem hölzernen Grundbrett ſind parallel zueinander drei Meſſingſchienen *A*, *M* und *R* befeſtigt, welche an der einen Seite je eine Klemmſchraube zum Anlegen der Zuleitungsdrähte tragen. Die Schiene *A* heißt Arbeits- oder Telegraphierſchiene, die Schiene *M* Mittelſchiene oder Körper und die Schiene *R* Ruheſchiene. Der aus Meſſing beſtehende Taſtenhebel iſt mit ſeiner an beiden Seiten koniſch ausgebohrten Stahlachſe in mit koniſchen Spitzen verſehene Stahlſchrauben eingelagert, die ihrerſeits in den oberen Teil der ſenkrechten Backe der Mittelſchiene eingeſetzt ſind. Die Spiralfeder *F* dient dazu, durch Herabziehen des hinteren Teils des Taſtenhebels einen feſten Schluß des ſogenannten Ruhekontakts zwiſchen Hebel und Ruheſchiene *R* zu bewirken. Sie iſt an einer in der Grundplatte eingelegten Meſſingſcheibe *S* befeſtigt, die mit der Mittelſchiene durch einen an der unteren Fläche der letzteren feſt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

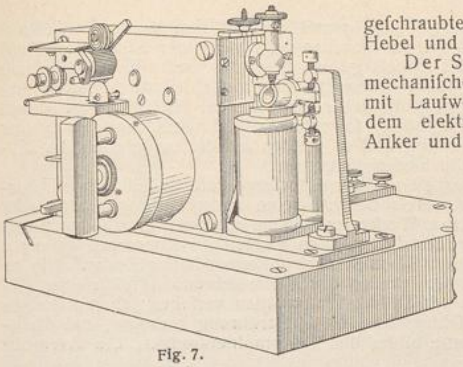


Fig. 7.

geſchraubten Draht verbunden iſt. Der Kontakt zwiſchen Hebel und Arbeitsſchiene heißt der Arbeitskontakt.

Der Schreibapparat (Fig. 7) beſteht aus dem mechaniſchen Teil zur Fortbewegung des Papierſtreifens mit Laufwerk, Papierführung und Farbkaſten ſowie dem elektromagnetiſchen Teile mit Elektromagnet, Anker und Schreibhebel. Das in ein Meſſinggehäuſe eingebaute Räderwerk beſteht aus ſieben Zahnrädern und drei Hohltrieben auf ſechs Achſen ſowie dem Windfange. Die Achſe des kleinſten Zahnrades geht durch eine Oeffnung der vorderen Apparatwange frei hindurch und iſt in dem hakenförmigen Ende des Schreibhebels drehbar eingelagert; ſie trägt das Schreibrädchen (deshalb Schreibrädchenachſe). Der zur Regulierung der Laufgeſchwindigkeit dienende Windfang beſteht aus einer Stahlachſe, auf welcher der Windflügel in Geſtalt eines leichten Meſſingblechs mittels einer Buchſe ſo aufgeſteckt iſt, daß er ſich mit der Achſe dreht, aber gleichzeitig um ſeine eigne wagerechte Achſe drehbar bleibt. Die Windfangachſe, welche in ihrem oberen Teile aus einer doppelgängigen Schraube ohne Ende beſteht, iſt ſenkrecht in Anſätzen eines an der hinteren Apparatwange eingeſchraubten Meſſingwinkels eingelagert. Ein mit hohen ſcharfen Zähnen verſehenes Steigrad greift in die Windfangſchraube ein. Im Ruhezuſtande des Apparats verharrt der Windflügel infolge Einwirkung einer Spiralfeder in nahezu ſenkrechter Stellung. Wird die Windfangachſe durch das Räderwerk in Drehung verſetzt, ſo hat der Windflügel vermöge der Zentrifugalkraft das Beſtreben, eine wagerechte Lage einzunehmen; dieſem Beſtreben wirkt die Spannkraft der Spiralfeder entgegen. Dadurch wird die Geſchwindigkeit der Drehung gleichförmig erhalten. Eine ſtählerne Blattfeder von 3,3 m Länge, 34 mm Breite und 0,5 mm Stärke, die in einem runden Meſſinggehäuſe — der Federtrommel — eingeſchloſſen und ſpiralförmig um die Hauptachſe aufgewunden iſt, liefert die das Laufwerk bewegende Kraft. Die Drehungsgeſchwindigkeit des Laufwerkes iſt ſo berechnet, daß in einer Minute der Windfang etwa 3040 und die über dem Schreibrädchen angeordnete Papierwalze 28 Umdrehungen macht. Die Papierwalze hat einen Umfang von 5,66 cm, der Papierſtreifen wird alſo in einer Minute um $28 \cdot 5{,}66 = 159$ cm vorwärtsbewegt. Bei dieſer Geſchwindigkeit erſcheint die Schrift auch bei ſchnellem Telegraphieren noch deutlich auf dem Papierſtreifen. Eine vollſtändig angeſpannte Triebfeder erhält das Laufwerk etwa 23 Minuten in Bewegung. Der Elektromagnet iſt auf einem Eiſenwinkel angeordnet, der mit ſeinem vertikalen Schenkel am unteren beweglichen Teile der rechten Seitenwand des Apparats angeſchraubt iſt. Der horizontale Schenkel trägt zwei aus je einem hohlen Kerne von Eiſen mit aufgeſetztem Polſchuh beſtehende Elektromagnetſchenkel. Jeder Eiſenkern iſt von einer dicht anſchließenden Papierhülſe umgeben, auf welcher 0,2 mm ſtarker, durch Umſpinnung mit weißer Seide iſolierter Kupferdraht aufgewickelt iſt. Auf jeder Magnetrolle ſind etwa 6500 Umwindungen angebracht. Der hierzu verwendete Draht hat eine Länge von ungefähr 515 m und einen Widerſtand von etwa 280 Ohm; in beiden Rollen alſo zuſammen von 560 Ohm.

Das Elektromagnetſyſtem kann durch eine Schraubenvorrichtung etwa 3 mm aufwärts oder abwärts bewegt werden. Hierdurch wird der Abſtand der Polſchuhe von dem Anker des Elektromagnets verkleinert oder vergrößert. Den Anker des Elektromagnets bildet ein hohler, an den beiden Enden abgeſchrägter und der Länge nach aufgeſchlitzter Zylinder aus weichem Eiſen, der in den ringförmigen Teil des Schreibhebels ſo eingeſchoben iſt, daß ſeine längſte Seite den Polſchuhen des Elektromagnets gegenüberliegt.

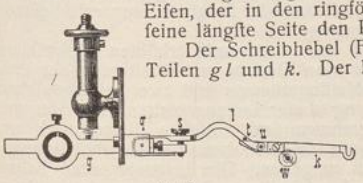


Fig. 8.

Der Schreibhebel (Fig. 8) beſteht aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Teilen *g l* und *k*. Der letztere iſt um die in *l* eingeſetzte Achſe *u* beweglich. Die Achſe *u* greift durch eine Ausbohrung von *k* und durch das Ende eines an *k* angeſchraubten Winkels. Am Ende von *l* befindet ſich ein kleiner Stift *t*, der über dem Ende von *k* liegt. Ein zweiter Stift *w* greift unterhalb des Hebels *k* durch die Apparatwand. Der Teil *g l* wird aus zwei Stücken *g* und *l* gebildet, die durch die Schraube *s* feſt miteinander verbunden ſind. Mittels der Schraube *s* wird der Farbſchreiber auf Arbeitsſtrom- oder Ruheſtrombetrieb eingeſtellt.

Arbeitsſtrom. Wird das Stück *l* durch Nachlaſſen der Stellſchraube *s* (Drehung links herum) ſo weit gehoben, daß der kurze Arm des die Schreibrädchenachſe umfaſſenden Hebels *k* ſich gegen den Stift *t* legt, ſo wird *l* mit *k* zu einem ſtarren Arme verbunden. Das ganze Hebelſyſtem ſtellt jetzt einen zweiarmigen Hebel dar, deſſen Drehpunkt die Achſe *q* bildet. Sobald ſich der den Anker tragende Hebelarm bei Stromſchluß infolge Anziehung des Ankers durch den Elektromagnet ſenkt, muß ſich das entgegengeſetzte Ende mit dem Schreibrädchen heben. Geht der linke Hebelarm nach dem Aufhören des Stromes unter der Wirkung der Abreißfeder nach oben, ſo muß ſich der rechte Arm mit dem Schreibrädchen ſenken.

Ruheſtrom. Das Stück *l* wird durch Drehen der Schraube *s* rechts herum ſo weit geſenkt, daß ſich der rechte Arm des Hebels *k* gegen den Stift *w* legt und der linke Arm ſich von dem Stifte *t* entfernt. Hierdurch wird das vorher einen einzigen zweiarmigen Hebel bildende Syſtem in zwei durch ein Gelenk miteinander verbundene zweiarmige Hebel zerlegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der eine Hebel *gl* dreht ſich um die bisherige Achſe *q* und der mit ihm durch die Achſe *u* verbundene Hebel *k* um den Schraubenſtift *w*, auf dem er vermöge ſeiner Schwere aufliegt. Senkt ſich das den Anker tragende Ende des Hebels *gl*, ſo wird das andre Ende bei *u* und mit ihm der linke Arm des Hebels *k* gehoben, während der die Schreibrädchenachſe umfaſſende Arm dieſes Hebels und damit das Schreibrädchen ſich ſenken. Geht das Hebelende mit dem Anker bei Stromunterbrechung nach oben, ſo wird das Schreibrädchen in gleicher Weiſe nach oben gegen den Papierſtreifen bewegt, und es werden auf dieſem je nach der Zeitdauer der Unterbrechung Punkte oder Striche niedergeſchrieben.

Morſeapparate für Uebertragungen. Sollen Morſeapparate als ſelbſttätige Uebertrager der Telegramme in einen andern Stromkreis bezw. in eine andre Leitung dienen oder mit einem durch eine Ortsbatterie betriebenen Wecker verbunden werden, ſo erhalten ſie als Träger der Anſchlagſchrauben zwei voneinander durch einen kleinen Zwiſchenraum getrennte und von der Grundplatte des Apparates durch Ebonitſtücke iſolierte Meſſingſtänder. Die an den Anſatzſtücken der Ständer ſenkrecht übereinander durch Preßſchrauben feſtgelegten Anſchlagſchrauben ſind an ihren beiden Enden mit kleinen Platinplatten verſehen; ebenſo ſind die Stellen des Schreibhebels, die mit den Anſchlagſchrauben in Berührung kommen, mit Platinplättchen belegt. Die untere Anſchlagſchraube bildet den Telegraphierkontakt, die obere den Ruhekontakt.

Das Galvanoſkop (vgl. a. Bd. 6, S. 373). Um das Vorhandenſein des elektriſchen Stromes anzuzeigen, wird ein Galvanoſkop in die Leitung eingeſchaltet, deſſen Nadel bei den neueren Apparaten um eine horizontale Achſe ſchwingt. Das gewöhnliche Galvanoſkop enthält einen um eine horizontale Achſe drehbaren zweiarmigen Winkelmagnet, der innerhalb eines Drahtrahmens von 600 wagerecht verlaufenden Umwindungen feinen mit Seide umſponnenen Kupferdrahtes (Widerſtand 15—20 Ohm) angeordnet iſt. An dem Winkelmagnet iſt ſenkrecht zu ſeiner Achſe ein aus geſchwärztem Meſſingblech beſtehender Zeiger befeſtigt. Winkelmagnet und Zeiger befinden ſich innerhalb eines Gehäuſes, deſſen hintere Glasſcheibe in ihrem oberen Teile matt geſchliffen und mit Teilſtrichen verſehen iſt. Durch die Ablenkung des Zeigers — Galvanoſkopnadel genannt — nach rechts oder links wird das Vorhandenſein eines Stromes und deſſen Richtung; durch die Größe der Ablenkung die größere oder geringere Stärke des Stromes erſichtlich gemacht. Das polariſierte Galvanoſkop (Fig. 9) enthält an Stelle des Winkelmagnets dünne Drahtſtücke aus weichem Eiſen, von denen je vier zu beiden Seiten des unteren Randes einer den Doppelzeiger tragenden Aluminiumſcheibe und je drei zu beiden Seiten des oberen Randes aufgeklebt ſind und in dem magnetiſchen Felde eines außerhalb der Galvanoſkopſpule angebrachten U-förmigen Stahlmagnets liegen.

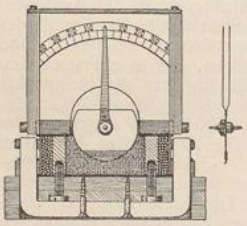


Fig. 9.

Dieſer Stahlmagnet iſt von unten derart in das Grundbrett des Galvanoſkops eingelaſſen, daß die beiden nach oben gerichteten Polſchenkel von außen an die rechte bezw. linke Seitenwand der Galvanoſkopſpule zu liegen kommen. Die Kraftlinien des Magnets verlaufen wagerecht und halten in dieſer Richtung auch die weichen Eiſendrähte. Der Doppelzeiger ſteht hierbei ſenkrecht, d. h. in der Mitte der zwiſchen den beiden Zeigerarmen angebrachten, von dem Gehäuſerahmen getragenen Gradeinteilungsſcheibe.

Der Blitzableiter. Innerhalb der Amtseinrichtungen kommen gewöhnlich Plattenblitzableiter für zwei Leitungen, außerhalb auf freier Strecke an den Stellen, wo Kabelleitungen mit oberirdiſchen Leitungen verbunden ſind, Stangenblitzableiter für eine oder mehrere Leitungen zur Verwendung. Die Einrichtung der Blitzableiter beruht auf der Eigenſchaft der hochgeſpannten atmoſphäriſchen Elektrizität, einen lufterfüllten Zwiſchenraum zu überſpringen, wenn ihr dadurch ein kurzer, gut leitender Weg zur Erde geboten wird. Die zum Telegraphieren benutzten Ströme und die Induktionsſtröme der Fernſprechapparate beſitzen dieſe Eigenſchaft nicht, da ihre Spannung nicht hoch genug iſt.

Der Plattenblitzableiter (Fig. 10) beſteht aus einem mit erhöhten Längsſeiten verſehenen Meſſingrahmen, welcher an einer Längsſeite eine Klemme zur Befeſtigung der Erdleitung trägt. Auf den tiefer liegenden Querſeiten des Meſſingrahmens ſind zwei Leitungsplatten feſtgeſchraubt. Zur Iſolierung dieſer Leitungsplatten von dem mit Erde verbundenen Meſſingrahmen ſind zwiſchen dieſem und den Platten zwei Ebonitunterlagen eingeſchoben und die Befeſtigungsſchrauben mit Ebonithülſen umgeben. Die Leitungsplatten haben auf der oberen Fläche ſcharf geſchnittene Querriffeln, deren obere Kanten ſämtlich in derſelben Ebene liegen. Die vorderen an den Leitungsplatten befindlichen Klemmſchrauben dienen zur Befeſtigung der Apparatzuführungen; an die hinteren Schrauben werden die Einführungsdrähte der Leitungen gelegt. An den vier Ecken des Rahmens ſind Erhöhungen angebracht, auf welchen die mit ſcharfgeſchnittenen Längsriffeln verſehene Meſſingdeckplatte in einer ſolchen Höhe ruht, daß die äußerſten Kanten ihrer Riffelungen $^1/_4$—$^1/_2$ mm von den oberen Kanten der rechtwinklig dazu laufenden Riffelungen der Leitungsplatten entfernt ſind. Zur Herſtellung der im Plattenblitzableiter auszuführenden Verbindungen — Direktverbindung beider Leitungen, Erdverbindung für eine oder beide Leitungen — dienen ein Stöpſel und die teils in dem Rahmen, teils in den Leitungsplatten befindlichen Stöpſellöcher mit den entſprechenden Durchbohrungen der Deckplatte.

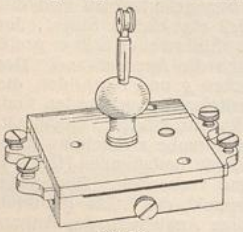


Fig. 10.

Der Einfachſtangenblitzableiter (Fig. 11 und 12) ſtellt eine dem beſonderen Zwecke angepaßte Form des Plattenblitzableiters dar. Zwei Ebonitglocken *A* und *B*, von denen

die äußere *A* auf der kreisförmigen Kopffläche die mit Riffeln verſehene meſſingene Leitungsplatte *C* trägt, ſind unter Verwendung von Gummizwiſchenlagen durch einen Dorn aneinander gepreßt, welcher mit einem Schraubengewinde in die Leitungsplatte eingreift. An dem aus der Doppelglocke hervorragenden unteren Ende des Dornes ſitzt eine Klemmſchraube zur Aufnahme der Leitungszuführung. Ein ſtarker Meſſingring *D* umfaßt den Kopf der äußeren Ebonitglocke und iſt mit drei Schrauben an ihm befeſtigt. Auf dem mit der Erdleitung in Verbindung ſtehenden Meſſingringe ruht die an der Unterſeite mit kreisförmigen Riffeln verſehene Erdplatte *E*, von der Leitungsplatte durch einen Luftzwiſchenraum getrennt. Den Abſchluß bildet die meſſingene Deckelkapſel *F*, die mittels Bajonettverſchluſſes auf dem Meſſingringe befeſtigt wird und mit ihrer Mitte ſich auf die nach oben leicht gewölbte Erdplatte legt. Zur Befeſtigung des Stangenblitzableiters dient ein am Meſſingringe befindlicher kräftiger Anſatz aus Meſſing, der in einer Holzſchraube endigt und noch durch ein dreieckiges Meſſingſtück verſtärkt wird. Das dreieckige Verſtärkungsſtück enthält eine ovale Bohrung zur Aufnahme der Erdleitungsdrähte, welche mittels einer Schraube, die zwiſchen die Drähte greift, eingeklemmt werden.

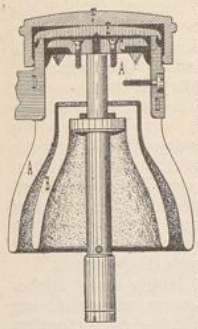


Fig. 11.

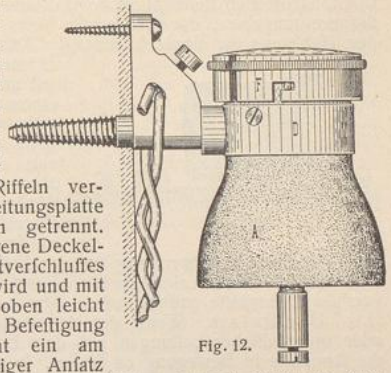


Fig. 12.

Der Vielfachſtangenblitzableiter von C. F. Lewert, Berlin, beſteht aus einer Anordnung von ſieben oder vierzehn geriffelten Blitzableiterplatten auf einer gemeinſchaftlichen Grundplatte. Als Erdplatte dient eine mittels vier Flügelmuttern auf die Grundplatte aufgeſchraubte Deckplatte aus Meſſing, die auf der Innenſeite quer zu den Riffelungen der Leitungsplatten geriffelt iſt.

Neuerdings verwendet man auch vielfach Luftleerblitzableiter. In einer leichten Dreifachglocke aus Ebonit (Fig. 13a) iſt eine Luftleerpatrone (Fig. 13b) angeordnet. Dieſe beſteht aus einer luftleeren Glashülſe, die an jedem Ende mit einer Metallkappe verſehen iſt und innen eine feine Spannungsſicherung enthält, die durch zwei, in ſehr geringem Abſtande voneinander befindliche geriffelte Kohlenblöckchen gebildet wird. Die metalliſchen Halter der Kohlen ſind mit den Kappen verlötet. An die Kappen ſind noch je zwei Meſſingſtreifen angelötet, die bis zur Mitte des äußeren Randes der Glashülſe reichen, ſich hier durch einen ſchmalen Luftſpalt getrennt gegenüberſtehen und ſo einen Schneidenblitzableiter bilden. Letzterer ſchützt die Leitung auch dann, wenn der Kohlenblitzableiter innerhalb der Patrone zerſtört ſein ſollte. Mit ihren Meſſingkappen wird die Luftleerpatrone in zwei trichterförmige federnde Hülſen aus Meſſingblech ſo eingepreßt, daß eine gut leitende Verbindung entſteht. Die untere Trichterhülſe *H* (Fig. 13c) ruht auf einer den innerſten Hohlraum der Ebonitglocke abſchließenden Meſſingplatte, die einen Meſſingdorn *D* trägt. Der Dorn iſt mit Oeffnung und Preßſchraube zum Anſchließen der Erdleitungsdrähte verſehen. Die obere Trichterhülſe ſteht mit der auf dem Kopf der Ebonitglocke befindlichen Klemmſchraube *K* für die Leitung in Verbindung. Die Anſchaltung an die Leitung erfolgt nach Fig. 14.

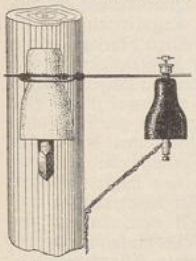


Fig. 14.

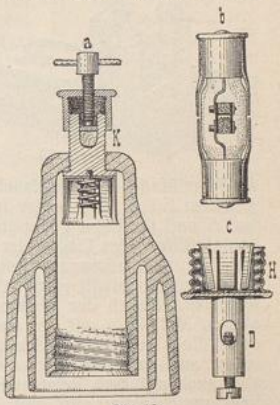


Fig. 13.

Die Umſchalter dienen zur Vornahme der im Betrieb erforderlich werdenden Veränderungen in den Stromwegen und beſtehen allgemein aus einem Syſtem von größeren oder kleineren Metallſchienen, welche iſoliert voneinander auf Holzrahmen oder Grundbrettern befeſtigt ſind, und von denen eine jede mit Hilfe von Metallſtöpſeln oder Metallkurbeln mit einer oder mehreren der übrigen Schienen in leitende Verbindung gebracht werden kann. Auf großen Telegraphenämtern kommen außerdem noch Klinkenumſchalter nach Art der Fernſprechumſchalter zur Verwendung, bei denen die erforderlichen Leitungs- und Batterieumſchaltungen mit Hilfe von Stöpſelſchnüren erfolgen.

Die künſtlichen Widerſtände dienen zur Vergrößerung des Widerſtandes einer Leitung, wo dies zur Erzielung beſtimmter Stromſtärken notwendig iſt. Die Widerſtände werden jetzt aus iſoliertem Manganindrahte in Größen von 500, 800, 1000 und mehr Ohm angefertigt. Der mit feiner Seide umſponnene Manganindraht iſt in vielen Windungen auf eine Holzſpule aufgewickelt, die gegen äußere Beſchädigungen durch einen Meſſingmantel geſchützt wird.

Die Induktanzrolle für den Telegraphenbetrieb (Fig. 15) wird auch Graduator oder Gegenſtromrolle genannt und findet auf längeren unterirdiſchen Morſeleitungen zur Aufhebung der in dieſen beſonders ſtark auftretenden Entladungsſtröme Verwendung; in langen

oberirdiſchen oder unterirdiſchen Klopferleitungen dient ſie zur Beſeitigung des Rückſchlags. Sie beſteht aus einer mit vielen Umwindungen aus feinem iſoliertem Kupferdraht verſehenen Holzſpule *A*, die an einer ſenkrecht aufgeſtellten Platte *B* aus dicht nebeneinander gelegten Eiſenblechſtreifen befeſtigt iſt. Die Spule iſt von einem Mantel *C* aus feinen lackierten Eiſendrähten umgeben, die ſich in der Mitte des Mantels zu einem Bündel *D* vereinigen, das in den Hohlraum der Spule hineinragt. Mittels einer Zahnſtange und eines Triebes läßt ſich der Eiſenmantel ſo weit verſchieben, daß er mit Rand und Kern feſt an der ſenkrechten Eiſenplatte anliegt oder daß er in einem beliebigen Abſtande von ihr bleibt. Die Induktanzrolle wird mit der Leitung als dauernde Abzweigung zur Erde verbunden; ſie wird daher bei jeder Stromſendung von einem Zweigſtrome durchfloſſen, der eine kräftige Magnetiſierung des die Rolle umgebenden Eiſens bewirkt. Wird der Strom unterbrochen, ſo ſchwindet der Magnetismus. Durch dieſes Verſchwinden entſteht in den Drahtwindungen ein Induktionsſtrom, der Oeffnungsextraſtrom. Dieſer iſt dem nach der Stromunterbrechung aus der Leitung abfließenden Entladungsſtrom entgegengerichtet und hebt letzteren bei richtiger Einſtellung der Reguliervorrichtung auf. Je weiter der Eiſenmantel von der Eiſenplatte entfernt wird, deſto geringer iſt der in der Rolle erzeugte Gegenſtrom.

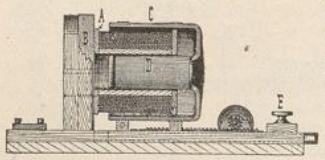


Fig. 15.

Die Relais. Wenn der elektriſche Strom nach dem Durchlaufen langer oberirdiſcher oder unterirdiſcher Leitungen auf dem Empfangsamte nicht mehr ſtark genug ankommt, um die Apparate in Bewegung zu ſetzen, ſo wird an Stelle des Empfangsapparates ein beſonders empfindlich konſtruierter Elektromagnet mit leichtem Anker und Metallhebel — ein Relais — eingeſchaltet. Dies geſchieht entweder am Ende der Leitung auf dem Empfangsamte oder unterwegs bei einem Uebertragungsamte. Das Relais hat den Zweck, durch Bewegung ſeines Ankerhebels einen zweiten Stromkreis, den Ortsſtromkreis, oder bei Uebertragungsämtern einen zweiten Linienſtromkreis zu ſchließen und zu öffnen und die in dieſe Stromkreiſe eingeſchalteten Apparate zum Anſprechen zu bringen. Das Relais übernimmt alſo gleichſam die Rolle einer zweiten Taſte, die nicht unmittelbar vom gebenden Telegraphiſten, ſondern durch den von ihm entſandten Strom in Tätigkeit geſetzt wird. Eines der gebräuchlichſten Relais — das deutſche polariſierte Relais — wird durch Fig. 16 veranſchaulicht. Auf einer hölzernen Grundplatte iſt ein aus zwei aufeinander liegenden Stahlblättern zuſammengeſetzter Hufeiſenmagnet *A* befeſtigt. Auf den Polenden des Magnets ſind die mit Polſchuhen verſehenen Elektromagnetkerne aus weichem Eiſen lotrecht aufgeſchraubt. Die Elektromagnetumwindungen aus feinem, mit Seide umſponnenem Kupferdrahte enden an den Klemmenſchienen *B*. Rechts neben den Magnetrollen iſt der Ankerträger auf dem Hufeiſenmagnet und dem Grundbrett unter Zwiſchenſchaltung einer Ebonitunterlage befeſtigt. Der Ankerträger beſteht aus zwei Meſſingſtändern, die durch eine auf ihren oberen Kanten aufgeſchraubte Querverbindung zuſammengehalten werden. Ein auf die Querverbindung aufgeſetztes Meſſingrohr *D* umſchließt die Regulierſchraube für die Abreißfeder des Relaishebels. Dieſer trägt gegenüber den Polſchuhen einen Flachanker aus weichem Eiſen. Das andre freie Ende des Hebels reicht bis zwiſchen die Kontaktſchrauben *E* und *F* und iſt ihnen gegenüber mit Platinplättchen belegt. Die Kontaktſchrauben tragen Platinakontaktſtifte. Der Träger der Kontaktſchrauben — Kontaktſäule — beſteht aus zwei durch eine Ebonithülſe voneinander iſolierten Metallarmen, einem durchbohrten Ständer und der dieſe drei Teile zuſammenhaltenden Schraube. Von dem unteren Ende der Schraube führt ein ſtarker Kupferdraht nach der Klemmſchiene *G*; dieſe iſt alſo über die Verbindungsſchraube und den oberen Metallarm mit der oberen Kontaktſchraube verbunden. Durch je einen ſtarken Kupferdraht ſteht ferner die Klemmſchiene *H* mit dem durchbohrten Ständer der Kontaktſäule und daher auch mit der unteren Kontaktſchraube, und die Klemmſchiene *J* mit dem Ankerträger, alſo auch mit dem Relaishebel in leitender Verbindung. Vor den Polen des Hufeiſenmagnets liegt verſchiebbar eine mit einem Meſſingknopf verſehene, vorn zugeſpitzte Eiſenſchiene — der Schwächungsanker —, welcher dazu dient, die Anziehungskraft des Stahlmagnets nach Bedarf zu ändern. Das Relais wird auf Anziehen oder Abſtoßen des Ankers eingeſchaltet. Im erſteren Falle liegt der Ankerhebel bei ruhendem Verkehr an der oberen Kontaktſchraube. Die Richtung des Linienſtroms iſt ſo zu wählen, daß er die Anziehungskraft des Magnets verſtärkt. Der ankommende Strom zieht alsdann den Anker an und legt ihn gegen die untere Kontaktſchraube, wodurch der neue Stromkreis geſchloſſen und das am Relais eingehende Zeichen in dieſen Stromkreis übertragen wird. Iſt das Relais auf Abſtoßung des Ankers eingeſchaltet, ſo muß der Anker bei ruhendem Verkehr durch die Kraft des Stahlmagnets an der unteren Kontaktſchraube feſtgehalten werden. Der Linienſtrom muß dann ſo gerichtet ſein, daß er die Anziehungskraft des Stahlmagnets ſchwächt. Bei dem jedesmaligen Auftreten eines Linienſtromes wird daher der Anker von dem Elektromagnet losgelaſſen und durch die Abreißfeder gegen die obere Kontaktſchraube geſchnellt, wodurch der neue Stromkreis über dieſe Schraube, das Ankergeſtell und den Relaishebel geſchloſſen wird.

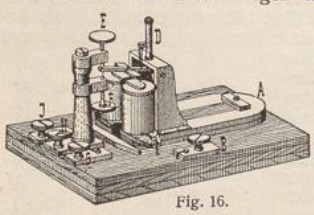


Fig. 16.

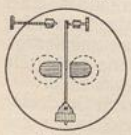


Fig. 17.

Vielfach in Gebrauch befindet ſich auch das polariſierte Relais von Siemens (Fig. 17). Es beſteht aus einem rechtwinklig gebogenen Dauermagnet, auf deſſen wagerechtem Schenkel das aus zwei Drahtrollen mit Kernen und verſtellbaren Polſchuhen gebildete Elektromagnetſyſtem aufgeſetzt und in deſſen ſenkrechtem Schenkel die eiſerne Relaiszunge horizontal drehbar ſo angebracht iſt,

daß ſie zwiſchen den Polſchuhen und zwiſchen den verſtellbaren und auf einem Schlitten verſchiebbaren Kontaktſchrauben ſchwingt. Das zwiſchen den Kontaktſchrauben ſchwingende Zungenende beſteht aus Neuſilber. Stehen die Elektromagnetkerne auf dem Nordpol des Winkelmagnets, ſo ſind ſie an ihren Polſchuhen ebenfalls nordmagnetiſch, während die in dem Südpol des Dauermagnets eingelagerte Relaiszunge ſüdmagnetiſch iſt. Ein durch die Windungen des Elektromagnetſyſtems fließender Strom ſucht den einen Kern nordmagnetiſch, den andern ſüdmagnetiſch zu machen. Da aber beide Kerne Nordmagnetismus haben, ſo wird der eine Kern ſtärkeren Magnetismus erhalten als der andre und die Relaiszunge anziehen. Hört dann der Strom auf, ſo erhalten beide Polſchuhe wieder gleichen Magnetismus, und die Relaiszunge legt ſich wieder gegen den Ruhekontakt. Zu dieſem Zweck iſt der betreffende Polſchuh ſo eingeſtellt, daß er der Zunge auch in der abgelenkten Lage etwas näher liegt als der andre Polſchuh. Die Arbeit der Abreißfeder wird alſo bei dieſem Relais durch den Dauermagnetismus der Kerne verrichtet.

Relais mit weit empfindlicheren Magnetſyſtemen, wie z. B. das polariſierte Relais mit Flügelanker und das polariſierte Relais mit drehbaren Elektromagnetkernen, kommen hauptſächlich im Kabelbetriebe zur Verwendung.

Betriebsſchaltungen für Morſetelegraphen.

a) Ruheſtrombetrieb. Er kommt nur für oberirdiſche Leitungen zur Anwendung, in denen

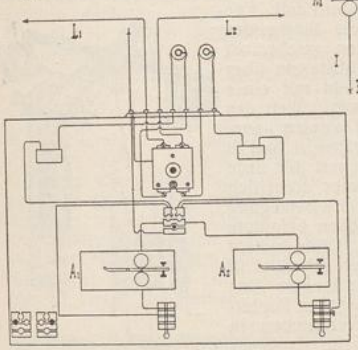


Fig. 19.

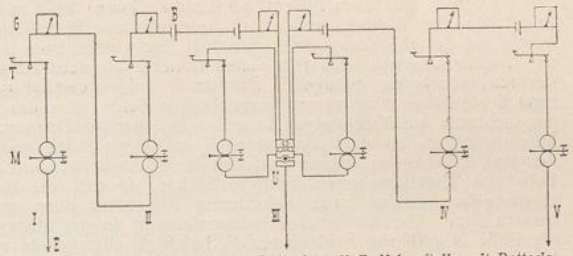


Fig. 18. I Endſtelle ohne Batterie. II Zwiſchenſtelle mit Batterie. III Trennſtelle mit Batterie. IV Zwiſchenſtelle ohne Batterie. V Endſtelle mit Batterie. *M* Morſeſchreiber. *T* Taſte. *G* Galvanoſkop. *B* Batterie. *U* Umſchalter (ſchwarzes Loch geſtöpſelt = Trennſtelle). *E* Erde.

kein ſtarker Verkehr abgewickelt wird und in die deshalb auch eine größere Anzahl Telegraphenanſtalten eingeſchaltet werden können. Die Schaltung der einzelnen Anſtalten erfolgt nach Maßgabe des Schemas Fig. 18, in welcher zur Vereinfachung der Blitzableiter weggelaſſen iſt. Die Leitung führt zuerſt durch den Blitzableiter; dies gilt für beide Leitungszweige, wie Fig. 19 für die Apparattiſchſchaltung einer Trennanſtalt in einer Ruheſtromleitung veranſchaulicht. Beim Ruheſtrombetrieb wird die vordere Schiene der Taſte — Arbeitsſchiene — unbenutzt, d. h. ohne Drahtverbindung gelaſſen und die Telegraphierbatterie ſtets in die Leitung eingeſchaltet.

Trennämter (Fig. 19) werden in langen Ruheſtromleitungen eingerichtet, um die Leitung nach Bedarf in mehrere für ſich betriebsfähige Abſchnitte zerlegen zu können. Als Hilfsapparat iſt ein Umſchalter erforderlich; bei Stöpſelung des Loches zwiſchen Mittelſchiene und unterer Schiene des Umſchalters, wie in der Fig. 19 angegeben, arbeitet die Anſtalt als Trennſtelle; jede Leitung iſt als Endſtelle mit Batterie geſchaltet. Bei Stöpſelung eines der Löcher zwiſchen den beiden oberen Schienen und der Mittelſchiene wird das Amt als Zwiſchenſtelle geſchaltet; wird das linksſeitige Loch geſtöpſelt, ſo iſt der rechtsſeitige Apparat A_2 in die Leitung L_1 L_2 eingeſchaltet, bei Stöpſelung des rechtsſeitigen Loches der linksſeitige Apparat A_1.

b) Arbeitsſtrombetrieb. Bei ruhender Taſte fließt kein Strom in die Leitung. Erſt beim Niederdrücken der Taſte, wodurch man den einen Pol der Batterie, die mit dem andern Pole an Erde liegt, mit der Leitung verbindet, fließt Strom in dieſe. Dabei wird der Schreibapparat der telegraphierenden Station von der Leitung getrennt. Der ankommende Strom fließt auf

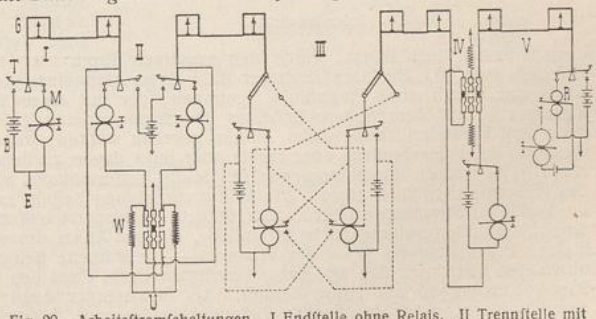


Fig. 20. Arbeitsſtromſchaltungen. I Endſtelle ohne Relais. II Trennſtelle mit zwei Schreibapparaten (ſchwarzes Loch geſtöpſelt: Trennſtelle; Loch links daneben: linker Apparat in Durchſprechſtellung, Loch rechts daneben: rechter Apparat in Durchſprechſtellung). III Uebertragung mit zwei Schreibapparaten (Kurbeln bei dem Umſchalter nach links: Trennſtellung, bei dem Umſchalter nach rechts: Uebertragungsſtellung, wobei der Stromlauf durch die geſtrichelten Linien dargeſtellt wird). IV Trennſtelle mit einem Schreibapparat (ſchwarze Löcher geſtöpſelt: Durchſprechſtellung; Loch 1, 5, 7 oder 3, 4, 6 geſtöpſelt: Trennſtellung). V Endſtelle mit Relais. *M* Morſeſchreiber. *T* Taſte. *G* Galvanoſkop. *B* Batterie. *U* Umſchalter. *W* Widerſtand. *R* Relais.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Empfangsſtation über die in der Ruhelage befindliche Taſte zum Schreibapparat und zur Erde; die danebenliegende Batterie iſt hier von der Leitung getrennt. Das Stromlaufſchema für die am meiſten in der Praxis bei oberirdiſchen Leitungen in Betracht kommenden Schaltungen gibt Fig. 20 auf S. 441. Auf den Trennämtern muß die Schaltung ſo getroffen werden, daß in jedem Falle gleiche Stromſtärke die Apparate beeinflußt. Zu dieſem Zwecke werden durch entſprechende Stöpſelung in den Umſchaltern *U* Widerſtände *W* derart eingeſchaltet, daß der Wert des eingeſchalteten Widerſtandes jeweils dem Leitungswiderſtande des abgeſchalteten Leitungszweiges entſpricht. Wenn, wie es meiſt der Fall iſt, die Zwiſchenſtelle II nicht gleichweit von I und III entfernt iſt, ſo muß von der Geſamtbatterie in II eine kleinere Batterie für die kürzere Leitungsſtrecke abgezweigt werden. — Unterirdiſche Leitungen werden nur mit Arbeitsſtrom betrieben; wegen ihrer hohen Ladungsfähigkeit ſchaltet man jedoch die Farbſchreiber nicht unmittelbar, ſondern mittels Relais in die Leitungen ein, als weitere Hilfsmittel zur Abſchwächung der Ladungserſcheinungen kommen für längere Leitungen noch Induktanzrollen in Benutzung.

b) Der Heberſchreiber oder Siphonrekorder.

Der von William Thomſon (Lord Kelvin) 1867 in Glasgow erfundene Heberſchreiber findet für den Betrieb der langen unterſeeiſchen Kabellinien Verwendung. Seine Wirkung beruht auf der Ablenkung eines von dem Telegraphierſtrom durchfloſſenen Multiplikatorrahmens durch einen Magnet. Ein ſehr feiner iſolierter Kupferdraht iſt in vielen Windungen zu einem leichten, rechteckig gebogenen Rahmen *R* aufgewickelt (Fig. 21). Der Drahtrahmen hängt an zwei Seidenfäden *F* in einem magnetiſchen Felde, das durch einen ſehr großen und ſtarken, aus mehreren hufeiſenförmigen Lamellen beſtehenden Dauermagnet *M* und ein in den Rahmen hineinragendes, an dem Apparatgeſtell befeſtigtes Stück weiches Eiſen *E* gebildet wird, das den magnetiſchen Widerſtand zwiſchen den Polen vermindern ſoll. Die Pole des Hufeiſenmagnets ſind verſtellbar, ſo daß die Stärke des magnetiſchen Feldes nach Erfordernis vergrößert oder geſchwächt werden kann. An der unteren Rahmenſeite iſt in der Mitte ein über die Rolle *O* geführter Seidenfaden F_1 befeſtigt; dieſer ſteht mit einer regelbaren Spiralfeder in Verbindung, wodurch die Beweglichkeit des Rahmens der jeweiligen Sprechgeſchwindigkeit angepaßt werden kann. Der Telegraphierſtrom wird dem Rahmen durch die Drähte *A* und *B* zugeführt; der eine Draht iſt mit der Leitung, der andre mit der Erde verbunden. Je nach der Richtung des Telegraphierſtromes dreht ſich der Drahtrahmen nach der einen oder der andern Seite. Die Bewegung des Rahmens übertragen zwei an den oberen Rahmenecken befeſtigte gleichlange Seidenfäden $F_2 F_3$ auf die Schreibvorrichtung. Dieſe beſteht aus einem äußerſt leichten Glasheber *H*, deſſen kürzerer Schenkel in ein mit Anilinblaulöſung gefülltes Gefäß eintaucht. Der längere Arm ſchwebt dicht über dem ſich von unten nach oben bewegenden Papierſtreifen. Durch eine Vibriervorrichtung wird das Heberröhrchen in gleichmäßige zitternde Bewegung verſetzt, ſo daß die Farbe als feiner Regen aus der das Papier nicht berührenden und daher keine Reibung erleidenden Spitze des Hebers gegen das Papier getupft wird.

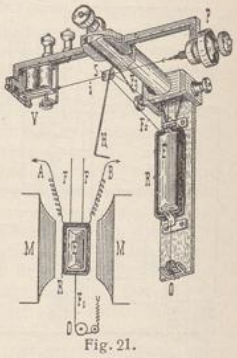


Fig. 21.

Solange der Drahtrahmen ſich in der Ruhelage befindet, entſteht in der Mitte des Papierſtreifens eine gerade, punktierte Linie. Eine Ablenkung des Drahtrahmens nach der einen oder der andern Seite erzeugt auf dem ſich fortbewegenden Papierſtreifen eine wellenförmige Linie — die Rekorderſchrift. Eine Ablenkung der Schriftlinie durch den poſitiven Strom nach oben bedeutet einen Punkt, durch den negativen Strom nach unten einen Strich des Morſealphabets (vgl. Fig. 22). Der Glasheber iſt in einem Aluminiumſattel durch Wachs befeſtigt. Der Sattel wird durch einen Platindraht *i* getragen, der mit einem Ende an dem Ankerhebel des Vibrators *V*, mit dem andern Ende an der Spannvorrichtung *P* befeſtigt iſt. Durch letztere kann dem Platindraht eine ſolche Torſion gegeben werden, daß das Heberende entweder auf die Mitte des Papierſtreifens oder rechts oder links davon zu ſtehen kommt. Durch die Seidenfäden $F_2 F_3$ werden die Bewegungen des Multiplikatorrahmens auf den Sattel *S* und damit auf das Heberröhrchen übertragen. Die Vibriervorrichtung beſteht aus zwei Elektromagneten, die in demſelben Stromkreiſe liegen. Der ſeitlich am Apparat befindliche größere Magnet erzeugt durch Selbſtunterbrechung raſche Stromſtöße, die den Anker des vorn am Apparat angebrachten kleinen Elektromagnets *V* — des Vibrators — in ſchnelle Schwingungen verſetzen. Letztere übertragen ſich durch den am Anker befeſtigten Draht *i* auf den Heber, der infolgedeſſen das Papier fortwährend mit Farbe betupft. Als Stromſender dient gewöhnlich eine Doppeltaſte, deren vordere, unter den beiden Taſtenhebeln liegende Schiene mit dem einen Batteriepole und deren hintere Schiene, gegen welche im Ruhezuſtande die beiden Taſtenhebel anliegen, mit dem andern Pole der Batterie verbunden iſt. Wird ein Taſtenhebel gedrückt, ſo verbindet er z. B. den poſitiven Batteriepol mit der Leitung, während der negative Pol über den ruhenden andern Hebel mit der Erde verbunden bleibt. Um die Telegraphiergeſchwindigkeit zu erhöhen, verwendet man auch einen automatiſchen Gebeapparat, den ſogenannten Curbſender. Seine Wirkſamkeit beruht darauf, daß den einzelnen Zeichen ein oder mehrere kurze Stromſtöße, entgegengeſetzt dem Telegraphierſtrom, nachgeſandt werden, wodurch die Amplituden der

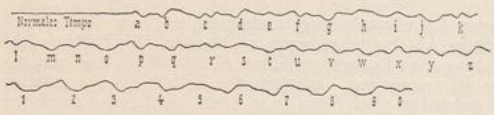


Fig. 22. Rekorderſchrift.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stromwellen verringert werden. Zumeiſt werden die mit Heberſchreibapparaten betriebenen langen Seekabel nach der Harwoodſchen Schaltung zum Gegenſprechen eingerichtet [1].

c) Der Undulator.

Der von Severin Lauritzen in Kopenhagen konſtruierte Undulator iſt wie der Siphonrekorder ein Wellenlinienſchreiber; er findet für den Betrieb auf Seekabeln mittlerer Länge Verwendung. Der Apparat mit polariſiertem Elektromagnet iſt ſehr empfindlich und arbeitet als Empfänger noch ſicher auf Kabellinien bis zu 800 km Länge; als Geber dient meiſtens Wheatſtones automatiſcher Sender, ſeltener eine Handtaſte mit Vorrichtung zur Entſendung von Gegenſtrömen. Durch den Telegraphierſtrom wird ein leichter, mit einem Farbröhrchen verbundener Anker in Drehbewegung verſetzt. Der Anker beſteht aus zwei flügelartigen dünnen, mit ungleichnamigen Polen zuſammengeſetzten Magnetſtäben; er ſchwingt um eine ſenkrechte Achſe innerhalb der Polſchuhe zweier aufrechtſtehender Magnetrollen. Der Abſtand der Magnetrollen voneinander kann durch eine Schraubenvorrichtung reguliert werden. Innerhalb des durch die Polſchuhe begrenzten Raumes wird der Anker durch Spiralfedern in einer mittleren Lage gehalten. Die Bewickelung der Elektromagnetrollen iſt ſo gewählt, daß ein Strom die gegenüberliegenden Polſchuhe ungleichnamig magnetiſiert. Beide Polſchuhpaare wirken dann im gleichen Sinne drehend auf die Ankermagnete. Bei Umkehr der Stromrichtung kehrt ſich auch die Drehrichtung um. Mit der Achſe des Ankers iſt ein heberförmig gebogenes feines Glasröhrchen verbunden, deſſen kürzeres Ende in einen Tintenbehälter taucht, während das längere auf dem abrollenden Papierſtreifen hin und her geht und die Undulatorſchrift liefert. Für dieſe gilt das gewöhnliche Morſealphabet; es treten die Punkte und Striche der Undulatorſchrift als kürzere und längere Abweichungen von der Mittellinie nach oben hervor, während die Abweichungen nach unten die Zwiſchenräume zwiſchen den einzelnen Schriftzeichen darſtellen. Der Undulator kann auch zur Erzeugung von Rekorderſchrift benutzt werden; als Sender dient dann die Doppeltaſte, und es ſtellt die durch den poſitiven Strom hervorgebrachte Ablenkung nach oben den Punkt und die vom negativen Strom nach unten hervorgebrachte den Strich des Morſealphabets dar.

d) Der Kapillartelegraph.

Der von James Armſtrong und Axel Orling in England vor kurzem erfundene Apparat kann als Empfänger an Stelle des Heberſchreibers beim Betriebe langer Seekabel verwendet werden. Seine Konſtruktion beruht auf den minimalen Bewegungen eines Queckſilberfadens in einem Haarröhrchen, die von der Polariſation an der Berührungsfläche zwiſchen Queckſilber und Elektrolyt hervorgerufen werden. Der Hauptteil des Apparats wird durch Fig. 23 in ſenkrechtem Durchſchnitt dargeſtellt. *T* iſt eine Queckſilberröhre, deren unteres, haarförmig ausgezogenes Ende in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelſäure taucht. Am Boden des Gefäßes befindet ſich Queckſilber; dieſes tritt ſeitlich in eine kommunizierende, oben offene Röhre über, in die ein blanker Draht zur Herſtellung der elektriſchen Verbindung eingeführt wird. Den Stromweg zum Queckſilber in der Glasröhre vermittelt ein in letztere eingeſchmolzener Platindraht *a*. Das übrige Röhrenwerk dient dazu, den Stand des Queckſilbers in der Glasröhre *T* ſo einzuſtellen, daß die Berührungsfläche zwiſchen Queckſilber und verdünnter Schwefelſäure im Ruhezuſtande in der Mitte des wagerechten Teiles des Haarröhrchens liegt. Die Einſtellung bleibt konſtant; die Berührungsfläche kehrt mit großer Genauigkeit immer wieder auf den „Nullpunkt“ zurück. Sie verläßt dieſen Punkt, ſobald zwiſchen Queckſilber und dem Elektrolyt infolge von Polariſation Unterſchiede in der Oberflächenſpannung auftreten; je nach der Polarität rückt das Queckſilber dann gegen das Ende des Haarröhrchens vor oder entfernt ſich von ihm. Man kann alſo, wenn man Morſezeichen telegraphiert, das Queckſilber in dem Haarröhrchen nach der Art der Zeichen vorrücken und zurücktreten laſſen. Die Zeichen werden ſichtbar gemacht, indem man mittels eines Projektionsapparates das vergrößerte Bild des Queckſilberfadens auf ein ſich fortbewegendes lichtempfindliches Papier fallen läßt. Fig. 24 gibt ſolche photographiſche Schrift wieder, und zwar ſtellt *b* die Morſeſchrift in einer oberirdiſchen und *c* diejenige in einer Kabelleitung dar; Morſeſtriche und Punkte ſind hinzugefügt.



Fig. 24.

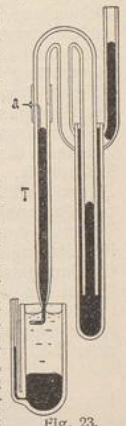


Fig. 23. Kapillartelegraph.

2. **Drucktelegraphen** [1]. Man unterſcheidet Buchſtaben- oder Typendrucktelegraphen und Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift. Die Typendrucker drucken das Telegramm entweder in gewöhnlichen Buchſtaben oder, wie z. B. Jaites Fernſchreiber, die indes keine praktiſche Bedeutung erlangt haben, in verabredeten Schriftzeichen. Der wichtigſte Drucktelegraph, der ſich bei faſt allen Telegraphenverwaltungen eingebürgert hat, iſt der Hughes-Typendrucker. Zu den Drucktelegraphen gehören auch: der Ferndrucker von Siemens & Halske ſowie deſſen Vorläufer, der Börſendrucker (ſ. Ferndrucker), ſowie der Schnelltelegraph von Creed, der Schnelldrucktelegraph von Buckingham, der Schnelltelegraph von Murray und der Schnelltelegraph von Siemens & Halske, die bei 4. (Maſchinentelegraphen) zur Beſprechung kommen. Ferner rechnen dazu der Baudot-Telegraph und Rowland-Telegraph, die in der Regel für den Mehrfachbetrieb von Telegraphenleitungen Verwendung finden; (ſ. 5. Mehrfachtelegraphie).

Der Hughestypendrucker.

Der von Hughes 1856 erfundene Typendruckapparat gibt die Telegramme auf dem Papierſtreifen in gewöhnlicher Druckſchrift wieder. Er wird ſowohl als Sender wie als Empfänger

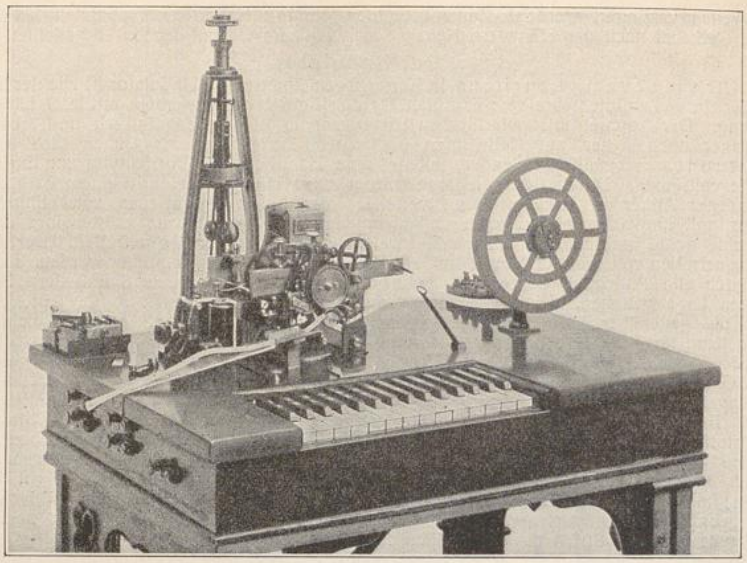


Fig. 25. Hughes-Typendrucker.

benutzt. An jedem der beiden durch eine Telegraphenleitung verbundenen Apparate wird ein Stahlrad — das Typenrad —, das an feinem äußeren Rande die erforderlichen Buchſtaben, Zahlen und Unterſcheidungszeichen trägt, durch ein Räderwerk derart in eine beſtändige und gleichförmige Drehung verſetzt, daß beide Typenräder in ihrem Umlaufe genau übereinſtimmen und von beiden jederzeit die gleiche Type ſich der unterhalb des Rades angebrachten Druckvorrichtung gegenüber befindet. Beim Telegraphieren wird durch die Einwirkung des elektriſchen Stromes auf das Elektromagnetſyſtem des Apparats, infolge mechaniſcher Uebertragung der Bewegung des Ankerhebels, die Druckvorrichtung mit dem darüberliegenden Papierſtreifen in dem Augenblick gegen das Typenrad geſchnellt, in welchem die Type des telegraphierten Zeichens die Druckſtellung erreicht hat. Zur Entſendung der Telegraphierſtröme dient ein Taſtenwerk. Durch Niederdrücken der einzelnen Taſten, welche den verſchiedenen Buchſtaben, Zahlen und Zeichen entſprechen, wird jedesmal ein Strom in die Leitung geſendet, ſobald das zu telegraphierende Zeichen des Typenrads ſich auf beiden Seiten in Druckſtellung befindet. Aeltere Apparate ſind mit Gewichtsantrieb, neuere (Fig. 25) mit Motorantrieb verſehen. Zur Regulierung der Geſchwindigkeit des Laufwerks dient eine Vorrichtung nach Art der Regulatoren für Dampfmaſchinen, beſtehend aus einer Bremſe und einem Doppelpendel. Das Elektromagnetſyſtem des Hughesapparats beſteht aus einem hufeiſenförmigen Stahlmagneten, auf deſſen Pole zwei von paraffinierten Drahtſpulen mit etwa 1200 Ohm Geſamtwiderſtand umgebene hohle Kerne von weichem Eiſen aufgeſchraubt ſind, ferner aus einem flachen Eiſenanker, der mittels eines T-förmigen Anſatzſtückes zwiſchen zwei Meſſingſtändern *A* (Fig. 26) drehbar gelagert iſt.

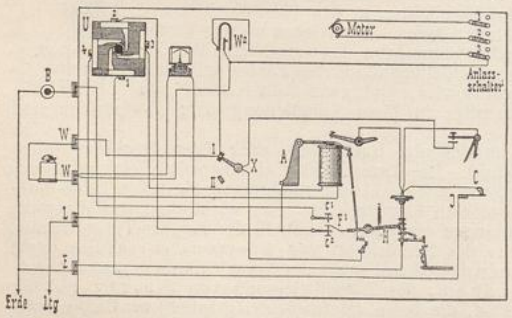


Fig. 26.

Der Anker liegt für gewöhnlich auf den Polſchuhen der Eiſenkerne auf. Die von der Ankerachſe nach unten gerichteten beiden ſtählernen Blattfedern dienen als Abreißfedern. Richtung und Stärke des Telegraphierſtromes ſind ſo zu bemeſſen, daß der in den Kernen des Elektromagneten vorhandene Dauermagnetismus nicht ganz aufgehoben, ſondern nur ſo weit geſchwächt wird, daß der Druck der Ankerfedern den Anker gegen den über ihm angeordneten Auslöſehebel emporſchnellen kann; dazu genügt ſchon eine Stromſtärke von 0,012 Ampère. Sobald ein Telegraphierſtrom den Anker gegen den Auslöſehebel ſchnellt, wird durch dieſen die Schwungradachſe des Apparates mit der Druckachſe verkuppelt, die Druckrolle mit dem Papierſtreifen gegen das Typenrad gelegt und der Abdruck des Zeichens bewirkt. Die Entkupplung von Druck- und Schwungradachſe nach Abdruck des Zeichens erfolgt auf mechaniſchem Wege; mit ihr wird auch der Auslöſehebel in die Ruhelage zurückgeführt. Näheres ſ. [1]. Entſprechend der Einrichtung des Typenrads beſitzt das Taſtenwerk für die Stromſendung 28 Taſten, die wie

bei einem Klavier in zwei Reihen angeordnet sind. Die Tasten dienen als Buchstaben- oder als Ziffertasten. Die Umstellung des Typenrades in Buchstaben bezw. Zifferndruck erfolgt durch Niederdrücken der ersten bezw. sechsten Taste der unteren Reihe; diese Tasten werden Buchstabenweiß und Ziffernweiß genannt. Die hinteren Enden der Tastenhebel greifen in die Ausschnitte der sogenannten Stiftbüchse, die in einem kreisförmigen Ausschnitte des Apparattisches eingelassen ist und mit ihrer Deckplatte etwas über die Tischfläche hervorragt. Der Deckel der Stiftbüchse ist nahe seinem Rande mit 28 im Kreise liegenden, länglichen Löchern versehen. In diesen Oeffnungen des Stiftbüchsendeckels liegen die stählernen Kontaktstifte, die in der Ruhestellung mit ihren oberen hakenförmigen Enden nicht über den Deckel hervorragen und mit ihren unteren Enden durch die Oeffnungen des Bodens der Stiftbüchse so weit hindurchreichen, daß sie die Tastenhebel berühren. Beim Tastendruck geht das hintere Hebelende in die Höhe und schiebt seinen Kontaktstift aufwärts, so daß dessen oberes hakenförmiges Ende in schräger Richtung aus der Oeffnung des Stiftbüchsendeckels hervortritt. Nach dem Loslassen der Taste wird der Kontaktstift und mit ihm die Taste durch eine Spiralfeder wieder in die Ruhelage zurückgezogen. Ueber den Kontaktstiften bewegt sich der Kontaktschlitten, der mit einem zweiarmigen Hebel verbunden ist. Dieser Hebel trägt die Batteriekontaktfeder. Wird bei einem in Bewegung gesetzten Apparate eine Taste gedrückt, so geht der über den betreffenden Kontaktstift schleifende Schlitten nach oben und legt die Kontaktfeder an den Batteriekontakt; es geht dann aus der Batterie ein Strom in die Leitung, der bei Apparaten mit elektrischer Auslösung gleichzeitig den Elektromagneten des gebenden Apparates durchläuft. Bei richtiger Einstellung aller Teile werden die Anker beider Apparate durch die Einwirkung des Stroms gleichzeitig emporschnellen; die Verkupplung der Druckachsen mit den Schwungradachsen findet ebenfalls gleichzeitig statt, und die Druckvorrichtungen beider Apparate drucken auf den Papierstreifen dasselbe Zeichen ab. Bei den neueren Apparaten (Fig. 26) erfolgt jetzt allgemein eine mechanische Auslösung der Druckachse. Auf dem linken Arme des Batteriekontakthebels ist zu diesem Zwecke eine Stößerstange so eingeschraubt, daß sie in demselben Augenblicke gegen einen Fortsatz des Elektromagnetankers stößt, in welchem der Batteriekontakt geschlossen wird und der Batteriestrom in die Leitung fließt. Der Anker wird dadurch zum Abschnellen gebracht, und der Batteriestrom fließt in die Leitung, ohne die Elektromagnetrollen des Apparats zu durchlaufen.

Schaltung (Fig. 26). Ankommender Strom bei eingeschaltetem Wecker: Leitung *L* — Galvanoskop — Wecker — Anhaltehebel und Schiene 3 des Anlaßschalters für den Motor — Apparatausschalter *X* — Batteriekontaktfeder F^1 — untere Kontaktschraube C^2 — Stromwendeschienen *U* 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwendeschienen *U* 3 und 1 — Feder *J* — Korrektionsdaumen *C* — Apparatkörper und Schlittenachse — Erde. Wecker und Galvanoskop sprechen an, und der Anker schnellt in die Höhe; an der Anhaltefeder W^2 ist der Kontakt unterbrochen. Nach dem Abwerfen des Ankers nimmt der ankommende Strom von der unteren Kontaktschraube ab unter Ausschluß der Elektromagnetrollen den Weg über das Ankergestell, den Ankerhebel und Apparatkörper zur Erde, so daß auch bei fernerem Tastendruck der Wecker ertönt.

Ankommender Strom bei in Gang gesetztem Apparate: Leitung *L* — Galvanoskop — Feder W^2 des Anhaltehebels — Ausschalter *X* — Batteriekontaktfeder F^1 — untere Kontaktschraube C^2 — Stromwendeschienen *U* 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwendeschienen *U* 3 und 1 — Feder *J* — Korrektionsdaumen *C* — Apparatkörper und Schlittenachse — Erde. Der Anker wird abgeworfen, die Druckachse mit der Schwungradachse verkuppelt und das Zeichen gedruckt. Sobald der Anker den Kontakt des Auslösehebels berührt, führt der Stromweg über den Ankerständer und den Körper des Apparates zur Erde bezw. in den zweiten Leitungszweig.

Abgehender Strom. Die Batteriekontaktfeder legt sich gegen den oberen Kontakt C^1; es fließt dann ein Strom aus der Batterie über die obere Kontaktschraube, die Batteriekontaktfeder F^1, den Ausschalter *X*, die Feder des Anhaltehebels und das Galvanoskop in die Leitung. Zugleich wird durch die Aufwärtsbewegung des Kontakthebels mit der Stößerstange der Anker abgestoßen.

3. **Sprechtelegraphen.** Hierzu rechnet man sämtliche Telegraphen mit vergänglichen Zeichen, und zwar Nadeltelegraphen, Zeigertelegraphen, Klopfer und Fernsprecher. Ausgedehnte Verwendung findet jetzt nur noch der Klopfer und der Fernsprecher.

Der Klopfer.

Beim Klopfer werden die mittels der Taste gegebenen Zeichen des Morsealphabets nach dem Gehör aufgenommen. Die Klopfertaste (Fig. 27) hat die Dreischienenanordnung der

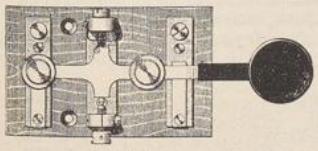


Fig. 27.

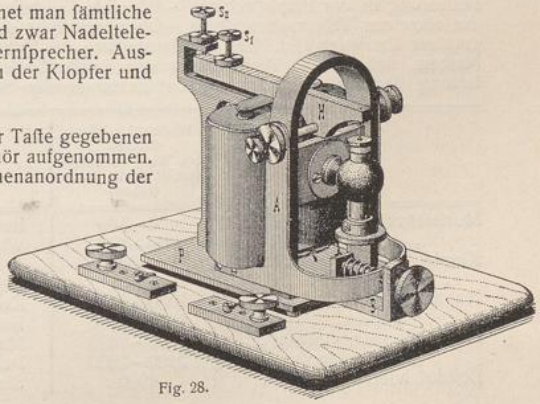


Fig. 28.

Morſetaſte, iſt aber leichter gebaut. Ihre Wirkungsweiſe iſt dieſelbe wie die der Morſetaſte bei Arbeitsſtrombetrieb. Die Einrichtung des Klopfers iſt die eines gewöhnlichen, laut anſprechenden Relais. Auf einem dünnen Grundbrett iſt eine Meſſingplatte *P* (Fig. 28) derart befeſtigt, daß zwiſchen ihr und dem Grundbrett ein kleiner Zwiſchenraum bleibt. An der einen Schmalſeite der Meſſingplatte erhebt ſich ein Meſſinggalgen, der in ſeinem oberen Teile die an der Spitze mit koniſchen Ausbohrungen verſehenen Lagerſchrauben für die beiderſeits in Spitzen auslaufende Achſe des Ankerhebels *H* trägt. Die Achslagerſchrauben werden durch Gegenmuttern feſtgelegt, welche gleichzeitig als Befeſtigung für den die Elektromagnetrollen tragenden Bügel *A* dienen. Der untere halbkreisförmige Teil des Bügels wird durch eine an den kürzeren Schenkel des Doppelwinkelſtücks *B* ſich anlehnende kräftige Spiralfeder gegen eine vorn abgerundete Schraube gedrückt. Durch Drehen der Schraube kann der Bügel nach vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Der Vorwärtsbewegung entſpricht ein Heben der Elektromagnetrollen, der Rückwärtsbewegung ein Senken derſelben. Jede Rolle hat einen Widerſtand von etwa 140 Ohm. Der Ankerhebel trägt an ſeinem längeren Arm einen aus 2 mm ſtarkem Eiſenblech hergeſtellten Anker und die als unterer Anſchlag dienende Schraube S_1 mit Gegenmutter. Den oberen Anſchlag bildet die an einem Meſſingſtänder angebrachte Schraube S_2 mit Gegenmutter. Durch beide Schrauben wird die Hubhöhe des Ankers begrenzt. An dem kürzeren Arme des Ankerhebels iſt eine durch ein kurzes Meſſingrohr hindurchführende Abreißfeder angebracht. Durch Drehen der zugehörigen Schraubenmutter kann der Abſtand der Elektromagnetpole von dem Anker geregelt werden. Zur Lautverſtärkung des Ankeranſchlags wird der Klopfer in einer mit gewölbter Rückwand verſehenen hölzernen Schallkammer aufgeſtellt, deren offene Seite dem Beamten zugekehrt iſt. Die Leitungen zu Klopferbetrieb werden in der Regel mit Arbeitsſtrom betrieben. Für Leitungen mit einer größeren Anzahl von Zwiſchenſtellen iſt jedoch der Betrieb mittels amerikaniſchem Ruheſtrom vorzuziehen. Die Arbeitsſtromſchaltungen entſprechen genau den gleichartigen Schaltungen für den Morſebetrieb. Bei der Schaltung für amerikaniſchen Ruheſtrom fließt wie bei der gewöhnlichen Ruheſtromſchaltung beſtändig Strom in die Leitung, ſolange die Korreſpondenz ruht. Die Zeichen werden aber nicht durch Unterbrechung, ſondern wie beim Arbeitsſtrom durch Stromſchluß hervorgebracht. Die Empfangsapparate ſind alſo für Arbeitsſtrom eingerichtet, aber nebſt den Batterien ſtets in die Leitung eingeſchaltet, wie bei Ruheſtrom. In der Taſte führt der Stromweg vom Taſterhebel zur Arbeitsſchiene. Die Ruheſchiene bleibt unbenutzt. Die Ruhekontaktſtifte dienen nur als Anſchlag. Bei ruhender Korreſpondenz müſſen die Taſten ſämtlicher Anſtalten einer Leitung ſo geſtellt ſein, daß der Arbeitskontakt geſchloſſen iſt. Die Batterien ſind wie Ruheſtrombatterien zu bemeſſen und zu ſchalten und ſenden alſo dauernd Strom in die Leitung. Bei den hierzu verwendeten Klopfertaſten wird der Stromſchluß durch Anlegen eines Hilfshebels an den Arbeitskontaktſtift hervorgebracht; der Hilfshebel ſtellt auf dieſe Weiſe Verbindung zwiſchen Mittelſchiene und Arbeitsſchiene her. Will ein Amt geben, ſo wird bei ihm der Hilfshebel von der Arbeitsſchiene weggedreht. Die Leitung iſt alsdann unterbrochen und ſtromfrei, und die Zeichengabe erfolgt nun genau wie bei Arbeitsſtrom, indem durch jeden Taſtendruck der Stromkreis geſchloſſen wird. Nach Aufhören des Gebens muß ſofort durch Umlegen des Hilfshebels wieder der Leitungsſchluß hergeſtellt werden, da die Leitung ſonſt unterbrochen und geſtört iſt.

4. **Maſchinentelegraphen** [1] und [3]. Die Maſchinen- oder Schnelltelegraphen ſetzen an Stelle des Handbetriebs bei der Stromſendung für die Zeichengebung den Maſchinenbetrieb. Die Telegramme werden zuerſt in beſonderer Lochſchrift in einen Papierſtreifen eingeſtanzt und der ſo vorbereitete Streifen wird dann mit großer Geſchwindigkeit durch den Senderapparat getrieben. Der Empfangsapparat liefert entweder einen Streifen mit Morſeſchrift wie beim Wheatſtone-Telegraphen und dem Schnelltelegraphen von Delany oder einen Streifen mit gleicher Lochſchrift wie der des Senderſtreifens, die beim Murray-Telegraphen durch eine Zuſatzmaſchine in Typendruckſchrift auf ein Aufnahmeblatt übertragen oder wie beim Telegraphen von Creed unmittelbar vom Streifen abgeleſen und niedergeſchrieben wird. Beim Telegraphen von Buckingham und beim Schnelltelegraphen von Siemens erfolgt die Aufnahme gleich in Typendruck, beim Telegraphen von Pollak & Virág in einer Art lateiniſcher Kurſivſchrift. Die Telegraphen von Wheatſtone, Murray und Buckingham haben bis jetzt die größte Bedeutung in der Praxis erlangt. — Aus der nachfolgenden Tabelle über die Leiſtungsfähigkeit der einzelnen Telegraphen iſt zu erſehen, wie ſehr die Maſchinentelegraphen den andern Telegraphen überlegen ſind. Bei der Beurteilung der Zahlen darf allerdings nicht unberückſichtigt bleiben, daß für die Vorbereitung der Senderſtreifen und erforderlichenfalls für die Ueberſetzung der auf dem Empfangsamt ankommenden Schrift beträchtliche Zeit zu verwenden iſt.

Syſtem	Wortzahl in der Stunde (ein Wort = durchſchnittl. ſechs Buchſtaben)	Syſtem	Wortzahl in der Stunde (ein Wort = durchſchnittl. ſechs Buchſtaben)
Morſeſchreiber, einfach . .	400—500	Rowland, achtfach . . .	18000
„ duplex . .	800—1000	Wheatſtone, einfach . .	1500
Klopfer, einfach	600	„ duplex . .	3000
„ duplex	1200	Delany	1500
Hughes, einfach	1000—1200	Creed	1500
„ duplex	1800—2200	Buckingham	6000
Heberſchreiber, einfach . .	1300—1400	Murray	9000
„ duplex . .	2400—2600	Pollak-Virág	40000
Boudot, vierfach	4000	Siemens Schnelltelegraph	20000

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Der automatiſche Schnelltelegraph von Wheatſtone.

Mittels eines Stanzapparates werden Löchergruppen in einen Papierſtreifen eingeſchlagen, denen die Zeichen für einen Morſeſtrich oder Punkt entſprechen. Punkt = ○○, Zwiſchenraum = ○ und Strich = ○○. Der Streifen zeigt alſo drei Reihen Löcher. Die Löcher der mittleren Reihe haben unter ſich gleichen Abſtand und bezwecken eine ſichere Führung des Streifens durch den Sender. Die Löcher der beiden anderen Reihen dienen zur Entſendung der Ströme und folgen in Abſtänden, wie ſolche der Bildung der zu übermittelnden Morſezeichen entſprechen. Durch ein kräftiges Triebfederwerk wird der Balken *Y* des Senders (Fig. 29) in ſchnelle pendelnde Schwingungen um ſeine Achſe verſetzt. Der Balken wirkt durch die an ihm befeſtigten Stifte auf die wagerechten Arme der beiden Winkelhebel *d* und d_1 und drückt ſie abwechſelnd nieder. An den wagerechten Hebelarmen ſitzen, in Gelenken leicht beweglich, die dünnen Metallſtangen S_1 und S_2, und an den Enden der ſenkrechten Hebelarme ſind leichte, in wagerechter Richtung ſich bewegende Schubſtangen St_1 und St_2 angebracht. Wenn der Balken *Y* ſchwingt, vollführen die Stangen S_1 und S_2 abwechſelnd Bewegungen in ſenkrechter, die Stangen St_1 und St_2 ſolche in wagerechter Richtung. Die Bewegungen werden gehemmt, wenn über dem Papierführungsrade *Str* ein ungelochter Papierſtreifen ſich abrollt, da die Stangen das Papier nicht durchſchlagen können.

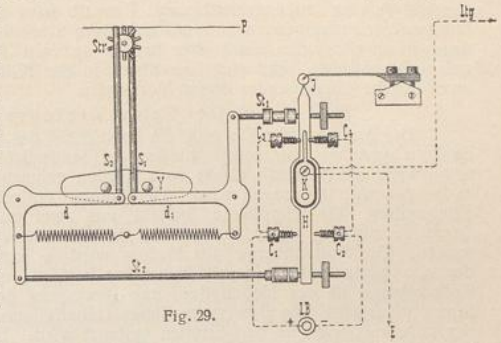


Fig. 29.

Die Schubſtangen St_1 und St_2 wirken bewegend auf den Kontakthebel *H* mit der von ihm iſolierten federnden Zunge *K*. Mit dem Kontakthebel ſteht die Leitung und mit der Zunge die Erde in Verbindung. Der Stellung des Kontakthebels entſprechend bildet die federnde Zunge mit Klemmſchraube C_3 oder C_4 Kontakt; der eine Pol der Batterie iſt mit Klemmen C_1 und C_3, der andre mit den Klemmen C_2 und C_4 verbunden. Wenn der Apparat ohne Papier läuft, ſo werden die Stangen S_1 und S_2 in ihrer Bewegung nicht gehindert, und die Schubſtangen ſchieben den Kontakthebel hin und her. Es gelangen in regelmäßiger Folge Ströme abwechſelnder Richtung in die Leitung. Läuft der Apparat mit ungelochtem Papier, ſo hemmt dieſes die volle Bewegung der beiden Stangenpaare, und der Kontakthebel verharrt in der zuletzt eingenommenen Stellung. Der Umkehrungsmechanismus iſt aufgehalten, und es fließt ein Dauerſtrom in die Leitung. Sobald gelochtes Papier läuft, wird die Stromrichtung jedesmal geändert, wenn eine der Stangen S_1 und S_2 durch ein Streifenloch hindurchſtößt. Gehen z. B. die Löcher für einen Morſepunkt vorbei, ſo ſtößt S_1 durch das obere Loch und bewirkt, daß der negative Zeichenzwiſchenraumſtrom durch den poſitiven Zeichenſtrom erſetzt wird; gleich darauf ſtößt S_2 in das untere Loch und ſtellt den negativen Zwiſchenraumſtrom wieder her. Bei Darſtellung eines Striches erhält der Zeichenſtrom die dreifache Dauer dadurch, daß die Bewegung jeder Stange einmal durch das ungelochte Papier unterdrückt wird.

Der Empfänger iſt ein äußerſt empfindlicher Morſefarbſchreiber mit polariſiertem Elektromagnetſyſtem und regelbarer Laufgeſchwindigkeit. Die beiden ſenkrecht ſtehenden Elektromagnete mit Eiſenkernen und Polſchuhen an beiden Enden ſind ſo angeordnet, daß beim Durchgang eines Stromes die ſich gegenüberſtehenden Polſchuhe ungleichen Magnetismus erhalten. In den beiden Zwiſchenräumen zwiſchen den Polſchuhen befinden ſich zwei zu einem feſten Ganzen vereinigte leichte Zungen S_1 N_1 auf weichem Eiſen, welche durch einen kräftigen Stahlmagnet *S N* dauernd magnetiſch erhalten werden (Fig. 30). Die Stärke des Magnetismus der Zungen läßt ſich durch Näherung oder Entfernung des Stahlmagnets beliebig ändern, ohne daß der Druck auf die Zapfen der ſenkrechten Achſe *H* merklich vermehrt wird. Während der Dauer des (negativen) Zwiſchenraumſtroms erhält der polariſierte Anker durch die Anziehung des Elektromagnets eine ſolche Lage, daß das Schreibrädchen den Papierſtreifen nicht berührt. Der (poſitive) Zeichenſtrom kehrt die Pole des Elektromagnets um und dreht dadurch auch den Flügelanker in die Arbeitslage. Die Achſe *H* trägt am oberen Ende einen Arm *G*, deſſen Ende rechtwinklig nach oben umgebogen iſt und die Achſe *X* mit dem Farbſcheibchen *O* umfaßt.

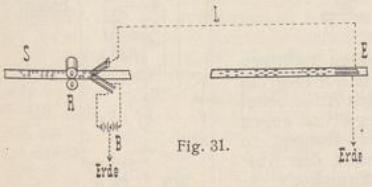


Fig. 31.

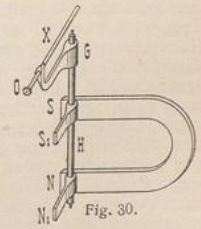


Fig. 30.

b) Der Schnelltelegraph von Delany.

Die Zeichengebung erfolgt automatiſch durch einen gelochten Papierſtreifen unter Benutzung von Wechſelſtrömen. Die Löcher der oberen Reihe bedeuten die Punkte, die Löcher der unteren Reihe die Striche des Morſealphabets. Der Papierſtreifen des Senders *S* wird von zwei durch ein Uhrwerk oder einen andern Motor bewegte Rollen *R* (Fig. 31) zwiſchen zwei

Paar Stromſchlußbürſten hindurchgezogen. Die beiden unteren Bürſten ſind mit je einem Pole der Batterie B verbunden, während die oberen beiden Bürſten an der Leitung L liegen. Bei der Berührung der Bürſten durch die Punktlöcher geht ein negativer, bei der Berührung durch die Strichlöcher ein poſitiver Stromſtoß in die Leitung. Die Stromſtöße haben alle gleiche Dauer. Beim Empfänger E drücken drei nebeneinander angeordnete ſtählerne Schreibfedern, von denen die beiden äußeren mit der Erde und die mittlere mit der Leitung verbunden iſt, leicht gegen einen chemiſch präparierten Papierſtreifen, der durch ein Uhrwerk bewegt und kurz vor dem Zuſammentreffen mit den Federn ſelbſttätig angefeuchtet wird. Der aus der Leitung kommende Strom fließt über die mittlere Feder, den leitenden Papierſtreifen und die beiden äußeren Federn zur Erde. Das Papier erfährt da, wo der negative Strom eintritt, durch Elektrolyſe eine Farbenveränderung. Deshalb wird der Streifen unter der mittleren Feder einen farbigen Strich zeigen, wenn ein negativer Stromſtoß (Punktzeichen) aus der Leitung kommt, dagegen zwei Striche unter den beiden äußeren Federn, wenn ein poſitiver Strom (Strichzeichen) ankommt. Ein einzelner Strich in der Mitte des Streifens bedeutet alſo einen Punkt, zwei Striche übereinander einen Morſeſtrich.

c) Der Schnelltelegraph von Creed.

Der Aufnahmeſtreifen gibt die Lochſchrift des Senderſtreifens genau wieder; er kann alſo im Durchgangsverkehr ſofort wieder als Senderſtreifen benutzt werden, während für Lokaltelegramme die Abſchrift direkt vom Streifen gemacht oder mittels eines Ueberſetzungsapparates in Druckſchrift übertragen wird. Der Sender entſpricht im weſentlichen dem des Wheatſtone-Telegraphen. Der Empfänger beſteht aus zwei polariſierten Elektromagneten, deren Anker durch Vermittlung einer Stange auf das Schieberventil eines Druckluft- oder Preßgasmotors wirken. Die Kolbenſtange des Motors wird je nach der Richtung des eintreffenden Stromes, der den einen oder andern Relaisanker betätigt, nach rechts oder links geſchoben. Mit der Kolbenſtange iſt ein Hebelſyſtem zur Bewegung der Stanzſtempel verbunden. Ein poſitiver Strom verurſacht eine Bewegung dieſes Hebelſyſtems derart, daß ein Loch oberhalb der Reihe der Führungslöcher in den Streifen geſtanzt wird. Ein negativer Strom ſtanzt ein Loch unterhalb der Reihe der Führungslöcher in den Streifen.

d) Der Schnelldrucktelegraph von Buckingham.

Der Sender gleicht dem Wheatſtone-Sender, der Empfänger gibt die Zeichen unmittelbar in Typendruck auf Blättern wieder. Das Alphabet wird nach Art der Morſeſchrift aus Punkten, Zeichen und Zwiſchenräumen zuſammengeſetzt; jeder Buchſtabe und jedes Satzzeichen erfordert die Entſendung von mehreren kurzen oder langen poſitiven oder negativen Stromſtößen in entſprechender Folge. Dieſe Stromſtöße verſchiedener Richtung und Dauer wirken auf dem Empfangsamte auf zwei polariſierte Relais. Die Kontakte der Relais liegen in zwei Ortsſtromkreiſen, in welche wiederum eine Anzahl Relais und Elektromagnete eingeſchaltet ſind, die durch ein Fortſchaltewerk den Abdruck des der Stromſtoßkombination entſprechenden Zeichens bewirken. Bei dem ſchnellen Lauf des Buckingham-Telegraphen mußten fünf kleine rechteckige Typenräder an Stelle des einen großen Typenrades der gewöhnlichen Drucktelegraphen treten. Unterhalb der Typenräder ſteht der Druckhammer, und zwiſchen ihm und den Typenrädern befindet ſich das Telegrammaufnahmeblatt. Die aus der Leitung eintreffenden Stromſtöße verſchieben die Typenradachſe in der Längsrichtung und drehen ſie ſo, daß die abzudruckende Type gerade über den Druckhammer zu liegen kommt. Der mit dem Anker eines Elektromagnets verbundene Druckhammer ſchnellt empor und wirft das Papierblatt gegen die darüberſtehende Type, die hierdurch abgedruckt wird.

e) Der Schnelltelegraph von Murray.

Das Murray-Alphabet ſieht für jedes Zeichen fünf gleiche poſitive oder negative Stromſtöße von der Dauer der Zeit für die Niederſchrift eines Morſepunktes vor; der Strich hat die Länge von drei Punkten. Wie beim Wheatſtone-Telegraphen wird der gelochte Papierſtreifen im Sender durch ein Triebwerk bewegt; er wirkt auf die Stößer einer Kontaktvorrichtung, die poſitive und negative Stromſtöße in die Leitung ſendet. Auf dem Empfangsamte (Amt II) wirken die von der Kontaktvorrichtung k_1 k_2 des Senders (Amt I) in die Leitung geſandten poſitiven oder negativen Ströme zunächſt auf ein polariſiertes Relais $L\,R$ (Fig. 32) und fließen dann zur Erde. Ein poſitiver Strom legt den Ankerhebel des Linienrelais gegen einen Kontakt k_1, und ein negativer gegen einen Kontakt k_2. Liegt der Hebel H gegen den poſitiven Kontakt, ſo wird der das Stanzrelais $S\,R$, das Gleichlaufrelais $G\,R$ und den Auslöſemagnet $A\,M$, ſowie die Ortsbatterie b enthaltende Stromkreis geſchloſſen; Stanzrelais und Gleichlaufrelais werden erregt. Wird z. B. der Buchſtabe B gegeben, ſo kommt zuerſt ein poſitiver Strom von einer Zeiteinheit auf dem Empfangsamte zur Wirkung, die zwei folgenden Führungslöcher verurſachen einen negativen Strom von zwei Zeiteinheiten und die dann folgenden beiden geſtanzten Löcher wieder einen poſitiven Strom von zwei Zeiteinheiten. Der Aufnahmeſtreifen ſoll nun gleich dem Senderſtreifen geſtanzt werden; jede poſitive Stromeinheit muß alſo ein Loch ſtanzen, und poſitive Ströme von mehreren Stromeinheiten müſſen alſo wieder in ihre Einheiten zerlegt werden. Ein poſitiver Strom von zwei Einheiten muß alſo zwei Löcher, ein ſolcher von drei Einheiten

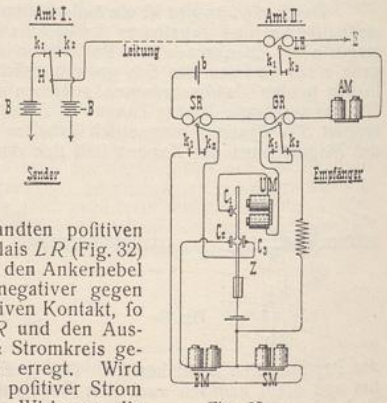


Fig. 32.

drei Löcher ſtanzen. Dieſe Zerlegung wird durch einen Unterbrecher in Geſtalt einer ſchwingenden Stahlzunge Z bewirkt. Sie iſt an dem einen Ende in einem Metallblock befeſtigt und ſchwingt mit dem freien Ende zwiſchen den Polen des Unterbrechermagnets UM und den Kontakten C_1, C_2 und C_3. Die Dauer einer Schwingung der Zunge Z muß gleich der Dauer einer Linienſtromeinheit ſein. Während der Dauer der poſitiven Linienſtromeinheit iſt der Ankerhebel des Stanzrelais SR gegen den Kontakt k_1 gelegt. In der erſten Hälfte der Linienſtromeinheit iſt dann der Kontakt zwiſchen Z und C_3 geſchloſſen; hierdurch wird der Stanzelektromagnet SM betätigt. In der zweiten Hälfte der Linienſtromeinheit wird dagegen der Stromkreis für den Stanzelektromagnet durch die Schwingung der Zunge Z wieder geöffnet. Legt ſich nun die Zunge gegen den Kontakt C_2, ſo wird der Stromkreis für den Bewegungselektromagneten BM geſchloſſen, der die Fortbewegung des Papierſtreifens bewirkt. Die Stromwirkungen auf die Elektromagnete SM und BM ſind zeitlich verſchieden; es ſteht der Streifen ſtill, wenn ein Loch geſtanzt wird und umgekehrt. Zur Erzielung der Uebereinſtimmung der Schwingungsdauer der Zunge mit der Dauer der Linienſtromeinheit dient die Gleichlaufvorrichtung. Die Telegraphiergeſchwindigkeit hat der Sender anzugeben; nach ihr iſt die Laufgeſchwindigkeit des Streifens im Empfänger zu regeln. Dies geſchieht mit Hilfe des Gleichlaufrelais GR, deſſen Ankerhebel und beide Kontakte in den Stromkreis des Unterbrechungselektromagneten eingeſchaltet ſind. Ein poſitiver Linienſtrom legt den Ankerhebel des Gleichlaufrelais gegen den Kontakt k_1; folgt dann ein negativer Stromſtoß, ſo wird der Anker durch ſeine Abreißfeder gegen den Kontakt k_2 gezogen. Für den Stromkreis des Elektromagneten UM iſt es jedoch ohne Bedeutung, gegen welchen der beiden Kontakte der Anker anliegt, da beide miteinander verbunden ſind. Vorausſetzung iſt hierbei, daß der Wechſel des Linienſtromes erſt dann eintritt, wenn die Zunge Z des Unterbrechers zu den Polen des Elektromagneten UM hinſchwingt. Es iſt dann der Kontakt $Z - C_1$ offen, ſo daß die Schwebelage des Ankerhebels keinen Einfluß hat. Wenn vollſtändiger Gleichlauf zwiſchen Empfänger und Sender herrſcht, ſo fallen ſämtliche Schwebelagen des Ankerhebels des Gleichlaufrelais mit den Zeiten zuſammen, in welchen der Kontakt $Z - C_1$ offen iſt. Läuft dagegen der Empfänger ſchneller als der Sender, ſo fallen nur einige Schwebelagen des Ankerhebels mit den Zeiten für die Kontaktöffnungen $Z - C_1$ zuſammen, ſo daß dadurch der Stromkreis für den Elektromagneten UM zeitweiſe unterbrochen wird; eine Ermäßigung der Schwingungszahl der Zunge Z iſt die Folge und dementſprechend eine Verlangſamung der Laufgeſchwindigkeit des Empfängers, bis die Geſchwindigkeiten von Sender und Empfänger einander gleich ſind. Läuft der Empfänger langſamer als der Sender, ſo iſt Gleichlauf nicht zu erzielen, da durch die Schwebelagen des Gleichlaufrelaisankers die Geſchwindigkeit des Empfängers noch mehr verlangſamt wird. Die Uebertragung der Lochſchrift des Empfängerſtreifens in Typendruck auf ein Papierblatt erfolgt durch den „Ueberſetzer“, der aus der Verbindung einer gewöhnlichen Schreibmaſchine mit einer Zuſatzmaſchine beſteht, die den jeder Löchergruppe entſprechenden Taſtenhebel der Schreibmaſchine in die Druckſtellung herunterzieht.

f) Der Schnelltelegraph von Pollak und Virág.

Dieſer Schnelltelegraph iſt ein telephoniſcher Lichtpunktſchreiber, d. h. ein Apparat, bei dem die Bewegungen einer Telephonmembran mittels Spiegelübertragung durch einen Lichtpunkt die Telegramme in einer Dunkelkammer auf photographiſches Papier ſchreiben laſſen. Im Sender wird durch einen Motor ein ſechsreihig gelochter Papierſtreifen über eine Kontaktwalze gezogen, die aus zwei Zylindern mit je ſechs voneinander iſolierten Schleifringen beſteht. Die Ringe mit gleichen Bezeichnungen ſind miteinander verbunden. An den Ringen liegen ſechs verſchiedene Stromquellen I—VI, von denen II und III ſowie IV und V gleiche Spannung, aber entgegengeſetzte Polarität haben, während I die doppelte Spannung von II, und VI die doppelte Spannung von V hat. Auf dem einen Zylinder ſchleift eine, auf dem andern Zylinder ſchleifen ſechs Stromabnehmerbürſten. Das zwiſchen den Schleifringen und den Bürſten hindurchgezogene Papierband hält erſtere von letzteren ſo lange elektriſch getrennt, bis durch die Lochungen des Papierſtreifens hindurch Stromſchluß eintritt. Um den Stromſtößen die erforderliche verſchiedene Zeitdauer zu geben, erhalten die Lochungen des Papierſtreifens verſchiedene Größen. Als Empfänger dient ein Doppeltelephon T_1 T_2, das mit einem Dauermagnet M (Fig. 33) verbunden iſt, deſſen zwei Schenkel in biegſame eiſerne Federn A und B mit rechtwinkelig nach außen umgebogenen Spitzen auslaufen. Die Enden der Federn ſtehen durch je ein Stäbchen mit den Membranen der Telephone T_1 und T_2 in Verbindung. Eine dritte ſtärkere Feder C, die ebenfalls in eine rechtwinkelig gebogene nach außen gerichtete Spitze endigt, iſt in der Mitte auf den Magnet aufgeſchraubt. Auf dieſen drei Spitzen ruht ein kleines dünnes Eiſenblech, auf deſſen nach außen gerichteter Seite ein kleiner Hohlſpiegel feſtgekittet iſt. Das Eiſenblech wird von dem Magnet feſtgehalten. Die Spitze der Feder A liegt etwa 1 mm ſenkrecht über der feſten Spitze der Feder C, die Spitze der Feder B befindet ſich 1 mm in wagerechter Richtung von der feſten Spitze C. Da eine Bewegung der Telephonmembran ſich durch die Stäbchen auf die biegſamen Federn A bezw. B überträgt, ſo wird das auf den Spitzen dieſer Federn ruhende Eiſenblech, wenn die Membran des Telephons T_1 anſpricht, ſich um ſeine horizontale Achſe drehen, und wenn das Telephon T_2 anſpricht, eine Bewegung um ſeine ſenkrechte Achſe machen. Als Quelle für den Lichtpunkt dient ein feſtſtehendes Glühlämpchen mit 3—4 cm langem Glühfaden; es ſitzt im Innern eines hohlen, um ſeine Achſe drehbaren Zylinders, in deſſen Mantel ein Schlitz in Geſtalt eines ganzen Schraubenganges

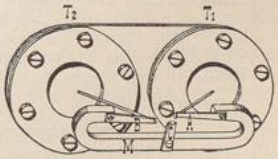


Fig. 33.

eingeſchnitten iſt. Der Zylinder wirkt als Blende, und nur durch den Schlitz fällt das Licht der Glühlampe auf den kleinen Hohlſpiegel. Durch die Drehung des Zylinders von rechts nach links wird alſo dieſelbe Wirkung erzielt, als wenn die Lichtquelle ſelbſt die nämliche Bewegung machte. Der von dem Hohlſpiegel zurückgeworfene Lichtſtrahl, welcher einen lichtempfindlichen Papierſtreifen trifft, wird deshalb eine Bewegung von links nach rechts quer über den Streifen machen. Da der Papierſtreifen mittels eines Motors langſam von oben nach unten bewegt wird, ſo iſt die Lichtlinie auf dem Streifen etwas geneigt. Spricht nun das Telephon T_1 an, ſo wird auf dem Streifen eine Linie nach oben und unten oder nach unten und oben erzeugt, während ein Anſprechen des Telephons T_2 einer Linie in wagerechter Richtung entſpricht. Sprechen beide Telephone gleichzeitig an, ſo wird die Lichtlinie eine Komponente aus beiden Linien bilden, welche beim Einzelanſprechen der Telephone entſtehen würden. Es kann deshalb, wenn beide Telephone gleichzeitig anſprechen, je nachdem das eine oder das andre Telephon länger beeinflußt wird, eine Kurve nach rechts oder links, d. h. jede beliebige, beſchrieben werden. Fig. 34 gibt eine Schriftprobe des Schnelltelegraphen. Das Schreiben des Lichtpunktes auf dem lichtempfindlichen Papierband geht in einer Art Dunkelkammer des Apparates vor ſich; durch eine rot abgeblendete Oeffnung dieſer Kammer kann man die Fertigſtellung des Telegramms in einem kleinen Spiegel als Flammenſchrift deutlich verfolgen. Nachdem der Lichtpunkt das Telegramm aufgeſchrieben hat, wird es ſelbſttätig durch einen mit dem Empfänger vereinigten photographiſchen Entwickler gezogen; es kommt wenige Sekunden nach der Aufnahme vollſtändig fertig aus dem Apparat.



Fig. 34. Verkleinerte Schriftprobe des Schnelltelegraphen von Pollak und Virág.

g) Der Schnelltelegraph von Siemens und Halske.

Mittels eines Stanzapparates in Form einer Schreibmaſchine werden die den einzelnen Buchſtaben und Zeichen eigentümlichen Lochkombinationen auf dem Senderſtreifen in elf feiner Richtung nach parallel zueinander verlaufenden Zeilen angeordnet. Jedes Zeichen wird durch zwei Löcher beſtimmt, die auf verſchiedenen Zeilen und auf einer zur Bewegungsrichtung des Streifens ſchrägen Linie ſtehen, ſo daß ſie nacheinander die in gerader Linie angeordnete Kontaktreihe des Senderapparates paſſieren. Die Löcher für den Buchſtaben *H* befinden ſich z. B. auf der 3. und 6. und die für den Buchſtaben *A* auf der 4. und 9. Zeile (Fig. 35). Die Fortbewegung des Streifens durch die Kontaktvorrichtung *K* des Senders (Fig. 36) bewirkt ein Elektromotor, mit dem eine als Generator dienende Maſchine *G* direkt gekuppelt iſt. Der von dieſer Maſchine gelieferte Strom wird zum Teil in einem Belaſtungswiderſtand *W* aufgezehrt, zum Teil als Telegraphierſtrom verwendet. Am Ende der Generatorwelle befindet ſich ein Kontaktarm *k*, deſſen Bürſte eine Kontaktſcheibe *S* überſchreitet, die in 24 voneinander iſolierte Felder geteilt iſt. Während der Kontaktarm eine Umdrehung ausführt, ſchreitet der gelochte Papierſtreifen in der Kontaktvorrichtung *K* um eine Buchſtabenbreite vorwärts, ſo daß bei jeder Umdrehung die Uebermittlung eines Zeichens ſtattfindet. Die Kontaktvorrichtung *K* beſteht aus elf nebeneinander auf einem Hartgummifockel angebrachten Federn f_1—f_{11}, den elf Zeilen des Lochſtreifens entſprechend. Jede dieſer Federn iſt mit dem entſprechenden Segment der Geberſcheibe *S* verbunden. Die Federn ſelbſt beſitzen am Ende kleine Stahlſchuhe *s*, die durch etwa vorhandene Löcher des Streifens hindurchfallen und damit die Schließung des zugehörigen Kontaktes *c* bewirken. Wird z. B. das Zeichen *R* (Kombination 2–8) übermittelt, ſo ſchließen die Federn f_2 und f_8 ihre Kontakte c_2 und c_8. Sobald der Kontaktarm *k* dann das Segment 2 der Kontaktſcheibe *S* berührt, fließt ein Strom von dem über den halben Abzweigungswiderſtand *w* geendeten +-Pol des Generators *G* über den linken Kontakt und die Zunge des Geberrelais *R*, Kontakt c_2 und Feder f_2, Segment 2, Kontaktarm *k* zum Kondenſator *C* und zur Erde. Der Kondenſator wird alſo geladen. Sobald im weiteren Verlauf der Umdrehung der Kontaktarm *k* das Segment 2′ berührt, entladet ſich der Kondenſator wieder. Der Entladungsſtrom

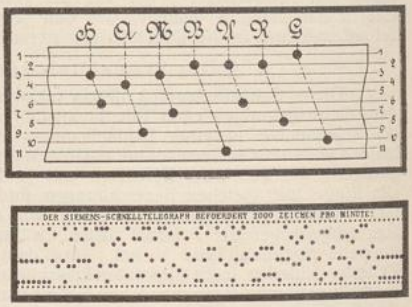


Fig. 35.

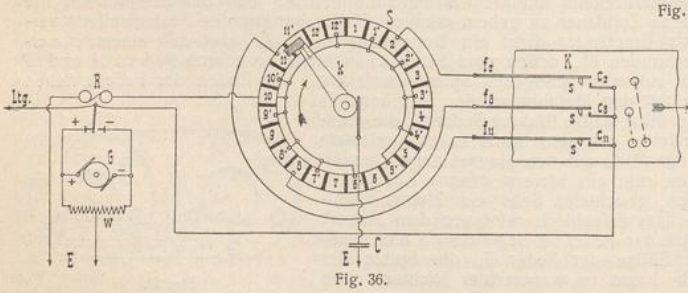


Fig. 36.

durchfließt die Umwindungen des polarisierten Geberrelais und legt dessen Zunge an den rechten Kontakt. Da an die Zunge des Geberrelais die Leitung angeschlossen ist, so wechselt in diesem Augenblicke der in die Leitung geschickte Strom seine Richtung. Sobald nunmehr der Kontaktarm k das Segment 8 berührt, findet wiederum eine Ladung des Kondensators C vom —-Pol des Generators über Feder f_8 statt; die darauffolgende Entladung über Segment 8′ führt die Zunge des Geberrelais wieder an den linken Kontakt zurück; demgemäß wird auch der in die Leitung fließende Strom seine Richtung zum zweitenmal ändern.

Der Empfangsapparat besteht aus einem Elektromotor, auf dessen einem Wellenende ein Kontaktarm mit mehreren Kontaktbürsten befestigt ist, die über konzentrisch angeordnete Kontaktscheiben hinweggleiten.

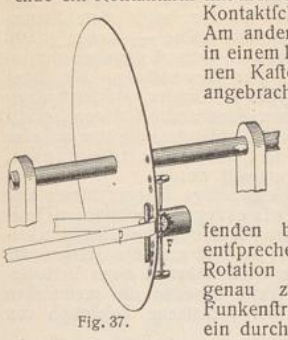


Fig. 37.

Am andern Ende der Welle ist in einem lichtdicht abgeschlossenen Kasten eine Typenscheibe angebracht, die, wie Fig. 37 zeigt, zwischen dem photographischen Papierbande P und einer kleinen Funkenstrecke F rotiert. Sobald das den betreffenden beiden Stromimpulsen entsprechende Zeichen bei der Rotation der Typenscheibe sich genau zwischen Papier und Funkenstrecke befindet, leuchtet ein durch die Stromimpulse auf der Empfangsstation ausgelöster elektrischer Funke auf und wirft das Bild des Buchstabens oder Satzzeichens, das schablonenartig in die Typenscheibe eingeschnitten ist, auf den lichtempfindlichen Papierstreifen.

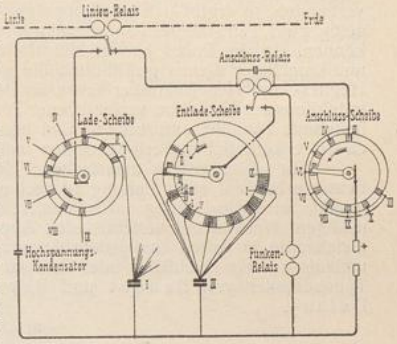


Fig. 38.

Die rechtzeitige Auslösung des Druckfunkens besorgen die Kontaktscheiben in Verbindung mit verschiedenen Kondensatoren und Relais. Die Ladescheibe (Fig. 38) besitzt zwölf voneinander isolierte Kontaktsegmente, von denen I—IX an je einen Kondensator (Gruppenkondensator) I—IX angeschlossen sind. Der Kontaktarm der Ladescheibe steht mit dem linksseitigen Kontakt des Linienrelais in Verbindung; von der Ankerzunge dieses Relais führt eine Verbindung nach einem Hochspannungskondensator, der vor Beginn jeder neuen Umdrehung mit einer Ladung von 110 Volt versehen wird. Wenn Synchronismus zwischen dem rotierenden Geber- und Empfängersystem herrscht, so ist beim Zustandekommen des ersten Stromwechsels der Kombination 2/8 für den Buchstaben R der Kontaktarm der Geberscheibe gerade von dem Segment 2 auf das Segment 3 übergegangen, und der Kontaktarm der Ladescheibe befindet sich dann zwischen den Kontaktsegmenten I und II. Der eintreffende Stromimpuls legt die Zunge des Linienrelais an den linksseitigen Kontakt und hält sie dort fest; inzwischen hat der Kontaktarm der Ladescheibe das Segment II berührt, und es entladet sich nunmehr der Hochspannungskondensator in den Gruppenkondensator II. Dem zeitlichen Eintritt des ersten zu jedem Zeichen gehörigen Telegraphierstroms entsprechend, wird also einer von den neun Gruppenkondensatoren mit einer Ladung versehen. Die endgültige Bestimmung des Zeichens geschieht dann durch den zweiten Stromimpuls unter Mitwirkung der Entlade- und Anschlußscheibe. Die Entladescheibe umfaßt zwölf Segmente mit Kontaktgruppen, von denen drei Segmente, XII, I und II, unbenutzt bleiben. Das erste Segment enthält ein kurzes Kontaktstück, das zweite deren zwei u. s. w. bis zum Segment XI, das mit neun Kontaktstücken ausgerüstet ist. Die Kontaktstücke mit gleichen Zahlen sind sämtlich untereinander und mit ihrem zugehörigen Gruppenkondensator verbunden. Der durch den ersten Stromstoß für das Zeichen R geladene Gruppenkondensator wird also an acht verschiedenen Stellen der Entladescheibe seine Ladung wieder abgeben können. Bedingung hierfür ist, daß der rechte Kontakt des Anschlußrelais geschlossen ist. Zur Erzielung des richtigen Buchstabens muß dieser Kontaktschluß in dem Augenblick erfolgen, in welchem sich der Kontaktarm der Entladescheibe gerade auf dem vor der betreffenden Kontaktgruppe befindlichen isolierten Zwischenstück befindet, also bei dem Buchstaben R vor der achten Gruppe. Zur Sicherstellung des rechtzeitigen Kontaktschlusses dient die Anschlußscheibe. Diese ist ebenfalls in zwölf Segmente eingeteilt, von denen XII, I und II unbenutzt sind, während die übrigen je ein kurzes, isoliert aufgesetztes Kontaktstück enthalten. Die neun Kontaktsegmente sind sämtlich untereinander und mit den Umwindungen des Anschlußrelais verbunden. Der über der Anschlußscheibe rotierende Arm ist mit dem positiven Pol der Stromquelle von 110 Volt verbunden; an deren negativen Pol ist die gemeinsame Rückleitung der Kondensatoren gelegt. Der zweite Stromimpuls für das Zeichen R setzt im achten Zwölftel der Umdrehung ein; er legt die Zunge des Linienrelais an den rechtsseitigen Kontakt. Der Kontaktarm der Anschlußscheibe befindet sich dann gerade zwischen den Segmenten VII und VIII. Sobald der Kontaktarm bei seiner Weiterbewegung das Segment VIII berührt, fließt ein Strom vom positiven Pole der 110-Volt-Stromquelle über den Kontaktarm, das Segment VIII der Anschlußscheibe, die Windungen des Anschlußrelais, den rechtsseitigen Kontakt und die Zunge des Linienrelais zum Hochspannungskondensator und auf der gemeinsamen Rückleitung zum negativen Pole zurück. Der Hochspannungskondensator wird hierdurch wieder geladen, und gleichzeitig wird durch den Ladestrom der rechte Kontakt des Anschlußrelais geschlossen. In diesem Augenblick befindet sich der Kontaktarm der Entladescheibe gerade in der Uebergangs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtelle von der VII. zur VIII. Gruppe. Sobald er bei ſeiner Weiterbewegung das zweite kurze Kontaktſtück dieſer Gruppe paſſiert, kann der Kondenſator II ſich entladen. Der Entladeſtrom geht über den rechten Kontakt des Anſchlußrelais und die Umwindungen des Funkenrelais; dieſes löſt den zur Durchleuchtung der Type erforderlichen elektriſchen Funken aus.

5. **Mehrfachtelegraphen** [1] ermöglichen die gleichzeitige Beförderung von zwei oder mehr Telegrammen auf derſelben Leitung. Bei der gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie ſteht die Leitung jedem mit ihr verbundenen Apparatſyſtem dauernd zur Verfügung. Die Einrichtung kann hierbei ſo getroffen werden, daß zwei Telegramme entweder in derſelben Richtung gleichzeitig Beförderung erhalten — Doppelſprechen oder Diplextelegraphie —, oder in entgegengeſetzter Richtung — Gegenſprechen, Duplextelegraphie. Werden beide Betriebsarten verbunden, ſo ergibt ſich das Doppelgegenſprechen — Quadruplextelegraphie —, wobei gleichzeitig zwei Telegramme von *A* nach *B* und zwei Telegramme von *B* nach *A* gegeben werden können. In der Praxis kommt hauptſächlich das Gegenſprechen zur Verwendung. Als Geber und Empfänger dienen gewöhnlich die gebräuchlichen Apparatſyſteme: Klopfer, Morſeſchreiber, Hughes- und Heberſchreiber ſowie als Betriebskraft Batterieſtröme. Eine andre Gattung benutzt Induktionswechſelſtröme verſchiedener Perioden und Telephone als Empfänger, die nur auf eine beſtimmte Tonhöhe anſprechen. Man bezeichnet dieſe Methode als Stimmgabeltelegraphie, da die erforderlichen Periodenzahlen meiſt durch Stimmgabeln erzeugt werden.

Zur gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie iſt auch das gleichzeitige Telegraphieren und Fernſprechen auf einer Leitung zu rechnen. — Bei der wechſelzeitigen mehrfachen Telegraphie wird die Leitung auf beiden Aemtern durch zwei ſynchron laufende Verteiler in regelmäßigem Wechſel mit verſchiedenen Apparatſyſtemen verbunden; es ſind mehrere Telegramme gleichzeitig in Arbeit (auf jedem Apparat eins), und von jedem wird während eines Verteilerumlaufs nur ein Buchſtabe oder Zeichen befördert. In dieſer Weiſe arbeiten die mehrfachen Typendrucker von Baudot und Rowland; ähnlich wirkt der ſechsfache Telegraph von Delany.

a) Gegenſprechen.

Es kommen die Brückenſchaltung für oberirdiſche und kurze unterirdiſche Leitungen ſowie in etwas veränderter Form für lange Seekabel zur Anwendung, die Differentialſchaltung für längere unterirdiſche Leitungen.

Brückenſchaltung. Sie beruht auf der Stromverzweigung der Wheatſtoneſchen Brücke. Die vier Seiten des Wheatſtoneſchen Vierecks (Fig. 39) ſind beim Amt I *m n* und *m p* mit den Widerſtänden *a* und *b*, ferner der Leitungsweg von *n* zum Amte II und durch deſſen Apparate zur Erde mit dem Widerſtande *c* ſowie von *p* durch den Widerſtand *d* zur Erde. Sind dieſe Widerſtände ſo abgeglichen, daß $a \cdot d = b \cdot c$ iſt, ſo fließt beim Niederdrücken der Taſte *T* kein Strom durch die Brückendiagonale *n p*, und der eigne Empfangsapparat bleibt in Ruhe. Ebenſowenig ſpricht im Amte II, wo dieſelbe Anordnung getroffen iſt, der Empfangsapparat an, wenn daſelbſt die Taſte gedrückt wird. Der im Amte II ankommende Strom teilt ſich bei *n'*; ein Teil fließt über den Brückenarm *n' m'* und die Taſte zur Erde, der andre Teil durchläuft, den Empfangsapparat in Tätigkeit ſetzend, die Brückendiagonale *n' p'* und findet von *p'* aus teils über *m'*, teils über *d'* Erde. Aehnlich verläuft im Amte I der von II ankommende Strom, nur hat dieſer entſprechend der Schaltung der Batterie *B'* die umgekehrte Richtung: er fließt aus der Erde von I über die Punkte *m* und *p* nach *n* und weiter nach II. Der Empfangsapparat ſpricht alſo bei jedem Amte nur auf den ankommenden, nicht auf den abgehenden Strom an. Hieran ändert ſich nichts, wenn gleichzeitig von beiden Aemtern Strom geſendet wird. Da in I der poſitive, in II der negative Batteriepol an Leitung liegt, ſo wirkt bei gleichzeitigem Drucke beider Taſten eine doppelt ſo große elektromotoriſche Kraft, der Strom iſt daher in der Leitung *L* zwiſchen den Punkten *n* und *n'*, wo keine Verzweigung ſtattfindet, doppelt ſo ſtark. Infolgedeſſen fließt durch beide Empfangsapparate Strom und zwar in II in der Richtung von *n'* nach *p'* und bei Amt I in der Richtung von *p* nach *n*. Auf den Empfänger in I wirkt immer nur ein beſtimmter Teil des von der Batterie *B'* erzeugten Stromes, gleichgültig, ob die Batterie *B* Strom ſendet oder nicht; ähnlich verhält es ſich hinſichtlich des Empfängers in II.

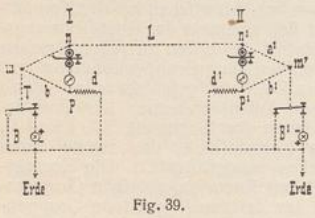


Fig. 39.

Differentialſchaltung. Sie beſteht darin, daß der abgehende Strom ſich in zwei Hälften ſpaltet, welche die beiden genau gleichen Drahtwicklungen eines Differentialrelais in entgegengeſetzten Richtungen durchfließen und es daher magnetiſch nicht beeinfluſſen, während der ankommende Strom nur eine Wicklung oder beide in derſelben Richtung durchläuft und daher magnetiſierend wirkt.

b) Der Stimmgabeltelegraph.

Mercadiers Stimmgabeltelegraph beruht auf der Verwendung von Stimmgabelunterbrechern in den Gebern und Monotelephonen als Empfänger. Das Monotelephon ſpricht auf die es durchfließenden Wechſelſtröme nur inſoweit an, als ſie den Eigenton ſeiner Membrane erzeugen. Es wird daher, wenn mehrere verſchieden abgeſtimmte Geber und Empfänger dieſer Art in eine Leitung eingeſchaltet ſind, jedes Telephon nur den Ton der mit ihm gleichtönenden Stimmgabel wiedergeben. Zwiſchen den Zinken der Stimmgabel *S* bezw. S_1, S_2 u. ſ. w. (Fig. 40) liegt der Elektromagnet *E* im Stromkreiſe der Batterie *B m*. Wird der Kreis geſchloſſen, indem die auf der einen Zinke ſitzende Stahlſpitze *t* die Platinplatte *P m* berührt, ſo zieht *E* beide Gabelzinken an und unterbricht dadurch ſeinen Stromkreis, worauf beide Zinken zurückſchwingen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hierbei wird der Strom wieder geſchloſſen und das Spiel wiederholt ſich. Die Stimmgabel gerät infolgedeſſen in Schwingungen und wird in dieſem Zuſtande durch die Motorbatterie *B m* dauernd erhalten; ſie macht in jeder Sekunde die ihrem Eigentone entſprechende Anzahl Schwingungen. Der auf die andre Zinke iſoliert aufgeſetzte Stahlſtift *t'* macht dieſelben Bewegungen wie *t* und ſchließt bei jeder Schwingung den Stromkreis der Senderbatterie *B s*, jedoch nur dann, wenn die Taſte *T* niedergedrückt iſt. In dieſem Falle gelangen die erzeugten Stromſtöße beim Amte I in die Wickelung 1 des Induktionsüberträgers J_1 und werden in die Leitung übertragen. Sie durchfließen die beiden Monotelephone M_1 und M_2, können aber nur in M_2, welches denſelben Eigenton wie die Stimmgabel S_1 hat, wahrgenommen werden. Erzeugt die Stimmgabel S_2 beim Amte II einen andern Ton wie S_1 und iſt der Empfänger M_1 auf ſie abgeſtimmt, ſo werden die gleichzeitig vom Amte II entſandten Ströme nur in M_1 wahrgenommen. Die gleichzeitig in die Leitung entſandten Stromwellen verſchiedener Periodenzahl verlaufen nebeneinander, ohne ſich gegenſeitig zu ſtören. Es ſteht nichts entgegen, an den Enden der Induktionsſpule bei jedem Amte mehrere Geberſtromkreiſe mit verſchieden geſtimmten Stimmgabeln anzulegen und die zugehörigen Monotelephone beim andern Amte in die Leitung einzuſchalten. Um die Empfänger der Einwirkung der abgehenden Ströme zu entziehen, verwendet Mercadier eine Art Differentialſchaltung.

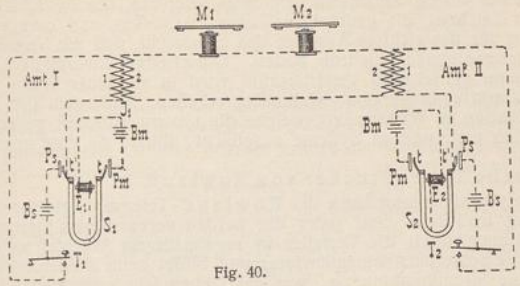


Fig. 40.

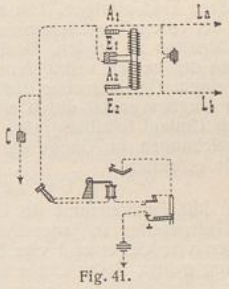


Fig. 41.

c) Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernſprechen.

Hierzu eignen ſich beſonders die Fernſprechdoppelleitungen. Die zur Anwendung kommende Schaltung (Fig. 41) beruht hinſichtlich des Verlaufs der Telegraphierſtröme auf dem Prinzip der Wheatſtoneſchen Brücke. Zwei Brückenarme beſtehen aus künſtlichen Widerſtänden mit Selbſtinduktion, die andern beiden aus den Leitungsdrähten *L a* und *L b*. In die Galvanometerdiagonale ſind die Fernſprechapparate, in die Batteriediagonale dagegen die Telegraphenapparate eingeſchaltet. Der Sprechverkehr vollzieht ſich in einer Doppelleitung unter Ausſchluß der Erde; für den Telegraphenbetrieb ſind beide Leitungsdrähte parallel verbunden, wobei die Rückleitung von der Erde gebildet wird. Die beiden künſtlichen Brückenarme beſtehen aus einer Art Transformator mit nebeneinander liegenden Wicklungen gleicher Windungszahl und gleichen Widerſtandes. Die von dem Fernſprechapparat ausgehenden Ströme müſſen beide Spulen hintereinander in dem Sinne durchlaufen, daß ſie in dem Eiſenkern an einem Ende einen Nordpol und am andern Ende einen Südpol hervorrufen, den Eiſenkern alſo richtig magnetiſieren. Dagegen müſſen die Telegraphierſtröme, für welche die Spulen nebeneinander geſchaltet ſind, an den Enden des Eiſenkerns gleichnamige Pole hervorrufen. Im erſten Falle iſt die Selbſtinduktion des Transformators ſehr hoch, ſo daß die Sprechſtröme vom Transformator abgedrängt werden und ungeſchwächt in die Leitung gehen; im zweiten Falle iſt die Selbſtinduktion noch hinreichend ſtark, um die Telegraphierſtröme ſo weit abzuflachen, daß ſie auch in benachbarten Leitungen ſtörende Geräuſche nicht hervorbringen können. Nach Erfordernis kann die abflachende Wirkung des Transformators auf die Telegraphierſtröme durch Anſchalten eines Kondenſators *C* bis zu 2 Mf. Kapazität unterſtützt werden. Die ankommenden Telegraphierſtröme durchfließen die Brücke mit den Sprechapparaten deshalb nicht, weil die beiden Abzweigungspunkte dieſer Brücke auch in bezug auf die ankommenden Ströme gleiche Spannung haben. Beim Telegraphieren können Morſe- oder Hughesapparate (vgl. die Figur) verwendet werden.

d) Der mehrfache Typendrucker von Baudot.

In Berlin und Hamburg wird zum Verkehr mit Paris ein vierfacher Typendrucker von Baudot benutzt, der die gleichzeitige Beförderung von vier Telegrammen auf einer Leitung geſtattet. Der vielfach in Frankreich gebräuchliche Telegraph kommt auch als zwei-, drei- und ſechsfacher Apparat zur Verwendung. Zu einem vierfachen Baudot-Syſtem gehören: der Verteiler, beſtehend aus zwei Kontaktſcheiben mit zahlreichen, in konzentriſchen Kreiſen angeordneten, voneinander iſolierten metallenen Kontaktſtücken, auf welchen mehrere an der Verteilerachſe ſitzende Bürſtenpaare in gleichmäßiger Umdrehung ſchleifen, ferner vier Geber, je beſtehend aus einer Klaviatur von fünf Taſten, vier Empfänger, fünf empfindliche Relais — Empfangs-, Druck- und Kontrollrelais, ſowie je ein weiteres Empfangs- und Druckrelais zur Aushilfe —, endlich ein Walzenumſchalter zum Wechſeln der Relais und ein Farbſchreiber zu Prüfungszwecken. Auf der einen Verteilerſcheibe ſind $4 \cdot 5 = 20$ Kontaktſtücke in einem Kreiſe angeordnet; ſie werden nacheinander bei jeder Umdrehung der Verteilerachſe durch das entſprechende Bürſtenpaar mit demjenigen Kontaktringe verbunden, an welchem die Leitung liegt. Je fünf Kontaktſtücke gehören zu einem der vier aus Geber und Empfänger beſtehenden Apparatſätze

und sind je mit einem der fünf Tastenhebel verbunden. An den Ruhekontakten sämtlicher Tasten liegt die negative, an den Arbeitskontakten die positive Telegraphierbatterie. Infolgedessen senden, während der Verteilerarm über die fünf Kontaktstücke eines Apparatsatzes hinweggleitet, die nicht gedrückten Tasten je einen negativen und die niedergedrückten Tasten je einen positiven Strom in die Leitung. Durch die verschiedenen Kombinationen der fünf Ströme werden die Buchstaben dargestellt, so z. B. der Buchstabe T durch die Stromkombination + — + — +. Durch Umstellen eines am Geber befindlichen Kurbelumschalters kann die negative Batterie abgeschaltet und an ihrer Stelle das Empfangsrelais mit den Ruhekontakten verbunden werden. Das Relais nimmt dann die ankommenden Ströme auf und überträgt sie unter Mitwirkung des Verteilers auf die fünf Elektromagnete des Empfängers oder Druckapparats. In diesem wird die aufgenommene Stromkombination mit Hilfe einer sinnreichen Vorrichtung, des Kombinators, in den entsprechenden Buchstaben übersetzt und letzterer auf den Papierstreifen gedruckt. Das hierzu dienende Typenrad läßt sich ähnlich wie beim Hughesapparat durch die Zeichen „Buchstabenweiß" und „Ziffernweiß" verstellen, in der einen Stellung druckt es Buchstaben, in der andern Ziffern und Satzzeichen. Beim Senden bildet das Kontrollrelais eine Abzweigung für die abgehenden Ströme und veranlaßt in gleicher Weise, wie das Empfangsrelais beim Empfangen, den Druck der übermittelten Zeichen auf dem eignen Empfänger. Das Geben muß genau im richtigen Takt erfolgen. Ein am Geber mittels Winkelarm befestigtes Telephon, der Taktschläger, gibt bei jedem Verteilerumlauf das Zeichen, die gedrückten Tasten loszulassen und eine neue Kombination zu greifen. Bedingung für das richtige Arbeiten des Baudot ist, daß die Verteilerachsen der beiden verbundenen Systeme genau synchron laufen. Die Drehgeschwindigkeit der von einem Gewicht oder Elektromotor getriebenen Verteilerachse wird in ähnlicher Weise wie beim Hughesapparat durch einen Zentrifugalregulator gleichmäßig erhalten. Außerdem tritt bei jedem Umlauf selbsttätig eine Korrektion in Wirksamkeit, welche die unvermeidlichen geringen Abweichungen im Gange der beiden verbundenen Systeme ausgleicht, sobald sie eine gewisse Größe erreichen.

e) Der achtfache Typendrucker von Rowland.

Mit Zuhilfenahme der Gegensprechschaltung kann der Rowland-Telegraph gleichzeitig vier Telegramme in jeder Richtung befördern. Auf jeder der beiden verbundenen Stationen werden vier Geber und vier Empfänger durch die Verteiler in regelmäßigem Wechsel an die Leitung gelegt. Jeder Geber hat eine Schreibmaschinenklaviatur und bildet beim Niederdrücken einer Taste selbsttätig die gewünschte Stromkombination, was das Geben sehr erleichtert. Der Empfänger druckt das ankommende Telegramm mit Typen in Zeilen unmittelbar auf die Ankunftsblätter, die der Breite nach zu einem Papierband aneinander gereiht sind. Der Telegraph benutzt Wechselströme, die auf jedem Amte von einem feststehenden Umformer und einem Kommutator erzeugt werden und ständig in regelmäßiger Folge in die Leitung fließen. Jedem Geber werden elf Stromstöße zugeteilt; die Zeichensendung erfolgt durch Unterdrückung einer oder mehrerer Wechselstromhalbwellen. Zum Betrieb des Apparatsystems ist es erforderlich, daß alle Sende- und Empfangsapparate auf beiden Aemtern mit der gleichen Geschwindigkeit laufen, und daß die Kommutatoren hinsichtlich ihrer Wirkung in festen Beziehungen zueinander stehen. Auf jedem Amte werden alle Kommutatoren, die für das Arbeiten der Leitung in Frage kommen, von einem Motor getrieben, der gleichzeitig als Synchronismusregler verwendet wird. Die ankommenden Stromstöße werden durch das Empfangsrelais mit Hilfe des Verteilers so auf die zu jedem Empfänger gehörenden elf Relais übertragen, daß jedes Relais den ihm entsprechenden Stromstoß erhält. Auf die regelmäßigen Stromwellen sprechen diese Relais nicht an, wohl aber wird ein Relaisanker umgelegt, wenn der zugehörige Linienstromstoß geändert wird. Bei jedem Zeichen sprechen also die zu den unterdrückten beiden Stromimpulsen gehörigen beiden Relais an. Das hierdurch ausgedrückte Zeichen wird durch einen Kombinator übersetzt, und der Abdruck erfolgt in dem Augenblick, in welchem die entsprechende Type sich in Druckstellung befindet.

f) Der sechsfache Telegraph von Delany.

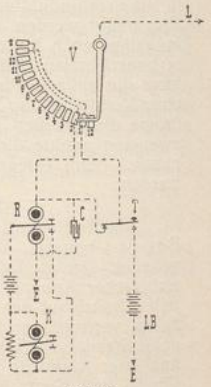


Fig. 42.

Der Verteiler legt die Leitung während eines Umlaufs nicht nur einmal, sondern zwölfmal auf die einzelnen Apparatsätze. Da der Verteilerarm drei Umdrehungen in der Sekunde macht, so wird jeder Apparat 36 mal während jeder Sekunde mit der Leitung verbunden. Infolgedessen kann jeder Apparatsatz — Morseschreiber oder Klopfer — so betrieben werden, als ob er dauernd mit der Leitung in Verbindung stände. Das Delany-System wird namentlich in England als sechsfacher Apparat verwendet, wobei Klopfer als Empfänger dienen. Von den 162 Kontaktstücken des Verteilers (Fig. 42) dienen 144 dem Anschluß der Apparate, 18 zu Korrektionszwecken. Jene sind in zwölf Gruppen zu 12 geteilt; von jeder Gruppe gehören die Kontaktstücke 1 und 2 zum ersten, 3 und 4 zum zweiten, 5 und 6 zum dritten Apparatsatz u. s. w. Das erste Kontaktstück ist mit der Taste *T*, das zweite mit dem Empfangsrelais *R* verbunden, und es stehen die gleichbezifferten Kontaktstücke der verschiedenen Gruppen untereinander in Verbindung. Drückt man die Taste, so fließt der Strom der Linienbatterie *L B* jedesmal dann in die Leitung, während der Verteilerarm über ein Kontaktstück 1 hinwegschleift, also zwölfmal bei jeder Umdrehung, 36 mal in der Sekunde und mindestens zweimal bei einem kurzen Morsepunkte. Beim Geben eines Morsestriches fließt die dreifache Anzahl Stromstöße in die Leitung. Die ankommenden Ströme können von beiden Kontaktstücken 1 und 2 zum Empfangsrelais *R* gelangen; bei längeren Leitungen werden sie wegen der Stromverzögerung infolge der Kapazität haupt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fächlich vom Kontaktſtück 2 abgenommen. Das Empfangsrelais hat hohe Selbſtinduktion, die im Verein mit der Kapazität des parallel geſchalteten Kondenſators *C* von 10 Mf. Kapazität die magnetiſierende Wirkung der ſehr kurzen Linienſtröme in dem Grade verlängert, daß das mit ſchwerem Anker verſehene Relais ebenſo anſpricht, als ob es während der ganzen Dauer des Taſtendrucks von einem konſtanten Strome durchfloſſen würde. Das Relais ſetzt beim Anſprechen den im Stromkreiſe der Batterie *O B* liegenden Klopfer *K* in Tätigkeit. Bedingung für das gute Arbeiten des Syſtems iſt, daß die Verteiler der verbundenen Aemter genau ſynochron laufen.

6. **Telautographen** [1]. Sie übermitteln Schriftſtücke und Zeichnungen formgetreu in zuſammenhängenden Zügen über eine Telegraphenleitung und unterſcheiden ſich dadurch von den alten Kopiertelegraphen von Bakewell und Hipp ſowie den Pantelegraphen von Caſelli, die die Schriftzüge und Linien nicht in ihrem vollen Zuſammenhange, ſondern mittels feiner, eng aneinander liegender weißer Striche auf farbigem Grunde wiedergeben. Eine praktiſche Bedeutung haben die Kopiertelegraphen nicht erlangt, dagegen beginnen die Telautographen von Gray, Cerebotani, Gruhn und Korn ſich in die Praxis einzuführen.

Das Konſtruktionsprinzip der alten Kopiertelegraphen, das zum Teil auch bei den neueren Telautographen Verwendung findet, iſt folgendes: Die in die Ferne zu übertragende Handſchrift oder Zeichnung wird mit iſolierender Tinte auf einer Metallplatte hergeſtellt. Ueber dieſer Metallplatte läßt man einen Metallſtift in dicht aufeinander folgenden Linien hin und her ſchleifen, ſo daß nach und nach alle Teile der Platte von dem Stifte berührt werden. Wird die Platte mit dem einen Pole einer galvaniſchen Batterie verbunden, deren andrer Pol an Erde liegt, und verbindet man den Metallſtift mit der Telegraphenleitung, ſo wird in dieſe ein elektriſcher Strom geſandt, der nur dann unterbrochen wird, wenn der Stift über eine mit der iſolierten Tinte bedeckte Stelle der Platte hinwegſtreicht. Auf der Empfangsſtation führt entweder ein Metallſtift gleichzeitige und gleichartige Bewegungen über chemiſch präpariertem Papier aus und fixiert durch elektrochemiſche Zerſetzung die Handſchrift oder Zeichnung in der Regel hell auf dunkelm Grunde, oder es erfolgt die Wiedergabe durch eine Glasfeder von der Form der Schreibvorrichtung des Heberſchreibers, die durch einen Elektromagnet betätigt wird.

a) Der Telautograph von Eliſha Gray.

Die Schreibſtiftbewegung wird in zwei Komponenten zerlegt. Zu dieſem Zwecke ſind auf der Senderſtation zwei Winkelhebel um zwei feſte Punkte drehbar angeordnet. Die Winkelhebel tragen an dem einen Ende je eine Kontaktrolle, die über einen elektriſchen Widerſtand ſchleift, und am andern Ende je einen leichten Stab. Die Stäbe ſtehen in feſter Verbindung mit dem Geberſchreibſtift, ſo daß bei einer Bewegung desſelben eine Verſchiebung der Kontaktrollen über den Widerſtänden eintritt. Die Widerſtände ſind als Spiralen in je einem Kreisbogen angeordnet, beide Kreisbogen ſind parallel geſchaltet und über eine Sammlerbatterie an Erde gelegt. Die beiden nach der Empfängerſtation führenden Leitungen ſind an die Drehzapfen der Winkelhebel angeſchloſſen. Auf der Empfangsſtation wird ein kräftiger Elektromagnet durch den Strom einer lokalen Sammlerbatterie erregt. Eine mit zwei Löchern verſehene Eiſenplatte, durch deren Mitte die Pole des Elektromagnets hindurchgehen, dient letzterem als magnetiſcher Schluß. In den Raum zwiſchen den Elektromagnetpolen und der Eiſenplatte ragen zwei kleine an Federn hängende Drahtſpulen hinein. Die Spulen ſind miteinander verbunden und an der Verbindungsſtelle an Erde gelegt; an ihren freien Enden ſind die beiden Leitungen angeſchloſſen. Die Zugfäden der Spule ſind durch ein ähnliches Hebelſyſtem wie beim Sender mit der Schreibvorrichtung verbunden. Durch die Bewegungen des Schreibſtiftes auf der Senderſtation werden Aenderungen der Stromſtärke in den Leitungen hervorgerufen. Die Aenderungen der die beweglichen Empfängerſpulen durchfließenden Ströme wirken auf die Elektromagnetpole ſo ein, daß ſie einen Zug auf die Spulen ausüben. Die Zugkräfte werden von den Aufhängeſpiralen aufgenommen und auf die Schreibhebelvorrichtung ſo übertragen, daß der Empfängerſtift die gleichen Bewegungen wie der Senderſtift ausführt.

b) Der Fakſimiletelegraph von Cerebotani.

Die zu übermittelnden Bewegungen, in welche die Bewegung des Senderſchreibſtiftes übergeht und aus welchen ſich die des Empfängerſchreibſtiftes ergibt, ſind derart, daß ſie ſtets eine gerade Linie beſchreiben und konſtant rechtwinklig zueinander bleiben. Die Schrift oder Zeichnung wird alſo Punkt für Punkt durch die Bewegung eines recktwinkligen Koordinatenſyſtems dargeſtellt, und in jeder Gegend des Schreibfeldes entſprechen den gleichen Bewegungen der Schreibfeder gleiche Bewegungen der Koordinatenachſen. Der Schreibſtift des Senders iſt mittels Führungsſtangen, die ſich innerhalb einer Anordnung von Walzen oder Rollen frei bewegen, ſo angebracht, daß er das ganze Schreibfeld befahren kann. Aus jeder Bewegung des Schreibſtiftes bilden ſich zwei verſchiedene geradlinige rechtwinklige Bewegungen. Der Empfangsapparat hat eine ähnliche Anordnung der Schreibfeder; ihren Führungsſtangen müſſen die Bewegungen der Führungsſtangen der Senderſchreibfeder übermittelt werden. Dies geſchieht auf elektriſchem Wege durch poſitive oder negative Ströme, die durch die Bewegung der Führungsſtangen in der einen oder andern Richtung in die beiden Telegraphenleitungen geſchickt werden. Auf der Empfangsſtation betätigen dieſe Ströme einen polariſierten und einen gewöhnlichen Elektromagnet und durch dieſe mittels verſchiedener Triebe und Zahnſtangen die Führungsſtangen der Schreibfeder in den der Bewegung der Senderfeder entſprechenden Richtungen.

c) Der Telautograph von Gruhn-Grzanna.

Er ſtellt eine geiſtreiche Verbindung des Uebertragungsprinzips der vorbeſchriebenen Telautographen mit der photographiſchen Niederſchrift des Schnelltelegraphen von Pollak-Virág dar. Die Schreibſtiftbewegung wird hier ebenfalls in zwei Komponenten zerlegt. Dieſe bedingen Schwankungen in der Stärke des durch die Leitungen fließenden kontinuierlichen Gleichſtroms. Die Bewegungskomponenten ſind damit in Stromkomponenten umgeſetzt, deren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

jeweilige Größe ſtets proportional der Entfernung der Schreibſtiftſpitze von je einer Kante der Schreibfläche iſt. Auf der Empfangsſtation müſſen wieder zwei Bewegungskomponenten erzeugt werden, deren Reſultante genau der Schreibbewegung am Geber entſpricht. Zur Erzeugung dieſer Reſultante wird ein photographiſch wirkſamer Lichtſtrahl benutzt. Eine kleine elektriſche Lampe (Fig. 43) wirft einen feinen Lichtſtrahl auf einen ſehr kleinen Spiegel; dieſer reflektiert ihn auf einen zweiten Spiegel, von dem er durch eine Linſe auf lichtempfindliches photographiſches Papier geworfen wird und auf dieſem einen feinen Lichtpunkt erzeugt. Die beiden kleinen Spiegel bewegen ſich unter dem Einfluſſe der elektriſchen Ströme in den beiden Fernleitungen. Sie ſitzen auf kleinen drehbaren Achſen, auf denen kleine Magnetſtäbchen befeſtigt ſind. Letztere ſtehen unter dem Einfluſſe der in die Fernleitungen eingeſchalteten Kupferdrahtſpulen *g* und *h*; entſprechend den durch die Spulen fließenden elektriſchen Strömen geraten ſie in ſchwingende Bewegungen. Der eine Spiegel ſchwingt von oben nach unten und der andre von rechts nach links, gemäß den Bewegungen der Schreibſtiftſpitze des Senders. Der reflektierte Lichtſtrahl führt genau dieſelben Bewegungen aus; indes vereinigen ſich beide Bewegungen zu einer reſultierenden derart, daß nun der Lichtſtrahl einen Schreibſtift vorſtellt, der ſich gleichzeitig und mit derſelben Geſchwindigkeit wie die Graphitſpitze des Senderſchreibſtiftes über das Papier bewegt und auf ihm eine getreue photographiſche Niederſchrift der telegraphiſch übermittelten Handſchrift oder Strichzeichnung bewirkt. Die Entwicklung des Photogramms erfolgt automatiſch innerhalb 10 Sekunden; es wird durch einen kleinen Motor ſelbſttätig aus der Dunkelkammer des Apparats herausbefördert.

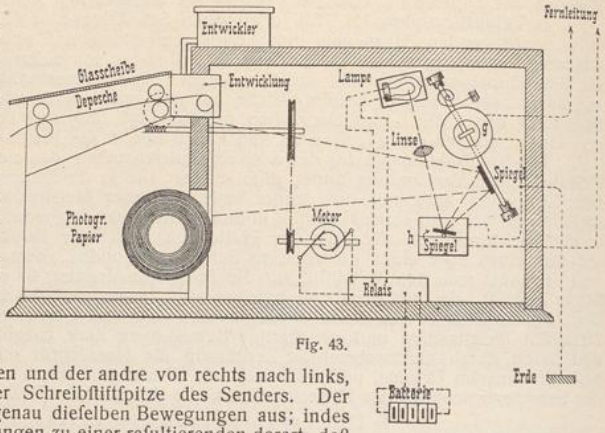


Fig. 43.

d) Der Telautograph von Korn [4]

ſtellt eine Vereinfachung des fernphotographiſchen Syſtems dar, das Korn zur telegraphiſchen Uebertragung von Bildern benutzt. Der Senderapparat iſt nach dem Prinzip der Kopiertelegraphen konſtruiert. Die zu übertragende Schrift oder Zeichnung wird auf einer Metallfolie mit nichtleitender Tinte aufgetragen und dieſe um einen Hartgummizylinder gelegt, der mit Hilfe eines Elektromotors und einer Schneckenradübertragung in gleichmäßige Umdrehung verſetzt wird. Der auf der Metallfolie wie der Stichel eines Phonographen auf der Phonographenwalze, aber mit viel geringerem Druck gleitende Stift verſchiebt ſich nach jeder Umdrehung um $^1/_4$ mm parallel zur Zylinderachſe. Eine galvaniſche Batterie ſendet über die Metallfolie und den Schreibſtift Strom in die Leitung. Der Strom wird unterbrochen, ſobald die Stiftſpitze auf eine nicht leitende Stelle der Metallfolie kommt. Der Hauptteil des Empfängers iſt eine Crookesſche Röhre (ſ. Geißlerſche Röhre), die vor einer der Senderwalze gleichen Hartgummiwalze mit photographiſchem Papierbelag ſo bewegt wird, daß nach jeder Umdrehung das Fenſter der Röhre um $^1/_4$ mm längs der Walzenachſe verſchoben wird. Die Röhre bewegt ſich dicht über dem photographiſchen Film, ſchleift aber nicht auf demſelben. Sobald der Geberſtift auf eine nichtleitende Stelle der Metallfolie trifft, ſtrahlt die Crookesſche Röhre des Empfängers auf; die Strahlung wird unterbrochen, wenn die Spitze auf eine leitende Stelle kommt. Zur Betätigung der Crookes-Röhre dienen hochgeſpannte Ströme, die ihr durch Vermittlung einer Relaisanordnung aus Hochſpannungsakkumulatoren zugeführt werden. Innerhalb einer Stunde können mit dem Telautographen von Korn 500 Wörter in gewöhnlicher Schrift oder 2000—2500 Wörter in Stenographie übertragen werden.

III. Der Telegraphenbau [1].

Die Telegraphenanlagen müſſen dauerhaft hergeſtellt werden und die nötige Widerſtandsfähigkeit gegen Witterungseinflüſſe und mechaniſche Beſchädigungen beſitzen. Sie müſſen überſichtlich angeordnet werden, damit Beſchädigungen leicht aufzufinden und ohne Störungen des Betriebs zu beſeitigen ſind. Die Leitungen müſſen den elektriſchen Strom gut und ſicher leiten; die Herſtellung der Verbindungsſtellen zwiſchen den einzelnen Drahtlängen hat daher beſonders ſorgfältig zu erfolgen. Ferner müſſen die Leitungen den Strom ungeſchwächt — ohne Verluſt — bis zum Beſtimmungsorte führen, d. h. ſie müſſen auf der ganzen Länge gut iſoliert ſein. Bei oberirdiſchen Leitungen muß zu dieſem Zwecke an den Stützpunkten zur Befeſtigung des Drahtes ein guter Nichtleiter — die Porzellandoppelglocke — angebracht werden, um Ableitungen zur Erde zu verhüten. Bei unterirdiſchen Anlagen müſſen die Leitungen vollſtändig in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen Nichtleiter — Guttapercha, Faserstoff oder Papier — eingehüllt sein, d. h. als Kabel zur Verlegung kommen.

1. **Materialien.** Für oberirdische Linien kommen an Hauptmaterialien hölzerne und eiserne Stangen, Mauerbügel, Querträger, Porzellandoppelglocken auf Stützen verschiedener Art sowie Eisen- und Bronzedraht in Betracht. Die Hauptmaterialien für versenkte Linien sind Guttapercha- und Faserstoffkabel. Für die Herstellung der Zimmerleitung, d. h. der Leitungsführung in den Telegraphenanstalten, kommen allgemein Bleirohrkabel zur Verwendung.

a) Hölzerne Telegraphenstangen.

Die in Europa zur Verwendung kommenden Telegraphenstangen sind meist Stammenden der Kiefer (Pinus silvestris). Weniger benutzt werden Fichten (Pinus abies), Lärchen (Larix decidua) und Tannen (Pinus picea), selten Eichen. In den Vereinigten Staaten von Amerika verwendet man fast nur das Stammende der gelben Zeder. Um die Nadelhölzer widerstandsfähiger gegen Fäulnis zu machen, werden sie entweder mit Kupfervitriol nach Boucherie, mit Zinkchlorid nach Burnett, kreosothaltigem Teeröl nach Bethell oder Quecksilbersublimat nach Kyan imprägniert (s. Holzkonservierung). Die durchschnittliche Gebrauchsdauer der Stange beträgt bei Zubereitung mit Kupfervitriol 11,7 Jahre, mit Zinkchlorid 12 Jahre, mit Teeröl 30 Jahre, mit Sublimat 13 Jahre. Die Längen der gewöhnlich zur Verwendung kommenden Stangen sind 7 m, 8,5 m, 10 m und 12 m. Die Zopfstärke beträgt 12 oder 15 cm. An Eisenbahnen werden für gewöhnlich 7 m lange Stangen mit 15 cm Zopfstärke, an Landstraßen solche von 8,5 m Länge verwendet. Die 10 und 12 m langen Stangen dienen für Wegeüberschreitungen. Die schwächeren Stangen kommen für gering belastete Nebenlinien zur Verwendung. Für Hauptlinien wird als gewöhnlicher Stangenabstand auf gerader Strecke eine Länge von 75 m angenommen, für Nebenlinien ein Abstand bis zu 100 m.

b) Eiserne Stangen.

Sie werden nur stellenweise verwendet, z. B. in größeren Städten oder an solchen Punkten, wo die Telegraphenanlage mit Rücksicht auf die Umgebung ein gefälligeres Aussehen erhalten soll; ferner da, wo es an Raum zur Aufstellung der stärkeren Holzstangen fehlt oder wo nach Lage der Bodenbeschaffenheit und der sonstigen örtlichen Verhältnisse die Verwendung eiserner Stangen trotz des höheren Preises vorteilhaft erscheint. Zu eisernen Telegraphenstangen können auch die Rohrständer für Fernsprecheinrichtungen benutzt werden. Für die Tropen empfiehlt sich die Verwendung von 6,5—8,5 m langen Röhren ohne Naht, die nach dem Mannesmannschen Walzverfahren aus bestem Siemens-Martinstahl hergestellt sind.

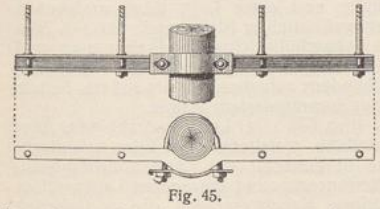


Fig. 45.

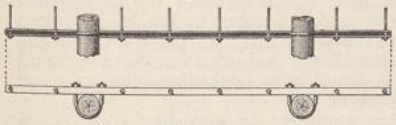


Fig. 46.

c) Mauerbügel (Fig. 44).

Sie werden an Stelle von Holzstangen verwendet, wenn es zu deren Aufstellung an Raum fehlt und die Isoliervorrichtungen daher an Mauerwerk, Felswänden, Brückengeländern u. s. w. angebracht werden müssen. Als Material dient vorzugsweise Schmiedeeisen und zwar Flacheisen von 1 cm Stärke und 4 cm Breite. Für das die Isolatoren tragende Bügelstück kommt ein schmiedeeisernes Rohr von 3—4 cm Durchmesser zur Verwendung.

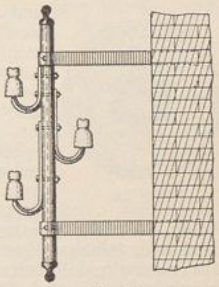


Fig. 44.

d) Querträger.

Sie sind aus Schmiedeeisen gefertigt und werden jetzt meist aus ⊏-förmigen Eisenprofilen hergestellt. Für Telegraphenzwecke sind gebräuchlich Querträger zu vier und acht Leitungen (Fig. 45 und 46). Zur Befestigung der Querträger an den Stangen und Rohren dienen ein bezw. zwei Ziehbänder in verschiedenen Weiten und Stärken aus Rundeisen. Vorlegeplatten sind nur für Querträger am einfachen Holzgestänge erforderlich. Als Isolatorstützen werden gerade Stützen verwendet.



Fig. 47.

e) Isoliervorrichtungen.

Als Isoliervorrichtung für Telegraphenleitungen wird die Porzellandoppelglocke auf hakenförmiger Schraubenstütze, gerader oder U-förmiger Stütze in meist drei verschiedenen Größen benutzt. Die Porzellandoppelglocken der deutschen Reichstelegraphenverwaltung haben die vom Generaltelegraphendirektor v. Chauvin 1858 angegebene Form (Fig. 47 und 48). Die Höhe der Doppelglocke Nr. I beträgt 14,1 cm, von Nr. II 10 cm und von Nr. III 8 cm. Bei letzterer fehlt das obere Drahtlager; sie ist oben glatt (Fig. 48). Die Doppelglocke ist die beste bisher zur Verwendung gelangte Form von Isolatoren für Telegraphen- und Fernsprechleitungen. Ihre tiefe doppelte Unterschneidung verlängert die schädliche Feuchtig-

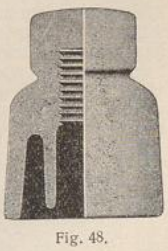


Fig. 48.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

keitsſchicht, falls ſich eine ſolche auf der Oberfläche des Iſolators bis zur Stütze bilden ſollte, ſo erheblich und vergrößert dadurch ihren Widerſtand ſo bedeutend, daß ſie viel an nachteiliger Wirkung verliert. Für gewöhnlich iſt jedoch die innere Höhlung nicht nur vollſtändig vor dem Eindringen des Regens und des Nebels geſichert, ſondern auch vor Taubildung geſchützt, da der äußere Mantel die Wärmeausſtrahlung der inneren Glocke bei ſinkender Temperatur ſo verzögert, daß ſich keine Feuchtigkeit aus der Luftſchicht der inneren Höhlung abſcheiden kann. Die durch Fig. 49—51 dargeſtellten hakenförmigen, geraden und U-förmigen Iſolatorſtützen werden in der Regel aus Schmiedeeiſen, gerade und U-förmige Stützen bei ſtarker Beanſpruchung auch aus Stahl gefertigt.

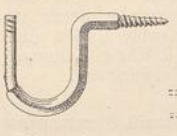


Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51.

f) Leitungsdraht (vgl. a. Drahtprüfungen, Bd. 3, S. 36).

Für Telegraphenleitungen wird in der Regel verzinkter Eiſendraht von 6, 5, 4 oder 3 mm Stärke benutzt, und zwar 5 mm (in Ausnahmefällen 6 mm) ſtarker Draht für die internationalen Leitungen oder die Leitungen des großen inländiſchen Verkehrs, 4 mm ſtarker Draht für die übrigen Leitungen in den Hauptlinien und 3 mm ſtarker Draht für die Nebenlinien. Als Bindedraht für die Befeſtigung an den Iſolatoren wird 2 mm ſtarker und als Wickeldraht für die Herſtellung der Lötſtellen 1,7 mm ſtarker verzinkter Eiſendraht benutzt. Der Bedarf an Leitungsdraht für 1 km Leitung beträgt 230 kg 6 mm, 159 kg 5 mm, 103 kg 4 mm und 58 kg 3 mm Draht. An Bindedraht ſind für 100 Bindungen 3,5 kg erforderlich. Der Leitungsdraht muß eine abſolute Feſtigkeit von mindeſtens 40 kg auf 1 qmm Querſchnitt haben und ſein Leitungsvermögen muß mindeſtens 14 % von demjenigen des reinen Kupfers betragen. Es darf z. B. 1 km 4 mm ſtarker Eiſendraht bei + 15° C. höchſtens einen Widerſtand von 10,74 Ohm haben. Neuerdings wird für beſonders wichtige Telegraphenleitungen, namentlich für ſolche, die mit Maſchinentelegraphen und Mehrfachtelegraphen betrieben werden, Hartkupfer- oder Bronzedraht benutzt.

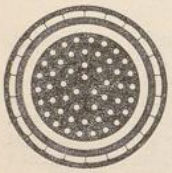


Fig. 52.

g) Telegraphenkabel [1] und [5]; vgl. a. Kabel, Bd. 5, S. 245.

1. Faſerſtofferdkabel (Fig. 52). Der Leiter beſteht meiſt aus einem maſſiven Kupferdrahte von 1,5 mm Stärke. Die Iſolierung der einzelnen Adern erfolgt durch imprägnierte Pflanzenfaſer, Jutegarn oder ſtark gepreßtes Papier. Die Kabelſeele wird in der Weiſe gebildet, daß die einzelnen Adern in der gewünſchten Anzahl miteinander in konzentriſchen Lagen verſeilt und zuſammen mit zwei Lagen Papier und einer Lage Band umſponnen werden. Darüber folgt ein einfacher waſſerdichter Bleimantel, der 3 % Zinn enthält. Der Bleimantel erhält als Schutzhülle eine Bandbeſpinnung und auf dieſe wird eine Bewehrung aus verzinkten Flacheiſendrähten von trapezförmigem Querſchnitt oder von Stahlbändern aufgebracht. Als äußerer Schutz dient dann noch eine Beſpinnung aus imprägniertem Bande.

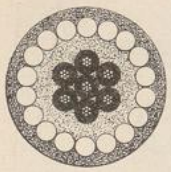


Fig. 53.

2. Guttaperchaerdkabel (Fig. 53). Der Leitungsdraht jeder Ader beſteht aus ſieben einzelnen Kupferdrähten, welche zu einer Litze zuſammengedreht ſind. Dieſe Kupferdrahtlitze iſt zunächſt mit Chattertoncompound, dann mit zwei oder drei durch Chattertoncompound getrennten Lagen reiner Guttapercha umhüllt. Bei mehradrigen Kabeln werden die ſo iſolierten Adern zu einem Ganzen — der Kabelſeele — verſeilt und mit einer in Tannin getränkten Jutehanfumſpinnung verſehen. Letztere muß den Zwiſchenraum zwiſchen der Kabelſeele und den nunmehr folgenden Schutzdrähten vollſtändig ausfüllen. Auf die verzinkten eiſernen Schutzdrähte iſt eine Aſphaltkompoſition aufgetragen, darauf eine Jutehanfumſpinnung gelegt und auf dieſe eine zweite Lage Aſphaltkompoſition aufgebracht.

3. Guttaperchaflußkabel. Die Konſtruktion entſpricht im weſentlichen derjenigen der Guttaperchaerdkabel; doch ſind die eiſernen Schutzdrähte erheblich ſtärker.

4. Unterſeekabel [6] (vgl. a. Seekabel). Während unterirdiſche Kabel meiſt eine größere Anzahl von Adern haben, iſt die Zahl der Adern bei kürzeren Unterſeekabeln auf wenige (drei bis vier) beſchränkt; lange Unterſeekabel dagegen ſind ſtets einadrig, weil bei mehradrigen Kabeln dieſer Art die gegenſeitige Induktion den Betrieb ſtören würde. Die Kupferleitung beſteht in der Regel aus einer Litze von gleichſtarken Kupferdrähten; es kommt jedoch auch eine Litze mit ſtärkerem Mitteldrahte zur Verwendung. Als Iſoliermittel für Seekabel wird nur Guttapercha benutzt, die in der Regel in drei konzentriſchen Schichten um die Kupferlitze gepreßt wird. Bei einem Kupfergewichte des Leiters bis 150 engliſche Pfund für eine Seemeile pflegt man ebenſoviel Guttapercha als Kupfer zu nehmen, bei ſchwererem Leiter überwiegt deſſen Gewicht das der Guttapercha. Die Schutzdrähte beſtehen bei den Tiefſeekabeln aus gehärtetem Stahl,

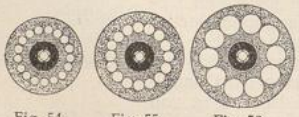


Fig. 54. Leichtes Tiefſeekabel. Fig. 55. Schweres Tiefſeekabel. Fig. 56. Leichtes Zwiſchenkabel.

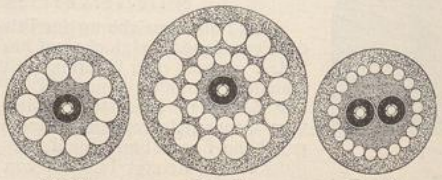


Fig. 57. Schweres Zwiſchenkabel. Fig. 58. Küſtenkabel. Fig. 59. Zweiadriges Endkabel.

bei den nicht in tiefer See liegenden Abfchnitten aus Eifen. Letzteres befitzt zwar eine geringere abfolute Feftigkeit, widerfteht aber einem feitlichen Zuge, dem es durch Schiffsanker u. f. w. ausgefetzt ift, beffer als gehärteter Stahl. Je nach der Bewehrung, welche den Unterfeekabeln im Hinblick auf die Tiefe und Befchaffenheit des Meeresbodens zu geben ift, unterfcheidet man verfchiedene Kabeltypen. Bei dem 1900 verlegten deutfch-atlantifchen Kabel find auf der Strecke Borkum—Fayal—New York die durch die Fig. 54—59 dargeftellten Kabeltypen verwendet worden.

h) Zimmerleitungskabel.

Zur Herftellung der Zimmerleitung von Telegraphenanftalten findet allgemein einadriges oder vieradriges Bleirohrkabel Verwendung. Jede Kabelader befteht aus einem 1 mm ftarken Kupferdraht, der zunächft mit einer Lage Papier, darüber mit einer Baumwollumfpinnung, dann wieder mit einer Lage Papier und endlich mit einer Zwirnumklöppelung umgeben ift. Bei dem vieradrigen Kabel find die derart hergeftellten Adern verfeilt und mit einer Juteumfpinnung verfehen. Die Ifolierhülle der Kabel wird mit guter Compoundmaffe getränkt und die Kabelfeele dann mit einem Bleimantel umpreßt.

2. **Herftellung der Telegraphenlinien.** Die Telegraphenlinien werden vorzugsweife an Eifenbahnen und Kunftftraßen geführt. Für die Herftellung der Linien an den Eifenbahnen find in Deutfchland die Beftimmungen des Bundesratsbefchluffes vom 21. Dezember 1868 fowie die von den Telegraphenverwaltungen mit den Eifenbahnverwaltungen abgefchloffenen Verträge und für die Benutzung der öffentliche Wege, Plätze, Brücken und Gewäffer nebft deren dem öffentlichen Gebrauche dienenden Ufern zu Telegraphen- und Fernfprechzwecken die Beftimmungen des Telegraphenwegegefetzes vom 18. Dezember 1899 nebft Ausführungsbeftimmungen vom 26. Januar 1900 maßgebend.

a) Die Herftellung des Geftänges.

Aufftellen der Stangen. Die Stangenlöcher müffen fo tief fein, daß die Stangen bei ebenem Boden auf ein Fünftel, in Böfchungen auf ein Viertel und in Felsboden auf ein Siebentel ihrer Länge in die Erde zu ftehen kommen. Die Löcher werden treppenartig gegraben (Fig. 60), damit fie nicht größer werden, als unbedingt nötig ift. Die Stange muß in einer Ecke des Loches gegen gewachfenen Boden ftehen. Im Felsboden werden die Löcher eingefprengt. Die Stangen müffen lotrecht ftehen. Vor der Aufftellung der Stangen hat ihre Ausrüftung mit Ifoliervorrichtungen zu erfolgen. Die oberfte Ifoliervorrichtung wird 6 cm unterhalb des tiefften Punktes der dachartigen Abfchrägung eingefchraubt und der Straßenfeite zugekehrt. Weitere Ifoliervorrichtungen find, wie Fig. 61 zeigt, wechfelftändig in der Regel mit 24 cm Abftand anzubringen. Querträger werden fämtlich an der gleichen Stangenfeite angebracht, der oberfte 10 cm unterhalb des tiefften Punktes der dachartigen Abfchrägung des Stangenzopfendes. Der fenkrechte Abftand der Querträger untereinander beträgt 30—50 cm. Zum Aufrichten der Stangen dient die Stangenfchere, beftehend aus zwei fchwachen, fcherenartig verbundenen Stangen mit eifernen Spitzen. Stangen in Winkelpunkten und Krümmungen find gegen den Drahtzug durch Strebenhölzer oder Drahtanker zu verftärken. Eiferne Stangen werden durch eine gußeiferne Erdfchraube mit Muffe, in welch letzterer fie mittels Einbleiens oder eiferner Keile befeftigt werden, in den Erdboden eingedreht.

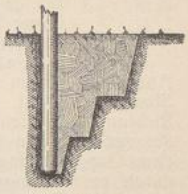


Fig. 60.

Streben. Eine Strebe ift innerhalb des von der Leitung in der Stange gebildeten Winkels anzubringen. Der Befeftigungspunkt an der Stange ift möglichft hoch und der Fußpunkt fo zu wählen, daß Strebe und Stange einen Winkel von wenigftens 30° bilden (Fig. 62). Das obere Ende der Strebe ift der Rundung der Stange entfprechend auszuhöhlen und durch zwei Schrauben, die etwas verfetzt untereinander ftehen, zu befeftigen. Damit der Fußpunkt feft liegt, ift er durch einen flachen Stein oder ein Stück Holz mit eingerammtem Pfahl zu ftützen. Durch eine Querverbindung zwifchen Stange und Strebe wird die Widerftandskraft der Strebe wefentlich verftärkt.

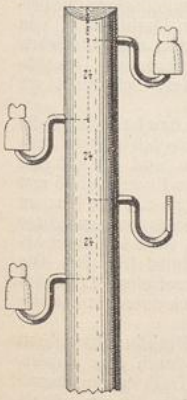


Fig. 61.

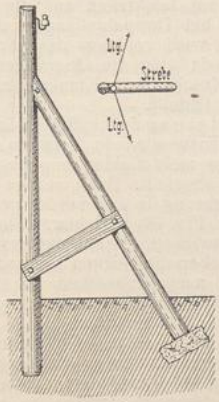


Fig. 62.

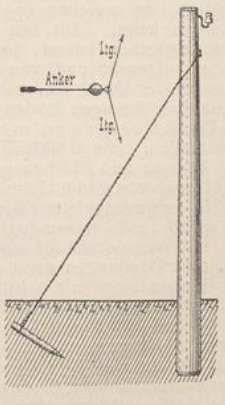


Fig. 63.

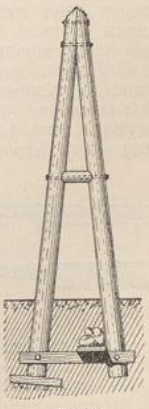


Fig. 64.



Fig. 65.

Anker. Ein Anker dient dazu, dem Drahtzug entgegenzuwirken, er ist deshalb außerhalb des von den Leitungsdrähten gebildeten Winkels anzubringen. In die Stange wird ein Ankerhaken eingeschraubt (Fig. 63) und auf denselben um die Stange herum der Ankerdraht gelegt. An dem Fußpunkt des Ankers wird ein starker Pfahl in einem Winkel von 90° gegen den Drahtanker in die Erde getrieben. Die Enden des Ankerdrahtes werden in einen Einschnitt des Pfahls gelegt, in entgegengesetzter Richtung um den Pfahl herumgeführt, straff gezogen und um den Anker spiralig herumgewickelt. Dann wird die Erde festgestampft und zwischen die beiden Einzeldrähte ein eiserner Knebel eingesetzt, der so lange nach einer Richtung zu drehen ist, bis die Drähte spiralig gewunden und ganz straff gespannt sind.

Doppelständer. Ist zur Anbringung von Strebe oder Anker kein Raum vorhanden, so wird an Stelle einer einfachen Stange ein Doppelständer (Fig. 64) aufgestellt. Er besteht aus zwei an den Zopfenden zusammengepaßten Stangen. In der Höhenmitte des über der Erde befindlichen Dreiecks wird ein Riegel zwischen beide Stangen eingepaßt, durch die Stangen und den Riegel hindurch wird ein eiserner Bolzen getrieben.

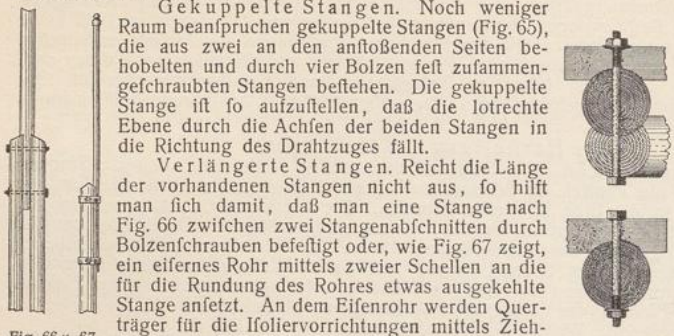


Fig. 66 u. 67.

Gekuppelte Stangen. Noch weniger Raum beanspruchen gekuppelte Stangen (Fig. 65), die aus zwei an den anstoßenden Seiten behobelten und durch vier Bolzen fest zusammengeschraubten Stangen bestehen. Die gekuppelte Stange ist so aufzustellen, daß die lotrechte Ebene durch die Achsen der beiden Stangen in die Richtung des Drahtzuges fällt.

Verlängerte Stangen. Reicht die Länge der vorhandenen Stangen nicht aus, so hilft man sich damit, daß man eine Stange nach Fig. 66 zwischen zwei Stangenabschnitten durch Bolzenschrauben befestigt oder, wie Fig. 67 zeigt, ein eisernes Rohr mittels zweier Schellen an die für die Rundung des Rohres etwas ausgekehlte Stange ansetzt. An dem Eisenrohr werden Querträger für die Isoliervorrichtungen mittels Ziehbändern befestigt.

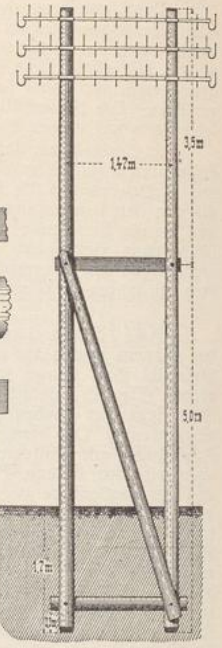


Fig. 68.

Doppelgestänge. Sie dienen zur Führung einer großen Anzahl Leitungen und werden nach Fig. 68 aus 7—12 m langen Stangen gefertigt. Die Diagonalstrebe, deren unteres Ende in der Richtung des Drahtzuges ausladen muß, und der Mittelriegel sind auf verschiedenen Seiten des Gestänges anzubringen. Bei Aufstellung eines Doppelgestänges in einem Winkelpunkte muß die lotrechte Ebene durch beide Stangen mit der Richtung des Drahtzuges zusammenfallen. Die Diagonalstrebe muß mit ihrem unteren Ende nach der Richtung des Drahtzuges ausladen.

Mauerbügel und einzelne Mauerstützen werden gewöhnlich in der Weise befestigt, daß für die Befestigungsschrauben zunächst ein Dübel aus hartem Holz eingemauert wird. Die Steinschrauben der Mauerbügel können auch in das Mauerwerk eingelassen und mit Blei, Zement oder Gips befestigt werden. In gerader Linie sind die Mauerbügel rechtwinklig zu den Drähten, in Winkelpunkten dagegen in die Richtung der Halbierungslinie des Winkels zu stellen.

b) Die Herstellung der oberirdischen Drahtleitungen.

Auslegen des Drahtes. Bei einfachen Gestängen wird der Draht neben den Stangen an derjenigen Seite ausgelegt, an welcher er am leichtesten auf die zugehörigen Isoliervorrichtungen gebracht werden kann. Läßt sich bei Doppelgestängen der Draht nicht von außen auf die Porzellandoppelglocken heben, so wird er längs des vorwärts oder rückwärts liegenden Gestängeabschnittes aufgerollt und von da über die Querträger gezogen. Das Abwickeln muß so erfolgen, daß der Draht weder Knicke noch Klanken bildet, sich nicht um seine Achse dreht und nicht über steinigen Boden schleift.

Verbinden der Drahtleitungen miteinander. Bei Eisendraht erfolgt die Verbindung durch Wickellötstellen. Die Drahtenden werden so kurz als möglich mittels Feilklobens und Flachzange rechtwinklig umgebogen und bis auf eine Nocke von 2 mm Höhe abgefeilt. Dann werden die Enden auf 75 mm in entgegengesetzter Richtung so aneinander gelegt, daß die Nocken nach außen stehen (vgl. Fig. 69) und hierauf in ihrer ganzen Länge mit Wickeldraht fest umwickelt. Der Wickeldraht wird in sieben bis acht Windungen noch über die Nocken hinausgeführt (Fig. 70). Die Verbindungsstelle wird nach Bestreichen mit säurefreiem Lötwasser ihrer ganzen Länge nach durch Eintauchen in geschmolzenes Lötzinn (2 Teile Zinn und 3 Teile Blei) verlötet.

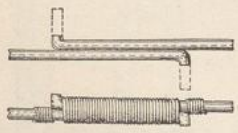


Fig. 69 und 70.

Bronzedrahtverbindungen werden nach dem Arldschen Drahtbundverfahren hergestellt. Die Enden der Drähte werden in entgegengesetzter Richtung durch eine Kupferhülse (Fig. 71) gesteckt, deren Querschnitt den dicht nebeneinander gelegten Drähten annähernd entspricht. Dann wird die Hülse mit den eingeschobenen Drähten an beiden Enden mittels

Kluppen feſtgeklemmt. Fig. 72 und 73 zeigen zwei verſchiedene Formen von Kluppen. Eine Kluppe wird in der Mitte der Hülſe feſtgelegt, dann wird mit einer zweiten Kluppe zunächſt das eine und ſpäter das andre Ende der Hülſe 10—15 mm weit vom Rande gefaßt und in beiden Fällen nach der gleichen Seite gedreht. Die leeren Enden der Hülſe werden hierauf in ſchräger Richtung abgekniffen.

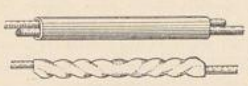


Fig. 71.

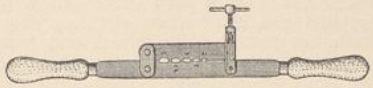


Fig. 72.



Fig. 73.

Ausrecken des Drahtes. Es hat den Zweck, die in dem Drahte vorhandenen Biegungen und Knicke zu beſeitigen und ihn einer Prüfung auf das Vorhandenſein fehlerhafter Stellen zu unterwerfen. Zum Ausrecken dient die Drahtwinde mit Froſchklemme oder Kniehebelklemme. Zum Feſtlegen des einen Drahtendes und zum Anlegen der Winde werden die Geſtänge oder ſonſt geeignete Fußpunkte benutzt. Die Anſpannung des Eiſendrahts darf nicht bis zur Grenze ſeiner abſoluten Feſtigkeit erfolgen; eine etwa eine Minute dauernde Spannung des Drahtes mit der hierzu gebräuchlichen Drahtwinde, bei der etwa eine Kraft von 400 kg entwickelt wird, genügt, um ſchlechte Stellen zum Reißen zu bringen und den Draht gut auszurecken. Bronzedraht wird meiſt bereits in den Fabriken gereckt; auf der Strecke genügt es, ihn zur Beſeitigung der Biegungen und Knicke dreimal hintereinander je eine Minute lang bis zur Hälfte ſeiner abſoluten Feſtigkeit anzuſpannen.

Leitungshang. Der Leitungsdraht bildet zwiſchen den beiden Aufhängepunkten eine Kettenlinie. Wird angenommen, daß die Aufhängepunkte in gleicher Höhe liegen und bezeichnet (Fig. 74) e die Entfernung der Aufhängepunkte A und B, alſo den Abſtand der beiden Telegraphenſtangen, d den Durchhang des Drahtes, g das Gewicht der Längeneinheit, ſo berechnet ſich die Spannung S des Drahtes am tiefſten Punkte der Kettenlinie nach folgender Näherungsformel: $S = g e^2/8 d$; $d = g e^2/8 S$. Mit Hilfe dieſer Formeln ſind Spannungs- und Durchhangstabellen für die einzelnen Drahtſorten, Spannweiten und Temperaturen aufgeſtellt worden. Die Herſtellung des richtigen Leitungshanges mit Hilfe der Spannungstabellen erfordert ein gutes Dynamometer, z. B. eine kräftige Federwage. Dieſe wird einerſeits am Iſolator des Geſtänges, von dem aus das Spannen der Leitung erfolgt, mit einem Haken befeſtigt und anderſeits mit einer Froſchklemme oder Kniehebelklemme verbunden. Zwiſchen Federwage und Haken wird eine Spannſchraube eingeſetzt, um die Abgleichung der Spannung noch in engen Grenzen vornehmen zu können. Iſt die Höhe der Stützpunkte verſchieden, ſo muß die Federwage an dem höher ſtehenden Geſtänge angelegt werden. In der Regel wird nicht die Spannung der Drähte abgeglichen, ſondern ihnen ein Durchhang gegeben, welcher der Spannung entſpricht, die bei der jeweilig herrſchenden Temperatur zuläſſig iſt. Liegen die Aufhängepunkte in gleicher Höhe, ſo erfolgt das Regulieren des Drahtdurchhanges in der Weiſe, daß man an einer leichten Stange oder Latte von dem einen Ende aus den der gerade obwaltenden Temperatur entſprechenden Durchhang abmißt und als Marke einen Nagel einſchlägt. Die Stangenſpitze wird in der Mitte zwiſchen zwei Stangen in die Viſierlinie der beiden Iſolatoren emporgehoben und der Draht nun ſo lange angezogen, bis er in ſeinem tiefſten Punkte den Markiernagel berührt. Bei größeren Niveauunterſchieden empfiehlt ſich die Verwendung von Regulierwinkeln, d. h. zwei Holzwinkeln, deren horizontale Arme gleich lang ſind. Der ſenkrechte Schenkel des an der niedriger gelegenen Stange angebrachten Regulierwinkels erhält die Länge des erforderlichen Drahtdurchhanges, der an der höher gelegenen Stange die Länge des Drahtdurchhanges vermehrt um die Niveaudifferenz. Die Regulierwinkel werden mit dem oberen horizontalen Arm ſo auf die Iſolatoren gelegt, daß die unteren Arme ſich gegen die Stange ſtützen. Der Draht wird ſo lange angezogen, bis ſein tiefſter Punkt gerade in die Viſierlinie über die unteren Horizontalarme eintritt. Iſt eine Leitung richtig reguliert, ſo werden die übrigen Leitungen parallel zu ihr nachgezogen.

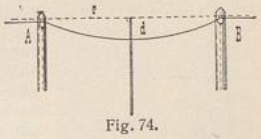


Fig. 74.

Feſtbinden der Leitung an den Iſolatoren. Es erfolgt entweder im oberen Drahtlager auf dem Kopfe des Iſolators oder im ſeitlichen Drahtlager, wobei der Draht in den Halseinſchnitt der Glocke zu liegen kommt. Bei ſtarken Drähten erfolgt die Bindung wegen des ſchweren Gewichts im oberen Drahtlager, ſo daß der Draht auf dem Iſolator ruht. Dies geſchieht jedoch nur in gerader Linie; in Winkelpunkten und Kurven wird der Draht im ſeitlichen Einſchnitt des Iſolators feſtgebunden, und zwar ſo, daß der Iſolator ſtets innerhalb des von der Leitung gebildeten Winkels liegt. Leitungen unter 3 mm Stärke werden im ſeitlichen Drahtlager befeſtigt.

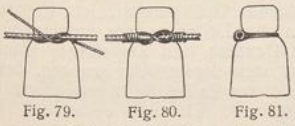


Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81.

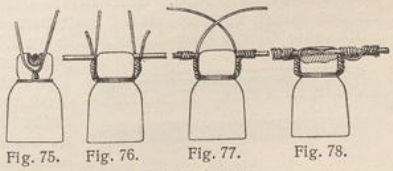


Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78.

Bei der Bindung im oberen Drahtlager werden zwei Bindedrähte von entgegengeſetzten Seiten ſo um den Hals des Iſolators gelegt, daß die Enden in verſchiedener Länge überſchießen (Fig. 75). Die Enden werden dann ſeilartig zuſammengedreht und nach oben gebogen (Fig. 76), hierauf die kürzeren Enden in fünf Windungen feſt um den Leitungsdraht gelegt (Fig. 77) und zuletzt jedes der längeren Enden über den Kopf der Glocke und die bereits

vorhandene Wickelung hinweggeführt und ebenfalls in fünf Windungen um den Leitungsdraht gewickelt (Fig. 78). Zur Bindung im seitlichen Drahtlager ist nur ein Bindedraht erforderlich. Er wird mit der Mitte über den Leitungsdraht und um den Hals des Isolators gelegt und dann mit beiden Enden nach vorn zurückgeführt (Fig. 79). Das von links herumkommende Ende wird parallel und dicht neben der über dem Leitungsdraht bereits vorhandenen Bindedrahtlage nach der rechten Seite geführt und hier in acht Windungen fest um den Leitungsdraht gewickelt. In gleicher Weise verfährt man mit dem rechts herumkommenden Ende (Fig. 80 und 81).

c) Die Verlegung von Erd- und Flußkabeln.

Erdkabelverlegung. Der Graben, in den ein Kabel verlegt werden soll, erhält gewöhnlich oben eine Breite von 60 cm, auf der Sohle eine solche von 20—30 cm; für Guttaperchakabel ist eine Tiefe von 1 m erforderlich, für Faserstoffkabel genügt eine solche von 60—75 cm. Die Kabel werden gewöhnlich auf festen Haspeln oder Trommeln aufgewickelt geliefert. Durch die Mitte des Haspels wird eine starke eiserne Welle gesteckt und diese auf Holzböcken oder eisernen Kopfwinden mit entsprechenden Achslagern frei drehbar eingehängt. Das Kabel wird mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen Rollwagen geladen, sofern kein besonderer Kabeltransportwagen zur Verfügung steht, während der Fortbewegung des Wagens neben dem Graben ausgerollt und darauf vorsichtig in diesen hinabgelassen. Ist der Graben nicht frei von kreuzenden Gasrohren u. s. w., so wird der Kabelhaspel mit der Drehvorrichtung am Anfange des Grabens aufgestellt, das vom Haspel abrollende Kabel im Graben fortgetragen und unter den Hindernissen durchgezogen. Das Kabel wird zunächst 3—4 cm hoch mit Sand oder steinfreier Erde bedeckt, hierauf folgt zum Schutze gegen Beschädigungen bei Erdarbeiten eine Abdeckung mit Ziegelsteinen oder auch mit Zementhalbrohren. Das weitere Zuschütten des Grabens geschieht in einzelnen Lagen von nicht über 30 cm Höhe, die mit Handrammen festgestampft werden.

Flußkabelverlegung. Bei Flüssen von geringer Breite und Wassergeschwindigkeit wird das Kabel, sofern es ohne Muffenschutz zur Verlegung kommt, mit dem Haspel und der Drehvorrichtuug an dem einen Ufer aufgestellt und von dort über den Fluß nach dem andern Ufer gezogen. Zu diesem Zwecke werden in der Richtung des Kabelüberganges einige leichte Boote im Flusse verankert. Mittels eines Taues wird das Kabel auf die Boote gezogen und hierauf von diesen stromabwärts in das Wasser versenkt. Muß das Kabel wegen des Untergrundes mit einem Schutz versehen werden, so kommen Flußkabelmuffen nach Fig. 82 zur Anwendung. Das Kabel wird dann, ebenso wenn der Fluß breit und die Strömung stark ist, mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen starken Ruderprahm verladen und bei dessen Ueberfahrt über den Fluß in das Wasser abgerollt. Die Umkleidung mit den Flußkabelmuffen erfolgt entweder auf dem Prahme an dem vom Haspel ablaufenden Kabel oder erst nach der Auslegung durch Wiederaufnahme des Kabels und Unterfahren desselben mittes eines Kahnes. Das unter Wasser liegende Kabel ist, soweit die Ufer flach sind, mittels Handbaggerschaufeln möglichst tief einzubaggern. Auf der übrigen Strecke genügt die allmähliche Versandung bezw. Verschlammung des Kabels durch den Strom. An den Ufern ist das Kabel auf 10—15 m Länge im festen Boden einzugraben; ist dies nicht angängig, so muß es durch einen sogenannten Kabelhalter (Fig. 83) festgelegt werden. Zur Verhütung von Beschädigungen durch den Schiffahrtsbetrieb wird die Kabellage durch am Lande stehende Baken oder im Wasser schwimmende Bojen deutlich erkennbar gemacht. Als Bake genügt in der Regel eine Stange mit einem kugelförmigen Korbgeflecht oder eine Tafel mit der Aufschrift „Telegraph". Als Bojen kommen meist birnen- oder tonnenförmige Eisenblechkörper zur Verwendung.

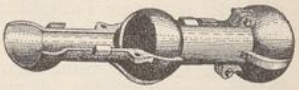


Fig. 82.

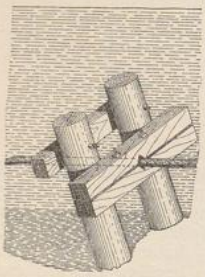


Fig. 83.

Guttaperchakabellötstelle. Um beide Kabelstücke wird 50 cm vom Ende entfernt ein Bindedrahtbund fest herumgelegt. Die Schutzdrähte werden nach Entfernung der Jutehanfumspinnung über die Bindedrahtbunde umgebogen und hinter diesen so abgeschnitten, daß die verbleibenden Enden einen die Bindedrahtbunde bedeckenden Kranz bilden. Die innere Jutehanfumspinnung der Kabelseele wird abgewickelt, sodann werden die Enden der auf 4—5 cm von der Guttaperchahülle befreiten Leitungsdrähte sorgfältig miteinander verlötet. Die glattgefeilte Lötstelle wird mit einer Umwicklung von 0,25 mm starkem Kupferdraht versehen, die ebenfalls verlötet wird. Eine zweite Umwicklung, die über die erste hinausgreift, wird nur an den Enden verlötet, damit bei einem etwaigen Nachgeben der Verlötung der Litzen immer noch eine Verbindung bleibt. Die verlöteten Kupferadern werden dann auf folgende Weise jede für sich mit einer dreifachen Guttaperchaschicht isoliert. Die Enden der Guttapercha der Leitungsadern werden auf 5 cm gut erwärmt und mit Daumen und Zeigefinger unter drehender Bewegung so weit nach der Lötstelle gezogen, daß sie bis zum Anfange der verlöteten Enden der zweiten Drahtumwicklung reicht. Hierauf wird Chattertoncompound in dünner Schicht auf die Guttapercha und die verlötete Kupferlitze gebracht. Der nunmehr folgende Guttaperchaüberzug wird durch eine abgepaßte Guttaperchaplatte gebildet, welche um die erwärmte Lötstelle gelegt und mit den Rändern zusammengepreßt wird. Hierauf folgt noch ein zweiter und dritter Guttaperchastreifen, nachdem jedesmal vorher eine Schicht Chattertoncompound aufgetragen worden ist. Sind sämtliche Adern isoliert,

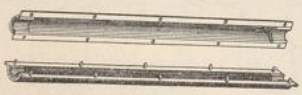


Fig. 84.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo wird die innere Hanfumwicklung wiederhergeſtellt und eine aus zwei halbzylindriſch gebogenen, verzinkten Eiſenblechen beſtehende Lötmuffe (Fig. 84) umgelegt.

Faſerſtoffkabellötſtelle. Die Schutzdrähte jedes Kabels werden auf eine der Größe der Lötmuffe entſprechende Länge mittels eines Drahtbundes aus 1 mm ſtarkem Draht abgebunden und hart am Drahtbund abgefeilt. Der Bleimantel wird bis auf eine Entfernung von 9 cm von den Enden der Schutzdrähte ſorgfältig abgeſchnitten, ebenſo das darüberliegende Iſolierband bis auf 1 cm vom Ende des Bleimantels gerechnet. Bei einem z. B. vierzehnadrigen Telegraphenkabel mit Papier- und Gewebeſtreifeniſolierung ſind hierauf die zehn äußeren Leiter aus ihren Falten zu heben und nach außen umzubiegen. Die gefalteten Bänder, welche die einzelnen Leiter trennen, ſind in einer Entfernung von 2 cm vom Bleimantel abzuſchneiden. Dasſelbe hat mit der Umhüllung des inneren Adernringes zu geſchehen. Dann ſind die vier inneren Leiter auseinander zu ſpreizen, damit das dazugehörige gefaltete Iſoliermaterial bis auf 3 cm vom Bleimantel entfernt werden kann. Bei Telegraphenkabeln mit Geſpinſtfäden- oder Faſeriſolierung werden die Enden der Kupferdrähte auf 2,5—3 cm von der iſolierenden Faſer befreit, nachdem dieſe mit Fäden abgebunden iſt. Die zu verbindenden Leiter werden in Stabilitſcheiben, die 4 cm Abſtand halten ſollen, eingezogen und mit Hilfe von aufgeſchlitzten Kupferröhrchen durch Verlötung verbunden (Fig. 85). Nach der Verlötung ſämtlicher Adern erfolgt die Abdämpfung bezw. Austrocknung der Lötſtelle durch Uebergießen mit einer auf 200° C. erwärmten Iſoliermaſſe ſo lange, bis keine Schaumbläschen mehr aufſteigen. Sodann wird die zweiteilige Lötmuffe umgelegt; ihre beiden Hälften werden unter Zwiſchenlage von Gummiſtreifen miteinander verſchraubt. Die äußeren Muffenkammern werden mit Aſphalt ausgegoſſen, die innere Kammer mit Iſoliermaſſe.

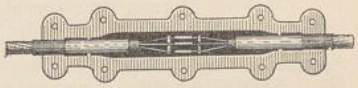


Fig. 85.

Ueberführungsſäulen (Fig. 86). Sie dienen zur Verbindung oberirdiſcher Linien mit Kabellinien. Zwei ſtarke, imprägnierte Kiefernhölzer von 7 oder 8,5 m Länge werden ſo in die Erde eingeſtellt, daß ſie an ihren oberen Enden 8 cm voneinander abſtehen und nach unten auf je 1 m Länge um 2 cm weiter auseinander gehen. Am oberen Ende ſind die Hölzer an der inneren Seite auf je 8 cm ſo auszuſchneiden, daß ein kaſtenartiger Raum von 24 cm Weite entſteht. Die Tiefe der Ausſchneidung hängt von der Kabeladerzahl ab. Der Zwiſchenraum zwiſchen den Hölzern wird bis auf den oberen Teil der Vorderſeite durch ſtarke, aſtfreie Bretter, die in Falze der Hölzer eingreifen, geſchloſſen. Die Vorderſeite des kaſtenartigen Raumes wird durch eine mit Gummiliderung verſehene Tür abgeſchloſſen. Im Innern des oberen Raumes befinden ſich an den Seitenwänden Meſſingklemmen auf Ebonitunterlagen. Oberhalb dieſer Klemmen greifen durch die Seitenwände Ebonitrohre mit Glocken, und unterhalb derſelben ſind an den Außenwänden der Ueberführungsſäule kleine Doppelglocken auf hakenförmigen Schraubenſtützen angebracht. Eine Zinkblechabdachung ſchließt die Säule nach oben ab. — Guttaperchakabel werden in der Säule hochgeführt und im oberen Teile mit einem Drahtbunde verſehen. Von dem Drahtbunde ab werden die Guttaperchaenden freigelegt, und nachdem die metallblank geſchabten Litzenenden zu einem Ganzen verlötet ſind, in den Klemmen feſtgelegt. Von den Klemmen führen Guttaperchadrähte mit geteerter Hanfumſpinnung durch die Ebonitrohre nach den Iſolatoren; um deren Hals werden die blanken Enden einmal herumgeführt und ſodann in fünf bis ſechs Wicklungen um den oberirdiſchen Leitungsdraht herumgelegt. Die Wickelſtelle iſt gut zu verlöten. An Faſerſtoffkabel iſt vor ihrer Verbindung mit den oberirdiſchen Leitungen ein Stück wetterbeſtändiges Kabel anzulöten. Die Lötſtelle wird in derſelben Weiſe gefertigt wie die Lötſtelle zwiſchen zwei Faſerſtoffkabeln. Die Lötmuffe und das Faſerſtoffkabel werden an der Rückwand der Ueberführungsſäule durch Drahtbunde oder Flacheiſenbänder befeſtigt. Das Gummikabel wird bis zum kaſtenartigen Raum der Ueberführungsſäule in die Höhe geführt, hier vom Bleimantel befreit, und die einzelnen Adern werden in der vorbeſchriebenen Weiſe mit den Klemmen und der oberirdiſchen Leitung verbunden.



Fig. 86.

d) Die Verlegung von Unterſeekabeln (ſ. Seekabel).

3. **Techniſche Einrichtung der Telegraphenanſtalten.** Sie umfaßt die Leitungseinführung, die Zimmerleitung, die Apparate, die Batterie und die Erdleitung ſowie den Schutz gegen das Eindringen elektriſcher Starkſtröme.

Leitungseinführung. Oberirdiſche Leitungen endigen an einer in der Nähe der Telegraphenanſtalt aufzuſtellenden Abſpannſtange; von dieſer werden ſie mittels ſogenannter leichter Leitung (dünner Draht) bis zu den an der Außenwand des Hauſes anzubringenden Iſoliervorrichtungen kleiner Form geführt. An letzteren erfolgt die Verbindung mit den Drähten der Bleirohrkabel, welche durch das Mauerwerk führen, in der Weiſe, daß die Bleirohrkabeldrähte auf eine hinreichende Länge von der iſolierenden Hülle befreit und die blanken Enden in je einer feſten Schlinge um die Iſolatoren, ſodann in mehreren Windungen um die leichte Leitung gelegt und an der Wickelſtelle ſorgſam verlötet werden. Zur Durchführung der Blei-

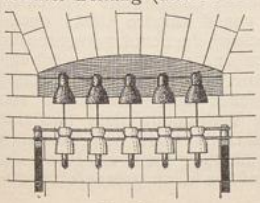


Fig. 88.

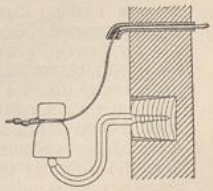


Fig. 87.

rohrkabel durch das Mauerwerk werden bei einadrigen Kabeln Ebonitrohre (Fig. 87) verwendet; an das äußere Rohrende iſt zum Schutze der Iſolierhülle gegen Naßwerden eine Ebonitglocke angeſchraubt. Sollen mehrere oberirdiſche Leitungen eingeführt werden, ſo iſt die durch Fig. 88 veranſchaulichte Einrichtung zweckmäßig. In dem Mauerwerk wird eine Oeffnung angebracht und in dieſe ein aus zwei Teilen beſtehendes Bohlſtück eingeſetzt, in welches aufeinander paſſende halbzylindriſche Einſchnitte für Ebonitrohre mit Glocken gemacht werden. Die Leitungen werden dann von der Abſpannſtange aus zu den Iſolatoren auf U-förmigen Stützen an einen Mauerbügel und von hier aus mittels Bleirohrkabel in das Gebäude geführt. Zur Einführung der unterirdiſchen Leitungen in die Dienſtgebäude iſt nötigenfalls die Grundmauer zu durchbrechen; in die entſtandene Oeffnung wird ein eiſernes Rohr geſetzt, durch dieſes das Kabel gezogen und in einem gleichen Rohr oder einem Holzkaſten bis zum Apparatzimmer hochgeführt.

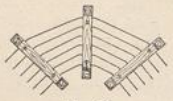


Fig. 90.



Fig. 89.

Zimmerleitung. Sie wird aus ein- oder vieradrigen Bleirohrkabeln hergeſtellt, die entweder unter der Bedielung, auf derſelben oder an den Wänden entlang zu führen ſind. Im letzteren Falle kommen Wandleiſten nach Fig. 89 aus trockenem, gut gefirnißtem Holze zur Verwendung. Aendert ſich die Richtung der Kabel, ſo iſt der Uebergang nach Fig. 90 herzuſtellen. Zur Verbindung der Apparate auf den Tiſchen dient blanker Kupferdraht von 1,5 mm Stärke.

Aufſtellung der Apparate. Bei kleineren Telegraphenanſtalten werden die Blitzableiter auf den zugehörigen Apparattiſchen aufgeſtellt; bei größeren Anſtalten werden ſie zuſammen mit den Linienumſchaltern auf einem gemeinſamen Pulte angeordnet. Die Apparattiſche ſind gewöhnlich zur Aufnahme von einem Morſe- bezw. Klopferſyſtem, oder für vier Syſteme eingerichtet. Bei den Tiſchen für ein Syſtem erhält ein Tiſchfuß der hinteren Seite an der Innenſeite eine mit einer Leiſte zu bedeckende Auskehlung zur Aufnahme des Bleirohrkabels. In der Nähe der Auskehlung iſt an der inneren Seite der Tiſchzarge eine Leiſte mit Doppelklemmen befeſtigt, die zur Verbindung des Bleirohrkabels mit den blanken Tiſchleitungsdrähten dienen. Bei den vierteiligen Apparattiſchen dienen die zwei hohlen Mittelfüße außer zur Unterſtützung der Tiſchplatte auch zur Aufnahme der Bleirohrkabel. An den zwiſchen den Mittelfüßen und der Tiſchplatte befindlichen Leiſten ſind je vier Doppelklemmen angebracht, die zur Verbindung der Bleirohrkabel mit den Tiſchleitungsdrähten dienen. Zwiſchen den Mittelfüßen iſt an der unteren Fläche der Tiſchplatte ein mit zwei Schrauben mit Muttern verſehener Winkel aus verzinktem Eiſen als Erdklemme befeſtigt. Eine Schraube dient zum Anlegen der von außen eingeführten Erdleitung, die andre zur Aufnahme der Erdzuleitungsdrähte für die Apparate.

Aufſtellung der Batterie. Bei kleineren Anſtalten werden die Batterieelemente gewöhnlich in einem flachen Holzſchrank mit Glastüren aufgeſtellt; bei großen Anſtalten werden die Elemente in einem beſonderen Batterieraume auf freiſtehenden Fachwerken untergebracht. Die Batterie darf weder in einem kalten Raume, wo die Flüſſigkeit gefrieren kann, noch in unmittelbarer Nähe von Heizkörpern u. ſ. w. untergebracht werden, weil dadurch die Verdunſtung der Flüſſigkeit zu raſch vor ſich gehen würde. Die Räume für Sammlerbatterien erhalten einen Bodenbelag aus Gußaſphalt, der 6—10 cm an den Wänden emporzuführen iſt. Die Wände und die Decke ſind mit ſäurefeſter Farbe zu ſtreichen. Die Füße der Batteriegeſtelle werden nicht auf den Aſphaltbelag geſtellt; ſondern es werden in letzteren ſäurefeſte Platten (Mettlacher Fliefen) eingelaſſen und auf dieſe zur Iſolation noch Glasplatten mit einer Bleiunterlage gelegt.

Die Erdleitung. Sie ſoll dem Strom für die Rückleitung den Weg bieten und die ſich in die Leitung entladende atmoſphäriſche Elektrizität ohne Beſchädigung der Apparate zur Erde ableiten. Es muß zur Erfüllung dieſer Aufgabe die Elektrizität aus der Erdleitung unmittelbar in ſtets feuchtes Erdreich übergehen können und der Weg dafür nur geringen Widerſtand haben. Für kleine Telegraphenanſtalten genügt eine Erdleitung aus einem Drahtſeil von 4 mm ſtarken verzinkten Eiſendrähten, das in der Erde zu mehreren Ringen aufgeſchoſſen wird. Größere Anſtalten erhalten Erdleitungen aus Gasrohr von etwa 3 cm Durchmeſſer und 5 mm Wandſtärke, die für den Hughesbetrieb noch mit zwei Bleiblecherdplatten von 1 m Höhe, 0,5 m Breite und 5 mm Stärke verbunden werden. Drahtring, Rohrende und Bleiblecherdplatten müſſen ſo tief eingegraben werden, daß ſie auch in der trockenſten Jahreszeit noch vom Grundwaſſer bedeckt bleiben. Neuerdings werden vielfach Kokserden verwendet; Bleidraht von 8—10 mm Durchmeſſer wird möglichſt tief in die feuchten Erdſchichten hinabgeführt und daſelbſt in einem Ringe von fünf bis ſechs Lagen und etwa 1 m Durchmeſſer aufgeſchoſſen. Der Ring wird von allen Seiten mit Koks umgeben.

Schutz gegen das Eindringen elektriſchen Starkſtromes [7]. Hierzu dienen Schmelzſicherungen, die in ſämtliche Telegraphenleitungen einzuſchalten ſind, welche Stromleiter elektriſcher Bahnen, Kraftübertragungs- oder Lichtanlagen kreuzen oder ſich ihnen bis zur Berührungsgefahr nähern oder auch mit derart unmittelbar gefährdeten Leitungen auf Teilſtrecken zuſammenlaufen. Die Schmelzſicherung beſteht aus einer Glaspatrone mit einem 0,3 mm ſtarkem Schmelzdraht aus Rheotan, der durch Ströme von 6 Ampère Stärke durchſchmolzen wird. Neben dieſem elektriſchen Schutze müſſen noch mechaniſche Schutzvorkehrungen auf der Strecke getroffen werden. So müſſen z. B. bei Kreuzungen und wo die Schwachſtromleitung in einem kürzeren Abſtande als 10 m neben der Starkſtromleitung verläuft, fabrikmäßig hergeſtellte iſolierte Drähte verwendet werden, oder es iſt zwiſchen beide Gattungen von Leitungen ein Drahtſchutznetz anzubringen, das mit der Erde in Verbindung ſteht und eine unmittelbare Berührung der Leitungen beider Art beim Reißen eines Drahtes oder beim Umbruch einer Stange verhindert. Beträgt die Spannung in einer Starkſtromleitung mehr als 1000 Volt, ſo bietet iſolierter Draht keinen ausreichenden Schutz mehr; es müſſen dann geerdete Schutznetze zur Verwendung kommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Telegraphie ohne Draht.

Zur Uebermittlung der telegraphiſchen Zeichen dienen elektromagnetiſche Wellen oder Strahlen, die zu ihrer Fortleitung einer metalliſchen Drahtverbindung zwiſchen Geber und Empfänger nicht bedürfen, ſondern ſich mit der Geſchwindigkeit des Lichts in den Raum verbreiten, die dieſelben Grundgeſetze befolgen wie die Lichtwellen, und deren Träger derſelbe unwägbare Aether iſt, der die Fortpflanzung des Lichts vermittelt. Man bezeichnet das neue Verkehrsmittel auch als Telegraphie mit Hertzſchen Wellen, Wellentelegraphie, Radiotelegraphie und (in Deutſchland nach Slaby) Funkentelegraphie. Die übrigen Beſtrebungen, drahtloſe Telegraphen zu ſchaffen, haben nennenswerte Erfolge für die Praxis nicht gehabt [8].

Die Verſuche von Hertz gaben die experimentelle Beſtätigung der von Maxwell nur auf mathematiſcher Grundlage aufgebauten elektromagnetiſchen Lichttheorie. Das elektriſche Feld der Funkenwellen iſt ſtets von einem entſprechend ſchwingenden Magnetfeld begleitet [9]. Man bezeichnet die Funkenwellen daher als elektromagnetiſche Wellen, abgekürzt elektriſche Wellen. Grundlegend war der nachſtehend beſchriebene Spiegelverſuch von Hertz. In der Brennlinie eines paraboliſch gebogenen Blechzylinders erregte Hertz elektromagnetiſche Wellen durch einen elektriſchen Funkenerzeuger oder Oſzillator. Als Oſzillator nahm er zwei Metallſtäbe von 26 cm Länge und 3 cm Durchmeſſer, deren halbkugelige Enden ſo weit einander genähert wurden, bis die ihnen durch einen Ruhmkorffſchen Funkeninduktor erteilten Ladungen ſich in elektriſchen Funken ausglichen. Die von dieſen elektriſchen Funken ausgehenden elektromagnetiſchen Wellen breiten ſich nach allen Richtungen aus. Ein Teil trifft auf die ſpiegelnde Fläche des Blechzylinders, wird dort nach dem Geſetz über die Reflexion der Lichtſtrahlen reflektiert und tritt, wie Hertz es bezeichnet, als ein Bündel paralleler elektriſcher Strahlen in den Raum. Die elektromagnetiſche Energie der Welle iſt jetzt zum größten Teile in dieſem Strahlenbündel konzentriert; trifft dieſes in einigem Abſtand einen dem erſten gleichen und parallel aufgeſtellten Spiegel, ſo wird durch die Reflexion die Energie des Strahlenbündels wieder in der Brennlinie des zweiten Spiegels zuſammengedrängt. In dieſer Brennlinie ordnete Hertz einen „Reſonator“ in Geſtalt von zwei Metallſtäben, ähnlich denen des Oſzillators an, und er konnte jetzt durch die zwiſchen den Stäben überſpringenden kleinen elektriſchen Funken die Ankunft der elektriſchen Wellen nachweiſen. Einen weiteren Fortſchritt bot die Erfindung eines empfindlicheren Reſonators 1890 durch Branly in Paris. Seine Vorrichtung zur Wahrnehmung elektriſcher Wellen ſtellt gewiſſermaßen ein elektriſches Auge dar, das die Ankunft elektriſcher Strahlen in ähnlicher Weiſe anzeigt, wie das menſchliche Auge die Ankunft von Lichtſtrahlen. Der Branlyſche Wellenanzeiger beſteht aus einer Glasröhre, die an beiden Enden durch Metallelektroden abgeſchloſſen und zwiſchen ihnen mit Metallfeilicht gefüllt iſt. Dieſe Vorrichtung wird an Stelle der Funkenſtrecke des Reſonators eingeſchaltet, und der Reſonator wird mit einem empfindlichen Galvanometer und einem galvaniſchen Element zu einem Stromkreis vereinigt. Für gewöhnlich iſt die Nadel des Galvanometers nicht abgelenkt, weil die zahlreichen Berührungsſtellen der mit unreiner Oberfläche behafteten Feilſpäne dem Batterieſtrom einen faſt ſo großen Widerſtand darbieten, als ob der Stromkreis völlig unterbrochen wäre. Gelangen aber elektriſche Wellen zu der Röhre, ſo werden die Metallſpäne leitend und die Nadel des Galvanometers ſchlägt aus. Damit wäre auf kurze Entfernungen, bis etwa 800 m, auch ohne Anwendung von Hohlſpiegeln eine drahtloſe Telegraphie bereits möglich geweſen. Erſt 1895 brachten die Verſuche von Popoff das Problem der drahtloſen Telegraphie auf weitere Entfernungen ſeiner Löſung näher. Popoff benutzte, um luftelektriſche Entladungen nachzuweiſen, einen in vertikaler Lage befeſtigten langen, in die Luft reichenden Draht, deſſen unteres Ende mit Erde verbunden war, unter anderm die Auffangſtange eines Gebäudeblitzableiters, um die luftelektriſchen Erregungen der Branly-Röhre zuzuführen. Der Popoffſche Auffangdraht iſt die ſpäterhin mit der Bezeichnung „Antenne“ belegte Luftleitung der drahtloſen Telegraphie. Die Branly-Röhre hat ſpäter die Bezeichnungen „Kohärer“ und „Fritter“ erhalten. Der Italiener Marconi verwendete 1896 die Popoffſche Empfängerantenne auch bei der Senderſtation als Luftleitung zur Ausſtrahlung der elektriſchen Wellen. Die praktiſche Erprobung nahm Marconi im Mai 1897 in Gegenwart von Preece und Slaby zwiſchen Lavernock Point einerſeits ſowie Flat Holm (5,5 km) und Brean Down (14 km) anderſeits vor [10], [12].

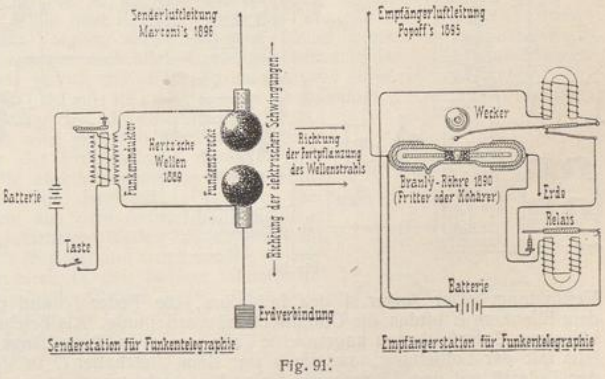


Fig. 91.

Die Fig. 91 gibt außer einer ſymmetriſchen Darſtellung des Entwicklungsganges der drahtloſen Telegraphie auch die allgemeine Schaltung für eine ſolche Anlage. Mit der Taſte der Senderſtation werden die zu telegraphierenden Morſezeichen gegeben; ſie ſchließt und öffnet den Stromkreis der primären Rolle des Funkeninduktors. In dieſer erzeugt während jeder Schließung der Selbſtunterbrecher des Funkeninduktors eine Reihe kurzer Stromſtöße, die in der ſekundären Spule hochgeſpannte Wechſelſtröme induzieren. Dieſe durchlaufen den Hertzſchen Oſzillator, der aus zwei Metallkugeln mit einer Funkenſtrecke beſteht. Der Abſtand der beiden Metallkugeln, d. h. die Funkenſtrecke, läßt ſich verändern. Der Oſzillator iſt einerſeits mit der Erde und anderſeits mit einem iſoliert möglichſt hoch in die Luft geführten Drahte (der Luftleitung) verbunden. Die in der Funkenſtrecke erzeugten Wechſelſpannungen verbreiten ſich über den Luftdraht, der gewiſſermaßen eine Verlängerung der Entladungsdrähte bildet. Der Luftdraht ſchwingt elektriſch mit, er wirkt daher ebenſo wie der Stromkreis der Funkenſtrecke wellenerregend auf den Aether und ſendet in ſeiner ganzen Länge vertikal polariſierte Strahlen aus. Die ſo in ihr entſtehenden Wechſelſpannungen werden dem Kohärer oder Fritter zugeführt, der am andern Ende geerdet iſt. Die Fritterröhre iſt mit einer kleinen galvaniſchen Batterie und einem empfindlichen Relais zu einem geſchloſſenen Stromkreiſe geſchaltet. Für die Dauer jeder Beſtrahlung durch elektriſche Wellen wird der Fritter leitend und der Anker des Relais infolgedeſſen angezogen. Das Relais kann unmittelbar zum Abhören der Morſezeichen benutzt werden; gewöhnlich wird aber an dasſelbe noch ein Morſefarbſchreiber angeſchaltet. Außerdem betätigt das Relais einen Wecker, deſſen Klöppel die Aufgabe hat, durch leichte Schläge auf die Glasröhre des Fritters deſſen metalliſche Füllung zu erſchüttern und wieder elektriſch nichtleitend zu machen. Man unterſcheidet gegenwärtig eine drahtloſe Telegraphie mittels ſtarkgedämpfter, mittels ſchwachgedämpfter und mittels ungedämpfter Wellen.

I. Drahtloſe Telegraphie mittels ſtarkgedämpfter Wellen.

Der Urtypus aller mit ſtarkgedämpften Wellen arbeitenden Funkentelegraphenſyſteme iſt die erſte Marconianordnung, bei welcher der eine Pol der Funkenſtrecke mit dem vertikal aufgehängten Senderdrahte und der andre Pol mit der Erde verbunden iſt. Der Senderdraht wird alſo von der Funkenſtrecke unmittelbar in elektriſche Schwingungen verſetzt; es findet eine direkte Sendererregung ſtatt. Die erſte Erregung erfolgt ſehr heftig. Infolge der durch die offene Strombahn begünſtigten Ausſtrahlung in den Raum klingt aber, da eine genügende Energiezufuhr nicht ſofort erfolgt, die elektriſche Schwingung (Fig. 92) bald ab; ſie hört nach fünf bis ſechs Schwingungen auf, und man nennt ſie deshalb ſtarkgedämpft.

Marconi-Syſtem. Die Schaltung der erſten Marconi-Anlagen, wie ſie mit geringen Abänderungen auch bei der erſten deutſchen Funkentelegraphenanlage für den allgemeinen Verkehr zwiſchen Borkum Leuchtturm und dem Feuerſchiff Borkum Riff (eröffnet am 15. Mai 1900) zur Anwendung gekommen iſt, veranſchaulicht Fig. 93. Ein großer Ruhmkorffſcher Induktor, deſſen Umwindungen nach außen durch einen Ebonitmantel geſchützt ſind, dient als Funken-

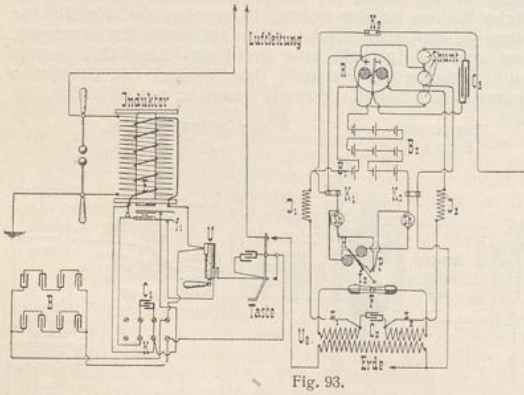


Fig. 93.

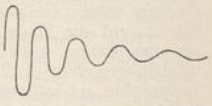


Fig. 92. Starkgedämpfte Welle des Marconi-Senders.

erzeuger. Die Enden der ſekundären Induktorſpule ſtehen mit zwei Metallſtangen in Verbindung, die an ihrem andern Ende je einen beweglichen Meſſinghebel mit Meſſingkugel von etwa 2,5 cm Durchmeſſer tragen. Der eine Meſſinghebel ſteht mit der Luftleitung, der andre mit der Erde in Verbindung. Der Anker *A* des Induktors, die Feder f_1 und die primäre Induktorſpule mit dem Eiſenkern *E* bilden die Unterbrechungsvorrichtung. Als Zeichengeber dient eine auf einem hölzernen Unterſatzkaſten angebrachte Taſte von etwa 30 cm Länge; der Taſtenhebel ſteht einerſeits mit der Luftleitung, anderſeits mit dem Umſchalter *U* in Verbindung. Der Ruhekontakt der Taſte iſt mit dem Uebertrager *Ue* und der Arbeitskontakt mit dem einen Pol der Batterie *B* verbunden. Der Empfänger beſteht aus dem Uebertrager *Ue* — von Marconi Jigger genannt —, dem Fritter *F*, den beiden Induktanzrollen J_1 und J_2, dem polariſierten Relais *R*, dem Hammer *H*, dem Morſefarbſchreiber *M*, dem Wecker *W* ſowie mehreren Zweigwiderſtänden *Sh* und den Kondenſatoren C_2 und C_3. Der Uebertrager *Ue* hat eine primäre und zwei ſekundäre Rollen.

Die primäre Wicklung ist einerseits über den Ruhekontakt der Taste mit der Luftleitung und anderseits mit der Erde verbunden. Die sekundären Wicklungen sind an einem Ende mit dem kleinen Kondensator C_2 und gleichzeitig mit den Induktanzspulen J_1 bezw. J_2 verbunden; zwischen die andern Enden ist der Fritter F eingeschaltet. Der Fritter besteht aus einer etwa 10 cm langen, fast luftleeren Glasröhre, die mit einer Mischung aus Nickel- und Silberfeile gefüllt ist. Diese Mischung der Frittermasse wird durch zwei Silberplättchen abgeschlossen, die mit Platindrähten in Verbindung stehen, welche in das Glas eingeschmolzen sind. Der Fritter wird in eine besondere Einstellvorrichtung eingesetzt, in welcher die Platindrähte mit den sekundären Wicklungen des Induktionsübertragers verbunden werden. Die nach dem Aufhören der jeweiligen elektrischen Bestrahlung der Frittröhre erforderliche Dekohärierung oder Entfrittung der die leitende Brücke bildenden Masse wird durch den Klöppel des Hammers H bewirkt, welcher bei Stromschluß gegen die Frittröhre schlägt. Die Einrichtung des Hammers entspricht im allgemeinen der eines gewöhnlichen Weckers; er arbeitet, indem er selbsttätig den Strom abwechselnd schwächt und verstärkt. Der Morseschreiber M ist parallel zum Hammer eingeschaltet; er schließt beim Arbeiten einen Ortsstromkreis, wodurch der Wecker W in Tätigkeit gesetzt wird. Durch die Klingelzeichen des Weckers wird der Anruf bewirkt.

Der Sender wirkt folgendermaßen: Bei Tastendruck fließt ein Strom aus der Batterie B über den Arbeitskontakt zum Umschalter U, von diesem über die Feder f_1 zum Anker A, weiter zur Klemme K, durch die primäre Wicklung des Induktors zum Umschalter U und zur Batterie zurück. Der durch den Stromschluß magnetisierte Eisenkern des Induktors zieht den Anker A an, hierdurch wird der Stromkreis unterbrochen, und das Spiel beginnt von neuem. Der zwischen dem Anker A und die Feder f_1 eingeschaltete Kondensator C_1 wird bei jeder Stromunterbrechung geladen; hierdurch wird der Oeffnungsfunke zwischen A und f_1 erheblich geschwächt und bewirkt, daß die Stromunterbrechung schnell vonstatten geht.

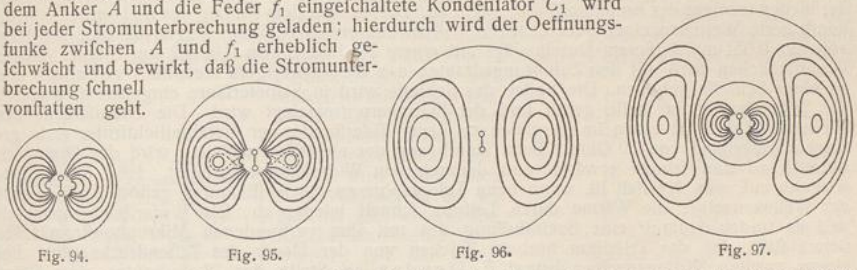


Fig. 94. Fig. 95. Fig. 96. Fig. 97.

Die durch den Tastendruck und das Spiel des Selbstunterbrechers in der aus wenig dicken Drahtwindungen bestehenden primären Rolle erzeugten, sehr schnell aufeinander folgenden kurzen Stromstöße rufen in der sekundären Rolle, die aus sehr vielen Windungen besteht (30 km Drahtlänge), durch Induktion so hohe elektrische Spannungen hervor, daß bei gehöriger Einstellung der Messingkugeln des Induktoriums zwischen diesen zahlreiche Funken überspringen. Die bei diesen Entladungen entstehenden elektrischen Schwingungen strahlen von der Luftleitung in den Raum aus. Von der offenen Strombahn des Luftleiters schnüren sich, wenn sie in elektrische Schwingungen versetzt wird, nach Hertz Kraftlinien ab; sie wandern als elektromagnetische Wellen in den Raum hinaus und kehren nicht mehr zurück, sobald sie einen gewissen Abstand erreicht haben. Diese Wanderung der Kraftlinien veranschaulichen die Fig. 94—97. In Fig 94 kehren die Kraftlinien noch zur Ausgangsstelle, d. h. der Funkenstrecke oder der mit ihr verbundenen Luftleitung, zurück; in Fig. 95 sind sie bereits im Begriff, sich von der Funkenstrecke und der Luftleitung zu trennen; man erkennt deutlich die Einschnürung und die Stellen, wo die Trennung erfolgen wird. In Fig. 96 hat sich die Trennung vollzogen; Fig. 97 zeigt die nächste Ladung bezw. Erregung, die neue Kraftlinien aus der Funkenstrecke und der Luftleitung in den Raum hinaustreibt. Der Vorgang wiederholt sich; immer wieder werden neue Kraftlinien abgeschnürt, die ihre Vorgänger nach allen Richtungen weiter in den Raum hinausdrängen. Durch die Ausstrahlung verliert jedoch die offene Strombahn von ihrer eignen Energie; ihre elektrische Schwingung hört also bald auf; sie klingt in etwa einem halben Dutzend Schwingungen schnell ab. Da die Funkenstrecke, d. h. die eine Ofzillatorhälfte, mit der Erde verbunden ist, so wird man sich die Fortpflanzung der elektrischen Wellen über der Erdoberfläche durch Fig. 98 veranschaulichen können. Die elektromagnetische Welle selbst wird durch die ausgezogene Linie dargestellt. Die durch die Luftleitung der Empfangsstation aus dem Aether aufgefangenen oder gleichsam aufgesaugten elektrischen Wellen fließen über den Tastenhebel zum Uebertrager *Ue* (Fig. 93) und durch dessen primäre Wicklung zur Erde. Die hierdurch in den beiden sekundären Rollen z_1 und z_2 erzeugten Induktionsströme gehen durch den Fritter F. Die Frittermasse wird unter dem Einflusse der elektrischen Wellen leitend; hierdurch wird das Relais R mittels der Batterie B_1 und durch dieses der Morseschreiber M sowie der Hammer H mittels der Batterie B_2 in Tätigkeit gesetzt. Der Klöppel des Hammers schnellt auf und ab und berührt hierbei die Glasröhre des Fritters. Dadurch wird bewirkt, daß die durch die elektrische Bestrahlung gerichteten und gewissermaßen zu einer Brücke zusammengeschweißten Metallfeilen nach Aufhören der Bestrahlung wieder auseinander fallen und der Relaisstromkreis unterbrochen wird. — Der Betrieb der Borkumer Anlage hat vielfach unter den elektrischen Ladungen und Entladungen der Atmosphäre zu leiden gehabt; ferner sprachen die Apparate auf alle Wellen-

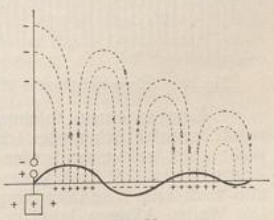


Fig. 98.

längen an. Letzterer Mangel ist inzwischen durch die Auswechslung der Einrichtung gegen das Telefunkensystem beseitigt worden.

Andre Systeme. Von den übrigen Systemen, die mit stark gedämpften Wellen arbeiten, sind zu nennen: Das Slaby-Arco-System und das System Lodge-Muirhead in seiner ersten Ausführung sowie das System Fessenden.

Das Slaby-Arco-System, das zuerst auf den deutschen Kriegsschiffen eingeführt war, benutzte zur Speisung des Funkenstenders eine Wechselstrommaschine, wodurch viel größere Energiewerte in Strahlung umgesetzt werden konnten als durch den Ruhmkorffschen Induktor. Lodge-Muirhead fügten der offenen Strombahn des Marconi-Senders große Kapazitäten in Gestalt metallener Kegel und regulierbare Selbstinduktionsspulen ein, um dadurch die Abstimmung des Senders auf Wellen einer bestimmten Periode zu erleichtern und größere Reichweiten zu erzielen. Der bei diesem System verwendete einkontaktige Fritter besteht aus einer Eisen- oder Platinspitze, die auf einer Aluminiumfeder leicht aufliegt. Die Feder wird durch ein rotierendes Zahnrad in dauernde Vibration versetzt, wodurch die unter der Einwirkung der elektromagnetischen Wellen eintretende leitende Verbindung zwischen Spitze und Feder wieder aufgehoben wird.

Bei dem Fessenden-System findet während des Gebens auf der Senderstation eine dauernde Wellensendung statt. Die Telegraphenzeichen werden dadurch übermittelt, daß sich durch Niederdrücken der Zeichentaste, mittels welcher eine regulierbare, in den Senderdraht eingeschaltete Induktanz geändert wird, auch die Wellenlänge ändert, und die beiden Stationen also außer Abstimmung gebracht werden. Für die Zeit, in welcher Abstimmung herrscht, spricht der Wellenanzeiger der Empfangsstation nicht an. Dieser nach dem Prinzip des Bolometers (s. d.) konstruierte Wellenanzeiger oder Detektor besteht aus einem 0,25 mm langen Stück Silberdraht von nur 0,051 mm äußerem Durchmesser mit einem Platinkern von 0,00152 mm Stärke. Dieses Drahtstückchen wird mit den Zuführungsdrähten des Wellenanzeigers metallisch verbunden und zu einer Schleife gebogen. Die Spitze der Schleife wird in Salpetersäure eingetaucht, wodurch das Silber an dieser Stelle gelöst und der Platinkern freigelegt wird. Die Drahtschleife des Wellenanzeigers hat einen im Vergleich zu dem Widerstande der Metallfeilichtfritter recht geringen Widerstand von 30 Ohm. Beim Durchgang der elektrischen Wellen wird das Drahtstück hinreichend und schnell erwärmt und dadurch sein Widerstand vergrößert. Hört die Wellenwirkung auf, was der Fall ist, wenn beim Telegraphieren die Abstimmung gestört wird, so gibt der Wellenanzeiger die Wärme durch Leitung schnell wieder ab, sein Widerstand nimmt ab und es findet dadurch eine Beeinflussung des mit ihm verbundenen Mikrophonstromkreises derart statt, daß das Telephon hörbare Zeichen von der Dauer des Tastendrucks gibt. Bei einem zweiten Wellenanzeiger bringt Fessenden an Stelle des Platindrahtes eine kleine Flüssigkeitssäule; er nennt ihn „Barretter". Dieser Barretter ist eine Art elektrolytischer Wellenanzeiger wie der Polarisationszellendetektor von Schlömilch.

II. Drahtlose Telegraphie mittels schwachgedämpfter Wellen.

Die Grundlage sämtlicher mit schwachgedämpften Wellen arbeitenden Funkentelegraphensysteme bildet der geschlossene Schwingungskreis von Braun; das ihm hierauf erteilte deutsche Patent vom 14. Oktober 1898 lautet: „Schaltungsweise des mit einer Luftleitung verbundenen Gebers für Funkentelegraphie, gekennzeichnet durch einen eine Leidener Flasche und eine Funkenstrecke enthaltenden Schwingungskreis, an den die die Wellen ausendende Luftleitung entweder unmittelbar oder unter Vermittlung eines Transformators angeschlossen ist, zum Zwecke, mittels dieser Anordnung größere Energiemengen in Wirkung zu bringen" [11].

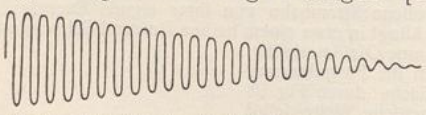


Fig. 99. Schwachgedämpfte Welle des Braun-Senders.

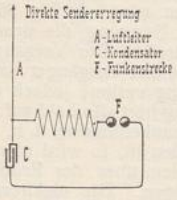


Fig. 100.

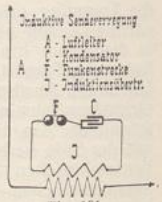


Fig. 101.

Eine in einem solchen Flaschenstromkreise einmal eingeleitete elektrische Schwingung würde unaufhörlich weiter schwingen, wenn nicht ihre Energie infolge des zwar kleinen, indes nicht ganz zu vermeidenden Widerstandes in den Drahtverbindungen und der Funkenstrecke sich mit der Zeit in Wärme umsetzte. Eine Abnahme der elektrischen Schwingungen erfolgt also auch hier. Die Dämpfung ist nicht vollständig zu vermeiden; sie ist aber nur eine schwache. Die Wellen klingen langsam ab; sie hören erst nach 20—30 und noch mehr Schwingungen auf (Fig. 99). Braun benutzt bei seinem System die geschlossene Strombahn in Verbindung mit der offenen. Der schwachgedämpfte Leidener Flaschenstromkreis, der große Energiemengen aufnehmen kann, dient zur Erzeugung der elektrischen Wellen und gleichzeitig als Energiereservoir. Die offene Strombahn des vertikalen Luftleiters dient zum Ausenden der Wellen. Da ihr aus dem geschlossenen Erregerkreise immer neue Energie nachgeliefert wird, so werden die Schwingungen dieser offenen Strombahn erheblich nachhaltiger und andauernder als die der offenen Strombahn des Marconisenders. Die Verbindung des geschlossenen Schwingungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kreiſes mit dem Luftleiter erfolgt entweder durch direkten Anſchluß des Luftleiters an einen Punkt der geſchloſſenen Strombahn, z. B. nach Fig. 100, oder durch induktive Uebertragung, z. B. nach Fig. 101. Braun erkannte auch, daß zur Erzielung beſter Wirkungen der geſchloſſene Erregerkreis und die offene Senderbahn in gleicher Periode ſchwingen müſſen; ſie müſſen aufeinander abgeſtimmt ſein, ebenſo wie der Empfänger auf den Sender.

Das Telefunkenſyſtem. Das aus der Verſchmelzung der beiden deutſchen Syſteme Braun-Siemens und Slaby-Arco 1903 [12] hervorgegangene Syſtem „Telefunken“ iſt zurzeit das leiſtungsfähigſte und in der Praxis am meiſten verbreitete. Das hauptſächlichſte Anwendungsgebiet für die drahtloſe Telegraphie bietet die Schiffahrt; hier handelt es ſich um Stationen mit einigen hundert Kilometern Reichweite. Bei einer ſolchen Station beſteht der Braunſche Schwingungskreis (Fig. 102) aus einer auf einem Hartgummizylinder aufgewickelten Selbſtinduktion *Si*, einer in dieſen Zylinder eingebauten Leidenerflaſchenbatterie *LF* von ſieben Leidener Flaſchen von je 1800 cm Kapazität und einer auf dem abnehmbaren Deckel des Zylinders aufgebauten, dreifach unterteilten, mit tellerförmigen Zinkelektroden und Hartgummiſpannungsteilern *e* verſehenen Funkenſtrecke *F*. Selbſtinduktion, Flaſchenzahl, Funkenlänge und Zahl der Funkenſtrecken ſind veränderlich; es kann alſo mit beliebigen Wellenlängen gearbeitet werden. Die Selbſtinduktion *Si* beſteht aus einem ſpiralförmig in den Hartgummizylinder eingelaſſenen, etwa 4 mm dicken verzinnten Kupferdraht, deſſen oberes Ende freiliegt und deſſen unteres Ende an die äußere Flaſchenbelegung bei *b* feſt angeſchloſſen iſt. Verſchiebbar auf den Windungen befinden ſich zehn Schiebekontakte mit Steckſtöpſelanſchlüſſen. Die Funkenſtrecke *F* beſteht aus zwei Teilen; einem Sockel mit Mikanitzylinder und dem Deckel mit den Einzelfunkenſtrecken *d*, nebſt Hartgummiſpannungsteilern *e*. Durch die Unterteilung der Funkenſtrecke wird nach Braun die Entladeſpannung erhöht. Von dem Steckſtifte des Kontaktringes der Funkenſtrecke führt eine Verbindungsſchnur *f* nach der Selbſtinduktion und ſchließt damit den Schwingungskreis. Der Funkeninduktor wird einerſeits mit dem Sockel der Funkenſtrecke bei *k* und anderſeits mit der auf dem Deckel der Funkenſtrecke angebrachten Klemme k_1 verbunden. Der Luftleiter *L* wird mittels eines Kontaktſtöpfels *h*, der zu gleicher Zeit eine kleine Abſchaltefunkenſtrecke *i* enthält, mit der einen Funkenſtrecke und durch dieſe über den Kontaktring der Funkenſtrecke mit dem Erregerkreiſe in Verbindung gebracht. Die offene Strombahn des Senders findet ſodann ihre Fortſetzung über die Verbindungsſchnur *f* und die Schnur *g* zur Erde oder einem die Erde erſetzenden elektriſchen Gleichgewicht zur Luftleitung. Je nachdem durch die Stöpfelſchnur *g* mehr oder weniger Windungen der Selbſtinduktion in die offene Strombahn des Senders eingeſchaltet werden, iſt dieſe mit dem Braunſchen Schwingungskreiſe mehr oder minder feſt gekoppelt. Die hier verwendete und bei den Telefunkenſendern allgemein übliche Koppelung nennt man eine galvaniſche Koppelung, da ſie unmittelbar durch Stromübergang erfolgt. Bei dem Empfangsſyſtem wird die Uebertragung meiſt durch zwei übereinander gewickelte Spulen bewirkt; ſie heißt magnetiſche Koppelung, da auf beide Spulen dasſelbe Magnetfeld der eintreffenden elektromagnetiſchen Schwingungen einwirkt.

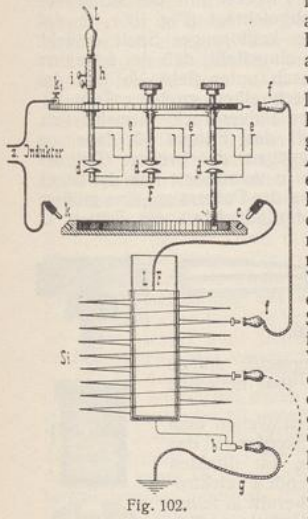


Fig. 102.

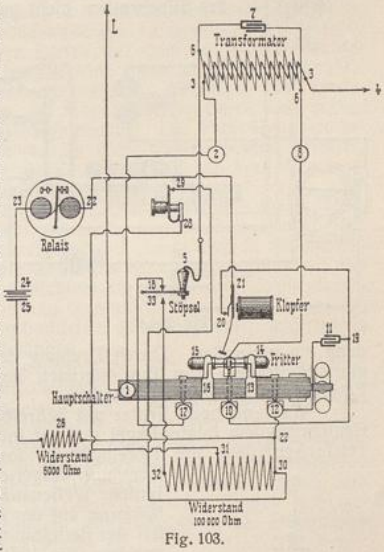


Fig. 103.

Die Empfangsſyſteme werden entweder für Schreibempfänger unter Benutzung eines Körnerfritters als Wellenanzeiger oder für Hörempfänger (Telephon) unter Benutzung einer elektrolytiſchen Zelle als Wellenanzeiger eingerichtet. Bei der Schaltung für Schreibempfänger (Fig. 103) wird der Luftleiter *L* an das linke Ende des Hauptſchalters bei Stöpfel 1 angelegt. Dieſer iſt über den Schalter mit Klemme 2 verbunden. Mit 2 wird das eine Ende der Primärwickelung des Empfangstransformators verbunden, während das andre Ende 4 desſelben entweder direkt oder durch einen regelbaren Kondenſator von 12—24 Platten mit der Erde oder dem dieſe erſetzenden Gegengewicht verbunden iſt. Beim Senden wird durch Oeffnen des Hauptſchalters der Luftleiter bei 1 iſoliert und die Leitung der Primärſpule des Empfangstransformators unterbrochen. Beim Empfangen fließt der Hochfrequenzſtrom, von der Sekundärklemme des Schreibtransformators ausgehend, über den Stöpfel 5, Kontakt 18, Schalter 17, Feder 16 zum einen Fritterende. Vom Fritter bei 14 geht er über Feder 13, Schalter 12 zum Kondenſator 11. Dieſer Kondenſator hat 0,01 Mikrofarad; er iſt alſo im Vergleich zur Fritterkapazität unendlich groß und dient lediglich dazu, den Schwachſtrom zu blockieren, ohne den

Hochfrequenzſtrömen einen Widerſtand entgegenzuſetzen. Vom Kondenſator 11 führt der Stromweg weiter über 19, Schalter 10/9 und Klemme 8 zum Transformator zurück. Der Fritterſtrom verläuft vom Element 24/25 zu dem bifilar gewickelten Widerſtand 26 von 6000 Ohm, über 27 zum Schalter 12, der Feder 13 und dem Fritter bei 14. Von letzterem geht er von 15 über 16, Schalter 17, Kontakt 18, Stöpfel 5, Sekundärſpule des Transformators 6, Klemme 8, Schalter 9/10 über 19 zur Schwachſtromunterbrechung am Klopfer bei 20. Vom Klopfer bei 21 geht dann der Strom zum Relais bei 22 und ſchließlich von 23 zum Element zurück. 30, 31, 32 iſt ein Widerſtand von 100000 Ohm, deſſen Hälfte ſich durch den Schalter 28/29 kurzſchließen läßt; er dient dazu, das Relais jederzeit auf ſeine Empfindlichkeit kontrollieren zu können. Dies wird durch Niederdrücken des Stöpfels 5 erreicht, wodurch der Fritter und gleichzeitig der Prüfwiderſtand eingeſchaltet wird. Wird infolge der elektriſchen Beſtrahlung des Fritters die Relaiszunge (Fig. 104) angezogen, ſo fließt ein Strom von der Batterie 40/41 über einen Widerſtand von 20 Ohm, den Schalter 42/43, Relaiskörper 44, Relaiskontaktſchraube 34, Schalter 35/36 zum Verteilungspunkt 48. Von hier fließt der Strom erſtens durch die Windungen des Klopfers 37, zweitens durch die Windungen des Farbſchreibers 46 und dann zur Batterie zurück. Die zu den Spulen des Klopfers und des Farbſchreibers parallel geſchalteten Polariſationsbatterien 47 und 38/39 haben den Zweck, dem beim Oeffnen des Stromkreiſes in den Spulen entſtehenden Extraſtrom entgegenzuwirken, ſo daß ſich am Relaiskontakt kein Funken bilden kann. Zum Zwecke der Blockierung des Gebers bei der Empfangsſtellung iſt der Niederſpannungskreis des Gebers durch die Stöpfelleitung 49/52 und die Kontakte 50/51 mit dem Hauptſchalter des Empfangsapparates derart in Verbindung gebracht, daß nur bei Vertikalſtellung des Empfangsſchalters die letztgenannten Kontakte und damit der primäre Strom des Senders geſchloſſen ſind. Der Fritter des Telefunkenſyſtems iſt ein Vakuumfritter. Die Elektroden beſtehen aus Silber. Trotz des luftdichten Abſchluſſes geſtattet die Konſtruktion des Fritters eine Regulierung der Empfindlichkeit. Zu dieſem Zwecke ſind die Stirnwände der Silberkolben nicht parallel geſtellt, ſondern abgeſchrägt (Fig. 105), ſo daß zwiſchen ihnen ein keilförmiger Spalt entſteht. Wird der Fritter ſo eingeſtellt, daß der ſchmälere Teil des Spaltes nach unten ſteht, ſo füllt das Pulver der Höhe nach einen größeren Teil desſelben aus und der Pulverdruck vermehrt ſich. Die Empfindlichkeit des Fritters iſt dann am größten. Steht dagegen der breitere Teil des Spaltes nach unten, ſo vermindert ſich der Druck infolge der Verteilung des Pulvers auf eine größere Fläche, und die Empfindlichkeit des Fritters iſt

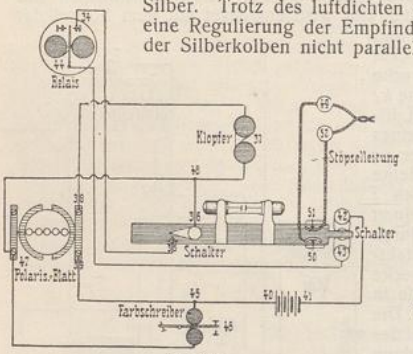


Fig. 104.

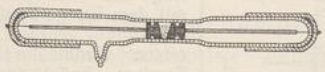

Fig. 105.






Fig. 106.

dann am geringſten. Durch Drehung des Fritters um ſeine Längsachſe mittels eines Stellrades kann ihm hiernach innerhalb gewiſſer Grenzen jede beliebige Empfindlichkeit gegeben werden.

Während beim Fritter mit Schreibempfänger die elektriſchen Wellen dem Empfangsſyſtem in der Regel nur auf induktivem Wege zugeführt werden, iſt das Telefunkenſyſtem mit Hörempfänger ſowohl für induktiven wie für direkten Empfang eingerichtet. Der hierbei verwendete elektrolytiſche Wellenanzeiger von Schlömilch beruht in ſeiner Wirkung auf der ſtärkeren Aktivität von Polariſationszellen bei der Beſtrahlung durch elektriſche Wellen. Der Wellenanzeiger (Fig. 106) hat Platinelektroden; die poſitive Elektrode von etwa 0,01 mm Durchmeſſer iſt in eine Glasröhre *R* eingeſchmolzen, deren gebogenes Ende in eine ſtumpfgeſchliffene Spitze ausläuft, die von der Elektrode durchfetzt wird. Die negative Elektrode iſt als 0,5 mm ſtarke Drahtſchleife um die Glasröhre gewunden. Die Elektroden reichen durch den Deckel eines Porzellan- oder Hartgummigefäßes *P* in die aus verdünnter Schwefelſäure beſtehende elektrolytiſche Flüſſigkeit. An die Zelle wird eine Batterie von 3—4,5 Volt Spannung gelegt, wodurch in der Zelle eine Waſſerzerſetzung hervorgerufen wird. An der poſitiven Spitzenelektrode tritt Sauerſtoff auf, während die negative Schleifenelektrode von Waſſerſtoffbläschen umgeben wird. Dieſer Vorgang iſt kein gleichmäßiger, ſondern ein ruckweiſer, ſo daß ein mit der Zelle in Reihe geſchaltetes Telephon ein knackendes Rauſchen hören läßt. Dieſes Geräuſch wird dadurch verurſacht, daß die Gasblaſen, welche die Elektroden, insbeſondere die poſitiven, einhüllen, den elelektriſchen Widerſtand der Zelle wegen ihrer ſchlechten Leitfähigkeit ſtark erhöhen und dadurch den Strom ſchwächen. Um einen ſolchen elektrolytiſchen Wellenanzeiger möglichſt empfindlich zu machen, muß die Gegenſpannung in einer Stärke angelegt werden, daß das Geräuſch im Telephon gerade verſchwindet. Wirken jetzt elektromagnetiſche Wellen auf die Zelle, ſo reißen ſie gewiſſermaßen die Gasblaſen von den Elektroden ab und verſtärken dadurch den Strom derart, daß im Telephon ein ſcharfes Knacken entſteht. Die Einſchaltung erfolgt

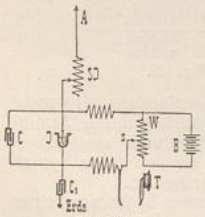


Fig. 107

allgemein nach der durch Fig. 107 dargeſtellten Prinzipſchaltung. Zunächſt wird der Luftleiter *A* nach Anſchluß des Apparats und Erdung desſelben durch einige Windungen Selbſtinduktion *SJ* und einen regelbaren Kondenſator *C*, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Hilfskondenſators C_1 ſo lange abgeſtimmt, bis ſich im Telephon *T* ein Maximum der Lautſtärke ergeben hat. Die Batterie *B* beſteht aus vier Trockenelementen oder Sammlerzellen, deren Stromkreis durch einen regulierbaren Ohmſchen Widerſtand *W* dauernd geſchloſſen iſt. Iſt die Empfangsintenſität eine ſehr geringe, ſo kann man nach erfolgter Abſtimmung in der Regel noch dadurch eine erhebliche Verbeſſerung der telephoniſchen Wiedergabe erzielen, daß man durch geringes Verſchieben des Gleitkontaktes *s* eine noch feinere Spannungsabſtufung herſtellt. Die Schlömilch-Zelle iſt weit empfindlicher als der Fritter; ſie ermöglicht um 50% größere Reichweiten. Für die Zwecke des Heeres und der Kriegsmarine ſcheidet ſie jedoch aus, da ſie den Schreibtelegraphen nicht ſicher genug betätigen kann.

In ähnlicher Weiſe wirkt der Thermodetektor der Telefunkengeſellſchaft. Dieſer erzeugt den zur Erregung des Telephons erforderlichen Strom in einer als Thermoelement wirkenden Kontaktſtelle zwiſchen einem Platindraht und einer Kupferſcheibe. Durch Einwirkung der Wellenimpulſe ändert ſich der innere Widerſtand bezw. die elektromotoriſche Kraft dieſes Thermoelementes, wodurch Geräuſche im Telephon hervorgerufen werden. Anfänglich erwärmte man die Kontaktſtelle durch eine kleine Spiritusflamme; man erkannte jedoch bald, daß dieſe Flamme wegfallen konnte, da ſich die Kontaktſtelle infolge des Widerſtandes, der ſich dem Strome beim Uebergange von dem einen auf den andern Leiter bietet, bereits genügend erwärmt.

Andre Syſteme. Das gegenwärtige Marconi-Syſtem für ſchwachgedämpfte Wellen unterſcheidet ſich von dem Telefunkenſyſtem nicht weſentlich. Marconi benutzt ebenfalls den Braunſchen Schwingungskreis mit direkter und indirekter Sendererregung. Als Eigentümlichkeit des Syſtems iſt ein magnetiſcher Wellenempfänger anzuführen. Ein Stahlband ohne Ende iſt über zwei Scheiben geführt, die durch ein Uhrwerk gedreht werden. Zwei feſtſtehende Hufeiſenmagnete, die mit gleichnamigen Polen einander zugekehrt ſind, magnetiſieren nacheinander die an ihnen vorübergeführten Teile des Stahlbandes. Zwiſchen den beiden Hufeiſenmagneten iſt eine aus dickem iſoliertem Kupferdrahte beſtehende Spule angeordnet, durch deren Hohlraum das Stahlband hindurchgeführt iſt und deren Enden mit dem Luftleiter bezw. der Erde verbunden ſind. Den mittleren Teil der Spule umgibt eine Spule aus dünnem Drahte, in die ein Telephon eingeſchaltet iſt. Sobald ein elektromagnetiſcher Wellenzug die Primärſpule durchfließt, vernichtet oder ſchwächt er den von der Magnetiſierung durch den vorher paſſierten Hufeiſenmagneten herrührenden permanenten Magnetismus. Die Veränderungen induzieren im Sekundärkreiſe Stromſtöße, die im Fernhörer als Töne wahrgenommen werden. Beim Paſſieren des zweiten Hufeiſenmagneten wird die durch die elektriſchen Wellen hervorgerufene Ungleichheit in der Magnetiſierung des Stahlbandes wieder beſeitigt.

Das Syſtem von Lodge-Muirhead verwendet als Wellenanzeiger eine Queckſilberſäule, über der ſich, von ihr durch eine Mineralölſchicht getrennt, eine Stahlſcheibe dauernd um ihre Achſe dreht. Die eine Elektrode des Wellenanzeigers wird durch eine in die Queckſilberſäule tauchende Platinſpirale, die andre durch die Achſe der Stahlſcheibe gebildet. Bei elektriſcher Beſtrahlung des Wellenanzeigers wird die Oelſchicht für einen Augenblick durchbrochen und eine leitende Verbindung zwiſchen Scheibe und Queckſilber hergeſtellt; ſie genügt, um einen parallel zum Wellenanzeiger geſchalteten empfindlichen Schreibapparat, wie den in der Kabeltelegraphie verwendeten Heberſchreiber, zu betätigen.

Lee de Foreſt benutzt einen elektrolytiſchen Wellenanzeiger, den er Reſponder nennt, und deſſen Widerſtand durch die elektriſche Beſtrahlung vergrößert wird. Er beſteht aus zwei in einer Glas- oder Ebonitröhre eingeſchloſſenen Metallelektroden, zwiſchen denen ſich eine Paſte aus Metallſpänen, Glyzerin oder Vaſeline, ferner Bleioxyd mit Spuren von Waſſer und Alkohol befindet. Unter der Einwirkung einer kleinen Batterie von 0,1—1 Milliampère bilden die durch die ganze Paſte verteilten Feilſpäne eine leitende Brücke von Elektrode zu Elektrode von verhältnismäßig geringem Widerſtande. Sobald elektriſche Wellen dieſe Brücke beſtrahlen, fällt ſie in ſich zuſammen, indem der Widerſtand infolge Ablagerung großer Mengen winziger Bläschen von Waſſerſtoff an der Kathode erheblich zunimmt. Nach Aufhören der elektriſchen Beſtrahlung tritt augenblicklich der urſprüngliche Zuſtand wieder ein.

III. Drahtloſe Telegraphie mittels ungedämpfter Wellen.

Die neueſten Beſtrebungen zur Vervollkommnung der drahtloſen Nachrichtenübermittlung nehmen ihren Ausgangspunkt in der Erwägung, daß der Braunſche Sender, da er mit zwar ſchwachgedämpften, immerhin aber gedämpften Wellen arbeitet, eine vollkommen ſcharfe reſonanzfähige Strahlung, wie ſie für die Abſtimmung erforderlich iſt, nicht zu liefern vermag. Dieſer Mangel ſoll durch Anwendung dauernder ungedämpfter Schwingungen (Fig. 108), deren Schwingungsamplitude gleichbleibt, beſeitigt werden.

Anregung hierzu gaben die Arbeiten und Verſuche von Simon und Reich, Duddell und Nicola Tesla. Letzterer hat bereits 1894 die Gleichſtromſpeiſung eines elektriſchen Lichtbogens, den er der Einwirkung eines kräftigen Elektromagneten — Blasmagneten — zur Auslöſchung des Lichtbogens ausſetzte, für die Erzeugung von Hochfrequenzſchwingungen benutzt. Valdemar Poulſen gelang es, aus den vor-

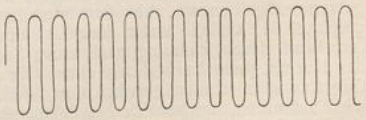


Fig. 108. Ungedämpfte Welle des Lichtbogenſenders.

bezeichneten Arbeiten und Erfindungen die praktiſchen Konſequenzen zu ziehen und die alte Tesla-Anordnung in verbeſſerter Form wieder aufleben zu laſſen. Es gelang Poulſen, Wechſelſtröme mit 1 000 000 Schwingungen und mehr in der Sekunde dadurch zu erzielen und 1906 für die drahtloſe Telegraphie nutzbar zu machen, daß er 1. den elektriſchen Lichtbogen, der unter Einfluß eines durch einen Elektromagneten erzeugten ſtarken Magnetfeldes ſteht, in Waſſerſtoff oder in einer waſſerſtoffhaltigen Atmoſphäre brennen läßt; 2. den elektriſchen Lichtbogen abkühlt, indem er nach dem Vorgange von Elihu Thomſon als Anode Kupfer ſtatt Kohle nimmt und die Anode durch fließendes Waſſer kühlt.

Die Telefunkengeſellſchaft, die zu derſelben Zeit und unabhängig von Poulſen in gleicher Richtung Verſuche mit dem Bogenlampenſchwingungskreiſe angeſtellt hat, iſt zu dem Ergebnis gekommen, daß man den elektriſchen Lichtbogen auch ohne eine Atmoſphäre von Waſſerſtoff (oder von einem Waſſerſtoff enthaltenden Gaſe) zur Erzeugung ungedämpfter Wellen benutzen kann; es bedarf dazu nur der Kühlung der Anode und der richtigen Wahl des Elektrodenmaterials, wie z. B. Kupfer und Kohle.

Dieffelhorſt hat durch Aufnahmen der elektriſchen Lichtbogenſchwingungen mit dem Glimmlichtoſzillographen von Gehrcke nachgewieſen, daß dieſe ſogenannten ungedämpften kontinuierlichen Schwingungen tatſächlich ebenfalls unterbrochene und in geringem Maße gedämpfte Schwingungen ſind. Bei einigermaßen großer Erregerkapazität ſtellt das Spektrum des Bogenlampenſenders ein Funkenſpektrum dar. Der Erregerkreis des Bogenlampenſenders unterſcheidet ſich hiernach in keiner Weiſe qualitativ von dem Braunſchen Schwingungskreiſe; an die Stelle der Funkenſtrecke iſt lediglich der Lichtbogen zwiſchen den Elektroden der Bogenlampe getreten. Die in Deutſchland populär gewordene Bezeichnung „Funkentelegraphie“ kann man alſo auch auf die Bogenlampenmethode noch mit Recht anwenden; wiſſenſchaftlich wird man ſie als drahtloſe Telegraphie mittels nahezu ungedämpfter Wellen zu bezeichnen haben. Vollkommen ungedämpfte und kontinuierliche Schwingungen können mit dem Hochfrequenzſchwingungskreiſe der Bogenlampe nur dann erhalten werden, wenn man dieſem Schwingungskreiſe faſt gar keine Energie entzieht. In der drahtloſen Telegraphie der Praxis kommt es aber gerade darauf an, dem Schwingungskreiſe möglichſt viel Energie zu entziehen und durch die Antenne zur Ausſtrahlung zu bringen.

Syſtem Poulſen. Die zur Erzeugung der ungedämpften Wellen benutzte Bogenlampe brennt in Waſſerſtoff oder in einer waſſerſtoffhaltigen Atmoſphäre; die negative Elektrode der Lampe beſteht aus harter Kohle, die poſitive aus einem kupfernen Hohlzylinder, der durch Waſſer gekühlt wird. Der Lichtbogen ſteht unter der Einwirkung eines magnetiſchen Feldes. Die Elektroden ſind in einer Kammer angeordnet, in welche das Waſſerſtoff enthaltende Gas eingeleitet wird. Die Kohlenelektrode wird in langſame Umdrehung verſetzt, um eine möglichſt gleichmäßige Bogenlänge zu erzielen. Neuerdings wird das Kühlgas dadurch erzeugt, daß man Spiritus, der einen hohen Waſſerſtoffgehalt beſitzt, tropfenweiſe in die Lichtbogenkammer einfließen läßt. Poulſen koppelt den Erregerkreis entweder ganz feſt oder ganz loſe mit der Luftleitung; die Reſonanz iſt dann in beiden Fällen gleichſtark. Durch Verſchiebung der Kontakte auf der regulierbaren Selbſtinduktionsſpule des Senders (Fig. 109) kann die Wellenlänge und der Kopplungsgrad verändert werden. Der in die Speiſeleitung der Bogenlampe eingeſchaltete regelbare Widerſtand dient zur Regulierung der Stromſtärke, und die Droſſelſpule verhindert vermöge ihrer hohen Induktanz, daß der Ausgleich der Hochfrequenzſchwingungen über die Stromquelle vor ſich geht. Die Zeichengebung erfolgt meiſt in der Weiſe, daß mit der Telegraphiertaſte der Luftleiter und deſſen Gegengewicht in und außer Verbindung mit dem übrigen Teil des Syſtems geſetzt wird, in welchem man die Schwingungen unausgeſetzt verlaufen läßt. Man kann auch durch die Taſte periodiſch einen im Hochfrequenzkreiſe oder im Luftleiter angeordneten Widerſtand kurzſchließen. Der Widerſtand muß ſo groß bemeſſen ſein, daß er in der Ruhelage der Telegraphiertaſte das Auftreten der Hochfrequenzſchwingungen verhindert. Da die Wellen auf der Empfangsſtation in unaufhörlicher Folge eintreffen, ſo wird der Wellenanzeiger nicht dauernd, ſondern nur intermittierend in den Empfangsſchwingungskreis eingeſchaltet. Durch die unaufhörliche Folge der Wellen gerät der Empfängerkreis gut in Schwingungen; hierauf wird plötzlich der Wellenanzeiger eingeſchaltet und in ihm die während einer kleinen Spanne Zeit angeſammelte Energie zur Wirkung gebracht. Der Wellenanzeiger ſchaltet ſich alsdann ſelbſttätig aus, und das Spiel beginnt von neuem. Als Wellenanzeiger kommt gewöhnlich eine elektrolytiſche Zelle in Verbindung mit einem Fernhörer zur Verwendung. Dem Apparat für die Herſtellung des intermittierenden Kontaktes gibt Poulſen den Namen „Tikker“; er beſteht aus einem gewöhnlichen elektromagnetiſchen Unterbrecher. Soll eine ſichtbare Zeichenaufnahme erfolgen, ſo wird als Empfänger ein empfindliches Fadengalvanometer benutzt, bei dem eine feine Saite zwiſchen zwei kräftigen Magnetpolen ſo ausgeſpannt iſt, daß ſie unter dem Einfluſſe einer durch ſie gehenden elektriſchen Strömung entſprechend deren Richtung nach einer Seite ausſchlagen kann. Dieſe Anordnung bedingt, daß der Hochfrequenzſtrom durch einen Gleichrichter, wozu ſich ein Thermoelement eignet, für das Galvanometer in der gewünſchten Weiſe wirkſam gemacht wird. Die Ablenkung der Saite wird auf einem mechaniſch bewegten, photographiſchen Papierband dadurch aufgezeichnet, daß ein Lichtſtrahl durch einen feinen Spalt, den die Saite je nach ihrer Lage verdunkelt, auf das Papier fällt. Die Morſezeichen, z. B. ein aus drei Punkten und einem Strich gebildetes V, ent-

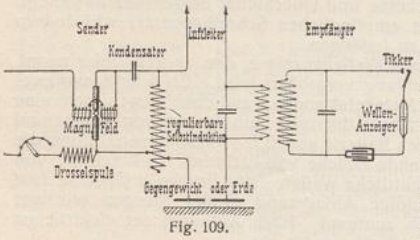


Fig. 109.

ſtehen dann dadurch, daß die Saite dreimal kurz hintereinander und einmal länger ihre Ruhelage verläßt und ihren Schatten dementſprechend auf den Streifen fixiert.

Syſtem Telefunken. Zur Erzeugung der ungedämpften Schwingungen wird ein in gewöhnlicher Zimmerluft brennender elektriſcher Lichtbogen mit Kupfer als Anode und Kohle als Kathode benutzt. Die Kupferanode beſteht aus einem oben offenen Gefäß *H* (Fig. 110) mit nach innen gewölbtem Boden *A*. In die Höhlung *A* ragt die Kohlenelektrode *B*. Das Gefäß *H* iſt mit Waſſer gefüllt, das eine höhere Temperatur als 100° C. nicht annehmen kann; es entzieht dem Lichtbogen einen großen Teil ſeiner Hitze. Bei einer ſolchen Anordnung iſt zwar die im Hochfrequenzſchwingungskreiſe auftretende elektriſche Energie geringer als bei der Poulſenanordnung; indes hat ſie den Vorzug größerer Einfachheit. Das Abbrennen der Kohlenelektrode geht auch nicht ſo ſchnell vor ſich wie bei der Anordnung des Lichtbogens in waſſerſtoffhaltigen Gaſen. Die Schwingungsenergie ſelbſt kann durch geeignete Zuſammenſtellung mehrerer Bogen erhöht werden. Es hat dies den Vorteil, daß bei Verwendung mehrerer Bogen der Einfluß von Unregelmäßigkeiten im Abbrande der Kohlenelektroden ſich erheblich weniger bemerkbar macht als bei einem Lichtbogen. Bei Verſuchen auf der Großſtation Nauen der Telefunkengeſellſchaft wurde das Luftleitungsgebilde nach Maßgabe des Schemas (Fig. 111) durch den Lichtbogen unmittelbar in elektriſche Schwingungen verſetzt. In richtiger Erkenntnis des Umſtandes, daß die Lichtbogentelegraphie in der Praxis der alten Funkentelegraphie nicht überlegen iſt, hat die Telefunkengeſellſchaft ſich auf die erwähnten Verſuche beſchränkt und von der Einführung ihres Syſtems Abſtand genommen. Die Geſellſchaft iſt gegenwärtig mit der Einführung eines neuen Syſtems in die Praxis beſchäftigt, bei welchem durch die Hochfrequenzſchwingungen ein beſtimmter muſikaliſcher Ton übertragen wird, der aus den durch atmoſphäriſche Störungen hervorgerufenen Geräuſchen ſtets herausgehört werden kann. Damit wären die Störungen der Atmoſphäre, die auch die Lichtbogenmethode nicht beſeitigen konnte, für die drahtloſe Telegraphie unwirkſam gemacht. Die Anordnung wird von der Telefunkengeſellſchaft als Syſtem der „tönenden Funken“ bezeichnet.



Fig. 110.

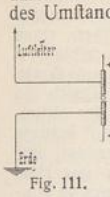


Fig. 111.

Syſtem „Tönende Funken“. Es gründet ſich auf den Wienſchen Sender für Stoßerregung. Bei dieſem dient das Primärſyſtem (Stoßkreis), das ſehr viel ſtärker gedämpft iſt als das ſekundäre, nur dazu, die Eigenſchwingungen des Sekundärkreiſes anzuſtoßen (Stoßerregung). Das Primärſyſtem iſt ſo angeordnet, daß der Primärſtrom ſchon nach wenigen Perioden unmerklich klein wird und die Funkenſtrecke nicht mehr leitend iſt. Das Primärſyſtem iſt dann offen, und eine Rückwirkung des Sekundärſyſtems auf dasſelbe kann nicht ſtattfinden; es verlaufen die Schwingungen im Sekundärſyſtem ſo, als ob das Primärſyſtem überhaupt nicht vorhanden wäre. Man erhält alſo im Sekundärſyſtem ſelbſt bei feſter Kopplung praktiſch nur die ſchwachgedämpften Eigenſchwingungen desſelben [13]. Man hat es alſo hier mit einem einwelligen Sender zu tun; bei dem Braun-Sender erhält man dagegen ſtatt der Grundſchwingung, auf die Primär- und Sekundärſyſtem abgeſtimmt ſind, in der Regel zwei davon abweichende neue Frequenzen, die ſogenannten Kopplungswellen. Zur Erzielung der Stoßerregung wendet die Telefunkengeſellſchaft bei ihrem neuen Sender eine ſehr ſchnelle Funkenfolge an, bei der die Impulſe ganz regelmäßig folgen, ſo daß an der Empfangsſtelle bei Anwendung eines quantitativ arbeitenden Detektors rhythmiſche Bewegungen einer Telephonmembran oder eines Ankers und dadurch ein muſikaliſch reiner Ton erzeugt wird. Der wichtigſte Teil des neuen Senders iſt die Funkenſtrecke, die eine ganz regelmäßige Funkenfolge liefern muß. Wien bezeichnet eine ſolche Funkenſtrecke als Ziſchfunkenſtrecke, weil bei ihrer Anordnung die kleinen Funken ganz leiſe ziſchten; Rendahl von der Telefunkengeſellſchaft wendet die Bezeichnung Löſchfunkenſtrecke an, weil bei geeigneter Anordnung auch das Ziſchgeräuſch beſeitigt werden kann. Jedenfalls arbeitet die neue Funkenſtrecke faſt geräuſchlos im Gegenſatz zu der Knallfunkenſtrecke der alten Anordnungen. Telefunken [14] hat für die neue Löſchfunkenſtrecke die Ringform gewählt; die Fläche der Ringe, auf denen der Funkenübergang ſtattfindet, iſt planiert; als Material kommt Kupfer oder Silber zur Verwendung; der Funke ſetzt an irgend einer Stelle, aber niemals im Mittelpunkt, ein und wird dann in radialer Richtung durch das entſtehende elektromagnetiſche Feld ähnlich wie beim Hörnerblitzableiter nach dem äußeren Umfang getrieben. Auf dem Wege dorthin erliſcht er ſchließlich. Um die Elektroden genau auf kleinen Abſtand zu halten, werden ſie durch eine Randzwiſchenlage aus Glimmer getrennt. Mehrere ſolcher Funkenſtrecken ſind zu einer Serienfunkenſtrecke vereinigt; je größer die umzuſetzende Energie iſt, um ſo mehr Teilfunkenſtrecken werden in Serien zuſammengeſchaltet. Die Geſamtenergie wird gleichmäßig ſo verteilt, daß jede einzelne Funkenſtrecke nur in der für ſie zuläſſigen Weiſe beanſprucht wird. Als Wellenempfänger werden Unipolardetektoren benutzt, die aus einer Berührungsſtelle zwiſchen einem Mineral und Graphit oder einem Metall beſtehen; meiſt Bleiglanz, auf den als Gegenkontakt eine feine Graphitſpitze mit leiſem, aber konſtantem Druck wirkt. Der Kontakt hat mehrere tauſend Ohm Widerſtand. Ein ſolcher Detektor arbeitet als Gleichrichter; er formt ohne Hilfsbatterie die ihm zugeführten Wechſelſtröme in abklingende Züge pulſierenden Gleichſtroms um. 1000 ſolcher Wellenzüge pro Sekunde, vom Sender abgeſandt, endigen als 1000 Gleichſtromzüge im Empfänger und werden dem Empfangshörer zugeführt. Sobald die Impulsreihe genügende Regelmäßigkeit beſitzt, rufen die Gleichſtromſtöße Membranbewegungen hervor, die als muſikaliſcher Ton gehört werden. Durch Einſchaltung eines Reſonanzrelais, beſtehend aus einem mit einer Wicklung von hohem Widerſtande verſehenen Elektromagneten und einem kleinen leichten Anker, der eine ausgeſprochene, mit der Schwingungszahl des zu erwartenden Tons übereinſtimmende Eigenſchwingung beſitzt, wird eine bedeutende Lautverſtärkung erzielt. Gegen den Relaisanker liegen Mikrophonkontakte, die den Stromkreis eines zweiten gleichartigen Relais ſchließen. Bei Verwendung von drei ſolchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reſonanzrelais kann man ein lautſprechendes Telephon oder ein Telegraphenrelais mit einem Morſeſchreiber in Tätigkeit ſetzen. Die Reſonanzrelais werden durch Geräuſche andrer Art oder durch Töne, die von der Eigenſchwingung des Ankers abweichen, nicht betätigt. Sie tragen alſo nicht nur zur Erhöhung der Empfindlichkeit, ſondern auch zur Verſchärfung der Abſtimmung und zur Vergrößerung der Störungsfreiheit bei. Die Ausnutzung der zum Betriebe aufzuwendenden Energie iſt weſentlich höher als bei den übrigen Syſtemen; es ſind mit ihm bei Verwendung von 1,5 Kilowatt Primärenergie folgende Leiſtungen erzielt worden: bei Maſthöhen von 20 m über Land 200 km, von 30 m desgleichen 350 km, von 45 m desgleichen mit viel Gebirge 550 km, von 35 m über See 600 km. Für Reichweiten von 2500—3000 km über flaches Land oder See ſind Maſthöhen von 60 m und 8 Kilowatt Primärenergie, für Entfernungen von 3500—4500 km 20 Kilowatt und 85 m hohe Maſten erforderlich.

Marconi-Syſtem [13]. Die transatlantiſchen Marconi-Stationen in Poldhu und Glace Bay arbeiten ebenfalls mit nahezu ungedämpften Schwingungen. Eine gegen Erde gut iſolierte Metallſcheibe *A* (Fig. 112) wird durch einen Motor in ſehr raſche Umdrehung verſetzt. Nahe dieſer Mittelſcheibe *A* ſind zwei langſam rotierende Polarſcheiben C_1 C_2 angeordnet. Durch Schleifbürſten ſind die Polarſcheiben mit den äußeren Belegungen der hintereinander geſchalteten Kondenſatoren *K* verbunden und über induktive Widerſtände an eine Gleichſtromdynamo *G* von hoher Spannung gelegt. Die Mittelſcheibe bildet über einen Bürſtenkontakt mit der Kapazität *C*, der Selbſtinduktion *F* und dem Kondenſator *K* den Hochfrequenzſchwingungskreis, der induktiv mit dem Luftleiter *A* gekoppelt iſt. Durch die Entladungen zwiſchen den Polarſcheiben und der Mittelſcheibe werden in dem Schwingungskreiſe kräftige Schwingungen bis zu 200000 in der Sekunde erzeugt. Für den Marconiſchen magnetiſchen Wellenanzeiger mit Hörempfänger müſſen die unaufhörlichen Schwingungen in ähnlicher Weiſe wie beim Poulſen-Syſtem durch den Tikker unterbrochen werden, damit im Telephon ein hörbarer Ton entſteht. Marconi ordnet jedoch den Unterbrecher nicht beim Empfänger, ſondern beim Sender an, indem er die Mittelſcheibe des Senders nahe der Peripherie mit einer Anzahl Naſen *N* verſieht, über welche die Entladungen in regelmäßigen Zwiſchenräumen vor ſich gehen.

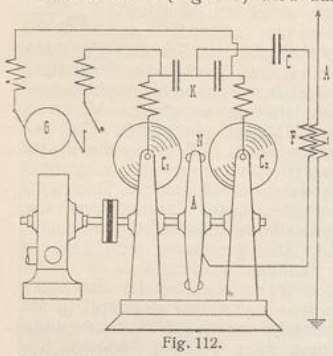


Fig. 112.

IV. Die Wellenanzeiger.

In der Praxis der Funkentelegraphie kommen als Wellenanzeiger hauptſächlich die folgenden, bereits beſchriebenen, zur Verwendung: der Feilſpänefritter oder Kohärer in verſchiedenen Ausführungsformen, der magnetiſche Wellenanzeiger von Marconi, der elektrolytiſche Wellenanzeiger von Schlömilch, der Unipolardetektor und der Reſponder von De Foreſt. Von den übrigen recht zahlreichen Wellenanzeigern haben einige wiſſenſchaftliches Intereſſe, andre haben auch in mäßigem Umfange praktiſche Verwendung gefunden, während die meiſten Papiererfindungen geblieben ſind. Die wichtigſten ſind folgende:

1. Der Mikrophonfritter von Köpfel beſteht aus einem Mikrophon einfachſter Bauart, und zwar einem an einer Blattfeder befeſtigten harten Stahlplättchen, gegen das eine zu einer Spitze ausgebildete Kohlen- oder Stahlelektrode durch eine Mikrometerſchraube gepreßt wird. Das Mikrophon wird mit einem Trockenelement und einem Mikrophon in Reihe geſchaltet.

2. Der Queckſilberkohärer von Caſtelli-Solari-Marconi beſteht aus einer Glasröhre, in die zwei regulierbare Elektroden aus Kohle und Stahl oder Kohle und Eiſen eingelaſſen ſind. Zwiſchen den Elektroden befindet ſich ein Tropfen Queckſilber oder auch eine leitende Flüſſigkeit.

3. Der Kohärer von Tiffot. Die Elektroden beſtehen aus magnetiſierbarem Metall; zwiſchen ihnen liegen Feilſpäne von Eiſen oder Nickel in einer luftleer gemachten Röhre. Der Kohärer ſteht unter dem Einfluß eines magnetiſchen Feldes, deſſen Kraftlinien parallel zur Achſe der Glasröhre gehen. Das magnetiſche Feld wird durch einen permanenten Magneten oder durch über die Röhre gelagerte ſtromdurchfloſſene Drahtwindungen gebildet.

4. Der Kohärer von Blondel (Fig. 113) beſteht aus einem Metallfeilichtkohärer mit beſonderer Reguliervorrichtung in Geſtalt eines U-förmigen Anſatzes der Glasröhre über dem Zwiſchenraum zwiſchen den Elektroden. In dem nach abwärts gebogenen Schenkel des Anſatzrohres befindet ſich ein Vorrat von Feilſpänen. Durch Drehung der Röhre kann man alſo die Feilſpäne zwiſchen den Elektroden vermehren.


Fig. 113.

5. Der Karborundumfritter. An Stelle der Feilſpäne wird pulveriſiertes Karborundum benutzt.

6. Der Unipolardetektor von Braun beſteht aus einem Stück poliertem Piſilomelan, an welches plattenförmige Metallelektroden unter Einlage von Metallfolie nach Art der Tiſchlerzwingen angeſchraubt werden. Er läßt die Wechſelſtröme nur einſeitig durch; Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Arſenkies und Pyroluſit zeigen eine ſolche Abweichung vom Ohmſchen Geſetz.

7. Der Dreifußkohärer von Branly beſteht aus einem auf einer polierten Stahlplatte ruhenden ſtählernen Dreifuß (Fig. 114), deſſen Füße oxydiert ſind. Die Berührungspunkte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwiſchen den oxydierten ſtumpfen Fußſpitzen und der polierten Platte bilden die Kohärerkontakte.

8. Der Metallſtabkohärer von Popoff-Ducretet beſteht aus zwei ſtabförmigen, nicht polierten Metallelektroden, über die eine Anzahl polierter Stäbe aus hartem Stahl gelegt ſind.

9. Der Drahtgazefritter von Schniewindt beſteht aus feiner Drahtgaze von gut leitendem Metall. Die Drähte des Gewebes ſind ſo durchſchnitten, daß kein Draht von zuſammenhängender Länge von einem Ende zum andern läuft, ſondern jeder aus vielen kurzen Drahtſtücken gebildet wird.

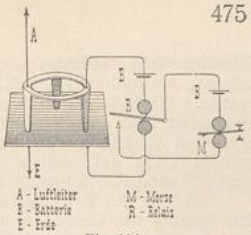
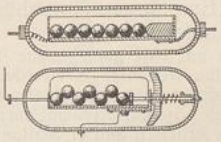


Fig. 114.

10. Der Kugelkohärer von Orling und Brauner-hjelm beſteht aus einer Anzahl Metallkugeln, die nach der Anordnung von Fig. 115 oder 116 zwiſchen zwei Metallelektroden in einer teilweiſe luftleer gemachten Röhre untergebracht ſind.

11. Der Kapillardetektor von Plecher. Seine Konſtruktion beruht auf dem Prinzip des Kapillarelektrometers. Wenn in einer ſehr eng ausgezogenen Glasröhre ſich Queckſilber und verdünnte Schwefelſäure berühren, ſo verſchiebt ſich die Berührungsſtelle proportional der Aenderungen der elektriſchen Spannung zwiſchen den beiden Flüſſigkeiten.


Fig. 115 und 116.

12. Der Mikrophonfritter von Elihu Thomſon beſteht aus einem Metallringe, der auf zwei Metallkeilen und einem Kohlenkeile ruht (Fig. 117).

13. Der Kohlenkohärer von Tommaſina. Zwei Neuſilberdrähte ragen in Mikrophonpulver hinein, das ſich zwiſchen zwei Glimmerſcheiben in einer 2 mm im Durchmeſſer haltenden Durchbohrung einer 2,5 mm ſtarken Ebonitplatte befindet.

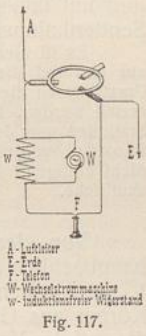


Fig. 117.

14. Die Schäferſche Platte und die Antikohärer von Righi, Neugſchwender und Afchkinaß ſind Wellenanzeiger, deren Widerſtand durch die elektriſche Beſtrahlung erhöht wird. Nach Aufhören der elektriſchen Beſtrahlung ſinkt der Widerſtand wieder auf ſeinen urſprünglichen Wert. Den Urtypus dieſer Wellenanzeiger bildet der Righiſche Reſonator, der aus einem gewöhnlichen Stück Spiegelglas mit Silberbelag beſteht. Durch den Silberbelag iſt mit der Spitze eines Gravierdiamanten eine feine Linie gezogen

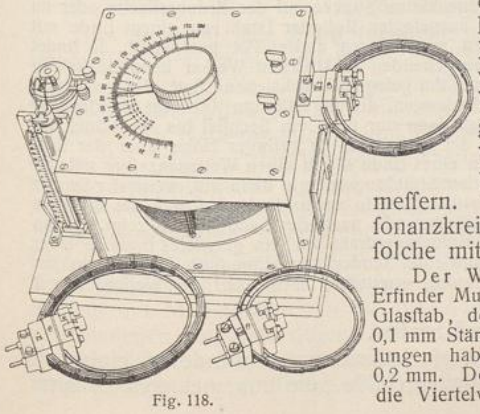
15. Der magnetiſche Wellenanzeiger von Ewing und Walter iſt nach dem Prinzip des Marconiſchen konſtruiert; ſeine Wirkung beruht auf der Aenderung der Hyſtereſis durch elektriſche Oſzillationen.

16. Der Wellenanzeiger von Arno. Seine Wirkung beruht ebenfalls auf der Veränderung der Hyſtereſis beim Auftreffen elektriſcher Wellen und auf dem Ferrariſchen Prinzip, nach welchem ein rotierendes Magnetfeld einen Eiſenkörper ſelbſt dann in Rotation verſetzt, wenn dieſer ſo fein unterteilt iſt, daß die Wirbelſtröme nicht mehr in Betracht kommen.

17. Der Wellenanzeiger von Vaſilesco Karpen. Mit ihm werden die Wechſelſpannungen der elektriſchen Wellen in ähnlicher Weiſe wie bei dem Quadrantenelektrometer regiſtriert.

V. Die Wellenmeſſer.

Die Wellenmeſſer dienen: 1. zur Beſtimmung der Periode eines gegebenen Schwingungsſyſtems, 2. zur Abſtimmung eines Schwingungsſyſtems auf eine gegebene Periode, 3. zur Beſtimmung der Dämpfung eines Schwingungsſyſtems. Der Wellenmeſſer beſteht aus einem Schwingungskreis, deſſen Konſtanten bekannt und regelbar ſind; er wird mit dem zu unterſuchenden Schwingungsſyſtem durch entſprechende Regelung dieſer Konſtanten in Reſonanz gebracht. Der Reſonanzſchwingungskreis iſt entweder ein offener, wie z. B. bei dem Wellenmeſſer von Slaby, oder ein geſchloſſener wie beim Telefunkenwellenmeſſer von Franke-Dönitz und bei den meiſten übrigen Wellenmeſſern. Wellenmeſſer mit geſchloſſenen Reſonanzkreiſen geben genauere Reſultate als ſolche mit offenen.


Fig. 118.

Der Wellenmeſſer von Slaby (von ſeinem Erfinder Multiplikationsſtab genannt) beſteht aus einem Glasſtab, der mit ſeideumſponnenem Kupferdraht von 0,1 mm Stärke in einer Lage bewickelt iſt. Die Wicklungen haben eine durchſchnittliche Ganghöhe von 0,2 mm. Der Stab iſt mit einer Skala verſehen, welche die Viertelwellenlänge der zu meſſenden elektriſchen

Schwingungen in Metern angibt. An dem einen Ende trägt der Multiplikationsſtab eine Metallfaſſung, am andern Ende ſchirmförmig aufgeklebte Blättchen mit Kriſtallen von Baryumplatincyanür. Wird der Multiplikationsſtab in das Kraftlinienfeld des Schwingungsſyſtems gebracht und ändert man die Selbſtinduktion und Kapazität ſeiner Wicklungsſpule durch Anhalten eines geerdeten Metallſtiftes an die Windungen, ſo glüht das Baryumplatincyanür mit intenſiv hellgrünem Licht auf, ſobald zwiſchen Stab und Schwingungsſyſtem Reſonanz herrſcht. Der Multiplikationsſtab ſchwingt dann in einer Viertelwelle des zu meſſenden Schwingungskreiſes.

Wegen des Telefunkenwellenmeſſers von Franke-Dönitz (Fig. 118) ſei auf den Katalog der Geſellſchaft für drahtloſe Telegraphie, Berlin SW., verwieſen. — Von den übrigen Wellenmeſſern ſeien noch erwähnt: der Wellenmeſſer von Fleming (Cymometer genannt), der Wellenmeſſer von Tiſſot und der Wellenmeſſer von Drude.

VI. Mehrfache Wellentelegraphie.

Man verſteht hierunter im allgemeinen Anordnungen, die es ermöglichen, mehrere Empfangsapparate an eine gemeinſchaftliche Luftleitung anzuſchalten und mit dieſen Empfängern unabhängig voneinander Telegramme verſchiedener Senderſtationen aufzunehmen.

Es iſt hierzu nur eine ganz genaue Abſtimmung der beiden korreſpondierenden Apparate auf ein und dieſelbe Wellenlänge erforderlich. Theoretiſch iſt dieſe Aufgabe gelöſt, in der Praxis waren die Erfolge noch mangelhaft; beſſere dürften mit dem Syſtem der tönenden Funken erzielt werden. Dieſes Syſtem erſcheint auch geeignet, die Unabhängigkeit der telegraphierenden Stationen von dem Arbeiten andrer Stationen ſicherzuſtellen. Die von Anders Bull und von Blondel vorgeſchlagenen Syſteme einer mehrfachen Telegraphie dürften praktiſche Erfolge nicht zeitigen. Bull ſieht eine rein mechaniſche Abſtimmung vor, Blondel eine mechaniſch akuſtiſche.

VII. Gerichtete Wellentelegraphie.

Von den vielfachen Verſuchen und Methoden, die elektriſchen Wellen hauptſächlich in einer beſtimmten Richtung ausſtrahlen zu laſſen, ſind anzuführen: 1. die Verſuche von Blochmann, der an Stelle der Antennen linſenförmige Körper aus Glas, Harz oder Paraffin benutzt; 2. die Anordnungen von Braun, die auf der Verwendung von Reflektoren beruhen, welche aus einem metalliſchen Gitter paraboliſcher Form beſtehen. Die Antenne der Empfängerſtation wird nicht vertikal in die Höhe geführt, ſondern in einem Winkel von etwa 5° gegen den Erdboden. Bei einer zweiten Anordnung werden zwei vertikal geführte Antennen von je ein Viertel Wellenlänge des Senders durch einen horizontalen Draht von einer halben Wellenlänge verbunden. In der Mitte des Horizontaldrahtes iſt der Wellenanzeiger eingeſchaltet. Der Wellenanzeiger ſpricht um ſo beſſer an, je mehr die Anordnung in der Richtung der eintreffenden Strahlen liegt; 3. das Syſtem von Artom, das an Stelle gewöhnlicher Hertzſcher Wellen zirkular oder elliptiſch polariſierte Wellen anwendet, die in einer beſtimmten Richtung ausgeſandt werden können; 4. die Verſuche von Marconi, die ſich in gleicher Richtung wie die Braunſchen Anordnungen bewegen und die bisher wohl den größten praktiſchen Erfolg erzielt haben. — Zu erwähnen ſind endlich noch die Verſuche von De Foreſt und die Arbeiten von Bellini und Toſi zur Erzielung einer richtungsfähigen drahtloſen Telegraphie.

Gerichtete Telegraphie Marconis. Die gewöhnliche Vertikalantenne wird durch einen wagerechten Luftleiter erſetzt, der auf eine kleine Strecke auf der Erdoberfläche oder im Waſſer ausgelegt wird. Wenn ein horizontal ausgelegter iſolierter Draht an einem Ende mit dem einen Pole einer Funkenſtrecke verbunden wird, deren andrer Pol geerdet iſt, ſo findet die Ausſtrahlung der von der Funkenſtrecke ausgehenden elektriſchen Wellen hauptſächlich in der Richtung des Drahtes, und zwar in der durch ihn gelegten Vertikalebene ſtatt. Am geringſten iſt nach Marconi die Ausſtrahlung in den Richtungen, die ungefähr um 100° von der Richtung der größten Ausſtrahlung abweichen; ſie beträgt dann nur noch ein Sechſtel bis ein Achtel des Höchſtwertes. Gleicherweiſe nimmt ein auf der Erde oder in geringer Höhe über der Erdoberfläche horizontal ausgelegter Leiter, deſſen eines Ende durch einen Wellenanzeiger mit der Erde verbunden iſt, die größte Menge elektriſcher Strahlungsenergie dann auf, wenn der Sender in der durch den Horizontalleiter gelegten Vertikalebene ſo angeordnet wird, daß das mit dem Wellenanzeiger und der Erde verbundene Luftleiterende nach der Senderſtation zeigt. Wenn man daher einen ſolchen horizontal geführten Empfängerdraht um ſein geerdetes Ende in einer horizontalen Ebene dreht, ſo kann man die Lage einer Senderſtation innerhalb des Bereichs der Empfängerſtation durch Einſtellung in die Richtung ermitteln, in welcher der Wellenanzeiger der Empfängerſtation am ſtärkſten anſpricht.

VIII. Luftleiter.

An Stelle des bei den erſten Verſuchsſtationen verwendeten einfachen Leitungsdrahtes benutzt man jetzt Luftleitergebilde, die aus mehreren Drähten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zuſammengeſetzt ſind. Man gibt dadurch dem Luftleiter eine größere Kapazität und vermehrt infolgedeſſen ſeine Strahlungsfähigkeit.

Als Material dient allgemein Bronzelitzendraht, der an Hartgummiiſolatoren befeſtigt wird. In der Praxis bevorzugt man für Schiffsſtationen die T-form (Fig. 119), für Landſtationen mittlerer Reichweite die Schirmform (Fig. 120) und für Großſtationen die Trichterform (Fig. 121) oder die Dachform (Fig. 122). Durch Einſchaltung von Selbſtinduktionsrollen kann man die Wellenlänge eines Luftleiters vergrößern und durch Einſchaltung von Kondenſatoren (Kapazitäten) verkürzen.



Fig. 119.

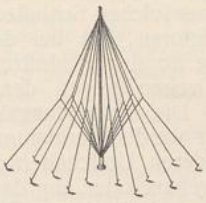


Fig. 120.



Fig. 121.

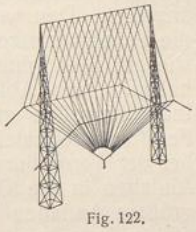


Fig. 122.

Literatur: [1] Handbuch der Elektrotechnik von Heinke, Bd. 12; Telegraphie und Telephonie von Nöbels, Schluckebier und Jentſch, Leipzig 1907. — [2] Karraß, Th., Geſchichte der Telegraphie, Braunſchweig 1909. — [3] Kraatz, Maſchinentelegraphen, Braunſchweig 1906. — [4] Phyſikaliſche Zeitſchrift, Leipzig 1904. — [5] Bauer, C., Das elektriſche Kabel, Berlin 1903. — [6] Jentſch, Unter dem Zeichen des Verkehrs, Stuttgart 1904. — [7] Elektrotechn. Zeitſchr. 1908. — [8] Jentſch, Telegraphie und Telephonie ohne Draht, Berlin 1905. — [9] Zenneck, J., Elektromagnetiſche Schwingungen und drahtloſe Telegraphie, Stuttgart 1905; Leitfaden der drahtloſen Telegraphie, Stuttgart 1909. — [10] Righi und Deſſau, Telegraphie ohne Draht, Braunſchweig 1907. — [11] Braun, F., Drahtloſe Telegraphie durch Waſſer und Luft, Leipzig 1901. — [12] Slaby, Die Funkentelegraphie, Berlin 1901. — [13] Eichhorn, Jahrbuch der drahtloſen Telegraphie und Telephonie, Leipzig 1905. — [14] Elektrotechn. Zeitſchr. 1909.

Otto Jentſch.

Telemeter, ſ. Diſtanzmeſſer, Bd. 2, S. 788.

Telemotor, ſ. Dampfſteuerapparate, Bd. 2, S. 622.

Teleobjektive (Fernobjektive), photographiſche Objektive, die zur Aufnahme weit entfernter Gegenſtände in genügender Bildgröße dienen.

Die modernen Teleobjektive beſtehen aus einem lichtſtarken Objektiv (poſitives Element) und einer beſonders konſtruierten Zerſtreuungslinſe (negatives Element). Dieſe Linſen ſind durch einen Tubus (Metallrohr) miteinander verbunden. Die poſitive Linſe läßt ſich gegen die negative Linſe durch Zahn und Trieb verſchieben, wodurch die Geſamtbrennweite des Syſtems reſpektive die Bildgröße verändert werden kann. Die Teleobjektive beſitzen einen Bildfeldwinkel von 10—12° und eine Lichtſtärke von annähernd einem Zehntel des dazu benutzten poſitiven Elementes. Teleobjektive erzeugen die Firmen Voigtländer in Braunſchweig, Goerz in Berlin-Friedenau, Reichert in Wien, Steinheil in München, Zeiß in Jena u. ſ. w.

Literatur. Eder, Handbuch der Photographie, Halle a. S., Bd. 2, 1. Hälfte; Miethe, Photographiſche Optik, Berlin 1893; Holm, Das Objektiv im Dienſte der Photographie, Berlin; Schmidt, Das Fernobjektiv, Berlin 1898.

Novak.

Telephon (Fernſprecher), Apparat zur Uebermittlung des geſprochenen Wortes in die Ferne mit und ohne Draht, auf elektriſchem Wege. Geſchichtliches darüber ſ. [1].

A. Die Drahttelephonie.

Bei dieſer iſt jede Fernſprechſtelle mit einem Mikrophon zum Geben und einem Fernhörer zum Aufnehmen des Geſprächs ausgerüſtet. Dazu tritt eine Weckvorrichtung, die den ankommenden Weckruf als Aufforderung zum Geſpräch zu Gehör bringt, und ein Magnetinduktor zum Entſenden von Weckſtrömen. An Nebenapparaten ſind erforderlich: ein ſelbſttätiger Umſchalter, der die in der Ruhe auf den Wecker geſchaltete Leitung bei Beginn eines Geſprächs auf die Sprechapparate umlegt, und eine Vorrichtung zum Schutze der Sprechſtelle gegen atmoſphäriſche Elektrizität oder Starkſtrom. Zur Aufnahme der zuſammengehörigen Sprech- und Weckapparate ſowie des Umſchalters dient ein Fernſprechgehäuſe, entweder in Schrank- oder Pultform zum Aufhängen an der Wand (Wandgehäuſe) oder zum Aufſtellen auf Tiſchen (Tiſchgehäuſe) eingerichtet. In dem mit Meſſingklemmen für die Zuleitungen verſehenen Gehäuſe ſind die verſchiedenen Apparate durch iſolierte Drähte feſt miteinander verbunden. Die Fernſprechſtellen ſind durch meiſt doppeldrähtige, ſeltener einfachdrähtige Leitungen an eine Vermittlungsanſtalt oder Zentralſtelle angeſchloſſen. Dieſe iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

außer mit ihren Sprech-, Weck- und Schutzapparaten mit Umſchaltern ausgerüſtet, an denen die Fernſprechleitungen endigen, und mit deren Hilfe zwei beliebige Leitungen in einfacher Weiſe zum Geſpräch verbunden und ſpäter wieder getrennt werden können. Kleinere Vermittlungsanſtalten mit etwa bis zu hundert Anſchlüſſen erhalten als Umſchalter Klappenſchränke, größere Zentralen dagegen Vielfachumſchalter. Bei Aemtern mit Vielfachumſchaltern ſind in der Regel beſondere Einrichtungen getroffen, die den Schluß eines Geſprächs ſelbſttätig anzeigen. Den weſentlichſten Teil einer ſolchen Schlußzeicheneinrichtung bilden die Polariſationszellen oder Kondenſatoren, die bei den Sprechſtellen ſowohl wie auf dem Amte gewiſſe Stromwege für den Schlußzeichenſtrom zu verriegeln haben. Zum Abſperren von Stromwegen gegen den Sprechſtrom kommen Induktanzrollen zur Verwendung. — Die Verbindungsleitungen zwiſchen den Fernſprechzentralen verſchiedener Orte werden Fernleitungen genannt; ſie liegen bei der Vermittlungsanſtalt an beſonderen Umſchaltern; dieſe ſind bei kleineren Anſtalten in die Klappenſchränke eingebaut oder eng damit verbunden, während größere Anſtalten ihre Fernleitungen an beſonderen Fernſchränken oder Ferntiſchen betreiben. Sämtliche Fernleitungen ſind doppeldrähtig. Damit bei Verbindung einer eindrähtigen Anſchlußleitung mit einer Ferndoppelleitung letztere nicht aufgelöſt und ihre Rückleitung nicht an Erde gelegt zu werden braucht, wird zwiſchen beide Leitungen ein Fernſprechübertrager eingeſchaltet. Wenn an eine Teilnehmerſprechſtelle noch Nebenſprechſtellen angeſchloſſen ſind, ſo erhält die Hauptſtelle einen beſonderen Umſchalter, um ſich mit den Nebenſtellen und dieſe untereinander und mit der Vermittlungsanſtalt verbinden zu können. — Beſtehen zwiſchen zwei Orten zwei Fernleitungen, ſo können ſie zum Doppelſprechen zuſammengeſchaltet werden, indem die eine Doppelleitung als Hinleitung, die andre als Rückleitung für die dritte Sprechverbindung benutzt wird.

I. Sprechapparate.

1. **Mikrophone.** Im Mikrophon werden die beim Sprechen erregten Schallwellen in Stromwellen umgeſetzt, und zwar durch die Schwankungen des Uebergangswiderſtandes der Kohlenkontakte, der beim Schwingen der Sprechplatte periodiſch zu- und abnimmt. Zur Speiſung des Mikrophons mit Strom dient die Mikrophonbatterie, die bei den Sprechſtellen aus einem oder zwei Trockenelementen, zuweilen auch aus einer Sammlerzelle beſteht, während für die Mikrophone der Vermittlungsanſtalten entweder Einzelbatterien aus Kupferelementen oder eine gemeinſame Sammlerbatterie Verwendung finden. In Fernſprechnetzen mit Zentralbatterie erhalten auch die Sprechſtellen ihren Mikrophonſpeiſeſtrom aus der gemeinſamen Zentralbatterie des Amtes. Die älteſten Mikrophone hatten nur einen oder wenige Kontakte. Jetzt verwendet man Mikrophone mit ſehr vielen Kontakten, indem der Raum zwiſchen zwei Kohlenplatten mit Kohlenklein in Form von Kugeln, Körnern, Grus oder Pulver ausgefüllt wird. Die hierzu verwendeten Körner beſtehen meiſtens aus Graphit und ſind mit einem Stoffe getränkt, der die mikroſkopiſchen Poren ausfüllt. Die Körner ſind daher nicht mehr hygroſkopiſch; ſie bleiben leicht beweglich und kleben nicht leicht aneinander feſt.

Von den älteren Mikrophonen ſind zu nennen: das Mikrophon von Berliner (Kohlenſcheibe mit aufliegendem Kohlenhammer), das Mikrophon von Blake (Platinkügelchen und Kohlenſcheibe, an je einer Blattfeder ſitzend) und die nach der Anordnung von Hughes hergeſtellten Kohlenwalzenmikrophone von Ader, Gower und Croßley. Das Mikrophon von Ader enthält fünf parallele Reihen von je zwei Kohlenſtäbchen, das von Gower acht ſternförmig von einem Kohlenklotz auf der Membranmitte ausgehende Kohlenwalzen, von denen je vier am Ende untereinander verbunden ſind. Im Croßleyſchen Mikrophon ſind vier Walzen in Form eines Rhombus verbunden. Das früher viel gebräuchliche Kohlenwalzenmikrophon der deutſchen Reichstelegraphie gehört ebenfalls hierher; es hat drei parallele Kohlenzylinder, die mit Zapfen loſe in zwei an der Sprechplatte befeſtigten Kohlenhaltern gelagert ſind.

Die mehrkontaktigen Mikrophone bezeichnet man als Körner-, Pulver-, Kugel-, Grus- u. ſ. w. Mikrophone. Von den recht zahlreichen Ausführungsformen ſeien genannt: das Kohlenkugelmikrophon von Vielhaben-Lewert, das Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner, von Siemens & Halske, von Mix & Geneſt, das Kohlenkörnermikrophon der Deutſchen Telephonwerke in Berlin, das Kohlengrusmikrophon von Lewert, das in Bayern allgemein gebräuchliche Kohlentropfenmikrophon von Friedrich Reiner in München, das Mikrophon von Deckert & Homolka in Wien und von Czeija & Niſſl, das Mikrophon von Hipp und das Solid-back-Mikrophon, das hauptſächlich in Amerika Verwendung findet [1]—[3].

Das Kohlenkugelmikrophon von Vielhaben-Lewert (Fig. 1 und 2) beſteht aus Mikrophonkapſel, Kapſelbehälter und Deckel. In der aus Meſſingblech gefertigten Mikrophonkapſel *K* iſt auf der Bodenfläche unter Hartgummiiſolierung eine Kohlenſcheibe (Fig. 2) aufgeſchraubt, die auf der oberen Fläche ſieben runde Mulden zur Aufnahme von je acht oder neun kugelförmigen Kohlenkörnern enthält. Die Muldenränder treten über die Oberfläche hervor, damit herausfallende Kohlenkörner ſich nicht zwiſchen Scheibe und Membran feſtklemmen. Den

Abſchluß der Kapſel bildet die außen lackierte, durch einen Sprengring befeſtigte Kohlenmembran. Auf der Rückſeite der Kapſel ſitzt, gegen dieſe iſoliert, die Ringfeder r^1, die mit der Kohlenſcheibe durch die Befeſtigungsſchraube in leitender Verbindung ſteht. Gegen die Feder r^1 legt ſich die am Behälter *B* iſoliert angebrachte Ringfeder r^2, an deren Klemme *a* ein Zuführungsdraht endigt. Die zweite Zuführungsklemme *b* ſitzt an dem aus vernickeltem Meſſingblech hergeſtellten Behälter *B*. Mit dieſem iſt die Mikrophonkapſel in leitender Verbindung, wenn der Deckel mit Bajonettverſchluß auf den Behälter geſetzt und die Kapſel von den Ringfedern dagegen gepreßt wird. Der Stromweg führt von Klemme *a* über die Federn r^2 und r^1 zur Kohlenſcheibe, über die Kohlenkörner, die Kohlenmembran und die Kapſel *K* ſowie den Behälter *B* zur Schraube *b*. Das Mikrophon beſitzt keine Reguliervorrichtung, da der Druck an den Kontaktſtellen durch das Gewicht der Kohlenkugeln, die zwiſchen der geneigten Muldenfläche und der Membran liegen, ein für allemal beſtimmt iſt.



Fig. 2.

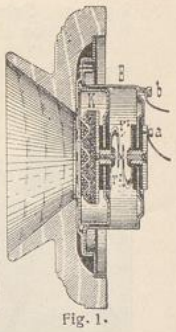
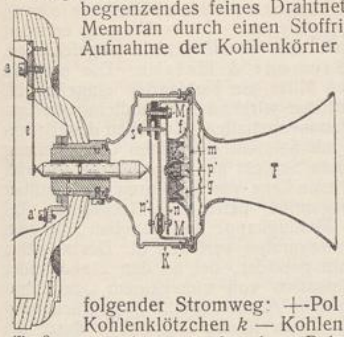


Fig. 1.

Das Kohlenkörnermikrophon von Mix & Geneſt (Fig. 3) beſteht aus einer durch die Membran geſchloſſenen Blechkapſel *M*, die nach dem Abnehmen des Schalltrichters *T* von dem metallenen Behälter *K* leicht ausgewechſelt werden kann. Die Membran *m*, aus Kohle, iſt auf der vorderen Seite in ihrem mittleren Teile zum Schutz gegen Feuchtigkeit mit Nickelpapier beklebt und vor Beſchädigungen durch ein die hintere Oeffnung des Schalltrichters begrenzendes feines Drahtnetz geſchützt. Mit dem gerillten Kohlenklötzchen *k* iſt die Membran durch einen Stoffring *f* ſo verbunden, daß ein geſchloſſener Behälter *g* zur Aufnahme der Kohlenkörner entſteht. Zur Dämpfung der Eigenſchwingungen der Membran dient der Pfropfen *p'* aus Wollſtoff, der in der Mitte des Kohlenklötzchens befeſtigt iſt und ſich leicht gegen die Membran anlegt. Die Regulierung dieſer Dämpfung erfolgt durch die Blattfeder *n*, auf welcher das Kohlenklötzchen *k* aufgeſchraubt iſt; die Blattfeder kann mittels der Schraube *s* nach Bedarf geſpannt werden. Die Feder n^1 iſt durch iſolierte Bolzen an dem Boden der Mikrophonkapſel *M* befeſtigt; durch dieſe Bolzen ſteht ſie aber mit der ebenfalls von der Kapſel iſolierten äußeren Feder *n* in leitender Verbindung. Nach Einſetzen der Mikrophonkapſel in den metallenen Behälter *K*, der in der Holzroſette *H* drehbar gelagert iſt, ergibt ſich für den Mikrophonſtrom folgender Stromweg: +-Pol — Klemme *a* — Feder *e* — Bolzen *o* — Federn *n'* und *n* — Kohlenklötzchen *k* — Kohlenkörner — Membran — Kapſel *M* — Behälter *K* — Zuführungsklemme *a'* und —-Pol. Durch Drehung des Mikrophons kann man die Lage der Kohlenkörner von Zeit zu Zeit ändern und hierdurch einem Feſtbacken vorbeugen.


Fig 3.

Das Kohlengrusmikrophon von Lewert hat die äußere Form des Kohlenkugelmikrophons von Vielhaben-Lewert. Die auf der Bodenfläche der Mikrophonkapſel iſoliert aufgeſchraubte Kohlenſcheibe *S* (Fig. 4) hat oben in der Mitte einen kreisrunden Kohlenſtempel und um dieſen herum eine ringartige Vertiefung. In letztere wird ein Filzring *F* eingeſetzt, der die Kohlenſcheibe überragt und ſich dämpfend gegen die Sprechplatte legt. Der freie Raum zwiſchen Kohlenſtempel, Filzring und Sprechplatte wird mit Kohlengrus gefüllt. Das Mikrophon wird in Netzen mit Zentralbatterie verwendet und unmittelbar in den Linienſtromkreis eingeſchaltet; ſein Widerſtand beträgt 200—300 Ohm.

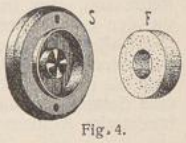


Fig. 4.

Das Mikrophon von Egnér und Holmſtröm verwendet erheblich größere Stromſtärken, als ſie bei den übrigen Mikrophonen anwendbar ſind; es ermöglicht bei 1 bis 1,5 Ampère Stromſtärke einen Sprechverkehr über 4,5 bis 5 mm ſtarke Bronzeleitungen auf 4000 km. Die Konſtruktion wird aus patentrechtlichen Gründen noch geheimgehalten.

Das Bruſtmikrophon dient zum Gebrauch bei den Vermittlungsanſtalten und wird von den Beamten auf der Bruſt getragen. Es beſteht aus einem die Mikrophonkapſel aufnehmenden Behälter mit ſeitlich angebrachtem Schallrohr und Schalltrichter, ferner dem Trägergeſtell und einem ledernen Bruſtſchild mit Halsriemen und Knopfband. Auf der Seitenwand der Mikrophonkapſel ſchleift eine an der inneren Seitenwand des Behälters iſoliert angebrachte Feder. Dieſe Feder iſt durch Metallſtifte mit einem Metallſtreifen leitend verbunden, der an der Außenſeite des Behälters auf einem Hartgummiſtück befeſtigt iſt. Der Behälter iſt in den beiden Armen des Trägergeſtells drehbar gelagert. Wenn er ſo geſtellt iſt, daß der Schalltrichter die für das Sprechen günſtigſte Stellung zum Munde hat, ſchleift eine an dem Trägergeſtell iſoliert angeſchraubte Feder auf dem Metallſtreifen des Hartgummiſtücks und ſchaltet das Mikrophon ein. Wird dagegen der Mikrophonbehälter ſo gedreht, daß der Schalltrichter entweder vom Munde abgewendet oder ganz der Bruſt zugedreht wird, ſo gleitet die Feder des Trägergeſtells von dem Metallſtreifen herunter und ſchleift auf dem Hartgummiſtück; der Mikrophonſtromkreis iſt dann unterbrochen.

Mikrophonelemente.

Es kommen für den Mikrophonbetrieb naſſe Elemente wie das Kupferelement (vgl. S. 431) und das Kohlenelement, ferner Trockenelemente wie das von Gaßner, das Hellefen-Trockenelement von Siemens & Halske, das Hydra-Patenttrockenelement, das Trockenelement von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eggert, Schneeweiß, das Duratrockenelement und viele andre Trockenelemente ähnlicher Konſtruktion ſowie endlich auch Sammlerzellen zur Verwendung.

a) Das Kohlenelement (Fig. 5) iſt eine Ausführungsform des Leclanché-Elements. In dem Glaſe hängt ein Ring aus Zinkblech oder aus gegoſſenem Zink. Auf dem Boden des Glaſes ſteht ein Kohlen-Braunſteinzylinder, der unten in einem ſtärkeren Fuß ausläuft und oben einen prismatiſchen Anſatz trägt; auf letzteren iſt ein Meſſingbügel mit Polklemme geſchraubt. Der Fuß iſt ausgehöhlt; eine ſeitliche Durchbohrung des Zylinders ermöglicht beim Einſetzen in die Flüſſigkeit der Luft den Austritt aus der Höhlung. Gefüllt wird das Element mit einer Löſung von 20—25 g chemiſch reinem Salmiak in Waſſer bis zu $1^1/_2$ cm unterhalb des oberen Glasrandes. Die volle Wirkſamkeit des Elements tritt erſt 12 Stunden nach dem Anſetzen ein.



Fig. 5.



Fig. 6.

b) Das Trockenelement von Gaßner (Fig. 6) beſteht aus einem zylindriſchen Zinkgefäße von 2 mm Wandſtärke mit angelötetem Poldraht und aus einem darin auf einer Paraffinſchicht ſtehenden hohlen Kohlenzylinder mit aufgeſetzter Polklemme. In den 8 mm weiten Raum zwiſchen Gefäßwand und Kohle iſt eine poröſe Füllmaſſe, aus einer mit Salmiak angerührten Gipsmiſchung beſtehend, eingetragen. Die Kohle iſt mit Eiſenhydroxyd getränkt, das depolariſierend wirkt und dabei in Eiſenhydroxydul umgewandelt wird. Letzteres kann ſich durch Aufnahme von Sauerſtoff und Waſſer wieder in Eiſenhydroxyd zurückbilden, wodurch ſich das Element regeneriert. Dieſer Vorgang erfordert jedoch längere Ruhepauſen. Die Füllmaſſe iſt oben durch eine Paraffinſchicht abgeſchloſſen.

c) Das Helleſen-Trockenelement von Siemens & Halske. Die negative Elektrode beſteht aus einem Zinkblechzylinder, in deſſen Mitte ein Kohlenſtab eingeſetzt iſt, der bis zu drei Viertel ſeiner Höhe mit einer als Depolariſator wirkenden Braunſteinmaſſe umgeben wird; ſie wird durch eine Hülle aus Neſſelgaze zuſammengehalten. Zwiſchen dem Braunſtein und dem Zinkzylinder befindet ſich die aus einer mit Salmiak getränkten Gipsmiſchung beſtehende Erregermaſſe. Letztere iſt oben mit einer dünnen Schicht aus Vergußmaſſe bedeckt. Ueber dem Braunſtein und der Vergußmaſſe befindet ſich eine Lage von Reißſpreu und darüber liegt auf einer Papierſcheibe die aus Aſphalt und Wachsgemiſch beſtehende Deckmaſſe. Auf das obere etwas verjüngte Ende des Kohlenſtabs iſt eine Meſſingkappe aufgeſchoben, die zum Anlegen des poſitiven Poldrahtes mit Gewindeſtift und Meſſingmutter verſehen iſt. Der negative Pol wird durch einen umklöppelten verzinnten Kupferdraht gebildet, der an den Zinkzylinder angelötet iſt. Das ſo gebildete Element iſt in einen Pappkaſten von viereckigem Querſchnitt eingeſetzt, in die auf dem Boden des Pappkaſtens befindliche Aſphaltſchicht eingedrückt und um den Zinkzylinder herum mit Sägeſpänen feſtgeſtopft. Oben iſt der Pappkaſten durch die Deckmaſſe abgeſchloſſen. In einer Ecke des Kaſtens befindet ſich ein Lüftungsrohr, das durch die Vergußmaſſe hindurch in die Sägeſpäne hineinreicht. Zur Verbindung zwiſchen dieſem Raum und dem Innern des Elements ſind oben in dem Zinkzylinder vier Löcher angebracht, die den entwickelten Gaſen den Weg zum Lüftungsrohr und ſo den Austritt ins Freie geſtatten.

d) Das Hydra-Patenttrockenelement. Es enthält, in einer becherförmigen amalgamierten Zinkelektrode zentriſch eingeſetzt, eine mit einem Gemenge aus Graphit und Braunſtein als Depolariſator umgebene zylinderförmige Kohlenelektrode. Beide Elektroden ſind durch eine Salmiak enthaltende plaſtiſche Maſſe getrennt, welche als Elektrolyt dient. Das hohle Innere des Kohlenzylinders enthält einen Vorrat ebenſolchen Elektrolyts.

e) Das Trockenelement von Eggert. Die negative Elektrode beſteht aus einem Zinkblechbecher von quadratiſchem Querſchnitt, die poſitive aus einem homogenen Kohlenſtab. Um den in der Mitte des Bechers auf einer Glasplatte ſtehenden Kohlenſtab iſt die Depolariſationsmaſſe zylindriſch herumgepreßt. Sie beſteht aus einer mit Salmiaklöſung angerührten Miſchung von Braunſtein und Graphit und wird durch einen feſtumſchnürten Leinwandbeutel zuſammengehalten. Der Raum zwiſchen dem Depolariſator und dem Zinkgefäß iſt mit dem Elektrolyt, aus Salmiakloſung und einer plaſtiſchen Maſſe beſtehend, ausgefüllt. Das Element iſt in einen viereckigen Iſolitbecher eingebaut.

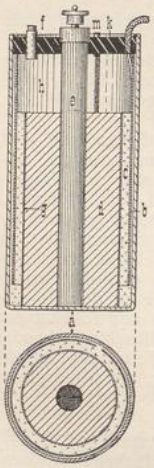


Fig. 7

f) Das Trockenelement von Schneeweiß. Es hat als negative Elektrode einen runden Zinkzylinder, im übrigen eine dem Trockenelement von Eggert ganz ähnliche Zuſammenſetzung.

g) Das Dura-Trockenelement (Fig. 7). Die negative Elektrode wird durch einen oben und unten offenen Zinkblechzylinder *h* gebildet, der mit einem durchgehenden Längsſchnitt verſehen iſt. An den Zinkzylinder iſt ein iſolierter Elektrodendraht angelötet. Die poſitive Elektrode beſteht aus einem homogenen runden Kohlenſtab *e*, der oben mit Gewindeſtift und Mutter zum Anlegen des Poldrahtes verſehen iſt. Um den unteren Teil des Kohlenſtabs iſt bis etwa zu drei Viertel der aus einer Miſchung von Braunſtein und Graphit beſtehende Depolariſator *d* gepreßt; er wird durch eine feſtumſchnürte Umhüllung *g* von Gaze zuſammengehalten. Der Elektrolyt *c* ſetzt ſich zuſammen aus Chlorammonium (Salmiak), Queckſilberoxyd und Zinkchlorid. Das Gemiſch iſt zunächſt unwirkſam; es wird vor Ingebrauchnahme des Elements durch Nachfüllen von Waſſer mittels des durch einen Korkſtöpfel verſchließbaren Füllröhrchens *f* wirkſam gemacht. Die entſtehenden Gaſe entweichen durch das Luftröhrchen *m*.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Element wird in ein Zinkgefäß *b* eingefetzt und durch Vergießen mit Iſoliermaſſe *k* oben geſchloſſen. Um bei einer Zerſtörung des Zinkringes infolge der Elektrolyſe ein Austrocknen des Elements zu verhüten, erhält es noch eine Umhüllung aus Celluloid.

h) Kupferelemente für Mikrophonbetrieb. Kupferelemente von der im Art. Telegraph durch Fig. 1 dargeſtellten Form kommen für den Mikrophonbetrieb kleinerer Vermittlungsanſtalten zur Verwendung. Gewöhnlich werden zwei oder drei Reihen von je zwei Elementen nebeneinander geſchaltet (Fig. 8). Die Spannung bleibt dabei 2 Volt, der Widerſtand wird aber auf die Hälfte bezw. ein Drittel vermindert. Für jedes Mikrophon iſt eine beſondere Batterie erforderlich.

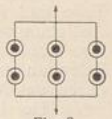


Fig. 8.

i) Mikrophonſammler für Sprechſtellen. In manchen Fernſprechnetzen dient zum Betriebe des Mikrophons bei den Sprechſtellen eine in einen hölzernen Kaſten eingebaute Sammlerzelle. An dem gewöhnlich mit Einſchiebedeckel verſehenen Kaſten iſt ein umlegbarer eiſerner Tragbügel angebracht. Die Pole der Zelle ſind mit zwei Meſſingklemmen verbunden, die an der Außenſeite des Kaſtens auf Ebonitunterlagen ſitzen. Der Deckel des Glasgefäßes iſt im Kaſten mit ſäurebeſtändiger Kitt- oder Vergußmaſſe ſorgfältig abgedichtet. Die Kapazität der Zellen beträgt 30—40 Ampèreſtunden; ſie müſſen von Zeit zu Zeit gegen vollgeladene ausgewechſelt werden.

k) Sammler für Fernſprechämter. Es kommen große Sammler mit einer Kapazität bis zu 3000 Ampèreſtunden zur Verwendung; von den Telegraphenſammlern (S. 432) unterſcheiden ſie ſich durch die größere Zahl und die größeren Abmeſſungen der Platten. Die oben offenen Zellengefäße beſtehen entweder aus Glas oder bei Kapazitäten von mehr als 500 Ampèreſtunden aus mit Blei ausgeſchlagenen Holzkäſten.

Der Mikrophonſtromkreis.

Eine direkte Einſchaltung des Mikrophons in die Leitung findet in der Regel nur bei Hausfernſprechanlagen von geringer Ausdehnung ſtatt (vgl. Haustelegraphen). Bei andern Anlagen bildet man für das Mikrophon einen ganz kurzen Ortsſtromkreis und verbindet dieſen nach Fig. 9 mittels einer Induktionsrolle *J*, d. h. eines kleinen Transformators, mit der Leitung. Zwiſchen den beiden Ortsſtromkreiſen der Sprechſtellen I und II, beſtehend aus dem Mikrophon *M*, dem Fernhörer *F* und der primären Wicklung der Induktionsrolle *J* und der aus einem oder zwei Elementen beſtehenden Batterie *B*, befindet ſich ein dritter Stromkreis. Dieſer enthält die Hin- und Rückleitung, die beiden Fernhörer und die ſekundären Wicklungen der Induktionsrolle. Aus der Primärſpule der Rolle *J* werden die vom Mikrophon erzeugten Stromundulationen durch Induktion auf die in der äußeren Leitung liegende Sekundärſpule in Form von Wechſelſtrömen übertragen. Die Spulenwicklungen ſind ſo bemeſſen, daß die induzierten Wechſelſtröme höhere Spannung erhalten als die primären Stromwellen, und daher viel beſſer als dieſe auch hohe Leitungswiderſtände zu überwinden vermögen. Die primäre Wicklung der Induktionsrolle erhält zu dieſem Zwecke nur wenig, die ſekundäre aber ſehr viele (2600—5300) Windungen. Der Widerſtand des primären Mikrophonſtromkreiſes geht in der Regel nicht über 10 Ohm hinaus.

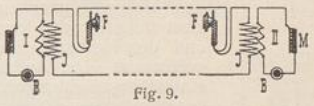


Fig. 9.

2. **Telephone.** Das Telephon oder der Fernhörer dient als Empfangsapparat beim Betriebe der Fernſprechanlagen. Es enthält als Hauptbeſtandteil einen polariſierten Elektromagnet, deſſen Anker eine geſpannte Eiſenmembran bildet. Der Fernhörer bewirkt die Umwandlung der ankommenden Sprechwechſelſtröme in Schallwellen dadurch, daß der Magnetismus durch die Wechſelſtröme in ſchneller Folge abwechſelnd verſtärkt und geſchwächt wird und damit im gleichen Takt die auf die Membran ausgeübte Anziehung zu- und abnimmt. Die Membran gerät daher in ähnliche Schwingungen wie die Sprechplatte des gebenden Mikrophons, und dieſe Schwingungen übertragen ſich durch die Luft als Schallwellen auf das Ohr des Hörenden.

Die im Telephon *A* (Fig. 10), dem Fernſprecher, induzierten Wechſelſtröme fließen durch die Leitung zum Telephon *B*, dem Empfänger oder Fernhörer. Letzteres wirkt wie ein polariſierter Elektromagnet; die Ströme der einen Richtung verſtärken beim Durchlaufen der Drahtſpule den Magnetismus des Polſchuhes des Elektromagneten *N S*, die Ströme der andern Richtung ſchwächen ihn. Bei jeder Verſtärkung wird die Membrane kräftiger angezogen und nähert ſich dem Pole etwas, bei jeder Schwächung ſchnellt ſie vermöge ihrer Elaſtizität zurück und geht noch über die Ruhelage hinaus. Der Wechſelſtrom überträgt die Bewegungen der Membrane *a* in *A* getreu auf die Membrane *a* in *B*. Die Transverſalſchwingungen der Eiſenplatte im Telephon *B* teilen ſich der umgebenden Luft mit, indem ſie in ihr abwechſelnd Verdichtungen und Verdünnungen erzeugen, und die ſo entſtandenen longitudinalen Schallwellen der Luft gelangen durch die Oeffnung der Hörmuſchel zum Ohre des Hörenden. Die in *B* erzeugten Schallwellen ſtehen an Schwingungsweite oder Stärke hinter den in *A* geſprochenen erheblich zurück, da die vom Sprechorgan des Sprechenden aufgewendete Energie zum weitaus größten Teile infolge der mehrmaligen Umſetzung, ferner bei Ueberwindung des Leitungswiderſtandes, der Selbſtinduktion und Kapazität und durch unvollkommene Iſolation der Leitung nutzlos verloren geht. Gleichwohl ſind die ankommenden Schallwellen den abgehenden ähnlich, d. h. beide ſtehen zueinander in einem beſtimmten feſten Verhältniſſe: jede ankommende Welle iſt in der Amplitude um einen konſtanten Faktor kleiner als die ihr entſprechende abgehende Welle. Die in *B* erzeugten Luftſchwingungen müſſen daher auf das Ohr des Hörenden, abgeſehen von der Stärke, genau denſelben Eindruck

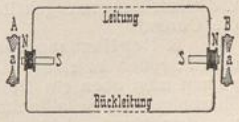


Fig. 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

machen, wie die ſie verurſachenden Luftſchwingungen in *A*. Die Telephone haben Drahtſpulen von 20—200 Ohm Widerſtand; ihre Selbſtinduktion beträgt für 100 Ohm Widerſtand etwa 0,1 Henry. Der Abſtand zwiſchen der Telephonmembran und den Polſchuhen muß regulierbar ſein; beide Teile ſind ſo einzuſtellen, daß die Membran eben nicht mehr ſoweit von der magnetiſchen Anziehungskraft durchgebogen wird, um an den Polen zu kleben, ſondern noch Spielraum für ihre Schwingungen hat. Der Abſtand beträgt dabei $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ mm. Als Geber kommt das Telephon nur noch in kleineren Hausfernſprechanlagen zur Verwendung; es iſt verdrängt worden durch das Mikrophon, das kräftigere Sprechſtröme liefert.

Der früher in Deutſchland allgemein benutzte Fernhörer und Fernſprecher gerader Form von Siemens & Halske iſt ein zweipoliger Fernhörer im Gewicht von etwa 1 kg. Die gegenwärtig gebräuchlichen Fernhörer ſind ebenfalls zweipolig, die Polſchuhe ſtehen jedoch nicht in der Verlängerung, ſondern ſenkrecht zu den Schenkeln des Magnets. Die Schallöffnung konnte infolgedeſſen ſeitlich angebracht werden, wodurch das Halten des Fernhörers beim Gebrauch erleichtert wird. Bei den neueren Formen iſt der Hufeiſenmagnet durch einen Ringmagnet in Form zweier flachen halbkreisförmigen Magnete erſetzt und das Gewicht bis auf 455 g herabgemindert worden.

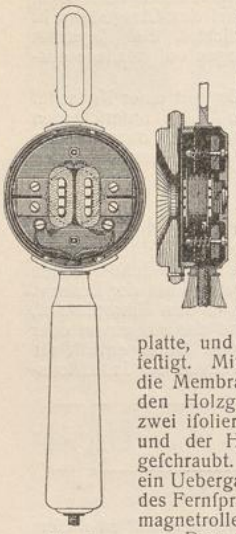


Fig. 11.

Der Fernhörer mit Ringmagnet (Fig. 11). Das Magnetſyſtem dieſes in der deutſchen Reichstelegraphie vorwiegend zur Verwendung kommenden Fernhörers iſt in einer Kapſel von vernickeltem Meſſing untergebracht, die vorn durch einen als Hörrohr dienenden Holzring abgeſchloſſen iſt. Zwei halbkreisförmige magnetiſche Ringſcheiben aus beſtem Wolframſtahl ſind, mit ihren gleichnamigen Polen zuſammenſtoßend, zu einem Ringe zuſammengelegt und durch die Unterlageplatte der Polſchuhe verbunden. Die Polſchuhe aus weichem Eiſen haben eine elliptiſche Form und ſind zur Verhütung von Wirbelſtrömen in vier Teile geſpalten. Die Umwindungen der Elektromagnete beſtehen aus 0,1 mm ſtarkem iſolierten Kupferdraht mit einem Geſamtwiderſtande von etwa 200 Ohm und ſind durch einen grünen Seidenüberzug geſchützt. Die einzelnen Teile des Magnetſyſtems ſind derart miteinander verſchraubt, daß das ganze Syſtem in einem Stück aus dem Gehäuſe herausgenommen werden kann. Die Membran, eine verzinnte, $^1/_4$ mm ſtarke Eiſenblechplatte, und die Hörmuſchel ſind durch Bajonettverſchluß auf der Meſſingkapſel befeſtigt. Mittels einer einfachen Reguliervorrichtung kann das Magnetſyſtem gegen die Membran hin oder von ihr weg bewegt werden. Zur Verbindung der durch den Holzgriff gezogenen Leitungsſchnüre mit den Enden der Drahtrollen dienen zwei iſoliert in den Ringmagnet eingelaſſene Schraubenklemmen. Der Aufhängebügel und der Holzgriff ſind einander gegenüber an der Seitenwand der Kapſel feſtgeſchraubt. Der Aufhängebügel wird iſoliert an der Metallkapſel befeſtigt, damit ein Uebergang atmoſphäriſcher Elektrizität aus der Leitung über den Hakenumſchalter des Fernſprechgehäuſes, den Aufhängebügel und die Fernhörerkapſel auf die Elektromagnetrollen des Fernhörers erſchwert wird.

Das elektrodynamiſche Telephon von Simon. Zwiſchen den Polſchuhen eines permanenten Magneten befindet ſich eine auf ein Hartgummirähmchen gewickelte Drahtſpule. Die parallel liegenden Drähte, die von den ankommenden Strömen durchfloſſen werden, bilden eine Membran, welche durch Beſtreichen mit Schellacklöſung und Aufkleben eines dünnen Glimmerblättchens zuſammengehalten wird.

Andre Fernhörertypen. Es ſind anzuführen die Fernhörer mit ſeitlicher Schallöffnung und Hufeiſenmagnet der Reichstelegraphenverwaltung, die in Bayern gebräuchlichen Fernhörer gerader Form mit Hufeiſenmagnet, Modell Reiner und Modell Heller mit Hufeiſenmagnet und ſeitlicher Schallöffnung, das öſterreichiſche Löffeltelephon mit Hufeiſenmagnet, das zweipolige Telephon von Ader, deſſen ringförmiger gebogener Magnet zugleich als Handgriff dient, und das zweipolige Telephon D'Arſonval [1].

Der Kopffernhörer iſt für Beamte der Vermittlungsanſtalten beſtimmt und wird mittels des an ſeiner Rückſeite durch ein Gelenk befeſtigten federnden Stahlbügels über den Kopf gelegt und am Ohr feſtgehalten. Der Ringmagnet mit dem Elektromagnet befindet ſich in einer vernickelten Meſſingdoſe; auf dieſe iſt der Deckel mit der Eiſenblechmembran und der Hörmuſchel von Hartgummi aufgeſchraubt. Der Spulenwiderſtand beträgt etwa 130 Ohm; die Enden der Drahtrollen ſind mit einer doppeladrigen Leitungsſchnur verbunden; je nach Erfordernis erhält auch der Fernhörer zwei getrennte Wicklungen und vier Zuleitungen oder es wird an die Mitte zwiſchen den beiden Rollen eine dritte Leitung zu Prüfzwecken gelegt. In Gebrauch ſind auch Doppelfernhörer; bei dieſen ſitzt jeder Hörer an einem beſonderen Bügel. Die freien Bügelenden legen ſich übereinander und werden durch zwei Schrauben verſtellbar zuſammengehalten. Bei richtiger Einſtellung legen ſich beide Fernhörer feſt gegen die Ohren.

3. **Der Handapparat oder das Mikrotelephon.** Für manche Zwecke werden Mikrophon und Telephon zu einem Mikrotelephon oder Handapparat vereinigt. Eine Handhabe von Hartgummi trägt oben ein Doſentelephon von derſelben Art wie beim Kopffernhörer und unten ein Mikrophon mit Schalltrichter. Man hält den Apparat mit der Hand ſo, daß der Schalltrichter vor dem Munde ſteht und der Fernhörer dicht am Ohr liegt. In dem Griff des Apparates befindet ſich gewöhnlich ein Umſchalter, der durch Niederdrücken eines herausſtehenden Knopfes oder Schalthebels betätigt wird. Hierdurch wird entweder die Mikrophonbatterie geſchloſſen oder die Induktionsrolle des Mikrophons beim Hören ausgeſchaltet. Fernſprechtiſchgehäuſe ſind in der Regel mit Mikrotelephonen ausgeſtattet (vgl. Fig. 41).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Signalapparate.

Da die vom Fernhörer wiedergegebenen Schallwellen nur in der Nähe vernehmbar sind, so bedarf es eines besonderen Signalapparats, um zwecks Einleitung eines Gesprächs ein lautes, im ganzen Zimmer und darüber hinaus hörbares Zeichen zu geben. Dazu werden bei den Sprechstellen allgemein Klingelwecker, zuweilen mit Fallscheibe, benutzt. Bei den Vermittlungsanstalten, wo die Signalapparate möglichst geräuschlos arbeiten müssen, kommen in der Regel Fallklappen oder Relais mit Glühlampen zur Verwendung. Bei den Sprechstellen wird der Weckstrom im allgemeinen mit kleinen Magnet- oder Kurbelinduktoren erzeugt. Er betätigt polarisierte Wecker, deren Klöppel vom positiven Stromstoß nach der einen und vom negativen Stromstoß nach der andern Seite bewegt wird, und die deshalb so eingerichtet sind, daß der Weckerklöppel nach beiden Seiten anschlägt (Wechselstromwecker). Bei kleineren Vermittlungsanstalten wird zum Anrufen der Sprechstellen ebenfalls ein Kurbelinduktor benutzt, bei größeren sind entweder von Elektromotoren getriebene Magnetinduktoren aufgestellt oder es ist ein Polwechsler vorhanden, der den Gleichstrom der Weckbatterie in Wechselstrom umwandelt.

1. **Die Kurbelinduktoren** stellen kleine magnetelektrische Maschinen dar, bei welchen in dem von einem Hufeisenelektromagneten gebildeten magnetischen Felde ein aus weichem Eisen bestehender Anker mit isolierter Kupferdrahtwicklung bewegt wird. — Zwischen den Schenkeln des kräftigen Hufeisenmagneten *N S* (Fig. 12) sind zwei etwas ausgehöhlte Eisenplatten als Polschuhe befestigt. Den so zwischen den Polen gebildeten zylinderförmigen Raum füllt nahezu ganz ein eiserner Anker aus, dessen rinnenartige Ausschnitte der Länge nach mit vielen Windungen isolierten Kupferdrahtes bewickelt sind. Der Anker kann mittels einer Kurbel und eines Zahnradgetriebs in rasche Umdrehung versetzt werden. Die beiden Enden der Drahtwicklung stehen mit zwei auf der Ankerachse sitzenden gegeneinander isolierten Messinghülsen in Verbindung, an welchen Blattfedern schleifen. Bei jeder Drehung des Ankers werden in der Drahtwicklung Ströme induziert, welche über die Schleiffedern in die Leitung fließen. Bei der gezeichneten Ankerstellung werden die Drahtwindungen von allen Kraftlinien durchsetzt, ebenso bei der Stellung nach einer halben Umdrehung; dagegen liegen nach ein Viertel bis drei Viertel Umdrehung die Ebenen der Drahtwindungen parallel zur Richtung der Kraftlinien, letztere gehen also nicht durch die Drahtkreise hindurch. Bei der Ankerdrehung erstrecken sich also die Kraftlinien abwechselnd durch die Drahtkreise der Wicklung hindurch und verschwinden daraus wieder. Der Vorgang findet bei jeder Umdrehung zweimal statt; dabei wechselt auch zweimal — bei Beginn des zweiten und vierten Viertels — die Seite, von welcher aus die Kraftlinien in die Drahtkreise eintreten. Infolgedessen werden bei jeder Umdrehung zwei Stromstöße in der Drahtwicklung induziert, und zwar nach entgegengesetzten Richtungen.



Fig. 12.

Diese Wechselströme haben je nach Stärke des magnetischen Feldes, der Zahl der Drahtwindungen und der Drehgeschwindigkeit in den gebräuchlichen Magnetinduktoren Spannungen von 30—60 Volt.

Ein recht brauchbarer Typ ist der nachfolgend erklärte dreilamellige Kurbelinduktor (Fig. 13). — Die drei Hufeisenmagnete *M* sind durch die Polschuhe *N* und *S* zu einem magnetischen Magazin verbunden. Der zylindrische Raum zwischen den Polschuhen wird durch die Messingplatten m^1 und m^2 begrenzt, die zugleich die Lager für die Zapfen des Ankers bilden. Letzterer besteht aus weichem Eisen und ist mit dünnem isoliertem Kupferdraht von etwa 200 Ohm Widerstand bewickelt. Das eine Ende der Ankerwindungen ist bei x^1 unmittelbar an den Anker festgeschraubt und steht also über die Ankerzapfen mit dem Körper des Induktors in Verbindung. Die andre Windung steht über die Schraube x^2 mit dem isoliert in den Ankerzapfen eingelassenen Dorn *u* in Verbindung. Die Messingwange m^2 trägt zwei von ihr durch Ebonitscheiben isolierte Klemmschienen k^0 und k^2, ferner die nicht isolierte Klemmschraube k^1. An der Schiene k^2 ist eine zweiarmige Blattfeder angeschraubt, die sich mit dem einen gebogenen Arme gegen den Dorn *u* legt, während der gerade Arm die Kurbelachse *A* berührt. Die Drahtwindungen des Ankers sind also durch diese Feder kurz geschlossen. Auf dem rechtsseitigen Ankerzapfen ist ein mit dem Zahnrad *R* in Eingriff stehender Trieb *Q* aufgesetzt. Die stählerne Buchse des Zahnrads ist mit ihrem linksseitigen Ende durch die Messingbacke L^2 leicht drehbar hindurchgeführt und wird an einer etwaigen seitlichen Verschiebung durch den auf der Buchse aufgeschraubten Stellring *w* gehindert. Bei Ruhestellung der Kurbel befindet sich ein in die Kurbelachse eingeschraubter Stahlstift *t* im Scheitel des am rechtsseitigen Ende der Zahnradbuchse angebrachten dreieckigen Ausschnitts. Wird die Achse gedreht, so gleitet der Stift in dem dreieckigen Ausschnitt entlang, bis er schließlich — je nach der Drehungsrichtung — die obere oder untere Ecke des Ausschnitts erreicht und nunmehr Buchse und Zahnrad zwingt, an der drehenden Bewegung teilzunehmen. Bei dem Gleiten des Stiftes *t* erfährt die Kurbelachse eine Verschiebung nach rechts. Diese Bewegung schaltet die Ankerwicklung in die Leitung ein, indem die gerade Feder den Kontakt mit der Kurbelachse verliert und sich gegen k^0 legt. Es entsteht dann folgender Stromweg: Leitung *a* — Klemmschraube k^1 — Körper des Induktors — Ankerumwindungen — gebogene Schleiffeder — Klemmschiene k^2 — gerade Feder — Klemmschiene k^0 — Leitung *b*. Die Empfangsapparate (Wecker oder Sprech-

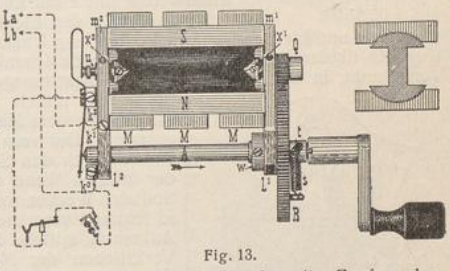


Fig. 13.

apparate) ſind hierbei durch die Feder kurz geſchloſſen, alſo ausgeſchaltet. Sobald die Kurbel losgelaſſen wird, gleitet die Kurbelachſe in die Ruhelage zurück, indem eine an dem Kurbelachſenſtift t und an der Zahnradſcheibe befeſtigte Spiralfeder den Stift nach dem Scheitel des Ausſchnitts zieht.

2. **Der Polwechſler** hat bei Vermittlungsanſtalten mit Vielfachumſchaltern die Aufgabe, den Gleichſtrom der Ortswerkbatterie in Wechſelſtrom umzuwandeln, damit die Stromgebung ſtatt durch umſtändliches Drehen einer Induktorkurbel lediglich durch Taſtendruck erfolgen kann. Er beſteht aus einem auf Selbſtunterbrechung geſchalteten Elektromagnet (vgl. Bd. I, S. 123), deſſen Kerne mit etwas abgerundeten Polſchuhen verſehen ſind. Zwiſchen dieſen Polſchuhen bewegt ſich um eine feſte Achſe ein leichter Anker aus weichem Eiſen, der oben eine Blattfeder und unten eine Pendelſtange mit verſchiebbarer meſſingener Schwungkugel trägt. Der Anker bewirkt mit ſeinen beiden Verlängerungen das Oeffnen und Schließen des die Elektromagnetkerne umkreiſenden Stromes und zugleich das Umkehren des Stromes der Weckbatterie.

3. **Die Wecker.** Es kommen faſt ausſchließlich Wechſelſtromwecker zur Verwendung, die im allgemeinen folgende Einrichtung haben. Auf den unteren Schenkel — den Südpol — des hufeiſenförmigen Magnets $N\,S$ (Fig. 14) iſt ein kleiner Elektromagnet $e_1\,e_2$ mit Drahtrollen von zuſammen 300 Ohm Widerſtand gegen Gleichſtrom aufgeſetzt. Zwiſchen ſeinen Polen und dem darüber befindlichen Nordpol des Dauermagnets ſpielt der Anker a. Er iſt drehbar in zwei ſenkrecht zur Ebene der Zeichnung ſtehende Spitzenſchrauben eingelagert und trägt an einer langen Stahlzunge den zwiſchen den beiden Glocken ſpielenden Klöppel. Ein die Rollen durchlaufender Strom wirkt auf den Südmagnetismus der Kerne in dem einen Schenkel ſchwächend, in dem andern verſtärkend. Wenn daher die Wechſelſtröme eines Kurbelinduktors oder einer Polwechſlerbatterie den Wecker durchfließen, ſo wird der Magnetismus abwechſelnd im linken und im rechten Schenkel verſtärkt, und es iſt der durch den Nordpol des Dauermagnets ebenfalls polariſierte Anker bald auf der linken, bald auf der rechten Seite einer ſtärkeren Anziehung ausgeſetzt. Er gerät hierdurch in eine ſchwingende Bewegung, an der auch der Klöppel teilnehmen muß; dieſer ſchlägt deshalb in raſcher Folge abwechſelnd gegen die eine und die andre Glocke. Die Wechſelſtromwecker für Telegraphenleitungen zu Fernſprechbetrieb haben 1500 Ohm Widerſtand gegen Gleichſtrom; den Wechſelſtrömen eines Induktors bieten ſie dagegen einen ſcheinbaren Widerſtand von 12000 Ohm und den Schwachſtrömen von 500 Perioden einen ſolchen von mehr als 100000 Ohm. Es kommen auch Wechſelſtromwecker mit einer Glocke zur Verwendung, die den Vorzug haben, daß die Glocke den Elektromagnet nebſt Anker und Klöppel vollſtändig überdeckt und hierdurch gegen Verſtaubung ſchützt. In der Ausführungsform von Mix & Geneſt (Fig. 15) iſt der Dauermagnet M unter Zwiſchenlage eines Meſſingſtücks mit der Eiſenſchiene q verſchraubt, in welche die Kerne der Elektromagnetrollen e_1 und e_2 eingeſetzt ſind. Der Anker a iſt in der mittels der Schraube s und der Schraubenmuttern m und m_1 an dem Magnet M befeſtigten Lagerbocke b leicht drehbar gelagert. Der vom Anker getragene Klöppel k ſchlägt, wenn der Anker durch den Strom betätigt wird, abwechſelnd gegen die an der inneren Wand der Glocke angebrachten beiden Metallanſätze. Soll der Wecker reguliert werden, was nur ſelten erforderlich iſt, ſo ſchraubt man die Glocke ab und verändert Ankerabſtand und Ankerhub mittels der Anſchlagſchrauben c_1 und c_2 oder durch Verſchieben der Muttern m und m_1 auf der Schraubenſpindel s. Ohne Abnehmen der Glocke läßt ſich der ähnlich konſtruierte Wecker von Siemens & Halske regulieren, indem ſein Elektromagnetſyſtem durch Drehen eines Gewindebolzens von außen mittels eines Schraubenziehers dem Anker genähert oder von ihm entfernt werden kann.

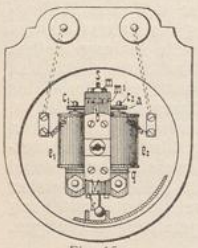


Fig. 15.

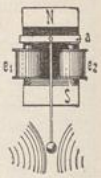
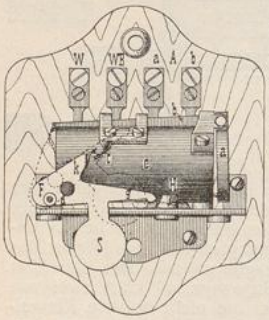


Fig. 14.



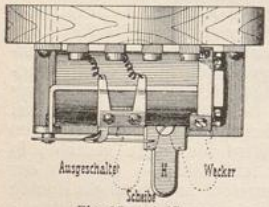


Fig. 16 und 17.

4. **Die Fallſcheibe.** Neben dem Glockenſignal ſoll durch die Fallſcheibe ein ſichtbares Zeichen gegeben werden, damit der Abweſende ſieht, daß er gerufen worden iſt. Durch die Fallſcheibe kann auch ein Wecker ſo lange zum Tönen gebracht werden, bis die Scheibe wieder zurückgeſtellt worden iſt. Der Fallſcheibenapparat Fig. 16 und 17 beſteht aus dem topfartigen Elektromagneten e mit dem Anker a, dem Fallſcheibenhebel F und dem Sperrhebel H. Der um d drehbare Hebel F liegt in der Ruhe, wie in Fig. 16 punktiert gezeichnet iſt, mit ſeinem Kontaktarm k an der vorſpringenden Naſe des Ankerhebels b, dabei liegt die Scheibe S innerhalb des Schutzkaſtens. Wird der Elektromagnet durch den Weckſtrom betätigt, ſo hebt ſich das linke Ende des Hebels b, der Arm k wird frei und die Fallſcheibe ſinkt, wobei das Schauzeichen S unterhalb des Schutzkaſtens ſichtbar wird. Gleichzeitig legt ſich der Arm k auf den Kontakt c und ſchließt ſo den Stromkreis eines zweiten, in einem andern Raum untergebrachten Gleichſtromweckers, der nebſt einer Batterie zwiſchen die Klemmen W und WB geſchaltet iſt. Der Sperrhebel H (Fig. 17) dient dazu, die Fallſcheibe und den beſonderen Wecker außer Tätigkeit zu ſetzen. Steht H rechts, ſo ſprechen Fallſcheibe und Wecker an. Bei der Mittellage des Hebels H kann zwar die Scheibe fallen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Kontakt bei *c* bleibt jedoch offen, weil der Kopf des Hebelarms *g* auf dem breiten Teile des Hebels *H* aufliegt; der Wecker tönt alſo nicht. Wird *H* nach links gedreht, ſo iſt auch die Fallſcheibe gehemmt, weil ſie dann auf dem breiten Teile des Hebels liegt.

5. **Die Signalklappen.** Sie finden in den Fernſprechumſchaltern als Signalempfänger ausgedehnte Verwendung, indem ſie ein nicht zu lautes hörbares und gleichzeitig auch ein optiſches Zeichen geben. Ihr Hauptteil iſt ein Elektromagnet, deſſen Ankerhebel mit feinem hakenförmigen Ende die Klappe in der Ruhe feſthält, aber bei Anziehung des Ankers ſie fallen läßt.

a) Die Stockſche Klappe (Fig. 18 und 19) hat einen zweiſchenkligen Elektromagneten mit einer Drahtſpule auf jedem Schenkel; der Widerſtand beider Spulen zuſammen beträgt 150 Ohm. Der Anker iſt in die Schraubenſpitzen *s* gelagert, welche von dem Meſſingbock *m* getragen werden, der brillenförmig um die Eiſenkerne des Elektromagnets herumgreift und an ihnen durch die Druckſchrauben *d* befeſtigt iſt. Der Anker trägt einen Meſſinghebel, der über die Drahtſpulen der Länge nach hinwegreicht und mit ſeinem zum Haken umgebogenen Ende über die ſcharfe Schneide eines Ausſchnitts der Fallklappe greift. Wird der Anker angezogen, ſo geht das Hakenende des Hebels nach oben und läßt die Klappe frei. Die ebenfalls in Schraubenſpitzen ſcharnierartig eingelagerte Fallklappe dreht ſich um 90° abwärts, bis der am unteren Rande befindliche Klappenfortſatz gegen die Blattfeder *f* für den Schluß des Weckerſtromkreiſes anſtößt. Die Nummer der Leitung iſt in ſchwarzer Farbe auf weißem Grunde auf der inneren Seite der Fallklappe angebracht.

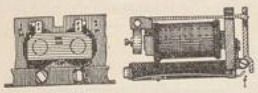
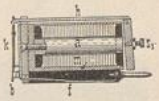


Fig. 18 und 19.



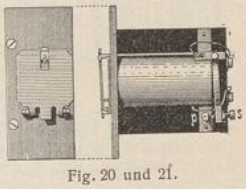


Fig. 20 und 21.

b) Die Mantelklappe. Ihr Elektromagnet iſt zur Aufhebung der induktoriſchen Einwirkungen auf die benachbarten Elektromagnete topfförmig nach Fig. 20 und 21 angeordnet. Der eine Kern *a* trägt die Drahtſpule von 600 Ohm Widerſtand, der andre zu einem Mantel ausgebildete Kern *m* umhüllt ſie. Der ſcheibenförmige, zwiſchen Schraubenſpitzen gelagerte Anker trägt an ſeiner oberen Kante einen Meſſinghebel *h*, der in einer Nute über den Eiſenmantel hinweggeführt iſt und vorn in einem Haken endet. Durch das Gewicht des Hebels wird der Anker vom Elektromagnet abgehoben. Mit dem Haken hält der Ankerhebel in der Ruhelage die Klappe hoch. Wird der Anker angezogen und damit der Haken des Hebels nach oben bewegt, ſo verliert die Klappe den Halt und fällt vermöge ihrer Schwere. Die aus Meſſing geſtanzte Fallklappe *k* bewegt ſich in einem Scharniergelenk und wird durch den Fortſatz *b*, der über die Feder *f* den Weckerſtromkreis ſchließt, beim Fallen in wagerechter Stellung aufgehalten. Die in die Mitte der Ankerſcheibe eingelaſſene Meſſingſchraube s_1 dient zur Einſtellung der Klappe und zur Verhinderung des Klebens der Ankerſcheibe. Bei der Klappe Fig. 20 berührt die Anſchlagſchraube *s* nicht den Kern, ſondern einen beſonderen Kontakt *p*; der Wecker tönt daher nicht wie bei der Anordnung Fig. 21 dauernd, ſondern nur während einer Ankeranziehung.

c) Die ſelbſthebende Klappe (Fig. 22 und 23). Sie wird nicht durch die Hand des Beamten, ſondern ſelbſttätig durch einen elektriſchen Strom in die Ruhelage zurückgeführt. Der Eiſenkern des Elektromagnets erhält zwei Drahtſpulen e_1 und e_2. Die Spule e_1 liegt in der Leitung, dagegen e_2 mit etwa 40 Ohm Widerſtand in einem Lokalſtromkreis. Die Zuführungsdrähte zu e_2 gehen über einen Hilfskontakt an der Abfrageklinke, der beim Einſetzen des Abfrageſtöpſels geſchloſſen wird. Der ankommende Weckſtrom durchfließt die Spule e_1; infolgedeſſen wird der Anker *a* angezogen und der Ankerhaken läßt die Fallklappe los. Letztere, eine ziemlich ſchwere, um die Achſe *p* drehbare Eiſenplatte, drückt beim Fallen gegen einen leichten Aluminiumſchild *s*, ſo daß dieſer ſich um ſeine Achſe *q* nach oben bis zu faſt wagerechter Lage dreht und die von ihm in der Ruhelage verdeckte Klappennummer auf *k* ſichtbar werden läßt. Wird jetzt die zugehörige Abfrageklinke geſtöpſelt, ſo wird der Strom der Ortsbatterie durch die Spule e_2 geſchloſſen, der Elektromagnet zieht die Klappe *k* an und bringt ſie nebſt dem Schilde *s* wieder in die Ruhelage.

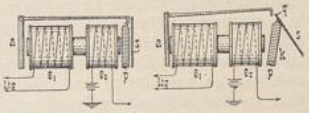


Fig. 22 und 23.

6. **Automatiſche Schlußzeichen.** Sie dienen an Stelle der Klappen, die durch Drehen der Induktorkurbel bei der Sprechſtelle zu betätigen ſind, zur Anzeige des Geſprächsſchluſſes und werden lediglich durch das Anhängen des Fernhörers an den Hakenumſchalter der Sprechſtelle in Wirkſamkeit geſetzt. Das Schlußzeichengalvanoſkop (Fig. 24 und 25) iſt ein ſehr empfindliches Galvanoſkop, deſſen Zeiger eine rote oder gelbe Metallſcheibe trägt. Dieſe wird in dem Glasfenſter des Galvanoſkopgehäuſes als Schlußzeichen ſichtbar, ſobald der Zeiger durch einen Batterieſtrom des Vermittlungsamtes dauernd abgelenkt wird. Der Wechſelſtrom des Induktoranrufs bringt nur ein flatterndes Erſcheinen der Scheibe hervor. Die Stromzuführung zu dem Galvanoſkop vermitteln zwei unten aus dem Gehäuſe herausragende Stromſchlußfedern, welche ſich gegen zwei Meſſingſtücke legen. Die beiden gebogenen Drähte rechts und links im Gehäuſe begrenzen den Ausſchlag des Zeigers. Der Widerſtand des Galvanoſkops beträgt 200 Ohm.

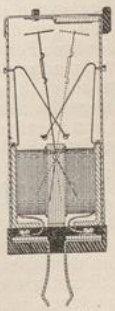


Fig. 24.

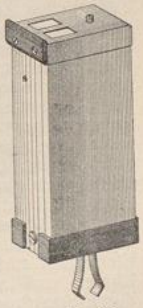


Fig. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es wird nebſt der Schlußzeichenbatterie von 4—6 Volt Spannung als Brücke zwiſchen die beiden Drähte der zur Verbindung der Sprechſtellen benutzten Stöpſelſchnur eingeſchaltet. Damit aber nicht über die gemeinſame Batterie ein Mitſprechen zwiſchen den verſchiedenen Schnüren ſtattfindet, iſt in jede Zuleitung zur Batterie eine Induktanzrolle von 250 Ohm gelegt, welche vermöge ihrer Selbſtinduktion die Sprechſtröme von der Batterie abdrängt. — An Stelle des Galvanoſkops mit doppelter Induktanzrolle kommen auch Schauzeichen mit hoher Selbſtinduktion zur Verwendung; ſie beſtehen aus einem Elektromagnet mit zwei Rollen von zuſammen 500 Ohm Widerſtand. Die Kerne des Elektromagnets ſind an den unten herausragenden Enden ſeitlich ausgerundet und drehen, wenn ſie magnetiſch werden, den Anker um ſeine wagerechte Achſe im Sinne des Uhrzeigers. Auf der oberen Seite des Ankers ſitzt ein leichter Zeiger aus Aluminium, der oben eine gelbe Fahne trägt.

7. **Der Wechſelſtromanzeiger** (Fig. 26). Er dient zur Prüfung des richtigen Abgangs des Weckſtroms vom Amte. Die Kerne des Elektromagnets ſind auf eine Eiſenplatte *m* aufgeſetzt, an die ſich zwei rechtwinklig gebogene Magnete mit ihren nordmagnetiſchen Enden anlegen. Die Südpole *S* dieſer Magnete ſind durch zwei Stahlſchrauben s^1 und s^2 auf dem Steg *r* eines Meſſingrahmens aufgeſchraubt. Der Anker *a* iſt um eine wagerechte Achſe drehbar und wird beim Durchgang eines Wechſelſtromes durch die Elektromagnetumwindungen abwechſelnd von dem einen und dem andern Kern angezogen, dadurch ſchlägt der auf den Anker aufgeſetzte Zeiger *Z* abwechſelnd nach rechts und links aus. Die Fahne des Zeigers iſt in drei Felder eingeteilt, in ein ſchwarzes in der Mitte und zwei weiße zu beiden Seiten. In der Ruhelage ſteht das ſchwarze Feld vor dem Fenſterchen des den Zeiger umgebenden Meſſingzylinders *C*, wogegen bei der flatternden Bewegung des Zeigers während des Rufens die weißen Felder der Fahne durch das Fenſter durchſchimmern und dadurch beſtätigen, daß der Weckſtrom ordnungsmäßig in die Leitung fließt.

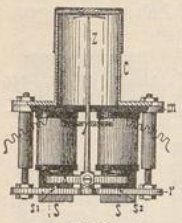
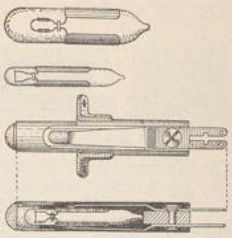


Fig. 26.


Fig. 27 a (oben) und 27 b (unten).

8. **Signallampen.** Bei großen Vermittlungsämtern werden die Signalklappen jetzt mehr und mehr durch Glühlampen verdrängt. Glühlampen laſſen ſich in ſo kleiner Form herſtellen, daß ſie in den Umſchaltetafeln unmittelbar neben den zugehörigen Abfrageklinken untergebracht werden können. Sie verlöſchen beim Einſetzen des Abfrageſtöpſels automatiſch. Bei Aemtern mit Lampenſignalen werden auch als Schlußzeichenempfänger meiſt Glühlampen verwendet. Die für ſolche Lampen erforderliche Batterieſpannung ſchwankt je nach der Lampenkonſtruktion zwiſchen 4 und 24 Volt. Die Anruflampen (Fig. 27 a) werden zu je zehn Stück in die zwiſchen den Abfrageklinkenſtreifen angebrachten Lampenſtreifen aus Ebonit eingeſchoben. Die Schlußzeichenlampen (Fig. 27 b) werden mittels einer Metallhülſe einzeln im Taſtenbrett befeſtigt.

III. Nebenapparate.

1. **Selbſttätige Umſchalter.** Die Fernſprechleitung iſt im Ruhezuſtand bei der Sprechſtelle mit dem Wecker verbunden, muß aber bei Beginn eines Geſprächs auf die Sprechapparate geſchaltet werden. Dies beſorgt in den Wandgehäuſen der Hakenumſchalter, der durch das Abnehmen und ſpätere Wiederanhängen des Fernhörers betätigt wird. In den Tiſchgehäuſen wird das Abnehmen und Wiederauflegen des Handapparats zu dem gleichen Zwecke nutzbar gemacht. — Der vielfach in Gebrauch befindliche Hakenumſchalter (Fig. 28 und 29) beſteht aus dem Hakenhebel und ſechs Blattfedern mit Kontakten, die durch Ebonit- oder Glimmerzwiſchenlagen iſoliert aufeinander geſchraubt ſind. Die erſten beiden Federn (*M*) ſind in den Mikrophonſtromkreis eingeſchaltet, die vierte Feder *F* iſt mit dem Fernhörer, die fünfte (*L*) mit der Leitung und die ſechſte Feder (*W*) mit dem Wecker verbunden, der um die Achſe *A* drehbare Hakenhebel drückt, wenn der Hörer angehängt wird, mit dem rechts befindlichen Anſatz gegen die dritte Feder und legt dabei die mit dieſer durch ein Ebonitſtück verbundene Feder *L* gegen den Weckerkontakt, während zugleich die beiden Mikrophonfedern außer Berührung treten. Wird der Hörer abgenommen, ſo drückt die dritte Feder den Haken empor und legt ſich zurückweichend gegen den abgeflachten Teil des rechten Hebelendes, wobei ſie zugleich die Leitungsfeder gegen die Feder *F* zieht und die beiden Federn *M* mittels eines zweiten Ebonitſtücks zuſammendrückt. — In den Fernſprechgehäuſen für Zentralbatteriebetrieb hat der Hakenumſchalter gewöhnlich nur zwei Federn mit einem Kontakt, wodurch die ſonſt häufigen Fehler in dieſem Apparatteil auf ein Mindeſtmaß beſchränkt werden.

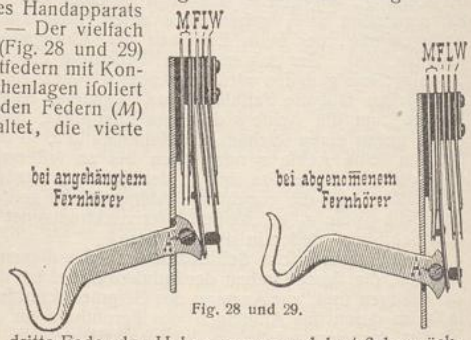


Fig. 28 und 29.

2. **Blitzableiter und Schmelzſicherungen.** Zum Schutz der feinen Drahtwicklungen in den Fernſprechapparaten und der dieſe benutzenden Perſonen gegen Entladungen atmoſphäriſcher Elektrizität müſſen den Apparaten Blitzableiter vorgeſchaltet werden. Als ſolche dienen Platten-, Kohlen- und Luftleerblitzableiter. — Leitungen, für welche die Möglichkeit einer Gefährdung durch Starkſtromanlagen beſteht, werden außerdem durch Schmelzſicherungen geſchützt. Für

Fernſprechleitungen kommen ſtets zwei Sicherungen zur Verwendung: eine Grobſicherung und eine Feinſicherung. Jene ſchützt gegen plötzlich auftretende ſtärkere Ströme von 6 Ampère an, dieſe auch gegen ſchwache Ströme von mindeſtens 0,22 Ampère (Telegraphenleitungen erhalten nur Grobſicherungsſchutz).

a) Schutzapparate für Fernſprechſtellen. Dieſe werden meiſt in einem ſogenannten Sicherungskäſtchen vereinigt, das möglichſt nahe der Leitungseinführung angebracht wird. Ein ſolcher Schutzapparat (Fig. 30) enthält zwei Kohlenblitzableiter, zwei Schneidenblitzableiter, zwei Grobſicherungen und zwei Feinſicherungen auf einer lackierten Schieferplatte montiert. Der Stromweg führt aus der Leitung zur Klemme *L a* über den Schneidenblitzableiter *t*, die Grobſicherung *p*, den Kohlenblitzableiter *k* und die Feinſicherung *r* zur Klemme *A a*, von da nach den Apparaten und zurück zur Klemme *A b*, ſodann in umgekehrter Richtung über die zweite Feinſicherung, Kohlenblitzableiter, Grobſicherung und Schneidenblitzableiter zur Klemme *L b* und in die Rückleitung. Die Grobſicherung beſteht aus einer Porzellangrundplatte *G*, auf welcher an dem einen Ende zwei mit Schrauben ausgerüſtete und rechtwinklig nach unten gebogene Meſſingſtreifen und an dem andern Ende ebenfalls zwei mit Schrauben verſehene gerade Meſſingſtreifen feſtgeſchraubt ſind. An den Meſſingſtreifen ſind die zum Feſtklemmen der Schmelzpatrone dienenden Bronzefedern *f* befeſtigt. An der Porzellangrundplatte iſt ein Meſſingſtreifen als Erdplatte angebracht; er bildet mit den von ihm 1,35 mm abſtehenden Unterkanten der rechtwinklig gebogenen Streifen den Schneidenblitzableiter. Der Schmelzdraht der Schmelzpatrone *p* beſteht aus 0,3 mm ſtarkem Rheotandraht; er iſt zentriſch und gerade durch das Glasrohr der Patrone geführt und in der Mitte auf 5 mm durch ein dünnes Glasröhrchen geſchützt, das auf beiden Seiten mit Scheibchen von Aſbeſtpapier abgeſchloſſen iſt. Der übrige Raum der Schmelzpatrone iſt mit Schmirgelpulver angefüllt. Zum luftdichten Abſchluß der Patrone dienen Kupferkappen, die mit den Schmelzdrahtenden verlötet und mit Kitt auf der Glasröhre befeſtigt ſind. Als Kohlenblitzableiter dienen zwei aufeinander gelegte Kohlenplatten *k* (Fig. 31), die durch dazwiſchengelegte 0,15 mm dicke Papierſtreifen gegeneinander iſoliert ſind. Beide Plattenpaare werden durch die Blattfedern f^3 gegen die mit Erde verbundene Meſſingplatte *S* gedrückt; die untere Kohlenplatte ſteht daher mit Erde, die obere mit f^3 in leitender Verbindung. Beide Federn f^3 und f^2 ſind aus einem Stück gefertigt. Zwiſchen f^2 und einer dritten Feder f^1 iſt die Feinſicherungspatrone *r* eingeklemmt. Dieſe beſteht aus einer zylindriſchen Metallkapſel, in deren Längsachſe ein gegen ſie durch Ebonitſcheiben iſolierter Metallzylinder liegt. Auf letzterem iſt ein mit Seide umſponnener Nickelindraht aufgewickelt, deſſen eines Ende mit dem Metallzylinder verlötet iſt, während das andre Ende durch ein Loch der Ebonitſcheibe hindurchgeführt iſt und die Metallkapſel leitend berührt. Der innerhalb der Spule befindliche Metallzylinder iſt an dem einen Ende ausgebohrt; in dem hierdurch gebildeten Hohlraum iſt der Stift *s* durch Woodſches Metall feſtgelötet. Wenn der die Spule durchfließende Strom eine Stärke von ungefähr 0,22 Ampère erreicht hat, ſo erwärmt er die Spule derart, daß das Woodſche Metall zum Schmelzen kommt. Die Feder f^2 reißt alsdann den Stift *s* aus der Patrone heraus, ſo daß die Leitung nach den Apparaten unterbrochen wird, nach dem Kohlenblitzableiter indeſſen noch frei iſt. Bei der großen Empfindlichkeit desſelben iſt die Bildung eines Lichtbogens zwiſchen den Kohlenplatten nicht ausgeſchloſſen. Um dem vorzubeugen, legt ſich die hochgehende Feder f^2 gegen den wagerechten Arm der mit der Erdplatte *S* verſchraubten Feder *a* und erdet dadurch den Kohlenblitzableiter. Der Fremdſtrom wächſt hierdurch ſo an, daß er nun die Grobſicherung zum Schmelzen bringt, und die Außenleitung jetzt nur noch am Schneidenblitzableiter liegt, deſſen weite Funkenſtrecke die Bildung eines Lichtbogens ausſchließt.

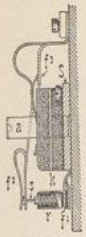


Fig. 31.

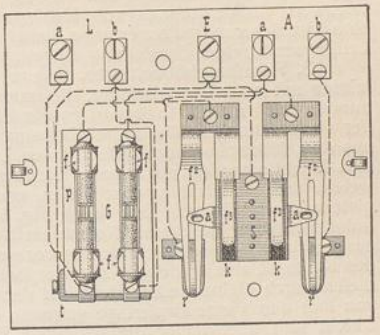


Fig. 30.

b) Schutzapparate für Vermittlungsämter. Es kommen hauptſächlich Kohlenblitzableiter mit Feinſicherungen und Luftleerblitzableiter zur Verwendung. Die erſteren werden für 5, 10, 20 und 25 Doppelleitungen oder die doppelte Anzahl Einzelleitungen gebaut. Auf einem hölzernen Grundbrett iſt eine Meſſingſchiene — die Erdſchiene — mittels je zweier Meſſingwinkel an den beiden Enden befeſtigt. Die Kohlenplattenpaare werden durch ſtarke Federn gegen die Erdſchiene gedrückt. Oberhalb der Kohlenplatten ſind noch die als Feinſicherungen dienenden Schmelzpatronen angeordnet, ſie werden durch zwei Federn gehalten, die durch einen Ebonitſtreifen voneinander iſoliert ſind. Die Wirkungsweiſe iſt die der Kohlenblitzableiter und Feinſicherungen im Sicherungskäſtchen.

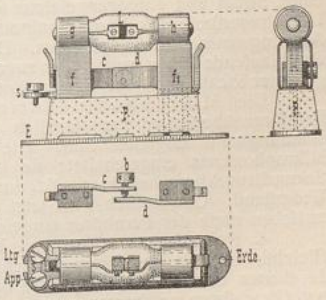


Fig. 32 und 33.

Die Luftleerblitzableiter dienen hauptſächlich zum Schutze der Fernleitungen; ſie werden indes auch zur Ausrüſtung von großen Kabelüberführungsſäulen und in den telegraphen-

technischen Einrichtungen größerer Aemter benutzt. Auf einer vernickelten Messingplatte E (Fig. 32 und 33) ist der zur Erzielung einer guten Isolation mit Ausschnitten versehene Porzellansockel P befestigt. Er trägt zwei doppel-∩-förmig ausgebildete Kontaktfedern f und f_1 zur Aufnahme der mit Schneidekontakten versehenen Luftpatrone L, deren Einrichtung bereits beim Luftleerstangenblitzableiter (S. 439) beschrieben ist. Die Kontaktfeder f ist mit der Schiene s verbunden, die zwei Zuführungsschrauben für die Leitung und den Apparat trägt; die Kontaktfeder f_1 hat dagegen durch zwei in den Porzellansockel eingelassene Schrauben mit der Erdschiene E Verbindung. Die Ansätze c und d der Kontaktfedern bilden miteinander eine grobe Spannungssicherung, die durch die Stellschraube b reguliert werden kann. Die Einzelblitzableiter werden auf gemeinsamen Grundplatten G (Fig. 34) aus vernickeltem Messing zu Mehrfachblitzableitern vereinigt. In der Nähe des Arbeitsplatzes einer Fernleitung wird in jeden Leitungszweig ein solcher Luftleerblitzableiter eingeschaltet. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß die hochgespannten atmosphärischen Entladungen ihren Weg aus der Leitung über die Schiene s, die Kontaktfeder f und die Metallkappe g nehmen, den Zwischenraum der Kohlenblättchen überspringen und über h und f_1 zur Erde abgeleitet werden. Die Luftleere erleichtert den Spannungsaustausch und erschwert ein Verbrennen von Kohlenteilchen. Ein weiterer Luftleerblitzableiter, dem noch eine Feinsicherungspatrone angeschaltet ist, wird möglichst nahe der Einführung in jeden Leitungsdraht einer Fernleitung eingefügt.



Fig. 34.

3. **Fernsprechübertrager.** Wenn eine an beiden Enden mit Erde verbundene Einzelleitung mit einer Doppelleitung, die unter Ausschluß der Erde als Schleife betrieben wird, verbunden werden soll, so bedarf es der Einschaltung eines Apparats, der die Sprechströme aus der einen Leitung in die andre überträgt. Ein ähnlicher Apparat ist nötig, um die Sprechströme aus dem Mikrophonstromkreise auf den Leitungskreis zu übertragen. Die Fernsprechübertrager sind Induktionsrollen mit einem Eisenkern und zwei Drahtwicklungen. Sprechwechselströme, welche die eine Wicklung durchlaufen, erzeugen durch Induktion in der andern Wicklung genau gleiche Wechselströme. Der durch Fig. 35 dargestellte Fernsprechübertrager besteht aus einer Induktionsspule, welche als Kern k ein 3 cm dickes Bündel feiner Eisendrähte enthält, die gut ausgeglüht und durch Lacküberzug vor gegenseitiger Berührung geschützt sind. Auf jedes Ende des Kerns ist eine mit entsprechender Bohrung versehene Holzplatte g aufgeschoben. Zwischen diesen durch kleine Messingstücke auf der Grundplatte befestigten Holzplatten ist auf dem Kerne, von ihm durch eine Papierlage getrennt, die primäre Drahtspule P, dann eine doppelte Papierschicht und über dieser die sekundäre Wicklung S angebracht. Die primäre Spule hat 200, die sekundäre etwa 240 Ohm Widerstand, beide haben aber gleichviel Windungen. Zwischen den Klemmen $P_1 A$ und $P_1 E$ liegt die erste Hälfte, zwischen $P_2 A$ und $P_2 E$ die zweite Hälfte der primären Wicklung. Zwischen letzteren Klemmen wird die Schlußzeichenbatterie eingeschaltet; wird keine benutzt, so sind beide Klemmen durch einen Draht zu verbinden. Die sekundäre Spule liegt zwischen den Klemmen SA und SE. Zur Erhöhung der Wirksamkeit des Uebertragers ist die sekundäre Rolle außen ringsum mit etwa 0,5 cm starken, parallel zur Längsachse gelagerten Bündeln k aus feinem Eisendraht umgeben, welche gegen äußere Beschädigungen durch einen Lacküberzug geschützt sind. Wird die Membran des Mikrophons in der Sprechstelle A (Fig. 36) durch Schallwellen in Schwingungen versetzt, so fließen die in der Induktionsspule dieser Sprechstelle entstehenden Wechselströme durch die primäre Umwicklung P des Induktionsübertragers in der Vermittlungsanstalt V_1 zur Erde ab. Dabei ruft jeder, beispielsweise in der Richtung des beigesetzten Pfeils verlaufende Stromstoß, solange seine Stärke zunimmt, in der sekundären Uebertragerspule S einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, welcher die Leitung L_1 sowie die sekundäre Uebertragerspule des Vermittlungsamtes V_2 durchfließt, um durch die Leitung L_2 nach dem Ausgangsamte zurückzugelangen. Der die sekundäre Spule des Uebertragers auf dem Amte V_2 durchlaufende Strom ruft in der zugehörigen primären Spule wieder einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, der zur Sprechstelle B gelangt und dort den Fernhörer in Tätigkeit setzt.

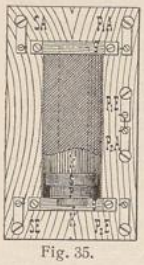


Fig. 35.

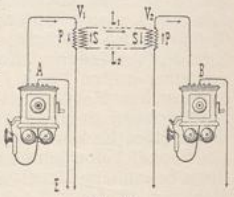


Fig. 36.

Die Mikrophoninduktionsrolle unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen Fernsprechübertrager hauptsächlich dadurch, daß beide Wicklungen nach Drahtstärke und Windungszahl ungleich sind. Die primäre Wicklung hat etwa 1 Ohm und wird in den Mikrophonkreis eingeschaltet; sie besteht aus 0,5 mm starkem isoliertem Kupferdraht. Die Sekundärwicklung besteht aus 0,2 mm starkem isolierten Kupferdraht und hat etwa 200 Ohm Widerstand. Gewöhnlich wird jetzt die sekundäre Wicklung in zwei gleiche Teile geteilt und zwischen diese der Fernhörer eingeschaltet.

4. **Polarisationszellen und Kondensatoren.** Beide lassen Gleichströme, z. B. den Strom der Schlußzeichenbatterie, nicht durch; sie dienen daher dazu, bestimmte Stromwege für den Durchgang von Gleichstrom zu sperren oder zu verriegeln. Wechselströme, also die Weckströme des Induktors oder Polwechslers und ebenso die Sprechströme gehen ohne nennenswerte Schwächung hindurch.

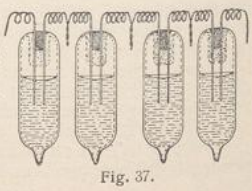


Fig. 37.

a) Polarisationszellen (Fig. 37) sind kleine, oben zugeschmolzene Glasgefäße zu drei Viertel mit einer Flüssigkeit gefüllt und mit zwei in diese eintauchenden Elektroden aus Platin oder

Aluminium verſehen. Ihre Wirkung beruht auf der ſofortigen Erzeugung einer Gegenſpannung (Polariſation), die den Durchgang des Gleichſtroms verhindert. Zellen mit Platinelektroden in verdünnter Schwefelſäure erzeugen pro Zelle eine elektromotoriſche Gegenkraft von 1,8 Volt; Zellen mit Platinelektroden in einer Löſung von doppeltkohlenſauerm Natron eine ſolche von 2,7 Volt.

b) Kondenſatoren. Die Fernſprechkondenſatoren ſind aus einem Bande von präpariertem Papier, das beiderſeits mit Stanniolbändern belegt iſt, durch Aufwickeln hergeſtellt. Die Wicklung iſt in einem Behälter aus Pappe oder Blech von viereckigem Querſchnitt eingepreßt. Der Behälter iſt mit Iſoliermaſſe ausgegoſſen. Die Kondenſatoren haben 2 Mikrofarad Kapazität, ſie bieten einem Wechſelſtrom von 15 Perioden in der Sekunde nur 2000 Ohm Widerſtand und ſind den Polariſationszellen in bezug auf Betriebsſicherheit überlegen.

5. **Induktanzrollen für den Fernſprechbetrieb.** Sie dienen zum Abſperren von Wechſelſtrömen, insbeſondere der Sprechſtröme. Die Rollen ſetzen vermöge ihrer Selbſtinduktion den aus Wechſelſtrömen mit hoher Periodenzahl beſtehenden Fernſprechſtrömen einen hohen ſcheinbaren Widerſtand entgegen, der ihren Durchgang ganz oder größtenteils verhindert. — Die im Fernſprechbetrieb am häufigſten verwendete Induktanzrolle (Fig. 38) beſteht aus einer Holzſpule, die mit feinem iſolierten Kupferdraht umwickelt iſt, deſſen Enden an zwei auf dem Grundbrett angebrachten Klemmen A^1 E^2 liegen. Der Hohlraum der Holzſpule iſt mit einem Bündel von dünnen lackierten Eiſendrähten ausgefüllt, die den Kern bilden und in ihrer Verlängerung nach außen die Rolle von beiden Seiten mantelförmig umſchließen. Der Widerſtand der Rollen beträgt 500 bis 1000 Ohm. Bei den Rollen mit 1000 Ohm iſt der Umwindungsdraht in der Mitte unterbrochen und an zwei weitere Klemmen E^1 und A^2 geführt, die durch die Meſſingſchiene v miteinander verbunden ſind. Durch Abnehmen dieſer Schiene erhält man zwei Induktanzrollen von je 500 Ohm Widerſtand.

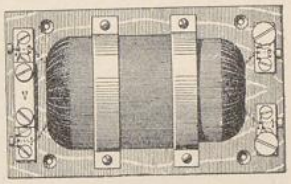


Fig. 38.

IV. Die Fernſprechgehäuſe und ihre Schaltungen.

Die Fernſprechgehäuſe haben die zu einer Sprechſtelle gehörigen Einzelapparate, die feſten Drahtverbindungen zwiſchen dieſen und die Zuführungsklemmen aufzunehmen. Das Gehäuſe enthält in der Regel ein Mikrophon, einen oder zwei Fernhörer, einen Kurbelinduktor, einen Wecker, einen ſelbſttätigen Umſchalter und die Mikrophoninduktionsrolle; dazu treten in Fernſprechnetzen mit ſelbſttätigem Schlußzeichen die Polariſationszellen oder Kondenſatoren. Man unterſcheidet Wandgehäuſe in Schrankform (Fig. 39) oder in Pultform (Fig. 40) und Tiſchgehäuſe (Fig. 41). Fernſprechgehäuſe mit einer Vorrichtung zum Einkaſſieren der Sprechgebühr heißen Fernſprechautomaten. In den Gehäuſen liegt im Ruhezuſtand der Wecker an Leitung, ſo daß der ankommende Weckſtrom den Wecker durchläuft. Wird von der Sprechſtelle aus geweckt, ſo ſchaltet ſich der Magnetinduktor bei Beginn des Kurbeldrehens ſelbſttätig ein; es entſteht ein neuer Stromkreis für den abgehenden Weckſtrom, jedoch nur für die Dauer des Weckens. Nimmt man darauf den Fernhörer zum Geſpräch vom ſelbſttätigen Umſchalter ab, ſo legt dieſer die Leitung auf den Fernhörer und ſtellt damit den Hörſtromkreis her. Zugleich wird ſelbſttätig der Mikrophonſtromkreis geſchloſſen, der durch die Induktionsrolle mit dem Hörſtromkreiſe in Verbindung ſteht.



Fig. 39.

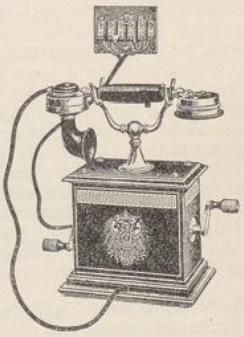


Fig. 41.

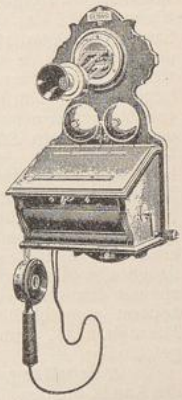


Fig. 40.

1. **Schaltung der Telegraphenleitungen zu Fernſprechbetrieb.** Auf dieſen Leitungen wird neben dem Sprechverkehr auch der Telegrammverkehr durch den Fernſprecher vermittelt. Sämtliche Telegraphenanſtalten einer ſolchen Leitung ſind nebeneinander geſchaltet, ſo daß jede eine Abzweigung von der Leitung zur Erde bildet (Fig. 42). Iſt die Leitung doppeldrähtig, ſo tritt an Stelle der Erde die Rückleitung. Jede Betriebsſtelle bildet dann mit ihren Apparaten eine Brücke zwiſchen Hin- und Rückleitung. Der von einer beliebigen Anſtalt in die Leitung fließende Weckſtrom verzweigt ſich an jedem Abzweigungspunkt und es gelangt nach jedem der übrigen Aemter nur ein Zweigſtrom. Da jedes an die Leitung angeſchloſſene Amt in ſeinem Wecker 1500 Ohm Widerſtand hat, ſo fällt der viel geringere Widerſtand der Drahtleitung ſelbſt für die Stromleitung kaum ins Gewicht; man kann ohne großen Fehler annehmen, daß die Abzweigungen ſämtlich von einem Punkte ausgehen und gleichen Widerſtand aufweiſen. Sind z. B. neun Aemter angeſchloſſen und wird von einem Amte Strom geſandt, ſo verzweigt ſich dieſer in acht Leitungen, deren

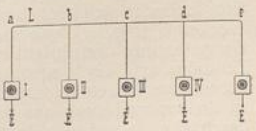


Fig. 42.

kombinierter Widerſtand nur 1500 : 8 = rund 188 Ohm beträgt. Von dem infolgedeſſen recht kräftigen Geſamtſtrom erhält jedes Amt ein Achtel, und dieſer Teilſtrom iſt völlig ausreichend, um den empfindlichen Wecker zum Anſprechen zu bringen. Beim Sprechen verteilen ſich die in einem Zweig erzeugten Sprechſtröme nicht gleichmäßig auf die übrigen Zweige; ſie gehen vielmehr faſt ungeteilt zu demjenigen Amte, mit welchem geſprochen wird. Denn bei dieſem Amte ſind nur Fernhörer und ſekundäre Spule der Induktionsrolle mit etwa 400 Ohm Widerſtand eingeſchaltet, während bei den übrigen Aemtern die Wecker nicht nur durch ihren hohen Widerſtand von 1500 Ohm, ſondern weit mehr noch durch ihre bedeutende Selbſtinduktion den Sprechſtrömen den Weg verſperren, da jeder Wecker ihnen einen ſcheinbaren Widerſtand von etwa 10000 Ohm entgegenſetzt. Der Stromlauf wird ſchematiſch durch Fig. 43 dargeſtellt. Der abgehende Weckſtrom geht vom Induktor *Y* direkt in die Leitungszweige *a* und *b* der Doppelleitung; der ankommende Weckſtrom geht vom Leitungszweige *a* über das Induktorgeſtell und den Hakenumſchalter *H* nach dem Wecker *W* und von dieſem in den *b*-Zweig der Leitung. Der Stromkreis für das Mikrophon *M* wird nach Abheben des Fernhörers *F* vom Hakenumſchalter *H* über dieſen und die Mikrophonbatterie *MB* durch die primäre Wicklung *p* der Induktionsrolle *J* geſchloſſen. Der Fernhörer *F* iſt zwiſchen den Hälften der ſekundären Spule *s* des Induktionsübertragers über den Hakenumſchalter und das Geſtell des Induktors in die Leitung *a|b* eingeſchaltet.

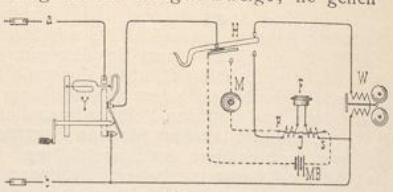


Fig. 43.

2. **Schaltung für Fernſprechanſchlußleitungen mit Ortsbatterie.** Die hierfür zur Verwendung kommenden Wand- oder Tiſchgehäuſe haben einen Weckerwiderſtand von nur 300 Ohm. Das durch Fig. 44 ſchematiſch dargeſtellte Wandgehäuſe hat zwei Klemmen *La* und *Lb* für die vom Sicherheitskäſtchen heranzuführenden beiden Leitungszweige, ferner zwei Klemmen W_1 und W_2, die gewöhnlich durch eine Spange verbunden ſind. Zwiſchen dieſe Klemmen kann nach Abnahme der Spange ein zweiter, in einem andern Raum anzubringender Wecker geſchaltet werden. Die beiden Klemmen *PZ* des Gehäuſes dienen zur Einſchaltung eines Satzes von Polariſationszellen oder eines Kondenſators für den Fall, daß in dem betreffenden Fernſprechnetz ſelbſttätige Schlußzeichen eingeführt ſind. Die Polariſationszellen liegen nur im Hörſtromkreiſe (*La*, k^1, k^2, Federn *L* und *F* von *H*, obere Klemmen *SA*, *SE* des Induktionsübertragers *J*, *F*, untere Klemmen *SE*, *SA*, k^0, *Lb*); ſobald nach Schluß des Geſprächs durch Anhängen des Hörers *F* der Weckſtromkreis (*La*, k^1, k^2, Federn *L* und *W* von *H*, Wecker *W*, *Lb*) hergeſtellt wird, ſind die Zellen ausgeſchaltet und der Weg für den Schlußzeichenſtrom iſt frei. Die Schaltung der Tiſchgehäuſe für Ortsbatteriebetrieb iſt ähnlich; der Induktor *Y* erhält bei dieſen Gehäuſen meiſt zwei Kurbeln, und die auf dem Gehäuſe angebrachte Tragſtange des Handapparats erſetzt den Hakenumſchalter *H* des Wandgehäuſes. Wird der Handapparat aus der Gabel der Tragſtange herausgenommen, ſo wird ſtatt des Weckers der Handapparat eingeſchaltet und zugleich der Mikrophonſtromkreis (Mikrophonbatterie *MB*, *MZ*, Mikrophon *M*, primäre Wicklung des Induktionsübertragers *J*, Feder *M* von *H*, Klemme *MK*) geſchloſſen.

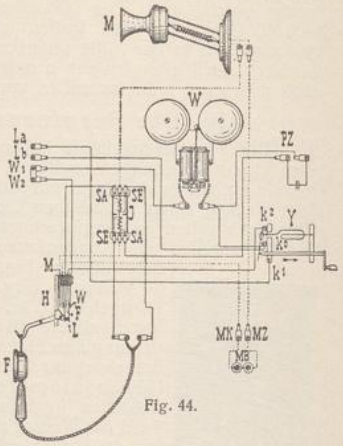


Fig. 44.

3. **Schaltung für Fernſprechanſchlußleitungen mit Zentralbatterie.** Die Zentralbatterie des Amtes, die den Mikrophonſpeiſeſtrom und unter Umſtänden auch den Weckſtrom für die Sprechſtelle liefert, liegt entweder an den Stöpſelſchnüren, ſo daß ſie nur bei Einleitung eines Geſprächs vom Beamten mit der Leitung verbunden wird. Oder ſie liegt dauernd an der Leitung; ihr Strom findet jedoch gewöhnlich den Weg bei der Sprechſtelle verriegelt und wird erſt durch Abheben des Fernhörers geſchloſſen. Im zweiten Falle betätigt der Stromſchluß zugleich das Anrufzeichen auf dem Amte, die Sprechſtelle kann alſo außer der Mikrophonbatterie auch den Kurbelinduktor entbehren. Das durch Fig. 45a und 45b dargeſtellte Fernſprechwandgehäuſe für Zentralbatteriebetrieb iſt ein einfaches Käſtchen aus Eiſenblech, außen ſchwarz lackiert und mit Goldbronze verziert; es enthält Wecker, Hakenumſchalter, Induktionsrolle, den Kondenſator von 2 Mikrofarad und die Zuführungsklemmen auf der Grundplatte montiert. Auf der Vorderſeite befindet ſich der bewegliche Mikrophonträger mit einem Kohlengrusmikrophon. Der Wecker *W* (Fig. 46) von 1000 Ohm Widerſtand liegt mit dem Kondenſator *C* ſtändig in der Doppelleitung und ſpricht auf eingehende Rufwechſelſtröme an, während dem Gleichſtrom der Zentralbatterie der Weg durch den Kondenſator *C* geſperrt iſt. Wenn beim Abheben des Fernhörers der Hakenumſchalter *H* ſeinen Kontakt ſchließt, beginnt der Batterieſtrom des Amtes zu fließen und zwar aus der Leitung von Klemme *La* durch das Mikrophon *M*, über *H* und durch die Primärſpule der Induktionsrolle *J* nach der Klemme *Lb* zur Rückleitung, dadurch wird das Anrufſignal beim Amte betätigt. Das Kohlengrusmikrophon von 200—300 Ohm Widerſtand liegt direkt in der Leitung, und die beim Sprechen von ihm erzeugten Stromſchwankungen pflanzen ſich unmittelbar in der Leitung über das Amt hinaus bis zur zweiten Sprechſtelle fort. Der Fernhörer *F* liegt in einem Ortsſtromkreiſe für ſich, auf den die abgehenden und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ankommenden Stromfchwankungen in der Induktionsrolle *J* übertragen werden. Durch die Weckerbrücke hindurch findet ein Ausgleich der Stromfchwankungen nicht ftatt, weil die hohe Selbftinduktion des Weckers diefen Weg verfperrt. Wird der Batteriefttrom nach Schluß des Gefprächs durch Anhängen des Hörers wieder unterbrochen, fo bewirkt diefe

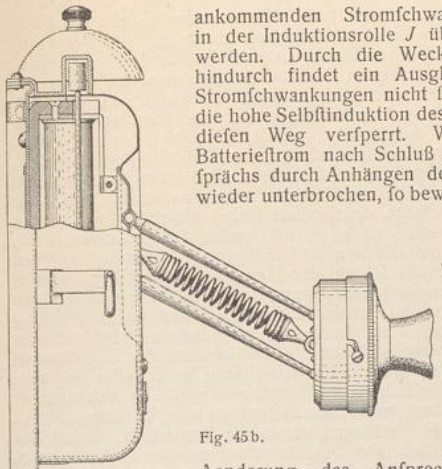


Fig. 45b.

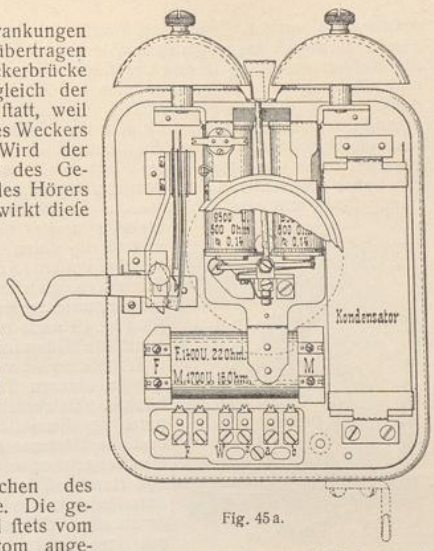


Fig. 45a.

Aenderung das Anfprechen des Schlußzeichens beim Amte. Die gewünfchte Sprechftelle wird ftets vom Amte aus mit Wechfelftrom angerufen. Die Klemme W_2 dient zur Einfchaltung eines zweiten Weckers. Bei dem Tifchgehäufe für Zentralbatteriebetrieb (Fig. 47) find die einzelnen Apparatteile und Klemmen mit Ausnahme des Kondenfators in einem ähnlichen Kaften wie beim Wandgehäufe untergebracht und auf der

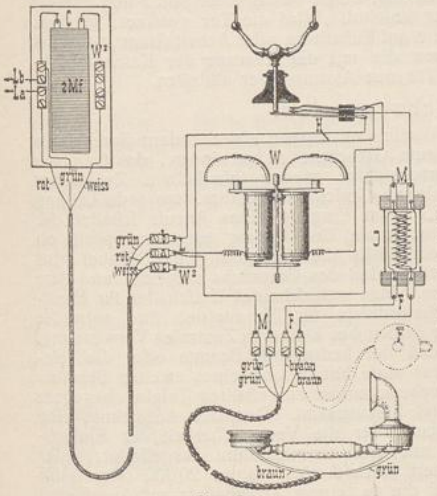


Fig. 47.

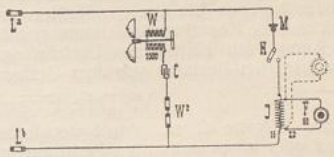


Fig. 46.

Grundplatte montiert. Auf dem Deckel des Kaftens ift die Vorrichtung zum Tragen des Handapparats befeftigt. Die Tragftange wirkt mit einem an ihrem unteren Ende angebrachten ifolierten Stifte unmittelbar auf die in wagerechter Stellung an einem Eifenwinkel befeftigte Ein- und Ausfchaltevorrichtung. Der Kondenfator ift in einem Beikaften untergebracht, der gleichzeitig als Anfchlußkäftchen dient und mittels dreiadriger Schnur mit dem Hauptapparate in Verbindung fteht. Die Widerftände in den Apparaten find diefelben wie beim Wandgehäufe.

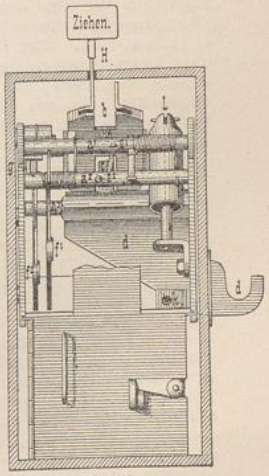


Fig. 48.

Stromlauf für den ankommenden Weckftrom: Wandklemme *La*, Gehäufeklemme *La*, Wecker *W*, Umfchalter *H*, Gehäufeklemme W_2, Wandklemme W_2, Kondenfator *C*, Wandklemme *Lb* (die Kontakte von *H* find offen). Stromweg für den Batteriefttrom: Klemmen *La*, linke Klemme *M*, Mikrophon, rechte Klemme *M*, Primärfpule von *J*, Umfchalter *H* (die drei Kontaktfedern berühren fich), Klemme *Lb*. Ein zweiter Weg, aber von hohem Widerftande, führt von *La* durch den Wecker *W* über *H* nach *Lb*.

4. **Fernfprechautomaten.** In den Schalterräumen der Poftanftalten, auf Bahnhöfen und in andern vielbefuchten öffentlichen Lokalen werden Fernfprechautomaten aufgeftellt, um dem Publikum zur Benutzung des Fernfprechers Gelegenheit zu geben. Das Einwerfen des Geldftücks hat, abweichend von andern Automaten, nicht bei Beginn der Benutzung, fondern erft nach Aufforderung feitens des Beamten zu gefchehen. Für die Automatenfprechftellen werden zweckmäßig die gewöhnlichen Fernfprechgehäufe in Verbindung mit einer Kaffier-

vorrichtung benutzt. Beide ſind durch eine gemeinſame Grundplatte verbunden, die das durch den Geldeinwurf hervorgerufene Glockenzeichen auf das Mikrophon überträgt. Bei Benutzung der Kaſſiervorrichtung iſt das Geldſtück in den Schlitz einzulegen und der Handgriff H (Fig. 48 und 49) nach vorn zu ziehen. Das Geldſtück gleitet in der Zahlrinne b abwärts, bis es an den Anſatz c ſtößt, der einen Teil der Ausfallrinne d bildet. Wird ein gut erhaltenes Zehnpfennigſtück eingeworfen, ſo hält c das Geld an; legt der Benutzer aber eine andre Münze oder ein ſtark abgegriffenes Zehnpfennigſtück in den Schlitz, ſo läßt c das Stück vorübergleiten, wodurch es in die Ausfallrinne d fällt und dem Benutzer wieder zur Verfügung geſtellt wird. Ein von c angehaltenes, alſo vorſchriftsmäßig beſchaffenes Geldſtück wird beim Vorziehen des Handgriffs H mit der Zahlrinne b, die einen Teil von H bildet, nach unten zu gegen die Hebel e^1 und e^2 bewegt, drückt dieſe Hebel gleichfalls nach unten und dreht dabei die mit $e^1 e^2$ feſt verbundenen Achſen $a^1 a^2$. Hierbei entfernen ſich die an $a^1 a^2$ befeſtigten Hämmer $f^1 f^2$ von den Tonfedern, gleichzeitig ſchiebt der Hammer f^2 mit ſeiner durch a^2 hindurchreichenden Stielverlängerung das Metallſtück g nach hinten (in Fig. 49 nach rechts), wodurch die durch den Anſatz h von g gebildete Dämpfung der Tonfedern aufgehoben wird. Iſt das Geldſtück an e^2 vorbeigeglitten, ſo fällt es aus der Zahlrinne in die im unteren Teil der Kaſſiervorrichtung aufgeſtellte Sammelbüchſe. Gleichzeitig kehren die Hebel $e^1 e^2$ und die Achſen $a^1 a^2$ unter der Einwirkung von Spiralfedern in die Ruhelage zurück und die Hämmer $f^1 f^2$ ſchlagen gegen die Tonfedern, wobei das Glockenzeichen ertönt. Der Benutzer der Fernſprechſtelle hat nun den Handgriff loszulaſſen; der Griff kehrt unter dem Druck einer Spiralfeder in die Ruhelage zurück und legt hierbei mit Hilfe einer durch die Achſe a^3 hindurchgehenden Schraube das Metallſtück g mit dem Anſatz h wieder an die Tonfedern an. Die an a^3 mitangeſetzte Luftpumpe L ſorgt dafür, daß der Handgriff langſam in die Ruhelage gelangt, damit die Tonfedern gut ausklingen können. Die Dämpfungsvorrichtung gh ſoll verhindern, daß die Federn zum Tönen gebracht werden, wenn man von außen her an den Behälter klopft oder ſchlägt. Als Diebſtahlſchutz dient eine Alarmvorrichtung, deren beweglicher Stift l ſich mit der Spiralfeder k gegen die Tür der Kaſſiervorrichtung anlehnt. Wird die Tür geöffnet, ſo wirkt der Stift auf die Kontakte der Alarmvorrichtung, die auf Ruheſtrom oder Arbeitsſtrom geſchaltet werden kann. Mit Hilfe eines Umſchalters können die mit der Leerung der Kaſſiervorrichtung beauftragten Beamten vor dem Oeffnen der Tür den Alarmwecker abſtellen.

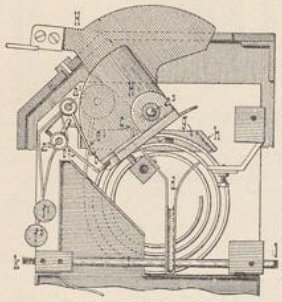


Fig. 49.

V. Die Fernſprechzentralen.

Ihre Aufgabe iſt es, jede Sprechſtelle auf Wunſch mit irgend einer andern Sprechſtelle desſelben oder eines entfernten Fernſprechnetzes zum Geſpräche zu verbinden, das Geſpräch zu überwachen und die Verbindung nach Geſprächsſchluß wieder aufzuheben. Zu dieſem Zwecke ſind die Anſchlußleitungen in der Zentrale an Umſchalter geführt, wo jede Leitung während der Ruhe auf einem Signalapparat liegt. Beim Eingang eines Anrufs ſchaltet der Telephoniſt ſeine Sprechapparate in die Leitung ein, nimmt den Auftrag entgegen, prüft, ob die gewünſchte Leitung frei iſt und ſtellt zutreffendenfalls die Verbindung her. Dabei wird wiederum ein Signalapparat eingeſchaltet, der nach Schluß des Geſprächs anſpricht und dem Amte das Zeichen gibt, die Verbindung zu trennen. Man unterſcheidet Umſchalter für Handbetrieb und automatiſche Umſchalter. Die Umſchaltertafeln für Handbetrieb ſind entweder Einfach- oder Vielfachumſchalter. Einfachumſchalter finden bei kleineren Zentralen Verwendung, bei denen die Zahl der Anſchlüſſe ſo gering iſt, daß der bedienende Beamte oder die Telephoniſtin alle Leitungsklinken vom Arbeitsplatze aus ohne Mitwirkung eines zweiten Beamten erreichen kann. Dies iſt noch möglich bei zwei nebeneinander aufgeſtellten Tafeln, begegnet aber ſchon Schwierigkeiten, wenn eine dritte Tafel hinzukommt. Demnach bezeichnet eine Anzahl von etwa 150 Anſchlüſſen die obere Grenze für die Verwendbarkeit der Einfachumſchalter. Größere Zentralen werden allgemein mit Vielfachumſchaltern ausgeſtattet; unter Verwendung ſolcher läßt ſich die Aufnahmefähigkeit eines Amtes bis zu 20000 oder ſelbſt 25000 Anſchlüſſen ſteigern, wobei jeder Telephoniſt die an ſeinem Arbeitsplatz auf Anrufſignal liegenden Anſchlüſſe mit allen übrigen Leitungen des Amtes ſelbſtändig verbinden kann. Sollen noch mehr Anſchlüſſe in eine Zentrale eingeführt werden, ſo müſſen zu den Vielfachtafeln beſondere Einrichtungen hinzutreten. In Nordamerika und vereinzelt auch in Europa, ſo in Deutſchland z. B. in Berlin und Hildesheim, ſind automatiſche Zentralen oder Selbſtanſchlußämter in Betrieb, in denen die einfachen und ſich ſtets in gleicher Art wiederholenden Handgriffe des Telephoniſten durch automatiſche Umſchaltung erſetzt ſind. Die Fernleitungen, welche ein Amt mit andern Zentralen verbinden, werden an beſonderen Umſchaltern betrieben, die bei großen Zentralen oft in getrennten Räumen aufgeſtellt ſind, bei kleineren Aemtern dagegen ſich eng an die Ortsumſchalter anſchließen.

1. **Zentralen mit Einfachumſchaltern.** Die Fernſprechleitungen werden in der Regel oberirdiſch an das Gebäude des Vermittlungsamtes herangeführt und entweder von einem auf dem Dache errichteten eiſernen Abſpanngeſtänge oder von einem an der Hausmauer befeſtigten, mit Querträgern ausgerüſteten Mauerbügel eingeführt. Die zur Einführung dienenden vieladrigen Gummikabel endigen innerhalb des Gebäudes in der Nähe der Einführungsſtelle an den Grobſicherungen, von da führen kurze Kabel oder Drähte zu den Kohlenblitzableitern und Feinſicherungen und von dieſen wieder vieladrige Kabel nach den Klappenſchränken. Zur Aufnahme der Sicherungen und Blitzableiter dient ein eiſerner Wandbügel oder ein Geſtell von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

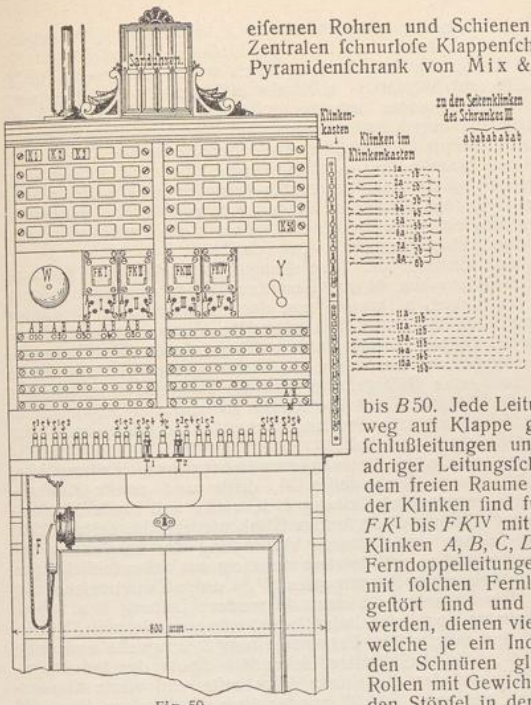


Fig. 50.

eisernen Rohren und Schienen. Als Umschalter erhalten kleinere Zentralen schnurlose Klappenschränke, deren Einrichtung z. B. dem Pyramidenschrank von Mix & Geneſt (Bd. 4, S. 802) entspricht, wenn nur eine geringe Anzahl Leitungen vorhanden ist, oder Klappenschränke mit Stöpselschnüren.

Der in der deutschen Reichstelegraphie gebräuchliche Klappenschrank für 50 Leitungen (Fig. 50) zeichnet sich durch eine sehr einfache und bequeme Bedienungsweise aus. Der Schrank hat ein Aufnahmevermögen von 50 Anschlußleitungen und vier Fernleitungen nach andern Orten. Er enthält für jede Leitung eine Anruf- und Schlußklappe $K1$ bis $K50$ von 600 Ohm Rollenwiderstand und je zwei Klinken $A1$ bis $A50$ und $B1$ bis $B50$. Jede Leitung ist über die beiden Klinken hinweg auf Klappe geschaltet. Zur Verbindung der Anschlußleitungen untereinander dienen acht Paare zweiadriger Leitungsschnüre mit Doppelstöpseln $S^1 S^2$ In dem freien Raume unterhalb der Klappen und oberhalb der Klinken sind für jede Fernleitung eine Anrufklappe FK^I bis FK^{IV} mit 1500 Ohm Rollenwiderstand und vier Klinken A, B, C, D angeordnet. Zur Verbindung der Ferndoppelleitungen mit Einzelanschlußleitungen oder mit solchen Fernleitungen, welche in einem Drahte gestört sind und daher als Einzelleitungen betrieben werden, dienen vier weitere Schnürpaare $S^3 S^4$, zwischen welche je ein Induktionsübertrager geschaltet ist. Auf den Schnüren gleiten innerhalb des Schrankes lose Rollen mit Gewichten, die die Schnur abwärtsziehen und den Stöpsel in der Ruhelage auf dem Stöpselbrett festhalten. Zur Ueberwachung der Gesprächsdauer dienen vier Sanduhren. Nach Bedarf werden die Schränke mit Klinkenumschaltern in Form von Klinkenkästen mit 20 Doppelklinken für Feuermeldezwecke verbunden.

Der Betrieb der Anschlußleitungen wickelt sich wie folgt ab: Klappe 19 (Fig. 51) fällt: Abfragestöpel S in Klinke $B19$; Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h. Stromlauf beim Abfragen: Leitung a, obere Feder der Klinke $B19$,

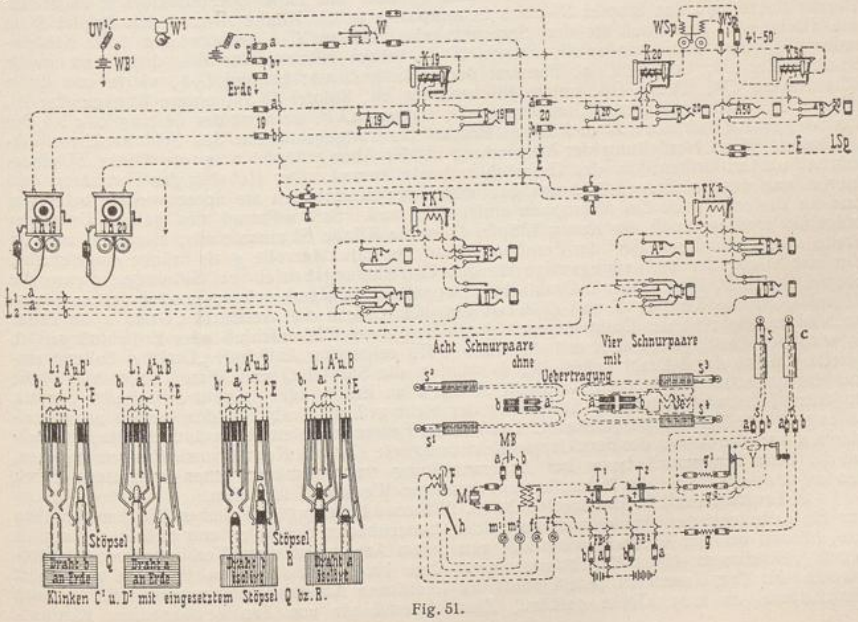


Fig. 51.

Stöpfel S Spitze, Taften T^2 und T^1, fekundäre Mikrophonfpule J, Fernhörer (Mikrophonftromkreis durch Hebel h über M und Mikrophonbatterie MB gefchloffen), Taften T^1 und T^2, Induktor, Stöpfel S Hals, untere Feder der Klinke B 19, Leitung b. Es werde die Sprechftelle 20 verlangt: Stöpfel S^1 wird in Klinke A 19 und Stöpfel S^2 in Klinke B 20 gefteckt; Aufforderung zum Rufen. Klappe 19 bleibt nach Herausnahme des Abfrageftöpfels aus Klinke B 19 als Brücke zum Empfange des Schlußzeichens eingefchaltet. Stromlauf für den Sprechverkehr: Leitung 19a, obere Feder der Klinke A 19, Stöpfel S^1 und S^2 Spitze, obere Feder der Klinke B 20, Leitung 20a, Sprechftelle 20, Erde bei Einzelleitung oder Leitung 20b bei Doppelleitung, untere Feder der Klinke B 20, Stöpfel S^1 und S^2 Hals, untere Klinkenfeder A 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Zum Kontrollieren der Gefpräche dient eine in dem Kontrollftöpfel C endigende Leitungsfchnur; bei Benutzung diefes Stöpfels wird nur der Fernhörer F und eine Induktanzrolle g von 500 Ohm Widerftand in den Abfrageftromkreis eingefchaltet.

Betrieb der Fernleitungen. Es fällt die Fernleitungsklappe FK^I ab: Abfrageftöpfel S in Klinke B^I, Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h. Stromlauf beim Abfragen: Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Feder der Klinke B^I, Stöpfel S Spitze, Taften T^2 und T^1, fekundäre Mikrophonfpule, Fernhörer F, Taften T^1 und T^2, Induktor Y, Stöpfel S Hals, untere Klinkenfeder B^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L_1 b$. Es werde die Anfchlußdoppelleitung Th 19 verlangt. Der Abfrageftöpfel S wird in Klinke B 19 gefteckt und der Teilnehmer mittels des Induktors Y angerufen. Darauf wird der Stöpfel S^1 in die Klinke A^I und der Stöpfel S^2 in die Klinke B 19 gefteckt. Die Klappe FK^I bleibt zur Empfangnahme des Schlußzeichens über die Federn der Klinken A^I und B^I als Brücke eingefchaltet.

Stromlauf für den Sprechverkehr ohne Induktionsübertrager. Leitung 19a, obere Klinkenfeder B 19, Stöpfel $S^2 S^1$, obere Klinkenfeder A^I, dritte und zweite Klinkenfeder C^I, Draht a der Fernleitung $L_1 a|b$, fernes Amt, Leitung $L_1 b$, vierte und fünfte Klinkenfeder C^I, Klinke D^I, untere Klinkenfeder A^I, Stöpfel $S^1 S^2$, untere Klinkenfeder B 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Macht fich bei einer folchen unmittelbaren Verbindung der Fernleitung mit der Doppelanfchlußleitung Erdgeräufch bemerkbar, weil letztere vielleicht mit Nebenfchließungen behaftet ift, fo muß die Verbindung mittels eines Schnurpaares $S^3 S^4$ unter Zwifchenfchaltung eines Induktionsübertragers erfolgen. Der Stromlauf ift dann folgender: Leitung 19a, obere Klinkenfeder B 19, Stöpfel S^3 Spitze, primäre Spule des Induktionsübertragers, Stöpfel S^3 Hals, untere Klinkenfeder B 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Ferner: Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Klinkenfeder A^I, Stöpfel S^4 Spitze, fekundäre Spule des Induktionsübertragers, Stöpfel S^4 Hals, untere Klinkenfeder A^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L_1 b$, fernes Amt. Die Fernklappe FK^I ift wieder über die Klinken A^I und B^I als Brücke zur Empfangnahme des Schlußzeichens eingefchaltet. — Bei Verbindung einer Fernleitung mit einer Einzelanfchlußleitung befteht nur der Unterfchied, daß an Stelle des Leitungsdrahtes b Erdverbindungen in der Sprechftelle und dem Vermittlungsamte treten und der Induktionsübertrager ftets einzufchalten ift.

Verbindung von zwei Fernleitungen. Aus der Fernleitung $L_1 a|b$ wird die Fernleitung $L_2 a|b$ verlangt. Der Abfrageftöpfel S wird in die Klinke B^{II} gefteckt und das ferne Amt durch Niederdrücken der Tafte T^1 oder T^2 oder mit Hilfe des Induktors Y angerufen. Darauf fteckt man den Stöpfel S^1 eines Schnurpaares in die Klinke A^I und den Stöpfel S^2 in die Klinke B^{II}. Stromlauf für den Sprechverkehr. Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Klinkenfeder A^I, Stöpfel $S^1 S^2$, obere Klinkenfeder B^{II}, dritte und zweite Klinkenfeder C^{II}; Leitung $L_2 a$, Fernamt der Leitung $L_2 a|b$; Leitung $L_2 b$, vierte und fünfte Klinkenfeder C^{II}, Klinke D^{II}, untere Klinkenfeder B^{II}, Stöpfel $S^2 S^1$, untere Klinkenfeder A^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L^I b$, Fernamt der Leitung $L_1 a|b$. Die Fernklappe FK^I ift über A^I und B^I als Brücke zur Entgegennahme des Schlußzeichens eingefchaltet. Nach Herftellung der Verbindung ift der Abfrageftöpfel S in die Klinke B^I einzuführen, um zu prüfen, ob das Gefpräch zuftande kommt. Der Hebel h des Fernhörers darf hierbei nur dann niedergedrückt werden, wenn der Beamte fich am Sprechverkehr beteiligen und zu diefem Zweck das Mikrophon einfchalten muß. Soll während des ganzen Gefprächs mitgehört werden, fo ift der Kontrollftöpfel C in die Klinke B^I einzufetzen; hierdurch wird an Stelle der Schlußklappe FK^I der Fernhörer F mit der Induktanzrolle g als Brücke eingefchaltet. Zur Herftellung der Verbindungswege für den Einzelleitungsbetrieb bei Störungen dienen die Stöpfel Q und R. Ift z. B. der a-Draht einer Doppelleitung unterbrochen, fo wird der Zwillingsftöpfel Q in die Klinken C und D derart eingefetzt, daß die Auffchrift „Draht a an Erde“ nach oben zeigt; ift der Draht dagegen durch Berührung, Nebenfchluß oder Erdfchluß geftört, fo wird der Zwillingsftöpfel R mit der nach oben zeigenden Auffchrift „Draht a ifoliert“ eingefetzt. Wenn der b-Draht geftört ift, fo werden die Stöpfel Q und R in finngemäßer Weife mit der nach oben gekehrten Auffchrift „Draht b an Erde“ oder „Draht b ifoliert“ benutzt. In jedem Falle wird durch die Stöpfelung der nicht geftörte Draht für den Betrieb als Einzelleitung auf die Fernklappe gefchaltet. Die Art der Bedienung bleibt unverändert. Die Anfchlußklappen und die Anker der Fernklappenelektromagnete find mit Kontaktvorrichtungen verfehen, welche beim Klappenfall bezw. bei Ankeranziehung den Stromkreis einer Ortsbatterie durch den an der Vorderfeite des Schrankes angebrachten Wecker W fchließen.

2. **Zentralen mit Vielfachumfchaltern.** Während bei den gewöhnlichen Klappenfchränken nur die Leitungen des eignen und der beiden benachbarten Schränke unmittelbar zugänglich find, können bei den Vielfachumfchaltern von jedem Arbeitsplatze aus Verbindungen mit fämtlichen Teilnehmern eines Vermittlungsamtes ohne Hilfe eines zweiten Beamten ausgeführt werden. Zu dem Zweck ift jede Leitung an fämtlichen Arbeitsplätzen entlang und an jeder Umfchalttafel an eine Klinke geführt. Zum Unterfchiede von den gewöhnlichen Klappen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchränken hat alſo eine Vielfachumſchalttafel nicht nur für jede ihrer Anrufklappen eine Klinke, ſondern es iſt in der Tafel auch für jede andre Anſchlußleitung des Amtes eine Klinke vorhanden. Die Klinken derjenigen Leitungen, welche nur durch die Umſchalttafel hindurchgeführt ſind, heißen Verbindungsklinken oder Vielfachklinken, die Klinken derjenigen Leitungen, welche in der Tafel auf Anrufzeichen liegen und zur Entgegennahme der Geſprächsanmeldungen dienen, dagegen Abfrageklinken. Wenn ein Anrufzeichen betätigt wird, ſo verſtändigt ſich der Beamte mit dem Teilnehmer, indem er in die Abfrageklinke mittels des einen Stöpſels eines Schnurpaares das Abfrageſyſtem einſchaltet; darauf ſtellt er die gewünſchte Verbindung durch Einſetzen des zweiten Stöpſels in die Verbindungsklinke der betreffenden Leitung her und ſchaltet ſtatt des Abfrageapparates das Schlußzeichen ein. Die Herſtellung einer Verbindung zwiſchen zwei Teilnehmerleitungen am Vielfachumſchalter iſt demnach einfach. Nur iſt eine beſondere Einrichtung erforderlich, mit deren Hilfe man an jedem Arbeitsplatze jederzeit leicht feſtſtellen kann, ob die verlangte Leitung bereits an einem andern Arbeitsplatze beſetzt oder ob ſie noch frei iſt. Zu dieſem Zwecke enthalten die Vielfachumſchalter ein zweites Syſtem von Leitungsdrähten, die Prüfdrähte. Je ein Prüfdraht verbindet die Metallkörper aller Hülſen der zu einer Leitung gehörenden Klinken gleicher Nummer; er iſt iſoliert, ſolange in dieſen Klinken kein Stöpſel ſteckt. Berührt man mit einem Stöpſel die Abfragevorrichtung einer Klinkenhülſe, ſo wird die Prüfleitung des betreffenden Anſchluſſes auf das Abfrageſyſtem geſchaltet. Dabei nimmt der Beamte im Fernhörer kein Geräuſch wahr, wenn die zu prüfende Anſchlußleitung frei iſt, d. h. wenn in keiner ihrer Klinken ein Stöpſel ſteckt. Iſt jedoch eine Klinke geſtöpſelt, die Anſchlußleitung alſo anderweit beſetzt, ſo nimmt der Strom der Prüfbatterie ſeinen Weg über die geſtöpſelte Klinkenhülſe durch die Prüfleitung zum Fernhörer des Abfrageſyſtems und ruft in dieſem ein knackendes Geräuſch hervor. Dieſes Geräuſch gibt alſo dem Beamten von dem Beſtehen einer anderweitigen Verbindung mit der verlangten Teilnehmerleitung Kenntnis. In die Umſchalter werden jetzt allgemein Schlußzeicheneinrichtungen eingebaut, die durch Anhängen des Fernhörers nach Schluß eines Geſprächs betätigt werden. Größere Aemter erhalten an Stelle der Anrufklappen u. ſ. w. kleine Glühlampen. Hinſichtlich der Form unterſcheidet man ſchrankförmige und tiſchförmige Vielfachumſchalter. Bei der jetzt allgemein üblichen Schrankform iſt die Klinkentafel ſenkrecht, bei der wieder aufgegebenen Tiſchform wagerecht angeordnet. Die oberirdiſch in das Amtsgebäude eintretenden Leitungen werden nahe der Einführungsſtelle an Blitzableiter und Sicherungen gelegt und von da in vieladrigen Gummikabeln zum Umſchaltegeſtell oder Hauptverteiler geführt. Die unterirdiſch eintretenden Leitungen enden an den Klemmen von Kabelendverſchlüſſen (vgl. Fig. 100 und 101), die ebenfalls am Hauptverteiler oder in deſſen unmittelbarer Nähe Platz erhalten. An dem Eiſengeſtell des Hauptverteilers ſitzen auf einer zweiten Reihe von Ebonitleiſten die Klemmen für die Zuführungen nach den Apparaten. Zwiſchen beiden Klemmenreihen, den Leitungs- und den Apparatklemmen, erfolgt die Verbindung mittels leicht auswechſelbarer iſolierter Drähte. Mit Hilfe dieſer Vorrichtung läßt ſich jede Anſchlußleitung auf eine beliebige Klinkennummer ſchalten. Von den Apparatklemmen des Hauptverteilers ſind die Leitungen in 42 adrigen Baumwollſeidenkabeln nach den Verbindungsklinken der erſten beiden Vielfachſchränke geführt. Auf jeden, 20 Klinken enthaltenden Klinkenſtreifen entfällt ein Kabel; zwei Kabeladern bleiben im Vorrat. Zur Verbindung der gleichnamigen Klinkenſtreifen in den einzelnen Schränken dienen 63 adrige Baumwollſeidenkabel, Klinkenkabel genannt, von denen immer drei Adern im Vorrat bleiben. Von den Klinken der letzten beiden Schränke verlaufen die Leitungen in 63 adrigen Baumwollſeidenkabeln (Rückführungskabeln) zu den Abfrageklinken und Anrufklappen. Dieſe Kabel endigen an einem Zwiſchenverteiler, und zwar ſind ſie auf den Fußboden herunter und dort in einem flachen Holzkanal auf oder unter dem Fußboden entlang zu ihrem Schranke geführt und darin an das untere Lötöſenbrett dieſes Zwiſchenverteilers gelegt. Von den Lötöſen des oberen Brettes führen feſte Drahtverbindungen nach den Abfrageklinken und Klappen. Zwiſchen den beiden Lötöſenbrettern wird die Verbindung durch leicht auswechſelbare, dreifachverſeilte Schaltdrähte hergeſtellt. Der Zwiſchenverteiler ermöglicht, im Bedarfsfalle einzelne Leitungen auf andre Arbeitsplätze umzulegen und ſo die Belaſtung auszugleichen. In Tafeln mit Parallelklinken ſind Rückführungskabel entbehrlich; die Verbindung der Leitungen mit ihren Anrufzeichen und Abfrageklinken geſchieht hier durch Abzweigung von den Vielfachklinken der Tafeln aus.

a) Zentralen mit Klappenſignalen und Ortsbatteriebetrieb.

Solche Zentralen haben mittleren Umfang und werden gewöhnlich mit Vielfachumſchaltern einfachſter Form mit einem Arbeitsplatz ausgerüſtet. Folgende Type der deutſchen Reichstelegraphie hat ſich ſeit Jahren bewährt; ſie verwendet Klappen als Anruſſignale und automatiſch wirkende Galvanoſkope oder Schauzeichen als Ueberwachungs- und Schlußſignale. Ein ſolcher Umſchalter wird durch Fig. 52 in Vorderanſicht und durch Fig. 53 im Schnitt veranſchaulicht. Die oben befindliche Klinkentafel bietet in zehn Feldern Raum für 1000 Vielfach- oder Verbindungsklinken für Anſchlußleitungen und erhält darunter in einer Reihe 40 Klinken für beſondere Zwecke, z. B. für Verbindungsleitungen nach Aemtern desſelben Ortes oder ſeiner Vor- und Nachbarorte, und unterhalb dieſer 100 Abfrageklinken für die am Schranke endigenden 100 Anſchlußleitungen. Dann folgt das wagerechte Stöpſelbrett mit 14 Paar Stöpſeln *A S*, *V S*, deren Schnüre im unteren Teile des Schrankes durch Rollgewichte ſtraff gehalten werden. Hinter den Stöpſeln ſind die zugehörigen Schlußzeichenapparate SZ^1 und SZ^2 eingebaut. Unterhalb des Stöpſelbretts liegen in fünf Reihen die 100 Anrufklappen der zu den Abfrageklinken gehörenden Leitungen. Auf dem unteren wagerechten Schlüſſelbrett ſieht man die mit den Schnurpaaren verbundenen 14 Sprechumſchalter *H* und in der Mitte eine Rückruftaſte *T*. An jedem Umſchalteſchrank befindet ſich nur ein Arbeitsplatz; die Stöpſelſchnüre ſind aber ſo lang bemeſſen, daß auch die Klinken der beiden Nachbarſchränke noch erreicht werden können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

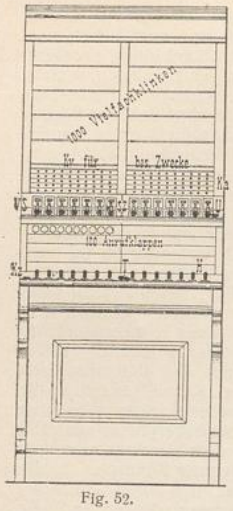


Fig. 52.

Es braucht deshalb nicht jeder Schrank fämtliche Leitungen in feinem Klinkenfelde zu haben, vielmehr genügt es, an dem einzelnen Schranke die Hälfte der in das Amt eingeführten Leitungen auf Verbindungsklinken zu legen. Die Aufnahmefähigkeit des Amtes beträgt dann 2000 Anfchlußleitungen. Wenn erforderlich, läßt fich ftatt des zweiteiligen auch ein dreiteiliges Klinkenfeld verwenden, indem das ganze Klinkenfeld immer auf drei Schränke verteilt wird; hierdurch kann die Aufnahmefähigkeit eines Amtes auf 3000 Anfchlüffe erhöht werden. Nach Erfordernis kann die Klinkentafel auch für 1600 Klinken eingerichtet werden, wodurch fich das Aufnahmevermögen des Amtes auf 3200 bezw. 4800 Anfchlußleitungen fteigern läßt. Fig. 54 veranfchaulicht die Aufteilung der Vielfachumfchalter und der Verbindungsklinken in einem zweiteiligen Klinkenfelde. Die Schränke 1—7 können mit 700 Anfchlußleitungen belegt werden. Dementfprechend befteht das Klinkenfeld aus 700 Verbindungsklinken. Davon enthält Schrank 1, wie aus den fchraffierten Feldern erfichtlich ift, das erfte, zweite, fünfte und fechfte Hundert, Schrank 2 das dritte, vierte und fiebente Hundert. Ebenfo ift das Klinkenfeld auf die Schränke 3 und 4 u. f. w. verteilt. Kommen fpäter weitere Schränke hinzu, fo wird das Klinkenfeld durch Einfetzen der betreffenden Hunderter vervollftändigt. Die Klinke des Vielfachumfchalters befteht aus einem Meffingkörper *M* (Fig. 55), einer blattförmigen Klinkenfederauflage *A* aus Neufilber und einer kürzeren fowie einer längeren neufilbernen Klinkenfeder F^1 bezw. F^2. Die Feder F^1 berührt in der Ruhelage mit einem Platinftiftchen ein auf die Auflage aufgelötetes Platinplättchen, von der Klinkenfeder F^2 wird fie durch ein in letztere eingelaffenes Ebonitknöpfchen getrennt. Mit den Fortfätzen der Klinkenfederauflage und der kürzeren Klinkenfeder werden der ankommende und abgehende *a*-Draht der Leitung, mit dem Fortfatze der längeren Klinkenfeder der ankommende

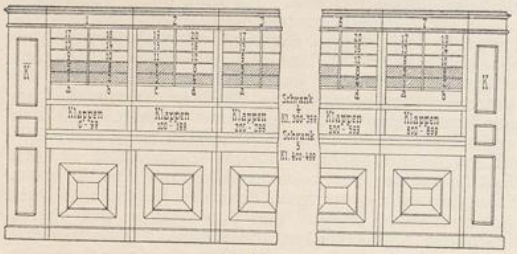


Fig. 54.

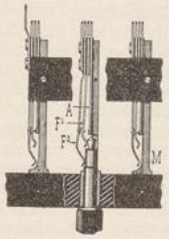


Fig. 55.

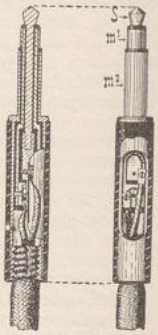
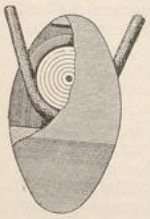


Fig. 56.

und der abgehende *b*-Draht der Leitung und mit dem Fortfatze der Klinkenhülfe der Prüfdraht verbunden. Wird ein Stöpfel in die Klinke eingefetzt, fo wird die kürzere Klinkenfeder von der Auflage abgehoben und mit der birnenförmigen Stahlfpitze *S* des Stöpfes (Fig. 56) verbunden, während die längere Klinkenfeder mit dem mittleren Meffingzylinder m^1 und die Klinkenhülfe mit dem unteren Meffingzylinder m^2 des Stöpfels in Berührung tritt. Durch Einfetzen eines Stöpfels in eine Klinke wird alfo der Stromweg nach der zugehörigen Anrufklappe hin nur im *a*-Drahte unterbrochen und mit dem *a*-Drahte der Stöpfelfchnur verbunden, der *b*-Draht des Syftems wird dagegen nicht unterbrochen, alfo in feiner ganzen Länge auf den *b*-Draht der Stöpfelfchnur gefchaltet. Der untere Stöpfelteil m^2 ift mit der *c*-Ader der Stöpfelfchnur verbunden. Zum Spannen der Stöpfelfchnüre dienen Meffingrollen mit Bleigewichten (Fig. 57); letztere find plattenförmig ausgebildet und an den Kanten zugefchärft, damit fie in den Schränken wenig Platz einnehmen und einander in der Bewegung nicht hindern. Je 20 Klinken find mit dem zylinderförmigen Teile der Klinkenhülfen in eine Hartgummifaffung eingefetzt und bilden mit diefer einen Klinkenftreifen. Die Hartgummifaffung trägt auf der äußeren Seite neben den Klinkenlöchern deren Nummerbezeichnung. Von den Abfrageklinken find nur je zehn Stück in einen Hartgummiftreifen eingefetzt. Die Anrufklappen entfprechen der durch Fig. 20 und 21 dargeftellten Konftruktion, haben jedoch nur 150 Ohm Widerftand und werden zu Sätzen von je zehn Stück auf einer gemeinfamen Metallfchiene vereinigt. Die Klappen find mit einer blattförmigen Kontaktfeder für den Weckerftromkreis ausgerüftet und tragen auf der Innenfeite der Fallklappe fchwarze Nummern auf weißem


Fig. 57.

Grunde. Schlußzeichen und Wechſelſtromanzeiger entſprechen in ihrer Einrichtung den durch Fig. 24—26 dargeſtellten Typen.

Stromlauf und Betrieb der Anſchlußleitungen (Fig. 58). Die von den Sprechſtellen z. B. $T1$ und $T202$ kommenden Anſchlußleitungen endigen bei der Vermittlungsanſtalt am Umſchaltgeſtell oder Hauptverteiler Vh. Von da führt der a-Draht über die kurzen Federn und Auflager ſämtlicher Verbindungsklinken Kv der Nummern 1 bezw. 202 zum Zwiſchenverteiler Vz und weiter über die Abfrageklinke Ka zur Anrufklappe AK; von hier läuft der b-Draht auf dem gleichen Wege zum Hauptverteiler Vh zurück. Eine dritte Drahtverbindung beſteht zwiſchen den Klinkenhülſen ſämtlicher zu einer Leitung gehörigen Klinken. Bei der Einzelleitung $T202$ liegt der b-Draht des Syſtems im Hauptverteiler an Erde, ebenſo wie bei der Sprechſtelle $T202$. Wird eine Klinke geſtöpfelt, ſo iſt ſtets der a-Draht, infolge Abhebens ſeiner Feder vom Auflager, nach der Klappe hin unterbrochen. Der b-Draht wird dagegen nur bei Stöpſelung der erſten Klinke jeder Leitung unterbrochen, die Klinken der Schränke 1 und 2 haben zwei Trennkontakte, damit bei Fernverbindungen, welche nur an dieſen Schränken ausgeführt werden, auch der b-Draht des Syſtems abgeſchaltet iſt.

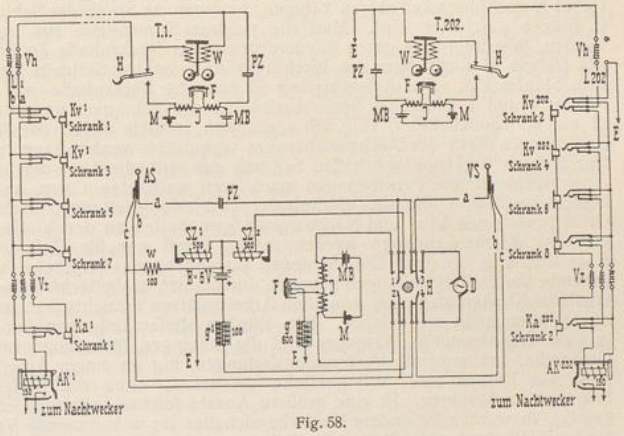


Fig. 58.

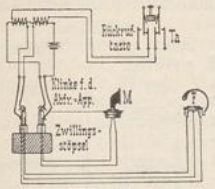


Fig. 59.

Als Abfrageapparate dienen Kopffernhörer und Bruſtmikrophone; ſie werden mittels einer fünfadrigen Schnur mit Zwillingsſtöpſel (Fig. 59), der in eine Doppelklinke eingeſetzt wird, mit dem Umſchalteſchrank verbunden. Die Hülſe dieſer Doppelklinke iſt über eine Droſſelſpule g (Fig. 58) von 600 Ohm mit Erde verbunden (in Fig. 59 nicht mitgezeichnet). Die Einſchaltung der Abfrageapparate in ein Schnurpaar erfolgt durch Umlegen des Sprechumſchalters H nach dem Beamten hin (Stellung c Fig. 60), wodurch die Federn 1 und 2 an die äußeren Kontakte gelegt werden (Fig. 58). Beim Anruf von außerhalb durchläuft z. B. der vom Teilnehmer $T1$ durch Kurbeldrehen gegebene Weckſtrom ſämtliche Klinken der Leitung L_1 und die Klappe AK^1, ſo daß dieſe abfällt. Zum Abfragen wird der Abfrageſtöpſel AS eines Schnurpaares in die Klinke Ka^1 eingeſetzt und der zugehörige Umſchalter H nach vorn angelegt. Dann iſt der a-Draht der Leitung L_1 über die Stöpſelſpitze mit dem a-Draht der Schnur und der b-Draht der Leitung über den Stöpſelhals mit dem b-Draht der Schnur verbunden. Somit iſt die Leitung auf Abfrageapparat geſchaltet, der über die Federn 1 und 2 von H zwiſchen der a- und b-Ader der Schnur liegt. Zugleich hat die Klinkenhülſenleitung über die Hülſe der Klinke Ka^1 Verbindung mit dem c-Draht der Schnur, von welchem ein Stromweg durch den Widerſtand w von 100 Ohm und die Schlußzeichenbatterie B von 6 Volt zur Erde führt. Wird z. B. die Sprechſtelle $T202$ verlangt, ſo iſt zunächſt zu prüfen, ob dieſe Leitung frei iſt. Man berührt zu dieſem Zwecke die nächſte Klinkenhülſe der Leitung 202 mit der Spitze des Verbindungsſtöpfels VS. Steckt in irgendeiner andern Klinke dieſer Leitung ſchon ein Stöpſel, ſo hat die Klinkenhülſenleitung auf dem vorbeſchriebenen Wege Verbindung mit der geerdeten Schlußzeichenbatterie, und letztere ſendet nun Strom über die Stöpſelſpitze von VS, den a-Draht der Schnur, den Umſchalter H (Feder 3 und inneren Kontakt, Feder 1 und äußeren Kontakt) und die erſte Hälfte der Induktionsrolle J zum Fernhörer F und von deſſen Wicklungsmitte durch die Induktanzrolle g von 600 Ohm zur Erde. Infolgedeſſen vernimmt man im Fernhörer beim Anlegen der Stöpſelſpitze an die Klinkenhülſe ein Knacken. Bleibt das Knacken dagegen aus, ſo iſt dies ein Zeichen, daß die geprüfte Klinke keine Verbindung mit der Batterie hat, die Leitung alſo frei iſt. Zur Herſtellung der Verbindung wird dann der Stöpſel VS in die geprüfte Klinke eingeſetzt und die Sprechſtelle durch Umlegen des Hebels H nach hinten angerufen. Dabei fließt der Wechſelſtrom des Polwechſlers oder Magnetinduktors D über die Federn 3 und 4 von H, welche die äußeren Kontakte berühren, über den a- und b-Draht der Schnur in die Leitung und durch den Wecker der Sprechſtelle. Beim Loslaſſen geht der Hebel H von ſelbſt in die Mittellage (Durchſprechſtellung b, Fig. 60). Alsdann ſendet die Schlußzeichenbatterie B Strom durch das Schauzeichen SZ^2 und über den Wecker der Sprechſtelle 202 zur

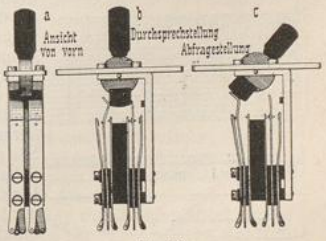


Fig. 60.

Erde, das Schauzeichen ſpricht an. Sobald aber der Teilnehmer 202 den Fernhörer vom Haken nimmt und dadurch die Leitung vom Wecker auf den Sprechapparat ſchaltet, ſtößt der Batterieſtrom bei der Sprechſtelle auf die für ihn undurchläſſigen Polariſationszellen PZ; das Schauzeichen SZ^2 verſchwindet und zeigt hierdurch an, daß das Geſpräch begonnen hat. Ebenſo wie durch das Schauzeichen SZ^2 nach der Sprechſtelle $T202$ kann die Schlußzeichenbatterie durch das Schauzeichen SZ^1 Strom nach der Sprechſtelle $T1$ ſenden. Wenn nach Beendigung des Geſprächs beide Teilnehmer den Hörer anhängen und dadurch die Polariſationszellen aus dem Stromwege ausſchalten, fließt der Batterieſtrom durch beide Schauzeichen nach den Sprechzellen, und es erſcheinen beide Schlußzeichen, worauf die Verbindung getrennt wird. Zum Mithören iſt der Hebel H in Abfrageſtellung zu bringen, wodurch an Stelle der Schlußzeichen das Abfrageſyſtem in Brücke geſchaltet wird. Muß die rufende Sprechſtelle aus irgendeinem Grunde geweckt werden, ſo erfolgt dies durch Niederdrücken der Rückruftaſte Ta (Fig. 59). Bei Abfrageſtellung des Hebels H fließt dann der Weckſtrom nach beiden Stöpſeln hin, bei Rufſtellung nur nach dem Stöpſel VS. Das Abfrageſyſtem iſt über die Rückruftaſte mit den äußeren Kontakten der Federn 1 und 2 ſämtlicher Sprechumſchalter des Schrankes verbunden. Für je zwei Schränke iſt ein Platzumſchalter U (Fig. 52) vorhanden, mittels deſſen das Abfrageſyſtem auch mit den Sprechumſchaltern des Nachbarſchrankes verbunden werden kann, wenn dieſer in den Stunden ſchwächeren Verkehrs vom erſten Schrank aus mitbedient werden muß.

Während die Fernleitungen nach weit entfernten Orten an beſonderen Fernſchränken bedient werden, erfolgt der Betrieb der Verbindungsleitungen nach andern Aemtern desſelben Ortes ſowie nach Vor- und Nachbarorten gewöhnlich an den Vielfachumſchaltern für den Ortsverkehr. Solche Leitungen werden in der Regel nur für Geſpräche einer Richtung benutzt. Die Leitungen für abgehende Geſpräche, abgehende Verbindungsleitungen genannt, durchlaufen in Vielfachſchaltung ſämtliche Klinkentafeln, um von allen Arbeitsplätzen erreichbar zu ſein, liegen aber nicht auf Klappe. Die Klinken dieſer Leitungen haben je zwei Trennkontakte. Dagegen ſind die Leitungen für ankommende Geſpräche, ankommende Verbindungsleitungen, nur an einem Arbeitsplatz auf Klappe und Abfrageklinke geſchaltet, ohne die übrigen Schränke zu berühren. Iſt eine größere Anzahl ſolcher Leitungen eingeführt, ſo werden beſondere Vielfachumſchalter für ankommende Verbindungsleitungen aufgeſtellt. Die Schaltung einer Verbindungsleitung bei den Aemtern I und II zeigt Fig. 61. Bei Amt I, wo die Leitung abgehend betrieben wird, endigt der b-Draht iſoliert an der letzten Klinke Kv, während der a-Draht über ein Relais R zur Erde geführt iſt. Das Relais und die mit ihm verbundene Batterie B^1 ſollen erkennbar machen, ob die Leitung beim Amt II beſetzt iſt. Steckt daſelbſt nämlich der Stöpſel AS in der Klinke Ka, ſo liegt die geerdete Schlußzeichenbatterie des Amtes II am a-Draht, ihr Strom findet beim Amt I durch das Relais hindurch Erde, der Relaisanker wird angezogen und legt die Batterie B^1 an die Klinkenhülſenleitung. Die Prüfung auf Beſetztſein ergibt dann ein Knacken im Fernhörer.

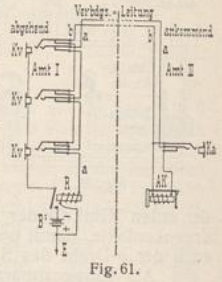


Fig. 61.

Denkt man ſich drei der vorbeſchriebenen kleinen Vielfachſchränke nebeneinander geſtellt und zu einem Schranke vereinigt, jedoch mit einem Klinkenfelde von doppelter Höhe, ſo ergibt ſich ein großer Vielfachumſchalter mit drei Arbeitsplätzen. Die Aufnahmefähigkeit beträgt zumeiſt 6000 Vielfachklinken, und zwar iſt jede Tafel mit den Vielfachklinken ſämtlicher in das Amt eingeführten Leitungen belegt. Jedoch ſind nur 200 Anrufklappen vorhanden, auf jeden Arbeitsplatz entfallen alſo 66 bezw. 67 Anſchlüſſe.

b) Zentralen mit Glühlampenſignalen und Zentralbatteriebetrieb.

Bei der Neueinrichtung größerer Fernſprechzentralen wird jetzt allgemein dem Zentralbatteriebetrieb der Vorzug gegeben. Das Charakteriſtiſche dieſes Syſtems beſteht darin, daß die Stromquellen für den Anruf des Amtes und für die Mikrophone der Abonnenten nicht bei den Teilnehmerſtellen, ſondern als gemeinſchaftliche Batterie bei dem Vermittlungsamte aufgeſtellt ſind. Die Vielfachumſchalter für Zentralbatterien haben entweder dreidrähtige Syſtemleitungen, indem zu den beiden Aeſten der Anſchlußleitung noch die Prüf- und Signalleitung hinzutritt, oder ſie haben zweidrähtige Syſtemleitungen, wobei der b-Draht über die Klinkenhülſen geführt iſt und für Prüf- und Signaliſierzwecke mitbenutzt wird. Der von Siemens & Halske mit letzterer Schaltung hergeſtellte ſchrankförmige Vielfachumſchalter für Zentralbatterie wird durch Fig. 62 von vorn und durch Fig. 63 im Schnitt dargeſtellt. Bei einer Höhe von 1,7 m hat er

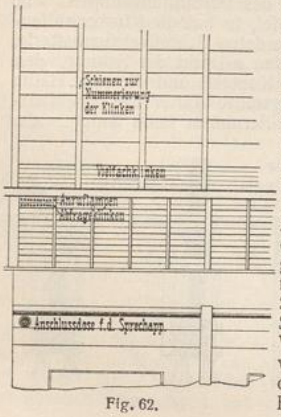


Fig. 62.

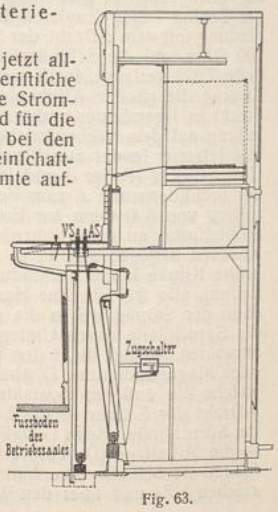


Fig. 63.

ein Faſſungsvermögen von 10000 Anſchlußleitungen. Umſchalter mit größerer Aufnahmefähigkeit ſind entſprechend höher. Die Klinkentafel enthält in der Richtung von links nach rechts nebeneinander zehn Abteilungen und in jeder Abteilung Raum für 10·5 Klinkenſtreifen oder 1000 Vielfachklinken. In Fig. 62 ſind nur der erſte und ein Teil des zweiten Arbeitsplatzes gezeichnet. Da man vom erſten Arbeitsplatz der Reihe aus die Vielfachklinken über dem dritten Arbeitsplatz nicht erreichen kann, ſo muß links neben dem erſten Schrank ein Anſatzſchrank mit den Abteilungen der Vielfachklinken des dritten Platzes aufgeſtellt werden. Ebenſo findet am rechten Ende der Schrankreihe ein Anſatzſchrank mit den Klinken des erſten Arbeitsplatzes Aufſtellung. Als Anruf und Schlußzeichen dienen Glühlampen. Die Anruflampen und Abfrageklinken ſind unterhalb der Vielfachklinken auf fünf Abteilungen verteilt und ſo in Reihen zu zehn angeordnet, daß unter jeder Lampe die zugehörige Klinke liegt. Auf dem Stöpſelbrett (Fig. 64) jedes Arbeitsplatzes ſtehen 15 Stöpſelpaare AS, VS mit Schnüren und Rollgewichten. Entſprechend der Schnurlänge muß, damit die Gewichte frei hängen, unter dem Fußboden ein Bewegungsraum von 30 cm Höhe vorhanden ſein, von 60 cm bei höheren Schränken von mehr als 10000 Anſchlüſſen. Das Gewicht der Schnur AS iſt zugleich mit einem Zugſchalter verbunden und betätigt dieſen beim Anheben des Stöpſels. Neben jedem Stöpſelpaar liegen zwei in das Schnurpaar geſchaltete Glühlampen: die Schlußlampe, welche mit den Stromwegen des Abfrageſtöpſels und die Ueberwachungslampe, welche mit den Stromwegen des Verbindungsſtöpſels zuſammenhängt. Endlich gehört zu jedem Schnurpaar ein Ruf- und Sprechumſchalter. Die Anſchlußleitungen laufen vom Hauptverteiler Vh (Fig. 65) zum Vorſchaltegeſtell, deſſen Klinken Kv^{I} Kv^{II} u. ſ. w. je zwei Trennkontakte haben. Von da geht der a-Draht über die Federn, der b-Draht über die Hülſen der Vielfachklinken zu dem Anrufrelais AR. Dieſes Relais hat einen Kipphebelanker, deſſen eine Hälfte ein aufgenietetes Gewicht trägt und dadurch niedergehalten wird. Die beiden Relaisrollen von 150 und 800 Ohm ſind entgegengeſetzt gewickelt; jene iſt mit dem b-Draht und dem +-Pol der Zentralbatterie, ZB von $2 \cdot 12 = 24$ Volt Spannung, dieſe mit dem —-Pol und dem a-Draht verbunden. Den Stromkreis unterbricht aber bei der Sprechſtelle der Kondenſator von zwei Mf. (vgl. Fig. 46). Wird bei der Sprechſtelle 1 der Fernhörer vom Haken genommen und dadurch der Kontakt am Hakenumſchalter geſchloſſen, ſo entſteht daſelbſt ein neuer Stromweg aus der Leitung a über das Mikrophon und durch die eine Wicklung der Induktionsrolle nach der Rückleitung b. Der Strom aus ZB beginnt zu fließen vom +-Pol durch die kleine Wicklung von AR^{1} nach dem b-Draht zur Sprechſtelle 1 und zurück über den a-Draht und durch die hohe Wicklung von AR^{1} zum —-Pol. Dabei überwiegt die Wirkung der 800 Ohmwicklung, ſo daß der Relaisanker kippt und den Stromkreis der Anruflampe Al^{1} ſchließt, dieſe leuchtet auf, gleichzeitig auch die beſonders in die Augen fallende gemeinſchaftliche Platzlampe Pl^{1}. Hierauf wird zum Abfragen der Stöpſel AS in die Klinke Ka^{1} eingeführt. Dadurch erhält die 150 Ohmwicklung über die b-Ader der Schnur, die mit der Batteriemitte über g^{1} verbunden iſt, einen ſo ſtarken Stromzuſchuß, daß nun ihre Wirkung überwiegt und der Relaisanker in die Ruhelage zurückgeht, zumal gleichzeitig das Schlußrelais SR^{1} (80 Ohm) der Relaiswicklung von 800 Ohm parallel geſchaltet wird und dieſer den Hauptſtrom entzieht. Die Lampen erlöſchen und der Beamte bringt den Sprechumſchalter H in die Abfrageſtellung. Wird z. B. die Sprechſtelle 2 verlangt, ſo prüft der Beamte durch Anlegen der Spitze von VS an die nächſte Klinkenhülſe der Leitung 2, ob dieſe frei iſt. Zu dieſem Zwecke hat der Kopffernhörer F eine beſondere Prüfſpule, die einerſeits über MH und H am a-Draht der Schnur liegt, anderſeits über die Polariſationszelle PZ und die Induktanzrolle g^{2} von 300 Ohm geerdet iſt. Da der +-Pol der Batterie ZB an Erde liegt und in der Ruhe zugleich mit der Hülſenleitung verbunden iſt, ſo ertönt das Knacken im Fernhörer nur dann, wenn eine Klinke der geprüften Leitung geſtöpſelt iſt und dadurch ihre Hülſe über die b-Ader der Schnur Verbindung mit der Batteriemitte hat. Bei freier Leitung ſteckt der Beamte den Stöpſel VS in die Klinke Kv^{2} ein und bringt den Umſchalter H in Ruffſtellung, aus der er von ſelbſt in die Durchſprechſtellung zurückgeht. Beim Rufen fließt Wechſelſtrom von 50—75 Volt aus der Rufmaſchine D in die Doppelleitung 2 und bei der Sprechſtelle über den Kondenſator und den

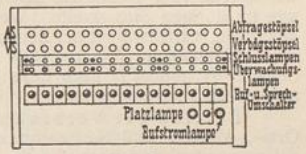


Fig. 64.

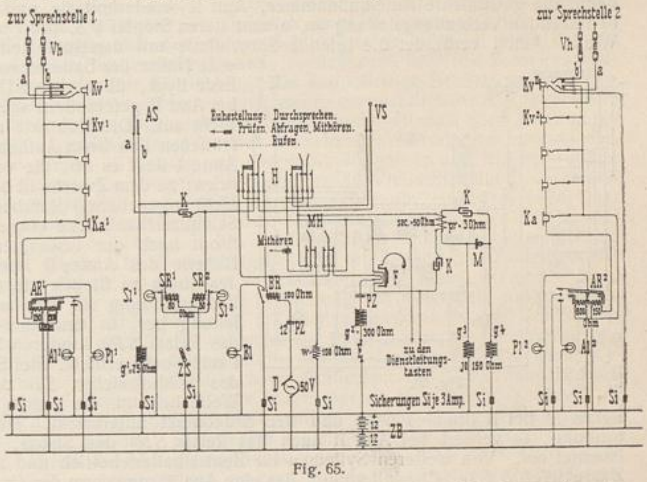


Fig. 65.

Wecker. Während der Stromgebung leuchtet die Ruflampe Bl des Arbeitsplatzes auf, da ihr Stromkreis durch das Relais BR geschlossen wird. Ein geringer Teil des Rufstroms durchfließt das Relais AR^2, dieses spricht aber nicht an, weil die Batterie ZB über w, den mit H vereinigten Umschalter MH, H, VS, Hülsenleitung Kv^2 und 150 Ohm Wicklung von AR^2 geschlossen ist und so der Anker festgehalten wird. Durch das Hochheben des Stöpsels AS wird der Zugschalter ZS geschlossen und dadurch der —-Batteriepol an die Schlußlampen Sl^1 und Sl^2 gelegt. Nach dem Einsetzen des Stöpsels AS in die Klinke Ka^1 leuchtet aber die Lampe Sl^1 nicht auf, weil der Batteriestrom über das Relais SR^1 zur Sprechstelle fließt und der Relaisanker daher den Lampenkreis unterbricht. Dagegen leuchtet die Lampe Sl^2 beim Einsetzen von VS in Kv^2, solange der Weg für Gleichstrom bei der Sprechstelle 2 durch den Kondensator verriegelt ist. Beim Abnehmen des Hörers beginnt der Strom auch nach der Stelle 2 zu fließen, das Relais SR^2 zieht seinen Anker an und die Lampe Sl^2 erlischt. Die miteinander verbundenen Sprechstellen 1 und 2 erhalten den Mikrophonspeisestrom aus der Zentralbatterie zum Teil über die Relais SR^1, SR^2 sowie über g^1, zum Teil über die Anrufrelais AR^1, AR^2, dabei fließt auf der Strecke vom +-Pol der Batterie bis zu jeder gestöpselten Klinke etwa doppelt soviel Strom wie im übrigen Stromkreise. Wenn nach Schluß des Gesprächs beide Teilnehmer den Hörer anhängen, verschwindet der Zentralbatteriestrom, die Anker der Schlußzeichenrelais fallen ab und die Schlußlampen Sl^1 und Sl^2 leuchten auf. Zum Mithören einer Verbindung werden die Schalter H und MH nach links gelegt, wodurch das Abfragesystem parallel zu den Schlußzeichenrelais eingefügt wird.

Betrieb der Verbindungsleitungen. Die abgehenden Verbindungsleitungen des Orts-, Vororts- und Nachbarortsverkehrs laufen in Vielfachschaltung durch die Schränke, die ankommenden sind nach Fig. 66 fest je mit einem Stöpsel VS verbunden, während Abfrageklinken und Abfragestöpsel fehlen. Die Beamten beider Aemter verständigen sich durch eine Dienstleitung. Wird eine Verbindung mit Amt II verlangt, so schaltet der Beamte von Amt I seinen Abfrageapparat durch Tastendruck auf die Dienstleitung und bringt dadurch gleichzeitig die Lampe DL bei Amt II zum Glühen, falls die Leitung nicht auf Abfrageapparat liegt. Er nennt die gewünschte Anschlußnummer, Amt II wiederholt sie und gibt die Nummer der zu benutzenden Verbindungsleitung an, nimmt deren Stöpsel VS, prüft und verbindet in bekannter Weise. Amt I verbindet die rufende Sprechstelle mit derselben Leitung. Infolgedessen ist die erste Hälfte der Batterie von Amt I, deren +-Pol an Erde liegt, über den b-Draht und das Relais SR^1 bei Amt II geschlossen; die Lampe Sl^1 leuchtet daher nicht auf. Die Kontakte u und u^1 des Zugschalters schließen sich beim Aufheben des Stöpsels VS. Dem Amte I liegt es ob, die verlangte Sprechstelle anzurufen; zu dem Zwecke ist bei Amt II ein (in der Figur nicht angegebenes) Rufübertragungsrelais parallel zur Schlußzeichenbrücke eingeschaltet. Den Mikrophonstrom nach der verlangten Sprechstelle sendet die Batterie des Amtes II über das Relais R. Beginnt der Strom zu fließen, so stellt der Relaisanker eine Erdverbindung für den a-Draht der Verbindungsleitung her, in den nun die Batterie von I durch das Relais SR^2 hindurch Strom senden kann. Die Lampe bei I erlischt. Bei Schluß des Gesprächs wird das Schlußzeichen Sl^1 des Amtes I in bekannter Weise betätigt, die Lampe Sl^2 leuchtet auf, weil das Relais R bei II stromlos wird und den Erdkontakt unterbricht. Trennt dann Amt I die Verbindung, so verliert bei Amt II auch das Relais SR^1 den Strom, und die Schlußlampe Sl^1 leuchtet auf. Von weiteren Systemen für Zentralbatteriebetrieb sind zu nennen das System von Zwietusch & Cie., Charlottenburg, das eine Ausführungsform des Common-Battery-Systems der Western Electric Company darstellt, das System der Deutschen Telephonwerke, das System von Ericson & Cie. und das System von Kellogg [1].

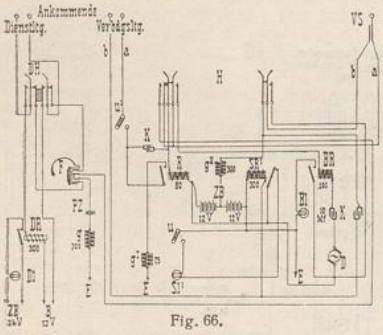


Fig. 66.

c) Die Umschalter für den Fernverkehr.

Es kommen besondere Fernschränke oder Fernumschalter zur Verwendung, die dem betreffenden System für den Ortsverkehr angepaßt werden müssen. Gewöhnlich werden auf einen Schrank oder Arbeitsplatz höchstens vier Fernleitungen geschaltet. Bei größeren Zentralen besteht zur Entgegennahme von Anmeldungen auf Ferngespräche seitens der Teilnehmer eine besondere Dienststelle, „das Meldeamt“ und die Verbindung der Anschlußleitungen mit den Fernumschaltern erfolgt ausschließlich an einem den übrigen Ortsumschaltern vorgeschalteten Umschalter mit doppelten Trennkontakten, so daß während des Ferngesprächs der übrige Teil der Ortssystemleitung vollständig abgeschaltet ist. Näheres [1].

3. **Zentralen mit Unterämtern.** An den Vielfachumschaltetafeln lassen sich im Bereich eines Arbeitsplatzes bis 20000, höchstens bis 25000 Vielfachklinken unterbringen. Sollen mehr Anschlüsse in eine Zentrale eingeführt werden, so ist es notwendig, das Klinkenfeld in zwei oder mehrere Teile zu zerlegen und für jede Unterabteilung besondere Arbeitskräfte zur Bedienung anzustellen.

a) Unterämter nach Kellogg. Kellogg in Chikago teilt die Zentralen in zwei Unterämter A und B, welche beide mit Vielfachumschaltern ausgerüstet werden. Die eine Hälfte Leitungen geht zunächst zu den Vielfachumschaltern des Unteramtes A. Hier durchläuft jede Leitung sämtliche Verbindungsklinken sowie eine Abfrageklinke mit der zugehörigen Anrufklappe;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſie geht dann zu einer Abfrageklinke und Anrufklappe in einer Umſchaltetafel des Unteramtes *B*. Die andre Hälfte der Leitungen geht in entſprechender Weiſe zunächſt zu den Vielfachumſchaltern des Amtes *B* und dann weiter zum Unteramte *A*. Die Anrufklappen ſind polariſiert und zwar ſprechen die Klappen des einen Unteramtes nur auf poſitive Ströme und die des andern nur auf negative Ströme an. Will ein Teilnehmer des Unteramtes *A* mit einem Teilnehmer desſelben Unteramtes ſprechen, ſo ſchickt er poſitiven Strom in die Leitung, auf welchen die Anrufklappe ſeiner Leitung im Unteramte *A* anſpricht, wogegen die Anrufklappe im Unteramte *B* nicht betätigt wird. Will der Teilnehmer des Unteramtes *A* dagegen einen Teilnehmer des Unteramtes *B* ſprechen, ſo muß er negativen Strom in die Leitung ſchicken und dadurch ſeine Klappe im Unteramte *B* betätigen. Bei einer ſolchen Anordnung hat alſo in einer Zentrale für 40000 Leitungen jeder Beamte höchſtens 20000 Verbindungsklinken wie bei den jetzigen großen Umſchaltetafeln zu bedienen.

b) Unterämter mit automatiſchem Anruf nach dem Syſtem der Deutſchen Telephonwerke. Dem Syſtem liegt ein Betriebsverfahren zugrunde, das im Jahre 1900 zuerſt von dem ſchwediſchen Ingenieur Avén in Stockholm angewendet worden iſt. Die Zentrale wird in zwei Abteilungen zerlegt, deren eine, das Verteileramt, die Anrufzeichen, Abfrageklinken und Abfrageklinken und Abfrageſtöpſel, die andre dagegen, das Verbindungsamt, die Umſchalter, Vielfachklinkenfelder und Verbindungsſtöpſel enthält. Ruft ein Teilnehmer an, ſo erſcheint das Anrufzeichen in einem der Verteilerſchränke; die Beamtin hebt einen Stöpſel an, bei welchem ein Freiſignal die zu der Schnur gehörige Beamtin unbeſchäftigt kennzeichnet, und ſteckt ihn in die Klinke der rufenden Leitung. Bei Anheben des Stöpſels wird automatiſch ein Anrufübertragungsrelais bei der betreffenden Abfragebeamtin betätigt, dieſe ſchaltet ſich durch ihren Sprechumſchalter in die Leitung ein, fragt ab und verbindet. In dem Moment des Abhebens des Stöpſels am Verteilerſchrank wird gleichzeitig die betreffende Verbindungsbeamtin in ſämtlichen zu ihr führenden Leitungen als beſetzt gekennzeichnet, ſo daß weitere Anrufe an dieſe Beamtin nicht übertragen werden können. In dem Augenblicke, wo die Abfragebeamtin den Hebel ihres Sprechumſchalters in die Ruhelage zurückſtellt, wird ſie in ſämtlichen zu ihr gehörenden Leitungen wieder frei gemeldet. Sie kann an dem doppelten Schlußſignal beobachten, ob die Teilnehmer ihr Geſpräch beendet haben und hat dann die Trennung vorzunehmen. Gleichzeitig mit den beiden Schlußſignalen erſcheint auch das als Schlußſignal dienende Anrufzeichen im Verteilerſchrank, ſo daß auch hier die Trennung vorgenommen werden kann. Eine beſondere Einrichtung, die doppelſeitige Beſetztkontrolle, verhindert, daß zwei oder mehrere Verteilerbeamtinnen gleichzeitig ein und dieſelbe Abfragebeamtin anrufen. Von den Abfrageplätzen führen abgehende Verbindungsleitungen nach allen Abteilungen des Verbindungsamtes, ferner Dienſtleitungen für den Verkehr der Beamtinnen miteinander. Jede Beamtin des Verbindungsamtes iſt ſtändig mit ihrem Kopffernhörer und Bruſtmikrophon in eine Dienſtleitung eingeſchaltet, die mehrere Abfrageplätze in Vielfachſchaltung durchläuft und daſelbſt auf Taſte (ſtatt auf Klinke) liegt. Will die Abfragebeamtin eine vom Teilnehmer gewünſchte Verbindung ausführen, ſo drückt ſie die Taſte einer Dienſtleitung nach der betreffenden Verbindungsabteilung, alſo der vierten, wenn z. B. Nr. 35670 verlangt iſt, da jede Unterabteilung nur bis zu 10000 Leitungen erhält. Die Verbindungsbeamtin wiederholt die ihr mitgeteilte Nummer und fügt die Nummer der zu benutzenden Verbindungsleitung hinzu, indem ſie deren Einſchnurſtöpſel hebt und damit die gewünſchte Anſchlußleitung auf Beſetztſein prüft. Iſt die Leitung beſetzt, ſo hat ſie dies der Abfragebeamtin mitzuteilen; andernfalls wird der Stöpſel ohne weiteres in die Vielfachklinke eingeſteckt, während die Abfragebeamtin gleichzeitig den rufenden Teilnehmer auf die Klinke der Verbindungsleitung ſtöpſelt. Das Anrufen der verlangten Sprechſtelle erfolgt am Verbindungsplatz ſelbſttätig beim Einſtecken des Verbindungsſtöpſels. Auch nach dem Verbindungsamte werden die Aufträge immer nur an eine gerade unbeſchäftigte Beamtin gegeben. Neben den Dienſtleitungstaſten ſind nämlich an den Abfrageplätzen Signallampen angebracht, die jedesmal leuchten, ſolange die zugehörige Taſte niedergedrückt, alſo die Dienſtleitung beſetzt iſt. Indem die Abfragebeamtin alſo die Taſte neben einer nicht leuchtenden Signallampe niederdrückt, wendet ſie ſich an eine gerade unbeſchäftigte Verbindungsbeamtin, die den Auftrag ohne Zeitverluſt ausführen kann. In der hergeſtellten Verbindung liegen als Brücken entweder die Anrufrelais beider Leitungen oder die Ueberwachungs- und Schlußzeichenrelais im Verbindungsapparat der Abfrageſtelle. Bei letzterer erſcheinen nach Beendigung des Geſprächs die beiden Schlußzeichen, die durch Zurückführen der Stöpſel in die Ruhelage nach der Anruftafel und der Verbindungstafel über Hilfsleitungen ſelbſttätig weitergegeben werden. Nach dieſem Syſtem wird zurzeit von den Deutſchen Telephonwerken im Auftrage und unter Leitung der Reichstelegraphenverwaltung in Hamburg eine große Fernſprechzentrale mit einer Aufnahmefähigkeit bis zu 80000 Anſchlüſſen eingerichtet. Die Hamburger Zentrale wird das größte Fernſprechamt der Welt.

4. **Automatiſche Zentralen oder Selbſtanſchlußämter.** Die Handgriffe des Telephoniſten bei der Zentrale zur Herſtellung und Trennung der Geſprächsverbindungen im Ortsverkehr ſind ſo einfacher Art, daß viele Erfinder ſich damit beſchäftigt haben, dieſe Handgriffe durch elektriſch betätigte Mechanismen zu erſetzen. Unter den zahlreichen Vorſchlägen zur Löſung dieſer Aufgabe hat jedoch nur derjenige des Amerikaners Almon B. Strowger bis jetzt praktiſche Bedeutung erlangt. Die Sprechſtellen eines Selbſtanſchlußamtes erhalten Fernſprechgehäuſe beſonderer Bauart. Bei den durch Fig. 67 dargeſtellten Fernſprechgehäuſen des Strowger-Syſtems befinden ſich an der Tür die Mikrophoninduktionsrolle, darüber die Wecktaſte, dann folgt der Hakenumſchalter und im oberen Teile ein Wechſelſtromwecker. In die Gehäuſetür iſt ferner ein Nummernſchalter eingeſetzt, mittels deſſen der Teilnehmer die gewünſchten Verbindungen ſelbſt anruft. Will man z. B. die Teilnehmerſtelle 73 anrufen, ſo nimmt man den Fernhörer vom Haken des Ein- und Ausſchalters am Fernſprechgehäuſe, greift in die Finger-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

öffnung 7 der Scheibe des Nummernſchalters und dreht ſie nach unten, bis der Finger den Anſchlag trifft. Dann wird die Scheibe losgelaſſen und geht in ihre Ruhelage zurück. Hierauf greift man in die Fingeröffnung 3, dreht die Scheibe wiederum bis zum Anſchlag und läßt ſie los. Nunmehr iſt die Verbindung mit Sprechſtelle 73 hergeſtellt; dieſe wird angerufen und das Geſpräch kann beginnen. Die Schaltung der Sprechſtellen erfolgt nach Schema Fig. 68. Bei abgenommenem Fernhörer iſt die *a*-Leitung von Klemmen *La* über die Federn 1/2 des Umſchalters U^1 und die Wecktaſte auf die Mikrophoninduktionsſpule *s s* und den Fernhörer geſchaltet, von wo der Stromweg über die Klemme *Lb* zur Rückleitung führt. Der Mikrophonkreis iſt über die Federn 4 und 5 von U^1, die primäre Rolle *p* und die Mikrophonbatterie *MB* geſchloſſen. Die Federn *f a* und *f b* dienen zum Entſenden von Stromimpulſen, wenn der Nummernſchalter gedreht wird. Sie ſind mit der *a*- bezw. der *b*-Leitung verbunden, die beide auf dem Amte an einer mit einem Pole geerdeten Batterie von 50 Volt liegen. Ein Stromimpuls kommt jedesmal zuſtande, wenn *f a* oder *f b* an den Erdkontakt *E* gedrückt wird. Dreht man die Nummernſcheibe, ſo wird eine Uhrfeder aufgewunden, die den Schalter nach dem Loslaſſen in die Ruhelage zurückzieht, wobei die Geſchwindigkeit des Rücklaufs durch einen Zentrifugalregulator geregelt wird. Beim Rücklauf ſtreifen die Zähne eines auf der Schalterachſe ſitzenden Rades, welche den Fingeröffnungen der Nummernſcheibe entſprechen, an der Feder *f a* vorbei und drücken ſie je einen Augenblick an *E* an, alſo z. B. ſiebenmal, wenn die Scheibe von ſieben ab gedreht wurde. Zuletzt folgt noch ein beſonders geformter Zahn, welcher die Feder *f b* ebenfalls für einen Augenblick an *E* legt. Nach Herſtellung der Verbindung wird die verlangte Sprechſtelle durch Drücken der Wecktaſte angerufen. Indem der Taſtenhebel die *a*-Leitung an Erde legt, wird die Amtsbatterie durch ein beim Amte vorhandenes Läuterelais hindurch geſchloſſen, das Wechſelſtrom nach der zweiten Sprechſtelle ſendet. Hängt der Teilnehmer nach Geſprächsſchluß den Hörer an den Haken *H*, ſo drückt der iſoliert an *H* ſitzende Anſatz w^2 die Federn *a* und *b* des Umſchalters U^2 für einen Augenblick gegen den Erdkontakt *E*. Der hierdurch gleichzeitig in der *a*- und *b*-Leitung hervorgerufene Strom führt die Schalter des Amtes in die Ruhelage zurück. Der Anſatz w^1 von *H* drückt beim Niedergehen die Feder 3

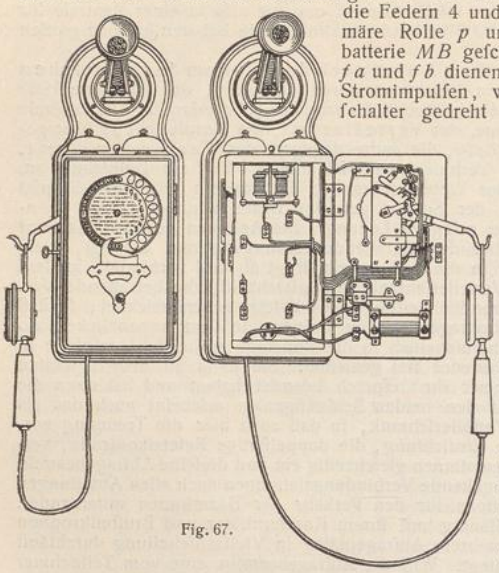


Fig. 67.

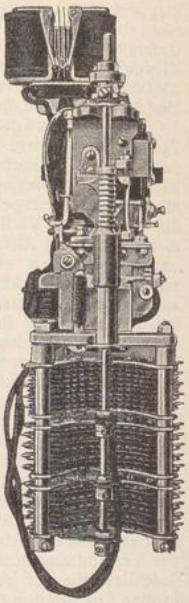


Fig. 69.

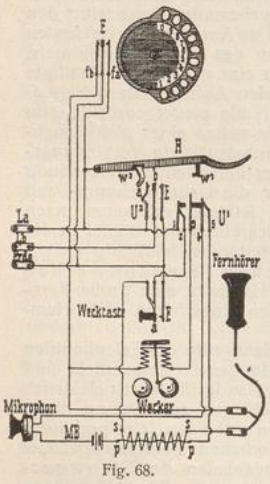


Fig. 68.

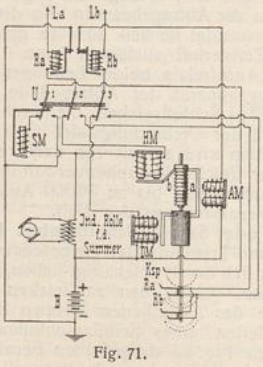


Fig. 71.

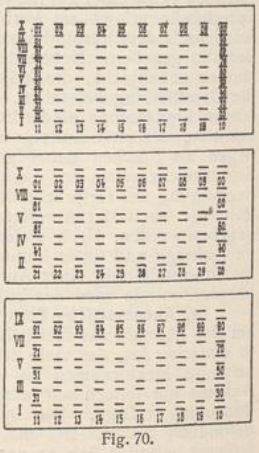


Fig. 70.

des Umschalters U^1 nach links und trennt dadurch den Kontakt der Federn 1, 2 und 4, 5. Die *a*-Leitung ist dann über 1, 3 auf den Wecker gelegt, von wo der Stromweg über Lb zurückführt. Auf dem Amte endet jede Anschlußdoppelleitung an einem dauernd mit ihr verbundenen elektromagnetischen Schaltwerk oder Wähler. Das Schaltwerk (Fig. 69) enthält bei einem Amte für 100 Teilnehmer im oberen Teile zwei Relais und vier Elektromagnete, im unteren Teil drei Kontaktsätze in Form von Zylindersegmenten. Die beiden unteren Kontaktsätze haben in fünf wagerechten Reihen je zehn flache Doppelstifte, der oberste Satz hat 100 Einzelstifte in zehn Reihen. Mit den Doppelstiften der beiden unteren Kontaktsätze sind die *a*- und *b*-Leitungen der 100 Anschlüsse nach dem Schema der Fig. 70 verbunden; an den 100 Stiften des oberen Satzes liegen 100 Sperrleitungen. In dem Amte für 100 Teilnehmer sind 100 derartige Schaltwerke aufgestellt, deren gleichbezifferte Kontaktstifte alle untereinander durch Drähte verbunden sind. In der Mitte vor den Kontaktsätzen jedes Wählers ist im Apparatgestell eine senkrechte Schaltwelle verschiebbar gelagert, die mit ihren drei Kontaktarmen die Stifte der Kontaktsätze bestreichen kann. Um die Welle auf eine bestimmte Nummer einzustellen, wird sie schrittweise gehoben und dann schrittweise nach rechts gedreht. Soll also z. B. die an den beiden unteren Kontaktarmen endigende Teilnehmerleitung mit Nr. 73 verbunden werden, so muß sich die Welle um sieben Schritte heben und darauf um drei Schritte nach rechts drehen; in dieser Stellung umfassen die beiden Bronzefedern des untersten Armes zangenartig den Doppelstift der Leitung 73. Gleichzeitig umfaßt die oberste Doppelfeder den Stift 73 der Sperrleitungen. Die Schrittbewegungen der Schaltwelle werden durch Schaltklinken, die am Anker des Hebe- und Drehelektromagnets sitzen, hervorgebracht. Die Klinke des Hebemagnets greift in die Ringnuten am oberen Teile der Welle ein, die Drehklinke in die darunter befindlichen senkrechten Längsnuten. Eine doppelte Sperrklinke hält die Welle in der jeweils eingenommenen Stellung fest. Bei Drehung der Welle wird eine am oberen Ende befindliche Uhrfeder aufgewunden; unter der Einwirkung dieser Feder schnellt die Welle nach links, wenn die Sperrklinke sie nach Gesprächsschluß freigibt; gleichzeitig fällt sie durch ihr eignes Gewicht nach unten in die Ruhelage zurück. Auf dem Amte führt der Stromweg von der *a*-Leitung durch das Relais Ra (Fig. 71) und den Hebemagnet HM, von der *b*-Leitung durch das Relais Rb und den Drehmagnet DM zur Batterie B von 50 Volt. Sendet also der Teilnehmer in der *a*-Leitung mittels des Nummernschalters 7 Stromstöße, so spricht der Hebemagnet siebenmal an und hebt die Welle um sieben Schritte. Sendet er darauf drei Stromstöße in der *b*-Leitung, dann spricht der Drehmagnet dreimal an und dreht die Welle um drei Schritte. Nunmehr wird, falls die Leitung 73 frei ist, der Umschalter U durch eine mechanische Vorrichtung selbsttätig umgelegt und dadurch die rufende Leitung $La|b$ mit den unteren Kontaktarmen Ra, Rb der Schaltwelle verbunden, womit die gewünschte Gesprächsverbindung hergestellt ist. In der Verbindung liegen die Relais Ra, Rb beider Leitungen, ferner als Brücke die Elektromagneten HM und DM der verlangten Leitung, deren Umschalter U links steht. Wenn nach Gesprächsschluß die Hörer eingehängt werden, so fließt ein kurzer Strom aus B in beide Leitungsdrähte, die Relais Ra und Rb sprechen gleichzeitig an und schließen durch ihre Ankerfedern die Batterie B über den Auslösemagneten AM. Letzterer zieht die an seinem Anker sitzende doppelte Sperrklinke aus den Nuten der Schaltwelle heraus, so daß diese in die Ruhelage zurückgeht. Jeder Anschlußleitung ist im Amte eine Sperrleitung zugeteilt, die im obersten Kontaktsatze jedes Wählers einen Stift hat. Die Sperrleitung ist weiter mit dem obersten Kontaktarm Ksp der zugehörigen Schaltwelle verbunden und führt von da zur Kurbel 1 des Umschalters U, von wo der Weg entweder durch den Sperrmagnet SM zum +-Pole oder direkt zum —-Pole der Batterie geht. Ist nun die verlangte Leitung 73 besetzt, so fließt nach Einstellung der Schaltwelle ein Strom vom +-Pole durch SM zum Arm Ksp des rufenden Wählers und weiter durch die Sperrleitung über deren rechtsstehenden Umschalter U zum —-Pole. Der Sperrmagnet SM spricht also an und sein Ankerhaken verhindert die Umlegung des Schalters U und damit die Verbindung mit Nr. 73. Der rufende Teilnehmer vernimmt als Zeichen des Besetztseins den Ton eines Summers, dessen Sekundärspule zwischen HM und DM in der Doppelleitung liegt.

Bei Aemtern mit mehr als 100 Anschlüssen sind die Schaltwerke im Prinzip ebenso eingerichtet, an der Herstellung einer Verbindung haben jedoch zwei oder mehr Schaltwerke mitzuwirken. Bei dem Tausendsystem verbindet der erste Wähler mit einer Leitung nach einem zweiten Schaltwerk, das das gewünschte Hundert beherrscht. Das Zehntausendsystem erfordert bei jeder Verbindung die Mitwirkung von drei Wählern [4]. Selbstanschlußämter sind hauptsächlich in den Vereinigten Staaten zur Ausführung gekommen, in Europa bestehen solche z. B. in Berlin, Hildesheim, Wien, London, Paris und Kopenhagen.

VI. Mehrfachtelephonie.

Die Bestrebungen zur Einrichtung einer Mehrfachtelephonie haben bis jetzt nur insoweit praktischen Erfolg gehabt, als es gelungen ist, aus zwei doppeldrähtigen Fernsprechverbindungsleitungen zwischen zwei Aemtern eine dritte Sprechverbindung durch Zusammenschalten zu bilden. Beide Zweige der einen Doppelleitung werden dabei als Hinleitung, die Drähte der zweiten Doppelleitung als Rückleitung für die neue Verbindung benutzt. Bedingung für die Wirksamkeit der Schaltung ist, daß die Stromleitungen fast durchweg an demselben Gestänge verlaufen, gut isoliert und möglichst elektrisch gleichwertig sind. Man bezeichnet eine solche Einrichtung als Doppelsprechschaltung. — In die beiden Doppelleitungen I und II (Fig. 72) werden parallel zu den vier Abfragesystemen S ebensoviele Abzweigungsrollen R mit doppelten, an den Klemmen $A_1 E_1$ und $A_2 E_2$ liegenden Drahtwicklungen in der Weise eingeschaltet, daß die Klemme A_1 mit dem einen Draht und die Klemme A_2 mit dem andern Drahte der Doppelleitung I oder II Verbindung erhält. Die Klemmen $E_1 E_2$ der Abzweigungsrollen sind durch

eine übergeſchraubte Meſſingſcheibe zu vereinigen und es iſt zwiſchen beide Klemmenpaare ein dritter Apparatſatz einzuſchalten. Die Abzweigungsrolle (Fig. 73) beſteht aus einem Kerne von feinen Eiſendrähten mit vier Spulen, je zwei über- und nebeneinander, welche gleiche Windungszahl haben und über Kreuz miteinander verbunden ſind. Die von den Apparatſätzen I und II entſandten Sprech- und Weckſtröme durchlaufen zum Teil die beiden Drähte *a* und *b* der zugehörigen Doppelleitung, zum Teil die beiden Wicklungen der an jedem Leitungsende befindlichen Abzweigungsrolle nacheinander. Da die Rollen dabei wie Droſſelſpulen oder

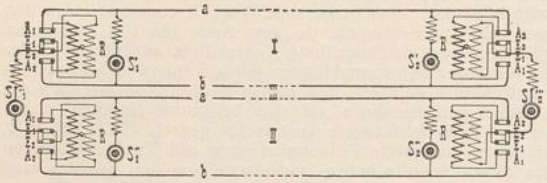


Fig. 72.

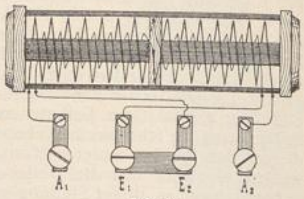


Fig. 73.

Induktanzrollen wirken, ſo laſſen ſie nur ſchwache Zweigſtröme durch und verhüten eine ſtörende Schwächung der wirkſamen Sprechſtröme. Die von den Apparaten III ausgehenden Ströme durchfließen die beiden Drähte der einen Doppelleitung gleichgerichtet als Hinleitung und die der andern Doppelleitung ebenſo als Rückleitung, ohne ſich durch die Sprechapparate dieſer Doppelleitungen zu verzweigen. Sie durchlaufen die beiden Wicklungen jeder Abzweigungsrolle gleichzeitig derart, daß die eine Stromhälfte die erſte Wicklung, die andre Stromhälfte die zweite Wicklung, aber in entgegengeſetzter Richtung durchfließt. Hierbei heben ſich die induzierenden Wirkungen beider Stromhälften in jeder Rolle vollſtändig auf, und es wird alſo eine Schwächung der Sprechſtröme verhindert. Die Teilnehmerleitungen werden in gewöhnlicher Weiſe mittels der Induktionsübertrager in den Apparatſätzen I, II und III an die beiden Doppelleitungen I und II ſowie an den Stromkreis III angeſchloſſen.

VII. Der Bau von Fernſprechanlagen.

Die für den Telegraphenbau geltenden Grundſätze haben bei dem Bau von Fernſprechanlagen ſinngemäß Anwendung zu finden; ebenſo werden viele Telegraphenbaumaterialien und Konſtruktionen auch beim Fernſprechbau benutzt. Die bei der Herſtellung von Linien und Leitungen für den Fernſprechverkehr obwaltenden beſonderen Verhältniſſe ſowie auch die eigentümlichen elektriſchen Eigenſchaften der Fernſprechleitungen bedingen indes anderſeits vielfach die Verwendung von Materialien, Konſtruktionen und ſonſtigen Vorkehrungen, die beim Telegraphenbau nicht üblich ſind.

1. Baumaterialien.

Es kommen in Betracht:

a) Geſtänge. Soweit die Linien mit hölzernen Stangen in den Straßen der Ortſchaften oder an Landſtraßen und Eiſenbahnen anzulegen ſind, kommen Telegraphenſtangen Nr. I oder II (vgl. S. 457) zur Benutzung. Werden die Leitungen über Dächer geführt, ſo erfolgt ihre Befeſtigung an Rohrſtändern. Dieſe beſtehen aus ſchmiedeeiſernen Röhren oder aus nahtlos nach dem Mannesmann-Verfahren gewalzten Rohren von Siemens-Martin-Stahl und haben eine Wandſtärke von 5 mm. Der Rohrſtänderunterteil, welcher am Gebäude zu befeſtigen iſt, hat einen Durchmeſſer von 75 mm, der Oberteil, der zur Aufnahme der Querträger dient, einen ſolchen von 67 mm. Die Zuſammenſetzung beider Teile erfolgt in der Weiſe, daß in das untere Rohrſtück ein Muttergewinde mit einer Gangtiefe von 1 mm eingeſchnitten und in dieſes



Fig 74.

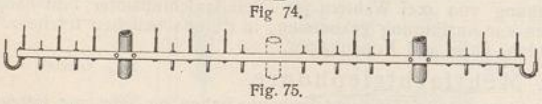


Fig. 75.

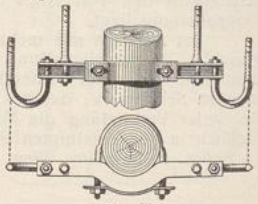


Fig. 76.

der mit einem paſſenden Schraubengewinde verſehene Oberteil etwa 10 cm tief eingeſchraubt wird. Der Oberteil iſt durch eine Kugel aus Zinkblech oder eine Zinkhaube abgeſchloſſen. Gewöhnlich erhalten die Unterteile eine Länge von 2 oder 3 m und die Oberteile eine ſolche von 2—5 m.

b) Querträger und Iſoliervorrichtungen. Die Querträger werden wie diejenigen für Telegraphenleitungen aus [-förmigem Schmiedeeiſen hergeſtellt. Man unterſcheidet Querträger zu 2, 4, 6 und 12 Fernſprechanſchlußdoppelleitungen oder die doppelte Zahl von Einzelleitungen für hölzernes oder eiſernes Geſtänge; ferner Querträger zu 2, 4 und 8 Fernſprechverbindungs-

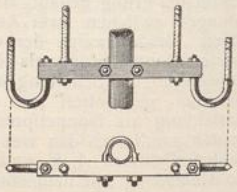


Fig. 77.

doppelleitungen für hölzernes oder eiſernes Geſtänge. Fig. 74 ſtellt einen Querträger zu ſechs Teilnehmerdoppelleitungen für Holzgeſtänge, Fig. 75 einen ſolchen zu zwölf Doppelleitungen für eiſernes Geſtänge dar. Die Fig. 76–79 ſind die Querträgertypen für die Fernverbindungsleitungen. Als Iſolatorſtützen werden bei Verwendung von Querträgern U-förmige und gerade Stützen benutzt, wie in den Fig. 74—79 angegeben iſt. Sind nur wenige Leitungen an dem Geſtänge zu befeſtigen, ſo kommen J-förmige Stützen aus Schmiedeeiſen oder Stahl zur Verwendung. Zur Befeſtigung derſelben an Holzgeſtänge (Fig. 80) dient ein Eiſenbolzen mit Holzſchraubengewinde, an Stangenaufſätzen und eiſernen Geſtängen (Fig. 81) ein Eiſenbolzen mit Schelleiſen. Die Stützen werden mit denſelben Porzellandoppelglocken ausgerüſtet, die im Telegraphenbau Verwendung finden. Vgl. S. 457.

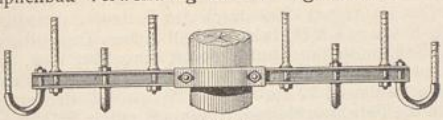


Fig. 78.

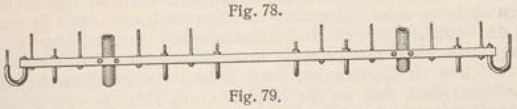


Fig. 79.

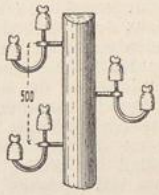


Fig. 80.

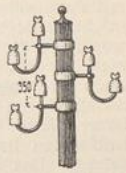


Fig. 81.

c) Leitungsdraht. Es wird für Fernſprechzwecke allgemein Bronzedraht oder Hartkupferdraht von 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 4,5 und 5 mm Stärke benutzt. 1,5-mm-Drähte werden für Teilnehmerleitungen, die übrigen Stärken je nach der Länge der Leitungen für die Fernſprechverbindungsanlagen benutzt. Als Bindedraht dient ausgeglühter Bronzedraht von 1,5—3 mm Stärke. Der Bedarf an Leitungsdraht für 1 km Leitung beträgt.

für Draht von	5	4,5	4	3	2,5	2 und 1,5 mm Stärke
	179	147	116	65	44	30 und 17 kg.

Die abſolute Feſtigkeit des Drahtes muß je nach der Stärke desſelben 70—50 kg auf 1 qmm Querſchnitt betragen, und das Leitungsvermögen des 1,5 mm ſtarken Bronzedrahtes muß mindeſtens 70 %, das der übrigen Drahtſorten mindeſtens 94 % von demjenigen des reinen Kupfers ſein. Es darf alſo 1 km 1,5 mm ſtarker Bronzedraht bei 15° C. höchſtens einen Widerſtand von 14,18 Ohm und 3 mm ſtarker einen ſolchen von 2,64 Ohm haben.

d) Fernſprecherdkabel, Fernſprechluftkabel und Fernſprechflußkabel (Fig. 82). Sie werden mit Doppeladern hergeſtellt, die für Hin- und Rückleitung je einen getrennten Leiter enthalten; von den Leitern jedes Paares iſt der eine verzinnt, der andre blank. Die Stärke der Leiter iſt verſchieden, je nachdem dieſe für Anſchluß- oder Verbindungsleitungen beſtimmt ſind. Während diejenigen für Teilnehmerleitungen aus maſſiven Kupferdrähten von 0,8 mm Durchmeſſer beſtehen, werden für Verbindungsleitungen entweder maſſive oder litzenförmige Leiter verwendet, deren Kupferquerſchnitt Drähten von 1,5—2 mm Stärke entſpricht. Die Leiter werden einzeln mit Papierſtreifen unter Bildung eines möglichſt großen Hohlraumes umſponnen und danach paarweiſe verteilt. Die ſo gebildete Kabelſeele wird mit einem Bleimantel umgeben. Bei bewehrten Kabeln erhält der Bleimantel noch eine äußere Schutzhülle. Die Bewehrung wird durch verzinkte Flacheiſendrähte von trapezförmigem Querſchnitt oder runde Stahldrähte gebildet, auf die noch Aſphalt- oder Kompoundſchichten mit oder ohne Juteeinlage aufgetragen werden, wenn die Kabel nicht in Röhren eingezogen, ſondern in die Erde eingelegt werden. Es ſind gebräuchlich Kabel mit 1–500 Aderpaaren.

Als Fernſprechluftkabel kommen gewöhnliche Fernſprechröhrenkabel ohne Bewehrung zur Verwendung. Fernſprechflußkabel unterſcheiden ſich von den Erdkabeln nur durch die Bewehrung, die, je nachdem die Kabel in den Gewäſſern Beſchädigungen ausgeſetzt ſind, eine ſchwere von 7—9 mm ſtarken Rundeiſendrähten oder eine leichte von 5 mm ſtarken Rundeiſendrähten iſt.

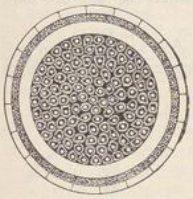


Fig. 82



Fig. 83.

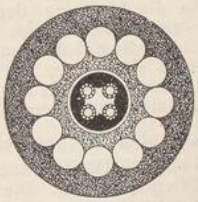


Fig. 85.

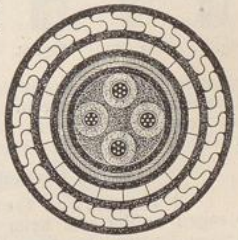


Fig. 84.

e) Fernſprechkabel für weite Entfernungen. Für ſolche Kabel muß zur Erzielung einer guten Sprechverſtändigung die Kapazität der Leitung möglichſt klein gemacht werden. Dies geſchieht am beſten durch Erhöhung der Selbſtinduktion des Leiters, abſatzweiſe nach Pupin durch Einſchaltung von Selbſtinduktionsrollen — Pupinſpulen — entſprechender Größe an beſtimmten Stellen der Leitung oder mit ſtetiger Verteilung derſelben, indem man den Kupferleiter ſeiner ganzen Länge nach mit feinem Eiſendraht umwickelt.

f) Unterſeetelephonkabel. Die Konſtruktion iſt eine recht verſchiedenartige, ſie iſt aber immer darauf berechnet, die Kapazität zu verringern, um eine möglichſt weite Sprech-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verſtändigung zu erzielen. Das deutſch-däniſche Fernſprechkabel Fehmarn—Lolland enthält vier Adern (Fig. 83) deren Leiter je aus einer Litze von ſieben 1,35 mm ſtarken Kupferdrähten beſtehen und mit je einem blanken Eiſendraht von 0,3 mm Stärke bewickelt ſind [5]. Die Iſolierung erfolgte durch mehrere feſt anliegende Papierbänder bis zu einem Durchmeſſer von etwa 11 mm. Die vier Adern ſind miteinander verſeilt, mit Jutefäden getrenſt und hierauf mit Papier und Band auf einen äußeren Durchmeſſer von etwa 32 mm bewickelt. Die ſo erhaltene Kabelſeele iſt nach erfolgter Imprägnierung noch mit einem doppelten Bleimantel von je 1,5 mm Wandſtärke umpreßt worden. Hierauf folgt eine Schutzhülle von Aſphalt und Compound, dann die Flacheiſendrahtbewehrung und wieder eine Compoundhülle. Das Küſtenkabel (Fig. 84) hat auf 2 km über der Flachdrahtarmatur noch eine zweite Bewehrung von enganſchließenden 6 mm ſtarken Profileiſendrähten erhalten. Das im Auguſt 1906 durch den Bodenſee verlegte Kabel mit Pupinrollen aus der Fabrik der A.-G. Siemens & Halske enthält ſieben Doppelleitungen, in die in Abſtänden von etwa 500 m die Selbſtinduktionsſpulen derart eingebaut ſind, daß abwechſelnd die Spulen für drei und vier Aderpaare aufeinander folgen, damit die Spulenſtellen nicht zu dick wurden. Auf die Kabellänge von rund 12 km wurden 23 Spulenſtellen eingebaut. Nach der Pupintheorie [6] vermindert die in die Fernſprechleitungen eingeſchaltete Selbſtinduktion die durch die Kapazität bedingte Schwächung oder Dämpfung der Sprechſtröme dann in wirkſamer Weiſe, wenn der Abſtand der eingeſchalteten Induktionsquellen voneinander einen beſtimmten Bruchteil der Wellenlänge der über die Leitung fortzupflanzenden Wechſelſtröme beträgt. Das etwa 100 km lange, zwiſchen Großbritannien und Irland verlegte Unterſeekabel (Fig. 85) hat vier Adern, die ſo angeordnet ſind, daß ſie die Kanten eines Prismas von quadratiſchem Querſchnitte bei einem gegenſeitigen Abſtande der Leitermitten von etwa 5 mm darſtellen. Die Guttapercha iſt derart um die vier Adern gepreßt, daß ſie nur die außenliegenden Flächen der Leiter berührt und der innere Raum hohl bleibt. Der Hohlraum iſt in kurzen Entfernungen durch Guttapercha unterbrochen, damit bei einer Beſchädigung des Kabels immer nur ein kurzes Stück voll Waſſer laufen kann.

g) Zementformſtücke. Sie werden zur Herſtellung von Kanälen für die unterirdiſche Führung von Fernſprechkabeln benutzt. Allgemein gebräuchlich ſind jetzt 1 m lange prismatiſche Zementſtücke mit zwei, drei oder vier Oeffnungen von 10 cm lichter Weite (Fig. 86a und 86b). Liegen die Kanäle tief im Straßendamm, ſo werden Formſtücke mit gerader Decke verwendet, andernfalls wird die obere Schicht aus Formſtücken mit gewölbter Decke hergeſtellt, die eine größere Druckfeſtigkeit beſitzen. Zur Herſtellung der Stoßverbindung erhält jedes Formſtück an dem einen Ende einen 1 cm breiten Falz, am andern Ende eine entſprechende muffenartige Ausſparung. An den Stirnwänden ſämtlicher Stücke ſind zwei Vertiefungen angebracht, die beim Auslegen zur Aufnahme eiſerner Dorne dienen. Die Hohlräume der Formſtücke ſind mit einem glatten, zuſammenhängenden, ſäurefreien Teerlacküberzug verſehen.

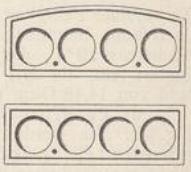


Fig. 86a und 86b.

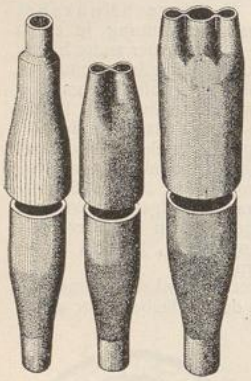


Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89.

h) Kabelmuffen. Zur Verbindung von Fernſprecherdkabeln und Röhrenkabeln mit Bewehrung dienen in der Regel Muffen aus Gußeiſen, wie ſie für die Verbindung von Telegraphenkabeln zur Verwendung kommen. Zur Verbindung von Röhrenkabeln ohne Bewehrung werden dagegen allgemein Muffen aus Walzblei verwendet. Letztere Muffen können jedoch auch an Stelle gußeiſerner Muffen für Röhrenkabel mit Bewehrung an ſolchen Stellen mit Vorteil benutzt werden, wo die Kabel bei Hochwaſſer u. ſ. w. der Näſſe beſonders ausgeſetzt ſind, da ſich durch die Verlötung der Muffen mit dem Bleimantel eine waſſerdichte Abſchließung der Verbindungsſtellen am leichteſten erreichen läßt. Die Muffen beſtehen aus je zwei Hülſen, deren Durchmeſſer ſo berechnet iſt, daß die eine in die Oeffnung der andern eingeſteckt werden kann. Beide Hülſen werden miteinander und mit dem Bleimantel der Kabel verlötet. Fig. 87 ſtellt eine Lötmuffe für zwei gleichpaarige Kabel dar, Fig. 88 und 89 kommen als Verteilungsmuffen zur Anwendung, wenn ein vieladriges Kabel in zwei oder drei weniger Adern enthaltende Kabel aufgelöſt werden ſoll.

2. Die Herſtellung oberirdiſcher Leitungen.

a) Hölzernes Geſtänge. Die Aufſtellung der hölzernen Stangen erfolgt wie beim Telegraphenbau. Die J-förmigen Doppelſtützen ſind an den Stangen oder Stangenaufſätzen ſo zu befeſtigen, daß der die Holzſchraube oder die Schelle tragende Teil der Doppelſtütze ſenkrecht zur Längsachſe der Stange ſteht. Die Querträger ſind ſämtlich an der gleichen Stangenſeite anzubringen, ihr Abſtand voneinander beträgt in der Regel 40 cm.

b) Eiſernes Dachgeſtänge. Zur Befeſtigung eines Rohrſtänders am Dachgebälk oder Mauerwerk dienen zwei ſchmiedeeiſerne Schellen mit ſtarken Unterlegeplatten (Fig. 90). Durch die untere Schelle (den Schuh) und die zugehörige Unterlageplatte greift ein Dorn hindurch. Auf dieſen Dorn, der das Durchgleiten des Rohrſtänders durch die Schelle

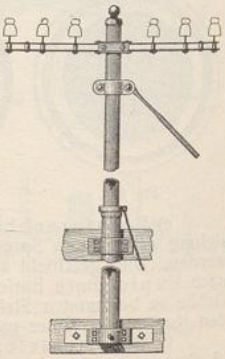


Fig. 90.

verhüten soll, wird der an seinem unteren Ende mit einem Schlitze bezw. einer Durchbohrung versehene Rohrständer aufgesetzt. Die Befestigung der Unterlegeplatte am Dachgebälk erfolgt mittels starker Schrauben oder durchgehender Bolzen mit Vorlegescheiben und Muttern, diejenige der Schelle auf der Unterlegeplatte mittels vier Bolzen und Muttern. Vor Aufstellung des Rohrständers muß erforderlichenfalls das Dachgebälk durch Einziehen starker Riegel aus Kantholz hergerichtet und verstärkt werden. Bei Doppelgestängen sind die Rohrständer in Abständen von 1,4 oder 1,7 m von Mitte zu Mitte aufzustellen. Jeder dritte oder vierte Rohrständer ist durch Verwendung einteiliger Rohre sowie durch ausgiebige Verstrebung und Verankerung so zu verstärken, daß er selbst bei einseitiger Belastung umbruchsicher ist. Es soll dadurch verhindert werden, daß beim Ueberweichen eines Gestänges oder beim einseitigen Fortfall des Drahtzuges aus andrer Ursache die nachfolgenden Stützpunkte auf weitere Entfernungen hin zu Fall gebracht werden. Um das Uebertragen des Tönens der Leitungsdrähte durch die Stützpunkte auf das Gebäude zu verhüten, sind die Rohrständer unten abzuschließen und im Innern mit Asche oder feinem Sand zu füllen. Hilft dies nicht genügend, so sind diejenigen Stellen des Rohrständers, die von den Schellen gefaßt werden, mit Walzblei oder Filz zu belegen. Die Rohrständer dürfen auch nicht bis auf den Fußboden des Dachgeschosses reichen. Jedes Dachgestänge wird mit einer Erdleitung aus vier zu einem Seile vereinigten und starken verzinkten Eisendrähten versehen, das mit dem Rohrständer mittels einer verzinkten Blitzableiterschelle verbunden wird. Diese Blitzableitererdleitungen sind mit den Hausblitzableitern sowie den Gas- und Wasserleitungen metallisch zu verbinden. In der Nähe des Rohrgestänges wird in das Dach eine Aussteigeluke eingesetzt. Die Querträger, die vorher mit Isolationsvorrichtungen zu versehen sind, werden in Abständen von 30—40 cm voneinander, der oberste Querträger 10 cm vom Rohrständerende am Gestänge befestigt. Jeder dritte oder vierte Rohrständer, außerdem alle Gestänge, die in Winkelpunkten stehen oder sonst auf Festigkeit besonders beansprucht werden (Abspanngestänge), sind durch Anbringung von Ankern oder Streben gehörig zu verstärken. Es kommen meist Anker und Streben aus Rundeisen, bezw. ⊤- oder ⊥-Eisen zur Verwendung.

c) Herstellung der Drahtleitungen. Es sind die Vorschriften für die Herstellung der Telegraphenleitungen sinngemäß zur Anwendung zu bringen. Das Aufbringen des Leitungsdrahtes auf eiserne Dachgestänge erfordert besondere Vorkehrungen. Zunächst zieht man über sämtliche Stützpunkte eines Linienabschnittes von 500—600 m eine Leine, indem man sie von jedem Stützpunkte aus mittels einer andern auf die Straße hinabgeworfenen Leine hochzieht. Der Anfang der Leine wird mit dem auf einer Trommel oder einem Haspel aufgewickelten Leitungsdraht und mit einer zweiten, auf einer Trommel befindlichen Leine verbunden. Durch Aufwickeln der ersten Leine auf eine Trommel wird der Draht nebst der zweiten Leine unter Anwendung von Drahtzugvorrichtungen über die Stützpunkte gezogen. Letztere bestehen aus einem kleinen an jedem Rohrständer zu befestigenden Rollensystem, das Beschädigungen der Zugleine und des Drahtes durch Reiben an den scharfen Kanten der Querträger verhütet und das Ziehen der Drähte erleichtert. Um die Fortleitung des von dem Schwingen der Drähte verursachten tönenden Geräusches bis in die bewohnten Räume zu verhindern, ist der Leitungsdraht an den betreffenden Punkten möglichst schlaff zu spannen; ferner ist der Leitungsdraht an den Rohrständern, Mauerbügeln u. s. w. in einer Entfernung von 1 bis 1,5 m vom Isolator, erforderlichenfalls zu beiden Seiten, mit einem Gummizylinder zu umgeben. Bei Herstellung der Fernsprechverbindungsleitungen ist auf eine möglichst induktionsfreie Anordnung zu achten. Für zwei an demselben Gestänge geführte Doppelleitungen erhält man die günstigste Anordnung, wenn man die Isolatoren so befestigt, daß sie die Eckpunkte eines Rhombus bilden; es sind je die gegenüberliegenden Drähte zu Schleifen zu verbinden. Der Abstand der senkrecht untereinander liegenden Leitungen hat 50 cm zu betragen. In diesem Falle stehen die Ebenen der beiden Schleifendrähte senkrecht aufeinander und die Drähte der einen Schleife haben von den Drähten der andern Schleife überall gleichen Abstand. Im Drahte *a* hat der Strom stets die umgekehrte Richtung wie im Drahte *b* jeder Schleife. Infolgedessen wirken die Drähte *a* und *b* der einen Schleife genau gleichstark, aber in entgegengesetztem Sinne induzierend auf jeden Draht der andern Schleife; es kann daher in der andern Schleife kein Induktionsstrom zustande kommen. Sind mehr als zwei Schleifen an einem Gestänge zu befestigen, so werden sie auf J-förmigen Doppelstützen oder Querträgern so gruppiert, daß die beiden Drähte jeder Schleife mit nur 20 cm Abstand nebeneinander laufen und jede Schleife von der nächsten durch einen möglichst großen Abstand getrennt ist. Bei der Anordnung der Fig. 91 sind beide Drähte der Schleife L_1 *a*|*b* von einem Drahte der Schleife L_2 *a*|*b* annähernd gleichweit entfernt, und ihre Induktionswirkungen auf einen andern Schleifendraht heben sich zwar nicht völlig, aber doch so weit auf, daß der Rest nicht mehr stört. Ein weiteres Mittel zur Beseitigung der Induktionswirkungen besteht in der Anbringung von Kreuzungen in den Schleifen derart, daß beide Drähte an bestimmten Stangen die Plätze wechseln. Dadurch läßt sich erreichen, daß jeder der beiden Drähte einer Schleife von dem störenden Leitungsdraht im Durchschnitt gleichweit entfernt ist. Es werden dann in beiden Drähten genau gleiche elektromotorische Kräfte induziert, die sich aufheben.

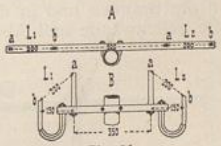


Fig. 91.

3. Die Verlegung von Fernsprechkabeln

erfolgt entweder wie bei Telegraphenkabeln unmittelbar in die Erde oder in Zementkanälen.

a) Zementkanäle. Bei den im Straßendamm herzustellenden Zementkanälen muß die Oberfläche der Formstücke mindestens 60 cm unter der Fahrbahn liegen. Die in den Fußgängersteigen untergebrachten Kanäle können flacher liegen. Die Formstücke werden ohne besondere Unterbettung unmittelbar auf der sorgfältig abgeglichenen Sohle des Baugrabens

ausgelegt. Je zwei Kanalſtrecken müſſen ſich nach den dazwiſchen liegenden Brunnen ſenken, um den Waſſerabfluß zu ermöglichen. In der unterſten Schicht ſind die Stoßenden der Stücke in eine ſtarke breite Lage von Zementmörtel zu betten. Zur Herſtellung ſicheren Verbandes zwiſchen den einzelnen Stücken werden in zwei Ausſparungen an den Stoßenden eiſerne Dorne von 9 cm Länge mit reinem Zementmörtel eingefügt (Fig. 92). Dann wird der Falz des einen Stoßendes in die übergreifende Umrandung des andern Endes forgfältig eingepaßt und ebenfalls mit reinem Zementmörtel verſtrichen. Der Aufbau der folgenden Schichten erfolgt im Verbande wie bei gewöhnlichem Mauerwerk.

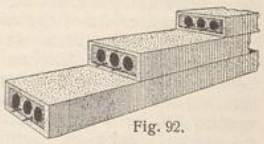


Fig. 92.

b) Kabelbrunnen. Um das Einziehen der Kabel in die Kanäle zu erleichtern, werden in dieſe Kabelbrunnen eingebaut. Die Größe der einzelnen Brunnen richtet ſich nach den örtlichen Verhältniſſen und der Zahl der einzuziehenden Kabel; die Tiefe beträgt gewöhnlich 1,50—1,83 m. Die oberſten Schichten des Mauerwerks der Brunnenwände ſind halsförmig nach dem Innern des Brunnens ſo weit einzuziehen, daß deſſen Abdeckung überall ein genügendes Auflager findet. Die innere Abdeckung des Deckels beſteht aus zwei übereinander greifenden verzinkten Wellblechdeckeln, welche auf den beiden I-Eiſen aufliegen, die an den Längswänden des Brunnens die untere Kante der Einſteigeöffnung einfaſſen. Die im Niveau der Straße liegende obere Kante der Einſteigeöffnung wird mit einem Rahmen aus ſtarkem Bandeiſen eingefaßt, welcher die auf der oberſten Schicht des Mauerwerks aufzulegende äußere Abdeckung des Brunnens aufzunehmen hat. Brunnen im Fußgängerſteige (Fig. 93) werden mit Granitplatten abgedeckt, nach Erfordernis auch mit einem eiſernen Kaſten mit Moſaik oder Aſphaltpflaſter. Bei den in der Fahrſtraße anzulegenden Brunnen (Fig. 94) iſt behufs Erzielung größerer Tragfähigkeit die eigentliche Decke des Brunnens mit einem Granitgeſchränke herzuſtellen, das auf ſtarke eiſerne Träger aufgelagert iſt, die auf dem Mauerwerke des Brunnens ruhen. Auf dem Granitgeſchränke ruht die Zarge der etwa 63 cm weiten Einſteigeöffnung, deren untere Abdeckung aus Wellblechdeckeln und deren obere Abdeckung aus einer Eiſenplatte oder einem Eiſenrahmen mit Stirnholzeinlage herzuſtellen iſt. Die Platten ſind mit einer Vorrichtung zum Aufheben zu verſehen. Die in den Kabelbrunnen einzuführenden Rohre u. ſ. w enden 30—50 cm vor dem Brunnen, alsdann folgt die trichterförmig erweiterte Oeffnung der Brunnenwand.

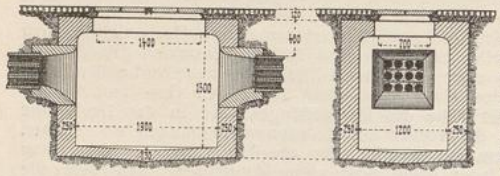


Fig. 93.

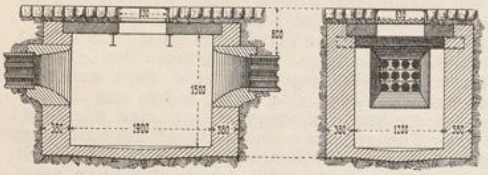


Fig. 94.

c) Das Einziehen der Kabel. Die in die Zementkanäle einzuziehenden Kabel erhalten in der Regel eine Länge von 150—200 m. Die Arbeiten zum Einziehen beginnen damit, daß in die Kabelbrunnen Gleit- und Packrollen eingeſetzt werden, welche die Reibungen zwiſchen dem Zugſeil oder dem Kabel und den Rohrkanten fernhalten ſollen. Die aus Gußeiſen in kräftigen Formen hergeſtellten Gleitrollen ſind mit einer Kehlung verſehen, die dem Querſchnitt des einzuziehenden Kabels angepaßt iſt. Die Art des Einbaus richtet ſich nach den örtlichen Verhältniſſen; in kleineren Kabelbrunnen kommt die durch Fig. 95 dargeſtellte Spreize zur Verwendung, in größeren Brunnen ſind Winkeleiſenkonſtruktionen mit Durchbohrungen nach Fig. 96 üblich, die bei der Herſtellung des Brunnens an den Seitenwänden neben der Kanalöffnung ſenkrecht übereinander eingelaſſen worden ſind. Packrollen ſind kleinere Rollen aus Holz oder Gußeiſen, die auf einer viereckigen Fußplatte angebracht, ohne weitere Befeſtigung in die Brunnen und in die trichterförmigen Erweiterungen der Kanalöffnungen geſtellt oder an die Seitenwände und Abdeckungen der Brunnen angelegt werden können. In die Einzelröhren des Zementkanals wird zunächſt ein Zugfeilchen mit Hilfe eines Einführungsgeſtänges eingebracht. Letzteres beſteht aus 1 m langen ſchwachen Holzſtäben, an deren Enden mittels eiſerner Zwingen einerſeits ein Haken und anderſeits eine Oeſe befeſtigt iſt. Am vorderen Ende des erſten Stabes wird ein nach vorn und hinten zugeſpitzter Kopf von etwas geringerem Durchmeſſer als die Rohrweite angebracht, um ermitteln zu können, ob das Rohr frei von Hinderniſſen iſt. Zur Verminderung der Reibung beim nun folgenden Einziehen des Zugſeils

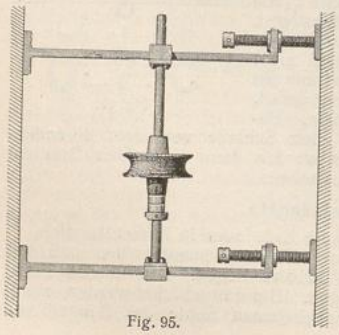


Fig. 95.

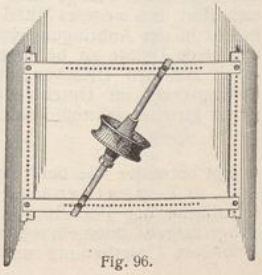


Fig. 96.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ſpäter des Kabels wird mittels des Zugfeilchens eine mit Mineralfett, z. B. Vaſelin, getränkte runde Bürſte, an deren andern Ende ebenfalls ein Zugfeilchen befeſtigt iſt, in der ganzen Länge des Rohrs mehreremal hin und her gezogen. Zur Verbindung des Zugfeils mit dem Kabel dient ein auf das freie Ende des Zugfeils angelötetes Verbindungsſtück und bei bewehrten Kabeln die bereits in der Kabelfabrik aus den Schutzdrähten gebildete, mit Bindedraht feſt umflochtene Zugöſe des Kabelendes. Bei unbewehrten Kabeln wird von einem Eiſendrahtſtrumpf, d. i. einem ſchlauchförmigen loſen Geflecht aus Stahldrahtlitzen (Fig. 97), Gebrauch gemacht. Dieſes wird über das Kabelende geſchoben und mit einem loſen Drahtbund darauf befeſtigt. Das äußere Ende der Vorrichtung iſt zu einer Oeſe gearbeitet, an der das Zugfeil angebracht wird. Bei Ausübung eines Zuges verringert ſich die innere Weite des Schlauches, wodurch das Kabel, ſoweit das Geflecht reicht, kräftig gefaßt wird. Das Einziehen der Kabel in die Rohrſtränge erfolgt unter Benutzung einer Kabelwinde zum Anziehen des Zugfeils. Sie wird in der Regel hinter demjenigen Brunnen unverrückbar aufgeſtellt, bis zu welchem das Kabel eingezogen werden ſoll. Wenn das Kabelende in dem Brunnen bei der Kabelwinde angekommen iſt, wird es noch in der als Vorrat für die Lötſtelle oder für andre Zwecke erforderlichen Länge aus dem Rohrſtrange herausgezogen. In den Brunnen werden die Kabel nach den Seiten gelagert, damit die Mitte möglichſt frei bleibt.

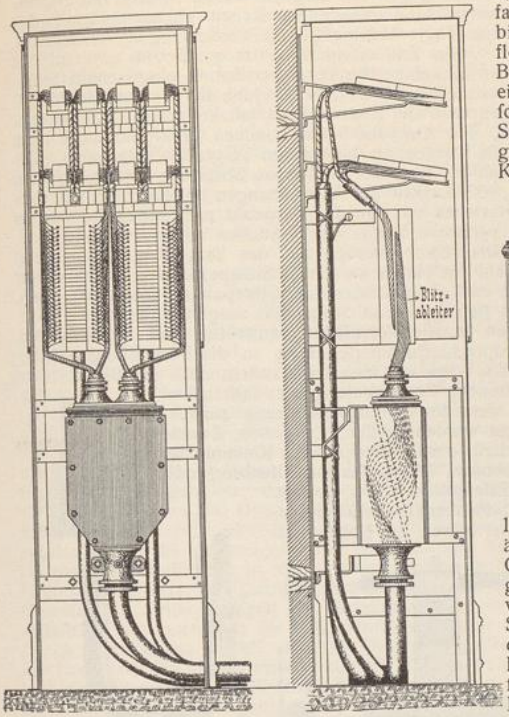


Fig. 98.

Fig. 99.



Fig. 100.

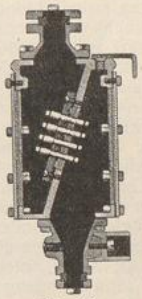


Fig. 101.



Fig. 97.

d) Lötſtellen in Fernſprechkabeln. Das Verbinden der zuſammengehörenden Adern erfolgt von der innerſten Lage aus durch Würgeſtellen, nachdem auf die eine Ader ein etwa 5 cm langes Iſolierröhrchen aus Papier geſchoben und eine Reinigung der Drähte erfolgt iſt. Die Drähte werden an der Berührungsſtelle rechtwinklig zur Aderrichtung umgebogen und zuſammengedreht, ſodann wird die Würgeſtelle durch Abkneifen der Drahtenden auf etwa 3 cm verkürzt, parallel zur Ader umgebogen und durch Ueberſchieben des Papierröhrchens iſoliert. Die Papierröhrchen werden vor dem Gebrauch über Kohlenfeuer gut getrocknet oder abgedämpft. Vor der Verbindung der Adern ſind die beiden Hülſen der Walzbleimuffe auf die Kabelenden aufgeſteckt worden. Die Länge der Spleißſtelle und der Abſtand zwiſchen den Enden der Bleimäntel beider Kabel ſind derart zu bemeſſen, daß, wenn die Hülſen von beiden Seiten über die Spleißſtelle geſchoben werden, ſie dieſe völlig bedecken, dabei etwa 3—4 cm ineinander ſtecken und an beiden Enden den Bleimantel der verſpleißten Kabelſtücke noch etwa ebenſoweit umfaſſen. Zur Verbindung des Mantels mit den Hülſen und der Hülſen untereinander dient ſogenannter Bleimörtel, ein zuſammengeſchmolzenes Gemenge aus 2 Gewichtsteilen Tarnowitzer Weichblei und 1 Gewichtsteil Auſtralzinn mit einem Zuſatze von Schwefel, Kolophonium und Talg.

e) Ueberführungskaſten dienen zur Verbindung der Fernſprechkabel mit den oberirdiſchen Fernſprechleitungen. Der Ueberführungskaſten (Fig. 98 und 99) beſteht aus einem mit Eiſenblech überkleideten Eiſengerüſt; Vorder- und Rückenwand ſind zum Abſchrauben eingerichtet; ihre oberen Hälften laſſen ſich türartig öffnen. Der Kaſten, der die Einrichtung beſonderer Bodenräume für Kabelaufführungen entbehrlich machen ſoll, enthält einen Kabelendverſchluß, die Blitzableiter und die Sicherungen für die Leitungsadern des Fernſprechkabels.

f) Kabelendverſchluß (Fig. 100 und 101). In ihm erfolgt die Verbindung der Leitungsadern der Fernſprechkabel mit den Adern der nach den Betriebsräumen führenden Zimmerleitungskabel. Er beſteht aus einem gußeiſernen, mehrmals mit Oelfarbe geſtrichenen Kaſten von der Form eines rechtwinkligen, vierſeitigen Prismas, deſſen Seitenflächen am unteren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ende etwas abgeschrägt sind. Vorder- und Rückwand aus starkem Eisenblech sind zum Abschrauben eingerichtet. Der innere Raum des Kastens ist durch eine in der Diagonale der Seitenwände von vorn nach hinten ansteigende Scheidewand in zwei Kammern geteilt. Die Scheidewand besteht aus einer Stabilitplatte, die auf einen an den Seitenwänden des Kastens angegossenen Rahmen geschraubt und durch Gummistreifen gegen ihn abgedichtet ist. Durch die Stabilitplatte führt für jede Ader des in den Endverschluß eintretenden Kabels ein an beiden Enden mit Druckschrauben versehener, etwa 3 cm langer Messingstift zur Verbindung der Kabeladern mit den Adern der Zimmerleitungskabel. Jeder Endverschluß besitzt am Boden eine mit der hinteren Kammer zusammenhängende, zur Aufnahme des Fernsprechkabels eingerichtete Stopfbüchse. In die vordere Kammer führen von oben bis zu acht Büchsen für die Zimmerleitungskabel. Nach Herstellung der Verbindungen wird der Endverschluß mit Isoliermasse ausgegossen.

4. Die Anlage von Luftkabeln. Für Luftkabellinien kommen Fernsprechkabel ohne Eisendrahtbewehrung zur Verwendung; sie werden an besonderen Tragseilen aufgehängt. Die Tragseile bestehen aus verzinkten Gußstahldrähten; sie werden an hölzernen wie an eisernen Gestängen mittels besonderer durch Fig. 102 dargestellter Vorrichtungen befestigt und mit etwa 2% Durchhang gespannt. Beim Vorwärtsziehen von einem Stützpunkt zum andern werden an dem Kabel in Abständen von etwa 1 m verzinkte Haken aus Bandeisen mit verzinktem Bindedraht festgebunden. Die freien Enden der Haken werden auf das Tragseil geschoben und gleiten auf ihm entlang (Fig. 103). Sobald ein Haken an einem Stützpunkt ankommt, wird er von einem Arbeiter vom Seil abgehängt und gleich hinter dem Stützpunkt wieder aufgehängt. Die Verbindung zweier Kabelenden muß stets an einem Stützpunkt ausgeführt werden.

5. Die Einführung der Leitungen in die Vermittlungsanstalten und Sprechstellen. Zur Einführung der oberirdischen Fernsprechteilnehmerleitungen in die Vermittlungsanstalten dienen Gummikabel, die auf dem kürzesten Wege von den Rohrständern nach den Blitzableitern bezw. an die vor die Blitzableiter zu schaltenden Grobsicherungen zu führen sind, welche beide unter allen Umständen in dem der Leitungseinführung zunächst belegenen geeigneten Raum untergebracht werden müssen. Zu diesem Zwecke werden die Kabel, sofern sie nicht innerhalb des Gebäudes durch Klemmleisten an den Wänden entlang geführt werden können, in Kanälen aus Eisenblech oder Eisengittern u. s. w. verlegt. Seitenkanäle ähnlicher Bauart führen die Kabel nach

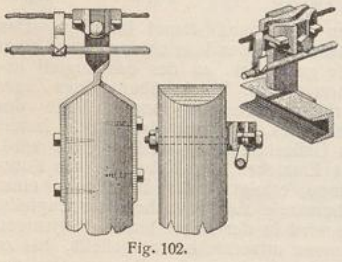


Fig. 102.

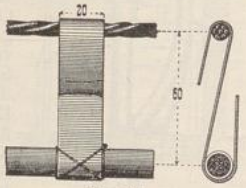


Fig. 103.



Fig. 104.

den untersten Querträgern der Rohrständer, weiterhin werden die Kabel durch flache Kasten abgedeckt. Die isolierten Adern der Gummikabel werden sodann in dem freien Raum zwischen den Querträgerschienen untergebracht und in der aus Fig. 104 ersichtlichen Weise an die Stütze des nächsten Isolators sowie an den inneren Mantel der Doppelglocke gelegt und möglichst weit in den Hohlraum der Glocke hineingeschoben. Die Bleihülle darf mit dem äußeren Mantel des Isolators nicht in Berührung kommen, anderseits muß sie bis tief in den Innenraum der Doppelglocke, bis zum Punkte *a*, hineinragen. Die Isolierhülle der Strecke *a b c*, die vom Bleimantel zu entblößen ist, muß unverletzt bleiben. Das vom Punkte *c* ab auch von der Isolierschicht zu befreiende Ende des Kabels wird mit dem senkrecht nach unten geführten Ende der blanken Leitung verlötet. An den Stützen wird das Kabel mit weichem Kupferdraht unter Zwischenlage eines Streifens Isolierband festgebunden. Ist nur eine geringe Anzahl von Leitungen in die Vermittlungsanstalt einzuführen, so werden die Gummikabel zweckmäßig in den Rohrständern selbst hochgeführt und diese durch eine Zinkhaube mit angesetzter Kappe nach Fig. 105 abgeschlossen. Die Einführung der Leitungen in die Sprechstellen erfolgt durch Bleirohrkabel, das nach Fig. 104 mit der Außenleitung an einem Einführungsisolator auf hakenförmiger Schraubenstütze verbunden wird. Die Einführung der Fernsprechverbindungsleitungen erfolgt getrennt von den Teilnehmerleitungen mittels besonderer Bleirohrkabel in die Vermittlungsämter. Zur Verbindung dieser Kabel mit den blanken Leitungen dienen Ebonitschutzglocken. Die blanke Leitung wird zu diesem Zwecke an dem letzten Isolator nach Fig. 106 abgespannt, und in gleicher Weise wird der Draht einer Schutzglocke am Isolator befestigt. Die Enden des Leitungs- und Schutzglockendrahtes werden seitlich vom Isolator zu einem flachen Bügel zusammengebogen und verseilt; die Würgestelle wird gut verlötet. Zur Verbindung des isolierten Drahtes mit dem Drahte in der Glocke ist deren Mantel abzuschrauben und über den isolierten Draht zu ziehen, hierauf dieser auf einige Zentimeter freizulegen und mit dem zu einer Oese umgebogenen



Fig. 105.



Fig. 106.

Glockendrahte zu verlöten. Die Einführungskabel werden in den Vermittlungsanſtalten zunächſt an die Blitzableiter mit Feinſicherungen geführt; vor dieſe werden noch Grobſicherungen eingeſchaltet, wenn es ſich um oberirdiſche Fernſprechleitungen handelt, die durch Starkſtromleitungen gefährdet ſind. Die Fernſprechverbindungsleitungen werden zunächſt an Plattenblitzableiter geführt, denen bei Starkſtromgefahr noch Grobſicherungen vorgeſchaltet werden und dann an Kohlenblitzableiter gelegt. In den Sprechſtellen wird das Einführungskabel nach dem Sicherungskäſtchen geführt; von hier aus geht die Zimmerleitung nach den Sprechapparaten über Iſolierröllchen, die in Abſtänden von etwa 1 m mittels Holz- oder Stahldübel an den Wänden anzubringen ſind. Die Iſolierrollen beſtehen entweder aus einem Stück in Form einer Glocke oder aus zwei ineinander zu ſchiebenden Teilen in Form einer Klemmrolle (Fig. 107). Damit die Drähte in den Feldern ſtraff geſpannt bleiben, werden ſie bei einteiligen Röllchen mit Garn feſtgebunden, bei zweiteiligen Röllchen aber zwiſchen die beiden Teile gelegt und beim Anſchrauben feſtgeklemmt.



Fig. 107.

Die Vermittlungsanſtalten erhalten beſondere Blitzableitererdleitungen und beſondere Betriebserden, erſtere entſprechen den Erdleitungen für Telegraphenzwecke; letztere werden gewöhnlich aus 1,5 mm ſtarkem Kupferdraht hergeſtellt und möglichſt mit der Waſſerleitung verbunden; es kann dann eine beſondere Erdplatte wegfallen. Bei den Sprechſtellen genügt als Erdleitung eine Verbindung mit der Waſſerleitung durch ein Seilchen aus zwei 1,5 mm ſtarken Kupferdrähten als Blitzableitererde bei Doppelleitungsbetrieb oder gleichzeitig als Betriebserde bei Einzelleitungen. Läßt ſich die Waſſerleitung nicht benutzen, ſo genügt eine Erdleitung aus Eiſendrahtſeil.

6. Die Herſtellung vollſtändig verſenkter Fernſprechnetze. Sie empfiehlt ſich nur für Städte mit ſehr dichtem Fernſprechnetz, wie z. B. Berlin und Hamburg. An Stelle der großen oberirdiſchen Linienzüge mit 300—400 Anſchlußleitungen ſind hier die S. 508 beſchriebenen Zementkanäle mit einer großen, der Dichte des Fernſprechnetzes entſprechenden Anzahl von Einzelöffnungen getreten, die jeden Häuſerblock durch ein vieladriges, bis zu 250 Doppelleitungen enthaltendes Hauptkabel mit dem Fernſprechamte verbinden. In den Verteilungskanälen erfolgt die Verzweigung und Weiterführung der in den einzelnen Häuſerblocks in den Hauptverteilern endigenden Hauptkabel mittels wenigadriger Kabel nach den einzelnen Grundſtücken. Hier endigen die Verteilungskabel an Einzelverteilern, von denen aus die Schlußzuführung nach den einzelnen Sprechſtellen mittels iſolierter Drähte hergeſtellt wird. Der Hauptverteiler beſteht im weſentlichen aus einer als Schaltbrett dienenden Hartgummiſcheibe, die in einem leicht abnehmbaren Schutzkaſten untergebracht iſt. In den unteren Teil des Schutzkaſtens werden die Hauptkabel und auch die weiterführenden Verteilungskabel eingeführt; ihre Enden werden, um ein Eindringen von Feuchtigkeit in die Kabel zu verhüten, unter Verwendung von Bleimuffen mit wetterbeſtändiger Iſolation (Gummi) abgeſchloſſen. In die Hartgummiplatte des Schaltbretts ſind Doppelklemmen aus Meſſing eingelaſſen, an dieſen werden die Adern der Hauptkabel mit denen der Verteilungskabel verbunden. Die Aufſtellung der Hauptverteiler erfolgt am zweckmäßigſten in einem trockenen Raume eines Grundſtücks; wo das nicht angängig iſt, werden ſie nach Art der Litfaßſäulen auf der Straße aufgeſtellt. Die Verteilungskanäle werden dicht an die Grenze der Grundſtücke geführt, Raummangels halber müſſen ſie jedoch auch häufig neben oder auf den Hauptkanälen verlegt werden. In die Verteilungskanäle ſind Abzweigkäſten eingebaut, von denen die Kabel nach den in den Häuſern aufgeſtellten Einzelverteilern führen. Der Einzelverteiler beſteht aus einer zylindriſchen Muffe *A* (Fig. 108 und 109) aus Gußeiſen und einer auf deren oberen Oeffnung aufgeſchraubten Hartgummiſcheibe *B* mit eingeſetzten Stiftklemmen *C* für 7 oder für 14 Doppeladern. Das Verteilungskabel wird durch die untere Oeffnung in die Muffe eingeführt und durch Anziehen der Schelle *S* feſtgelegt. Nach oben erfolgt der Abſchluß der Muffe durch einen auf die Hartgummiſcheibe luftdicht aufgeſchraubten gewölbten eiſernen Deckel *D*. An den oberen Enden der Stiftklemmen werden die Adern des Verteilungskabels, an den unteren die Zuleitungen zu den Sprechſtellen befeſtigt. Die eiſerne Glocke *E* dient als Schutz gegen Beſchädigung und Witterungseinflüſſe; ſie iſt nach unten durch einen Ebonitboden *F* abgeſchloſſen, in dem ſich die entſprechende Anzahl Durchbohrungen zur Einführung der Anſchlußdrähte befinden.

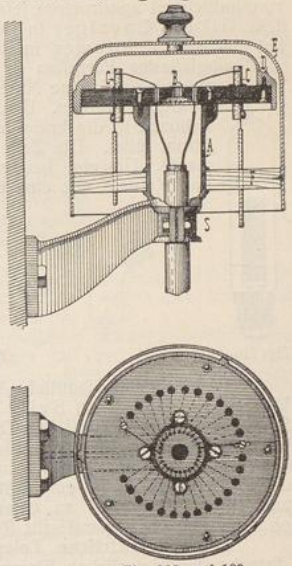


Fig. 108 und 109.

B. Telephonie ohne Draht.

Die Verſuche zur Löſung des Problems der Telephonie ohne Drahtleitung laſſen ſich in vier Gruppen einteilen: 1. die telephoniſche Uebermittlung durch die Luft, die Erde oder das Waſſer unter Benutzung der Induktionswirkungen und der Stromleitung; 2. die Uebertragung von Schallwellen durch den Luftraum mit Hilfe von Lichtſtrahlen (Lichttelephonie); 3. die Benutzung des

elektrischen Bogenlichtes zur Uebertragung von Gesprächen durch den Luftraum (lichtelektrische Telephonie); 4. die drahtlose Telephonie mittels elektromagnetischer Wellen, auch Radiotelephonie genannt. Bedeutung für die Praxis haben nur die auf der Verwendung der elektromagnetischen Wellen beruhenden Anordnungen erlangt. Für die drahtlose Telephonie der Praxis kommt zurzeit nur der elektrische Bogenlichtsender in der Ausführung von Poulsen, Telefunken oder De Forest in Frage. Mit einer solchen Anordnung können Reichweiten von 300 km erzielt werden. Größere Entfernungen werden überbrückt werden können, sobald die Aufgabe gelöst sein wird, Mikrophone für beträchtlichere Energiemengen zu bauen; vgl. a. [7] und [10].

1. **Drahtlose Telephonie mittels Induktion oder Stromleitung.** W. H. Preece, der frühere Chefelektriker der englischen Telegraphenverwaltung, spannte zwei Drähte parallel zueinander auf den gegenüberliegenden Ufern eines Sees aus. Die Drähte wurden gut geerdet. Es gelang ihm hiermit eine Verständigung mittels Telephons über den See hinweg auf 4,5 km.

2. **Lichttelephonie.** Auf der Senderstation werden die Schallwellen auf mechanisch-optischem Wege in Lichtwellen umgesetzt und auf der Empfängerstation diese wieder in Schallwellen unter Benutzung der elektrischen Eigenschaften des Selens (s. d.). Bei geeigneter Anordnung leitet das Selen unter dem Einflusse von Lichtwellen den elektrischen Strom zwei- bis zehnmal besser, als wenn es sich im Dunkeln befindet. Selenzellen mit 50—80facher Lichtempfindlichkeit konstruieren jetzt Claufen & v. Bronk in Berlin sowie P. J. Kipp & Zonen, J. W. Giltay, Opvolger in Delft. Besondere Verdienste um die Verbesserung der Selenzellen hat sich auch E. Ruhmer in Berlin erworben [8]. In der Selenzelle von Ruhmer (Fig. 110) wird unglasiertes Porzellan in Gestalt eines Zylinders oder Täfelchens verwendet. In dem Porzellankörper sind feine Nuten eingepreßt, in welche die Zuführungsdrähte erwärmt hineingewickelt werden. Das Selen wird in geschmolzenem Zustande aufgetragen und durch Erhitzen in die kristallinisch-metallische Modifikation übergeführt, die den elektrischen Strom leitet. Die Zelle wird in eine Glasbirne eingeschmolzen und diese luftleer gemacht. Um eine bequeme Einschaltung zu ermöglichen, hat die Birne Gewindefassung und Kontakt wie eine Glühlampe erhalten.



Fig. 110.



Fig. 111.

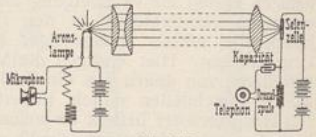


Fig. 112.

Vorbildlich für sämtliche Anordnungen der Lichttelephonie waren die photophonischen Versuche von Graham Bell. Er konzentrierte mittels einer Linse L_1 (Fig. 111) ein kräftiges Sonnenstrahlenbündel auf den Diaphragmaspiegel S; nach erfolgter Reflexion wurde das Lichtbündel durch eine zweite Linse L_2 wieder in parallele Strahlen zerlegt. Diese wurden nach der Empfangsstation gerichtet und hier von einem parabolischen Reflektor R aufgefangen, in dessen Brennpunkt eine empfindliche Selenzelle S_2 aufgestellt ist, die mit einer kleinen Batterie B und einem Telephon T zu einem Stromkreis zusammengeschaltet wird. Ruhmer hat solche photophonischen Apparate für Reichweiten von 2 km hergestellt.

3. **Lichtelektrische Telephonie.** Sie wurde ermöglicht durch die Entdeckung des „sprechenden elektrischen Flammenbogens" von Simon in Erlangen im Jahre 1897. Simon erzielte eine Uebertragungsweite von 3 km. Um die Ausbildung der Simonschen Erfindung für die Praxis haben sich später W. Duddell und E. Ruhmer verdient gemacht; letzterer hat eine Reichweite von 15 km erzielt. Simon hatte folgendes festgestellt: a) Der elektrische Flammenbogen verwandelt periodische Stromschwankungen, die sich über seinen Hauptstrom lagern, bis in alle Einzelheiten der Klangfarbe in Töne. Er kann somit als Empfänger bei mikrophonischer Uebertragung jeder Art von Klang und Geräusch dienen. b) Der Flammenbogen reagiert auf die kleinsten Dichteschwankungen der umgebenden Luft durch entsprechende Schwankungen seiner Stromstärke und kann somit als Geber bei telephonischer Uebertragung jeder Art von Klang und Geräusch dienen [9]. Simon verwendet im Sender einen Flammenbogen zwischen Quecksilberelektroden im Vakuum wie bei der Arons- oder Cooper-Hewitt-Lampe. Ueber dem Flammenbogen werden nach Fig. 112 die Ströme eines Mikrophonkreises gelagert. Diese erzeugen Intensitätsschwankungen des ausgestrahlten Lichtes. Die Lichtstrahlen werden mittels eines parabolischen Scheinwerfers, in dessen Brennpunkt der Lichtbogen angeordnet ist, nach der Empfangsstation gerichtet und hier mittels einiger Linsen auf eine Selenzelle konzentriert. Man hört alles, was in das Mikrophon der Senderstation hineingesprochen wird, laut und deutlich im Telephon der Empfangsstation wieder.

4. **Drahtlose Telephonie mittels elektrischer Wellen.** Die Erfindung der drahtlosen Telegraphie mittels elektrischer Wellen gab den Anstoß zu Versuchen, auch diese für eine drahtlose Telephonie nutzbar zu machen. Die gewöhnlichen funkentelegraphischen Sender erwiesen sich aber für die Uebertragung der Sprechwellen nicht geeignet. Sie liefern den einzelnen Funkenentladungen entsprechend Wellenzüge, die von zu langen Pausen unterbrochen sind. Eine für die Praxis brauchbare Lösung fand das Problem erst durch die Benutzung der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kontinuierlichen ungedämpften Wellen. — Bei der Funkenerregung beträgt die Dauer der rasch abklingenden Schwingungen etwa $^1/_{1000000}$ Sekunde. Kommen z. B. 20 Schwingungswellen zur Ausstrahlung, so herrscht nach $^1/_{50000}$ Sekunde wieder vollständige Ruhe im System. Findet eine Neuaufladung des Schwingungssystems schon $^1/_{20}$ Sekunde nach der vorhergegangenen Aufladung statt, so dauert die schwingungslose Pause gegenüber der Schwingung 2500 mal so lang. Diese immerhin nur kurze Unterbrechung in der Aufeinanderfolge der Schwingungen ist hinreichend, eine Uebertragung der Schallwellen der menschlichen Sprache mittels solcher Sender unmöglich zu machen. Die in dieser Hinsicht angestellten Versuche von Fessenden, Mosler u. a., die man unter der Bezeichnung „Funkentelephonie" zusammenfassen kann, haben daher auch keinen Erfolg aufzuweisen gehabt. Der Mißerfolg hat seine Ursache in der eigenartigen Gestaltung der Schallwellen der menschlichen Sprache bei der mikrophonischen Uebertragung. Die Schwingungen einer Mikrophonmembran, in welche die Schallwellen beim Sprechen gegen eine solche umgesetzt werden, sind bezüglich ihrer Amplitude, ihrer Frequenz und sonstigen Gestalt voneinander sehr verschieden. Die sinusförmige Grundschwingung wird durch die den einzelnen Lauten eigentümlichen Obertöne fast unkenntlich gemacht, wie die Fig. 113 der Schwingungskurven der Vokale zeigt. Bei der gewöhnlichen Rede ist die Schwingungsfrequenz, wenigstens bezüglich der Vokale, ziemlich konstant. Sie variiert je nach der Stimmlage des Sprechenden zwischen 1000 beim Sopran und rund 100 beim Baß; die Zeitdauer einer Schwingung beträgt also $^1/_{100}$—$^1/_{1000}$ Sekunde. Der mittlere Schwingungsbereich, der allen Stimmen gemeinsam ist, bewegt sich um die Zahl 300 herum. Auf eine mittlere Sprachschwingung fällt also eine Zeitdauer von $^1/_{300}$ Sekunde. Zur Uebertragung solcher Schwingungen bedarf es aber elektrischer Schwingungen von mindestens gleicher Dauer, die nicht von so langen Pausen wie $^1/_{20}$ Sekunde unterbrochen sind. Hierzu eignen sich vielmehr nur kontinuierliche ungedämpfte Schwingungen, wie sie von dem elektrischen Lichtbogensender (vgl. Telegraphie ohne Draht) oder von Hochfrequenzmaschinen erzeugt werden können. Am 11. Dezember 1906 hat Fessenden zwischen Brant Rock und Plymouth eine drahtlose telephonische Verständigung auf rund 18 km mittels ungedämpfter Wellen erzielt, die durch eine Hochfrequenzmaschine erzeugt wurden. Er hat damit die zeitliche Priorität um einige Tage vor der Deutschen Telefunkengesellschaft erhalten, die zuerst am 20. Dezember 1906 eine drahtlose Telephonie auf 40 km zwischen Berlin und ihrer Großstation Nauen mittels ihres Lichtbogensenders vorführte.

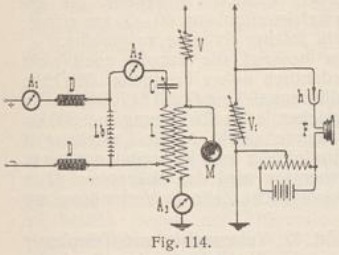


Fig. 114.

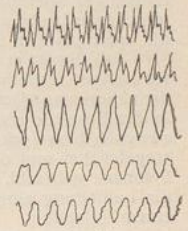


Fig. 113.

a) System Telefunken. Zur Erzeugung der kontinuierlichen Schwingungen werden mehrere Lichtbogen in Reihe geschaltet und zwar sechs Stück bei 220 Volt Gleichstrom, zwölf Stück bei 240 Volt und 24 Stück bei 880 Volt mit 4—7 Ampère Stromstärke. Das Schwingungssystem wirkt wie der Braunsche Erregerkreis, indem es durch Transformation die Luftleitung zum Mitschwingen bringt. Parallel zu einem Teile der Windungen der in die Luftleitung eingeschalteten Transformatorspule L (Fig. 114) ist ein Starkstrommikrophon M eingeschaltet. Durch die Membranschwingungen wird der elektrische Widerstand des Mikrophons, der als Nebenschluß zur Spule aufzufassen ist, verändert.

Dadurch wird auch der Kopplungsgrad zwischen Erregerkreis und Luftleitung und dementsprechend der Energiebetrag beeinflußt, der von der Luftleitung aufgenommen und ausgestrahlt wird. Der Speisestrom wird den Lichtbogen über ein Ampèremeter A_1 und zwei kräftige Drosselspulen D zugeführt, die den Uebertritt der Hochfrequenzschwingungen in den Primärkreis verhindern sollen. Parallel zu den Lichtbogen Lb liegt der veränderliche Kondensator C und die ebenfalls regelbare Selbstinduktionsspule L sowie das Ampèremeter A_2. Die Abstimmung der Luftleitung, die sich in Resonanz mit dem Schwingungskreise befinden muß, erfolgt mittels der veränderlichen Selbstinduktionsspule V. In der Erdleitung der Antenne liegt das Ampèremeter A_3; dieses gestattet eine Kontrolle über die Beeinflussung des Schwingungsstromes durch das Mikrophon. Der Kopplungsgrad zwischen Luftleitung und Hochfrequenzkreis wird klein gehalten, damit der Einfluß der Schwankungen beim Sprechen auf die kontinuierlichen Amplituden der Schwingungswellen möglichst groß wird. Infolge der Mikrophonänderungen schwankt die Energieaufnahme der Luftleitung sowie deren Eigenwelle im akustischen Rhythmus des Telephons. Die Luftleitung sendet infolgedessen Schwingungen wechselnder Amplitude und Wellenlänge in den Raum. Um diese unverändert aufnehmen zu können, darf der Empfänger im Gegensatz zum Sender nicht schwach gedämpft sein, da sonst die Sprache verzerrt wiedergegeben wird. Der Empfänger verliert infolgedessen allerdings an Abstimmfähigkeit und es müßten daher Nebenstationen mit ganz erheblich verschiedenen Wellen arbeiten, wenn sich die Gespräche nicht verwirren sollten. In den Luftdraht des Empfängers wird deshalb nur ein aus zwei ineinander gesteckten Spulen bestehendes Variometer V_1 eingeschaltet, deren gegenseitige Lage durch Drehung der Spulen verändert werden kann. Mit dem Variometer ist ein elektrolytischer Wellenanzeiger von Schlömilch h verbunden, der die aufgenommenen Schwingungen als Sprechlaute im Telephon F hörbar macht.

b) System Poulsen (Fig. 115). Als Schwingungserreger benutzt Poulsen nur einen einzigen in einer Wasserstoffatmosphäre unter Einfluß eines Magnetfeldes NS brennenden Bogen. Dagegen verwendet er sechs bis acht in Reihe in die Luftleitung A geschaltete Mikrophone M,

um eine größere Energieſchwankung zu erzielen; als Wellenanzeiger benutzt er eine Thermozelle in Verbindung mit einem Telephon. Mit einer ſolchen Anordnung wurde eine reine und deutliche Verſtändigung zwiſchen Esbjerg und Lyngby auf etwa 270 km Entfernung erzielt.

c) Syſtem De Foreſt. Als Schwingungserreger wird ebenfalls der elektriſche Lichtbogen benutzt; er brennt in einer Spiritusflamme, d. h. wegen des hohen Waſſerſtoffgehaltes des Spiritus wie bei Poulſen in einer Atmoſphäre von Waſſerſtoff. Das Mikrophon iſt direkt in den Luftdraht und zwar in den Erdungspunkt desſelben eingeſchaltet. Dieſen Punkt hält De Foreſt für den geeignetſten, weil der von der Luftleitung ausgeſtrahlte Energiebetrag proportional demjenigen iſt, der bei der Erdung in den Boden geht. Als Empfangsapparat benutzt De Foreſt einen Glühlampenwellenanzeiger, den er „Audion“ nennt, in Verbindung mit einem Telephon. Das Audion beſteht aus einer Tantallampe, deren Glühfaden zwei Platinplättchen gegenüberſtehen, und die in gewöhnlicher Weiſe an das Beleuchtungsnetz angeſchloſſen iſt. Das eine Platinplättchen iſt mit dem geſchloſſenen Empfangskreiſe verbunden, auf den die von der Luftleitung aufgenommenen Schwingungen induktiv übertragen werden, das andre ſteht mit einem Telephon bezw. Mikrophonſtromkreis in Verbindung. Die ankommenden Schwingungen verurſachen proportional ihren Amplituden Widerſtandsſchwankungen des durch die Hitze des Glühfadens in der Tantallampe ioniſierten Gaſes. Dieſe Schwankungen ſind auch proportional den Widerſtandsſchwankungen im Sendermikrophon, und die im Empfänger hierdurch auftretenden Stromſchwankungen geben dann im Telephon die geſprochenen Laute wieder. De Foreſt hat mit ſeinem Syſtem Reichweiten von 40—50 km erzielt; die amerikaniſche Schlachtflotte iſt mit einer größeren Anzahl ſolcher Syſteme ausgerüſtet.



Fig. 115. Fig. 116

d) Syſtem Feſſenden (Fig. 116). Dieſes Syſtem bedingt die zurzeit noch recht ſchwierige Herſtellung von Wechſelſtromgeneratoren außerordentlich hoher Frequenz. Mit Hilfe der nahezu ungedämpften Schwingungen, die von einer Wechſelſtrommaſchine *D* mit 81700 Wechſeln in der Sekunde erzeugt wurden, hat Feſſenden eine ausreichende Verſtändigung auf 300 km zwiſchen New York und Brant Rock erzielt. Die Maſchine wurde direkt in die Luftleitung *A* eingeſchaltet und dieſe durch richtige Bemeſſung von Selbſtinduktion und Kapazität mit ihr in Reſonanz gebracht. Unmittelbar hinter dem Wechſelſtromgenerator wird das Mikrophon *M* in die Luftleitung eingeſchaltet; als Empfänger dient eine elektrolytiſche Zelle in Verbindung mit einem Telephon.

Literatur: [1] Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 12, Telegraphie und Telephonie von Nöbels, Schluckebier u. Jentſch, 2. Aufl., Leipzig 1907. — [2] Wietlisbach, Handbuch der Telephonie, Wien 1899. — [3] Miller, Kempſter B., American Telephone Practice, New York 1905. — [4] Elektrotechniſche Zeitſchr. 1903, Heft 36, und 1909 Heft 7. — [5] Ebend. 1904, Heft 11. — [6] Ebend. 1902, Heft 49, und 1907, Heft 27. — [7] Jentſch, Otto, Telegraphie und Telephonie ohne Draht, Berlin 1904. — [8] Ruhmer, E., Das Selen und ſeine Bedeutung für die Elektrotechnik, Berlin 1902. — [9] Wiedemanns Annalen 1898, Bd. 64, S. 233. — [10] Tiſſot, C., La téléphonie sans fil, Paris 1909. *Otto Jentſch.*

Telephot, eine Art Reflexkamera, die mit einem beſonderen Teleobjektive ausgerüſtet iſt. Das Teleobjektiv hat der Aſtronom Schaer in Genf konſtruiert, die Reflexkamera, in welcher die Lichtſtrahlen, die vom Objektiv kommen, durch zwei Spiegel hin und zurück reflektiert werden, bevor ſie auf die lichtempfindliche Schichte gelangen, ſtammt von Vautier-Dufour. Der Telephot dient zu telephotographiſchen Aufnahmen.

Literatur: Boissonas, Revue Suisse de photographie, Laufanne 1903. *Novak.*

Telephotographie, Photographie räumlich weit entfernter Objekte, ſ. a. Teleobjektive.

Die Telephotographie von Korn und Bélin (beſſer Phototelegraphie genannt) bezweckt die Uebertragung von Bildern, Schriften u. ſ. w. auf weite Entfernung mit Hilfe elektriſcher Ströme. Das Verfahren von Korn beruht auf der Aenderung des Leitwiderſtandes einer Selenzelle bei verſchieden ſtarker Belichtung [1]. Bélin benutzt zur Variation der Stromſtärke ein Reliefbild, welches mit Hilfe des Chromatgelatineprozeſſes hergeſtellt wurde [2].

Literatur: [1] Korn, A., Elektriſche Fernphotographie und Aehnliches, Leipzig 1907. — [2] Photographiſche Korreſpondenz, Wien 1908. *Novak.*

Teleſkop, ſ. Fernrohr.

Teletypograph, ſ. Setzmaſchinen.



Tellerhammer, Hammer mit breiten, rechteckigen und am Rande abgerundeten Bahnen (ſ. beiſtehende Figur) für Blecharbeiten.

Tellerrot, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Tellerſcheiben, ſ. Schleifen, Bd. 7, S. 707, Fig. 34—42.

Tellerventil, ein mit ebener Ringfläche abdichtendes Ventil, im Gegenſatz zu Kegelventil. Als Beiſpiel ſ. das Eckventil, Bd. 3, S. 207, Fig. 1, ſowie die Sicherheitsventile und Ventilbelaſtung.

Tellur, *Te*, Atomgew. 127,6, bildet rhomboedriſche Kriſtalle mit ſilber-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ähnlichem Metallglanz; ſpez. Gew. 6,24; Schmelzpunkt 452; verbrennt an der Luft mit grüngeſäumter Flamme zu Tellurigſäureanhydrid TeO_2.

Es kommt in der Natur ſelten und in geringen Mengen vor, gediegen mit Eiſen und Gold verunreinigt, ſowie in einer Reihe von Erzen: Schrifterz ($AuTe_2 + AgTe_2$), Tellurſilber, Altait, Tetradymit, Arſenotellurit, Magnolit u. ſ. w. Zur Darſtellung des Tellurs werden feingepochte Tellurerze in konzentrierte Schwefelſäure eingetragen und nach dem Entweichen des dabei entſtehenden Schwefeldioxyds mit Salzſäure behandelt, um Silber abzuſcheiden und die gebildete tellurige Säure zu löſen. Aus dem Filtrat wird das Rohtellur durch Fällung mit Zink gewonnen. In ſeinem chemiſchen Verhalten iſt es dem Selen und Schwefel ähnlich. Tellurwaſſerſtoff, H_2Te, farbloſes Gas von ſchwefelwaſſerſtoffähnlichem Geruch, verbrennt mit blauer Flamme zu Waſſer und Tellurigſäureanhydrid TeO_2. Dieſes kann in farbloſen, regulären Kriſtallen, die in Waſſer ſchwer löslich ſind, gewonnen werden. Tellurige Säure, H_2TeO_3, weiße, in Waſſer lösliche Maſſe. Salze: Tellurite. Tellurſäure, H_2TeO_4, farbloſe, leicht in heißem Waſſer lösliche Kriſtalle. Salze: Tellurate. *Moye.*

Tellurſilber (Heſſit), Mineral, Ag_2Te (62,8 % Ag, 37,2 % Te, oft goldhaltig). Kriſtalliſiert rhombiſch; meiſt derb und körnig, geſchmeidig; bleigrau bis ſtahlgrau; metallglänzend, undurchſichtig. Härte $2^1/_2$; ſpez. Gew. 8,1—8,4. Leicht ſchmelzbar; löſt ſich in warmer Salpeterſäure. Vorkommen im Ural (Savodinskoi), Ungarn, Siebenbürgen u. ſ. w.; Reiches Silbererz. *Leppla.*

Tempel, die für den Gottesdienſt beſtimmten öffentlichen Gebäude nicht nur im Altertum, ſondern der verſchiedenſten Völker und Zeiten. Man hat zu unterſcheiden: Kulttempel für gottesdienſtliche Zwecke, Weihetempel zur Aufſtellung von Weihegeſchenken (Schatzhäuſer) und Grabestempel zum Andenken an Verſtorbene.

Als die älteſten Zeugen menſchlicher Kunſt dürfen wir außer den Pyramiden (ſ. d.), den Königsgräbern, die Tempelbauten der Aegypter bezeichnen. Dieſe bilden großartige bauliche Anlagen von mächtigſter Wirkung und vieltaufendjähriger Dauer. Sie bauten ſich auf als eine gewaltige eintönige Maſſe, faſt ohne Fenſter- und Türöffnungen. An der Vorderſeite, auf welche großartige Zugangswege, zu beiden Seiten mit Hunderten von rieſenhaften Sphynxen (ſ. d.) beſetzt, zuführten, war der Eingang von mäßiger Größe zwiſchen zwei mächtigen viereckigen geböſchten Türmen, den Pylonen (ſ. d., Bd. 7, S. 301, nebſt Figur). Hinter dieſen liegt der an drei Seiten von Säulenhallen umgebene Vorhof, oder es ſind mehrere Höfe, welche zu dem ſäulenreichen Hauptſaal mit Steindecke und ſeitlichem Oberlicht (ſ. Fig. 1) führen. Hieran ſchließt ſich das Allerheiligſte, ein kleiner Raum, rings umgeben von den Wohn- und Verſammlungsräumen der Prieſter. Dabei nahmen die Größenverhältniſſe von den Eingängen und Höfen mehr und mehr ab (Fig. 2). Die Hauptwirkung ſollte durch die Wucht der Pylonen und Säulenſtämme erzielt werden. Die berühmteſten Tempel waren die zu Karnak, zu Luksor und zu Edfu u. ſ. w. [1].

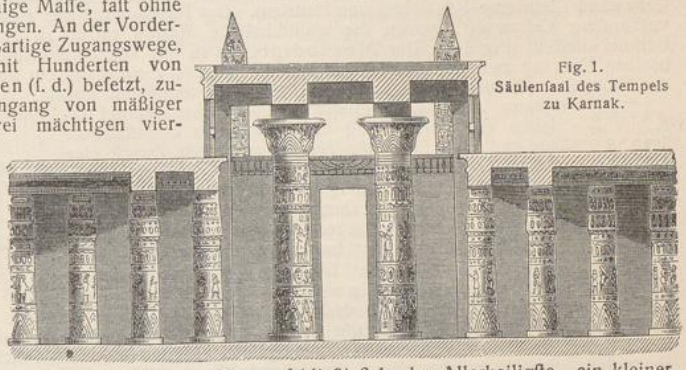


Fig. 1.
Säulenſaal des Tempels zu Karnak.

Von den Tempeln der aſiatiſchen Völker ſind zu erwähnen 1. die aſſyriſchen Stufenpyramiden von mächtigem Umfange (Turm von Babylon), auf deren Spitze die Verehrung der Planeten ſtattfand. 2. Die indiſchen Tempelanlagen, welche in zwei Formen erſcheinen, den freiſtehenden Pagoden (ſ. d., Bd. 6, S. 793) und den in Fels gehauenen Grottentempeln (ſ. Fig. 3), zu welchen oft ganze Berge ausgehöhlt wurden. Darin finden ſich Kanäle und Teiche zu Waſchungen, Gänge, Treppen und Hallen, Tempelzellen und Herbergen für Pilger ausgearbeitet. Die Decken ſind teils flach auf überreich geformten bauchigen Pfeilern aufgeſetzt, teils hochgewölbt mit phantaſtiſcher bilderreicher Ausſchmückung. 3. Die chineſiſchen Tempel ſind als freiſtehende Turmbauten (ſ. Fig. 4) geſtaltet mit einzelnen Stockwerken und geſchweiften Dachungen; die ſehr reichen Formen in farbiger Durchführung (Porzellanturm zu Nanking). 4. Der iſraelitiſche Tempel zu Jeruſalem, erbaut von König Salomo (1000 v. Chr.) und im Alten Teſtament (2. Chron. Kap. 3, 4, Ezechiel Kap. 40 bis 42) eingehend beſchrieben, beſtand aus dem Tempelhaus,



Fig. 2. Tempel des Chenſu zu Karnak (Längendurchſchnitt).



Fig. 4. Chineſiſcher Tempel.

umgeben von mehreren Höfen. Dieſer durch die Aſſyrer zerſtörte Tempel wurde durch König Herodes (geb. 73 v. Chr.) größer und prächtiger wieder aufgebaut und mit drei terraſſenförmig aufſteigenden und mit Säulenhallen geſchmückten Vorhöfen umgeben. Nach der Zerſtörung unter Kaiſer Titus (70 n. Chr.) wurde er nicht wieder aufgebaut.

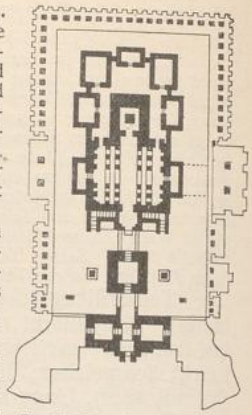


Fig. 3. Grundriß der Kailaſa-Grotte.

Von Tempeln der Griechen und Römer ſind uns noch zahlreiche Reſte erhalten und deren urſprüngliche Geſtalt durch reiches Studienmaterial ([4] und [5]) bekannt. — Der eigentliche Tempel war eine Cella oder der Naos von mittlerer Größe zur Aufſtellung des Götterbildes. Die wichtigſten Opferungen fanden nicht im Tempel, ſondern auf einem Altar ſtatt, der vor dem Tempel ſtand. Vor der länglich viereckigen Cella lag die ſäulengetragene Vorhalle entweder zwiſchen Stirnpfeilern (in antis) (Fig. 5) oder offen als Proſtylos (Fig. 6), zuweilen an der Rückſeite das Poſticum (Amphiproſtylos) (Fig. 7), wozu noch bei den größeren Tempeln das Opiſthodomos zur Aufbewahrung der Tempelſchätze trat (Parthenon in Athen). Eine reichere Geſtaltung bildet der Peripteros (Fig. 8 und 9), bei welchem eine Säulenſtellung rings um die Cellawand herumgeführt iſt. In dieſer Geſtaltung war die größte Zahl der Tempel erbaut. — In der Spätzeit erſchien der Dipteros mit zwei Säulenreihen um die Cellawand (Zeustempel in Athen von Hadrian). Der Pſeudoperipteros zeigt eine mit Halbſäulen verbundene Cellawand, wovon die wohlerhaltene Maison carrée zu Nimes das glänzendſte Beiſpiel darſtellt (Fig. 10). Der Pſeudodipteros iſt nur von einer Säulenreihe umgeben, mit breitem Umgang zwiſchen Säulen und Wand. Hierher rechnet als ein hervorragendes Beiſpiel der Doppeltempel der Venus und Roma auf dem römiſchen Forum, von Kaiſer Hadrian in rieſigen Verhältniſſen erbaut [8a]. Kleinere Tempel erhielten ihre Beleuchtung bloß durch die offenſtehende Türe, während für große Tempel zu dieſem Zweck eine größere Oeffnung in Dach und Decke angebracht war (Opaion). Diese Gattung bedingte aber eine ſo große Spannweite, daß die Decke durch zwei Reihen von Säulenſtellungen, welche jede überdies noch eine obere Säulenſtellung zu tragen hatten, geſtützt werden mußte (Hypäthraltempel). Die Türe des Tempels befand ſich ſtets an der Oſtſeite, und der Bau wurde durch ein Satteldach bedeckt, ſo daß ſich zwei flache, meiſt reich mit Figuren geſchmückte Giebel bildeten (Fig 9). Tempel, die außerhalb der Städte errichtet wurden, pflegte man mit einem geheiligten Bezirk (Temenos) zu umgeben, welcher durch ein Prachttor (Propylaion) zugänglich gemacht wurde. Eine abweichende Form bilden die römiſchen Rundtempel, meiſt von geringem Durchmeſſer, z. B. die dem Veſtadienſt geweihten Tempel zu Rom und Tivoli. Doch zählt hierher auch einer der großartigſten Bauten aller Zeiten, das Pantheon zu Rom, mit einem inneren Durchmeſſer von 43 m und gleicher Höhe (erbaut 26 v. Chr.), um 600 n. Chr. in eine chriſtliche Kirche umgewandelt (vgl. Bd. 5, S. 789, und Bd. 6, S. 636), noch heute in der bewunderungswerten Wirkung ſeines Kuppelraums angeſtaunt [6]. In heutiger Zeit werden die Synagogen der Juden auch Tempel genannt; ebenſo in Frankreich die Kirchen der Proteſtanten.

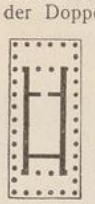


Fig. 8.

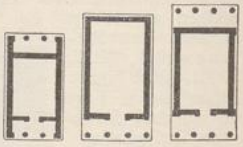


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Literatur: Vgl. die Werke [1]—[5] unter Bauſtil. Außerdem: [6] Rode, A., M. Vitruvius Pollio Baukunſt, Leipzig 1796. — [7] Stieglitz, Archäologie der Baukunſt der Griechen und Römer, Weimar 1801. — [8] Egle, J. v., Prakt. Bauſtil- und Bauformenlehre, Stuttgart, a) Abt. V Taf. 41—44; b) Abt. V, Taf. 34 und 35.

Weinbrenner.

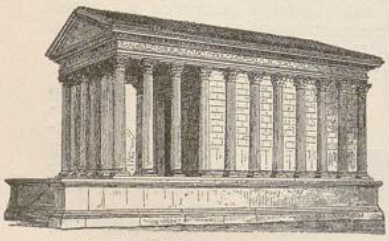


Fig. 10. Römiſch-korinthiſcher Tempel (Maison carrée) bei Nimes.



Fig. 9. Parthenon.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Temperatur (von temperare, mäßigen). Die Wärme kann erfahrungsgemäß von einem Körper auf einen andern übergehen. Es zeigt ſich dies am Uebergange der Wärmewirkungen. Zwei Körper A und B heißen gleichwarm oder von gleicher Temperatur, wenn bei gegenſeitiger Berührung kein Wärmeübergang ſtattfindet, oder, ſchärfer ausgedrückt, wenn nicht mehr Wärme von A nach B als von B nach A geht. Der Körper A heißt wärmer oder von höherer Temperatur als der Körper B, wenn bei der Berührung mehr Wärme von A nach B als von B nach A geht. Hat A eine höhere Temperatur als B, und B eine höhere als C, und es wird ein Körper von der Temperatur von A auf diejenige von C gebracht, ſo zeigt ſich, daß er die Temperatur von B durchſchreitet, in welchem Augenblicke alſo bei der Berührung mit B Wärmegleichheit beſtehen würde. Man kann demnach nicht von höherer Temperatur zu niedrigerer Temperatur oder von dieſer zu jener gelangen, ohne alle zwiſchenliegenden Temperaturen zu durchſchreiten: es exiſtiert nur eine ſtetige Temperaturfolge, die man nach Belieben in Grade teilen kann. Zur Angabe der Temperaturhöhe iſt dann noch ein feſter Punkt als Ausgangspunkt der Zählung nötig. Gegenwärtig ſind noch drei Temperaturteilungen in Gebrauch, für welche die Eigenſchaften ruhenden reinen Waſſers unter dem konſtanten Drucke einer Normalatmoſphäre (ſ. Bd. 1, S. 338) die Grundlage liefern. Die alsdann beſtehende Temperaturdifferenz von ſchmelzendem Eis zu ſiedendem Waſſer teilen Réaumur in 80, Celſius in 100, Fahrenheit in 180 Grad [16], ſo daß

$$4^0 R = 5^0 C = 9^0 F. \qquad 1.$$

Ferner ſetzen die Temperatur bei ſchmelzendem Eis und demgemäß nach dem Geſagten die bei ſiedendem Waſſer unter jenen Umſtänden: Réaumur 0 und 80°, Celſius 0 und 100°, Fahrenheit 32 und 212°, wonach zwiſchen den Temperaturen t_r, t_c, t_f nach Réaumur, Celſius und Fahrenheit die Beziehung beſteht:

$$t_r = \frac{4}{5} t_c = \frac{4}{9}(t_f - 32). \qquad 2.$$

Ueber Gefriertemperaturen, Schmelztemperaturen, Siedetemperaturen und kritiſche Temperaturen ſ. Bd. 7, S. 737, Bd. 8, S. 103, und Bd. 5, S. 711, über Temperaturmeſſung ſ. Thermometer, Pyrometer und [9], [10], [12], [20], [21], [27], [33], [34], [39].

Wie die angeführten Temperaturzählungen von willkürlichen Punkten ausgehen, ſo beruhen die gebräuchlichen Temperaturmeſſungen auf einzelnen, willkürlich herausgegriffenen Wirkungen der Wärme auf willkürlich gewählte Körper, z. B. auf den Volumenänderungen einer Flüſſigkeit (Queckſilber, Alkohol u. ſ. w.) oder auf den Druckänderungen eines Gaſes (Luft, Waſſerſtoff u. ſ. w.). Da dieſe Aenderungen nicht die bei der üblichen gleichmäßigen Gradierung zwiſchen Schmelzpunkt und Siedepunkt des Waſſers vorausgeſetzte Uebereinſtimmung zeigen, und infolge von Längenänderungen der Skalen, thermiſchen Nachwirkungen (ſ. d.) u. ſ. w. je nach Umſtänden verſchiedene Korrektionen in Betracht kommen können, ſo werden auch die Ableſungen verſchiedener Thermometer im allgemeinen nicht genau übereinſtimmen, und die Reduktionen aufeinander von der fortſchreitenden Erkenntnis der in Frage kommenden Eigenſchaften abhängen. Für techniſche Zwecke kann jedoch von dieſen Verſchiedenheiten häufig abgeſehen werden. S. darüber u. a. [21], S. 147, 153, [34], S. 50, [37], S. 192, [39], S. 134, 138.

Eine von ſpeziellen Eigenſchaften einzelner Körper unabhängige Temperatur hat die mechaniſche Wärmetheorie eingeführt. Gewöhnlich wird einfach angegeben, daß dieſe ſogenannte abſolute Temperatur ſich ausdrücken läßt:

$$T = \frac{1}{\alpha} + t = a + t, \qquad 3.$$

worin t die Temperatur nach Celſius, α der Ausdehnungskoeffizient (ſ. d.) eines Gaſes, welches dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze (Bd. 2, S. 243)

$$pv = R\left(\frac{1}{\alpha} + t\right) \qquad 4.$$

möglichſt genau folgt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen nimmt man dann an $\alpha = 0{,}003663$, $a = 273^0$, wonach ſich die abſolute Temperatur ergibt, wenn man zur Temperatur nach Celſius 273° addiert, und der abſolute Nullpunkt $T = 0$ bei $t = -273^0$ C. liegt.

Für manche Zwecke muß auf die Entſtehung des Begriffs der abſoluten Temperatur und der Formel 3 Rückſicht genommen werden. Schon Carnot hatte erkannt, daß das Maximum der äußeren Arbeit (Bd. 1, S. 102), welche beim Uebergange der Wärme aus einem Körper K_1 in einen andern Körper K_2 durch Vermittlung dritter Körper K von letzteren geleiſtet werden könne, proportional der von K_1 an K abgegebenen Wärmemenge Q_1, und im übrigen nur von den Temperaturen der Körper K_1 und K_2 (ſ. zu Beginn des Artikels), nicht von der Art der drei Körper abhängig ſei (vgl. Carnotſche Funktion, Wärmemotoren und [1], S. 28, 38) W. Thomſon ſchlug vor, die Temperaturzählung hierauf zu begründen [2]. Nachdem er erkannt

hatte, daß zufolge der von Mayer und Joule feſtgeſtellten Aequivalenz von Wärme und Arbeit das erwähnte Arbeitsmaximum ſich ausdrücken laſſe:

$$L = W(Q_1 - Q_2) = W Q_1 \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right),$$

wenn Q_2 die von K an K_2 abgegebene Wärmemenge und $W = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent bedeuten, wonach auch das Verhältnis $Q_1 : Q_2$ nur von den Temperaturen der Körper K_1 und K_2 abhängig wird, modifizierte er ſeinen erſten Vorſchlag dahin, dieſe Temperaturen T_1, T_2 derart zu definieren, daß die Beziehung beſtehe [3]:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}. \qquad 5.$$

Es ſind hiernach die Temperaturen T_1, T_2 zweier Körper K_1, K_2 ſo definiert, daß bei Verwendung dieſer als Wärme aufnehmende und abgebende Körper für die Erzeugung der Maximalarbeit L eines dritten Körpers die Gleichung 5. gilt, womit die absolute Temperatur $T = WC$ wird, unter C die Bd. 2, S. 424, beſprochene Carnotſche Funktion verſtanden. Dasſelbe Reſultat ergibt ſich auf Grund des Clauſiusſchen Grundſatzes (Bd. 2, S. 471) oder wenn man mit Zeuner annimmt, daß die abſolute Temperatur einen integrierenden Diviſor der Wärmegleichung für die umkehrbaren Zuſtandsänderungen der Wärmetheorie darſtellt (vgl. [5], [14], Wärmetheorie, Energie, Entropie). Für den Fall nun, daß Körper beſtehen oder möglich wären, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze 4. genau folgen, liefert 5. in Verbindung mit den Hauptgleichungen der Wärmetheorie für jene Körper, und damit wegen der Unabhängigkeit der Temperatur von der Körperart für alle Körper, die abſolute Temperatur ausgedrückt durch 3., worin α den Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.) und Spannungskoeffizienten (ſ. d.) jener Körper bedeutet (vgl. Bd. 2, S. 243). Aus Verſuchen, mit ſolchen Gaſen und in ſolchen Intervallen, für welche das Boyle-Gay-Luſſacſche Geſetz am genaueſten gilt, ſchließt man auf die zu 3. angeführten Werte von α, a. Da für die wirklichen Gaſe der Ausdehnungskoeffizient und Spannungskoeffizient im allgemeinen in verſchiedener Weiſe von dieſem α abweichen (vgl. Gay-Luſſacſches Geſetz, Spannungskoeffizient), ſo geht ſchon hieraus hervor, daß ſelbſt die Angaben verſchiedener Gasthermometer in verſchiedener Weiſe von der abſoluten Temperatur abweichen können. Weiteres über die letztere ſ. [8], [14], [15], [17], [18], [23], [24], [27], [31], [34], [36].

Die bis jetzt beſprochenen Aufſtellungen ſind nicht an Hypotheſen über die Konſtitution der Materie gebunden. In der kinetiſchen Gastheorie wird die abſolute Temperatur proportional der mittleren lebendigen Kraft der fortſchreitenden Bewegung der Moleküle angenommen (vgl. Bd. 4, S. 277, und [21], S. 123, 127, [30], I, S. 10, [31], S. 363, 375, [36], S. 235), wonach der abſolute Nullpunkt dem Fehlen einer ſolchen Bewegung entſprechen würde und damit dem Fehlen jeder Bewegung im Gaſe überhaupt (Clauſius, Wärmetheorie, III, Braunſchweig 1889/91, S. 35). Für andre Körper wurde die Temperatur ebenfalls einer mittleren lebendigen Kraft proportional geſetzt [30], I, S. 10, [31], S. 363. Vgl. Virial und Disgregation.

Die tiefſten künſtlich erzeugten Temperaturen fanden behufs Verflüſſigung der Gaſe Verwendung [19], [25], [28], [35], [38]. Bei Verſuchen von Olſzewski, das Helium zu verflüſſigen ([19], [38]), wurden Temperaturen bis etwa -270^0 C. erreicht. Als höchſte künſtlich erzeugte Temperaturen gelten diejenigen des elektriſchen Lichtbogens, nach den Angaben von Violle [11] über 3600^0, nach Roſetti für die poſitive Kohle 3900^0, nach andern Beobachtern 3000 bis 4200^0 [39], IV, S. 530. Die höchſte in nichtelektriſchen techniſchen Betrieben vorkommende Temperatur war bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts nach Le Chatelier [13] etwa 1930^0, bei Hochöfen für graues Roheiſen in Höhe der Düſen. Um 1898 wurden mittels Reduktion von Metalloxyden durch Aluminium Temperaturen bis 3000^0 erreicht und für techniſche Zwecke nutzbar gemacht [26]. Bezüglich der Temperaturen der Erdoberfläche und der Atmoſphäre ſ. [40].

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu etc., Paris 1824 (Mathematiſche Darſtellung: Clapeyron, Poggend. Ann. 1843, LIX, S. 445, 556). — [2] Thomſon, On an absolute thermometric scale, founded on Carnots theory of the motive power of heat etc., Philos. Magaz. 1848, XXXIII, S. 313 (auch Thomſon, Mathematical and physical papers I, Cambridge 1882, S. 100). — [3] Thomſon, On the thermal effects of fluid in motion, Philos. Transact. 1854, CLIV, S. 321, insbeſ. S. 350 (auch in Thomſon, Mathematical and physical papers I, Cambridge 1882, S. 357, insbeſ. S. 393, 435). — [4] Rankine, On the absolute zero of the perfect gas thermometer, Edinburgh Transact. 1849/53, XX, S. 561. — [5] Zeuner, Grundzüge der mechaniſchen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 70 (vgl. Zeuner, Techn. Thermodynamik I, Leipzig 1905, S. 33, 43, 61 u. ſ. w.). — [6] Recknagel, Ueber Temperatur und Temperaturmaß, Poggend. Ann. 1874, 6. Erg.-Bd., S. 275. — [7] Maxwell, Theorie der Wärme, deutſch von Auerbach, Breslau 1877, S. 1, 24, 156. — [8] Lippmann, Expressions générales de la température absolue et de la fonction de Carnot, Compt. rend. 1882, XCV, S. 1058. — [9] Bolz, Die Pyrometer, Berlin 1888. — [10] Barus, Die phyſikaliſche Behandlung und die Meſſung hoher Temperaturen, Leipzig 1892. — [11] Violle, Sur la température de l'arc électrique, Compt. rend. 1892, CXV, S. 1273; 1894, CXIX, S. 949 (hierzu 1895, CXX, S. 868). — [12] Holborn und Wien, Ueber die Meſſung hoher Temperaturen, Wiedem. Ann. 1892, XLVII, S. 107, und 1895, LVI, S. 360 (Auszug: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 226). — [13] Le Chatelier, Ueber hohe Temperaturen in einigen techniſchen Feuerungsanlagen, Civilingenieur 1892, S. 680 (nach Compt. rend. 1892, CXIV, S. 470). — [14] Budde, Ueber integrierende Diviſoren und Temperatur, Wiedem. Ann. 1892, XLV, S. 750 (vgl. Fliegener, Vierteljahrsſchr. d. Naturf.-Geſ. in Zürich 1895, XL, S. 278). — [15] Boltzmann, Ueber den Begriff der abſoluten Temperatur, Sitzungsber. d. Bayr. Akademie, 1893, S. 321. — [16] Fahrenheit, Réaumur, Celſius, Abhandlungen über Thermometrie, Oſtwalds Klaſſiker Nr. 57, Leipzig 1894. — [17] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894, S. 6, 57. — [18] Boltzmann, Ueber die Beſtimmung der abſoluten Temperatur, Wiedem. Ann. 1894, LIII,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 948. — [19] Olſzewski, Ein Verſuch, das Helium zu verflüſſigen, Ann. der Phyſik 1896, LIX, S. 184. — [20] Holborn und Wien, Ueber die Meſſung tiefer Temperaturen, Wiedem. Ann. 1896, LIX, S. 213 (f. a. 1897, LX, S. 463). — [21] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 1—28, 123, 147—168 u. f. w. (Temperatur, Thermometrie). — [22] Ledebur, Der Einfluß der Temperatur auf die Feſtigkeitseigenſchaften der Metalle, insbeſondere des Eiſens, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 565, 596, 635. — [23] Mach, Die Prinzipien der Wärmelehre, Leipzig 1896, S. 3, 39, 58, 268, 307 (Hiſtoriſches, Kritik der Begriffe u. ſ. w.). — [24] Schreber, Die abſolute Temperatur, Wiedem. Ann. 1898, LXIV, S. 163 (f. a. 1898, LXIV, S. 754, und 1898, LXV, S. 654, 921). — [25] Dewar, Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de hélium, Annales de chimie et de physique 1898, XIV, S. 145. — [26] Goldſchmidt, Ein neues Verfahren zur Darſtellung von Metallen und Legierungen und von Korund ſowie zur Erzielung hoher Temperaturen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 1019 (f. a. 1901, S. 1545, und 1906, S. 421). — [27] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik, II 2, Von der Wärme, Braunſchweig 1898, S. 3 (Thermometrie), 533, 696. — [28] Dewar, The boiling point of liquid Hydrogen determined by Hydrogen and Helium Gas Thermometers (—252,5°), Proceedings of the Royal Society of London 1901, LXVIII, S. 44 (Auszug: Wiedem. Ann., Beibl. 1901, XXV, S. 343). — [29] Le Chatelier, Ueber den Einfluß von Zeit und Temperatur auf die mechaniſchen Eigenſchaften der Metalle und auf die Materialprüfung, Baumaterialienkunde 1901, VI, S. 157, 177, 209, 229, 247; 1902, VII, S. 13, 80, 137, 152, 171, 185. — [30] Weinſtein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I, Leipzig 1901, S. 11; II, Leipzig 1903, S. 1. — [31] Helmholtz, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1903, S. 1, 6, 28, 241. — [32] Lummer und Pringsheim, Die ſtrahlungstheoretiſche Temperaturſkala und ihre Verwirklichung bis 2300° abſolut, Berichte der Deutſchen Phyſik. Geſellſchaft 1903, S. 13. — [33] Schütz, Die neueſten Fortſchritte in der Meſſung hoher Temperaturen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 155. — [34] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 6, 18 (Thermometrie), 501. — [35] Travers, Experimentelle Unterſuchung der Gaſe, deutſch von Eſtreicher, Braunſchweig 1905. — [36] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 7, 28, 43, 68, 84, 235. — [37] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 182, 192, 222 u. f. w. — [38] Olſzewski, Weitere Verſuche, das Helium zu verflüſſigen, Drudes Annalen 1905, XVII, S. 994. — [39] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 1 (Thermometrie), 134, 144, 397, 832, 869 u. f. w.; IV 2, Elektrizität und Magnetismus, Leipzig 1905, S. 529, 759. — [40] Hann, Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig 1906, S. 25, 582 u. f. w. *Weyrauch.*

Temperatur, abſolute. Dieſelbe pflegt in Graden der Temperatur t nach Celſius ausgedrückt zu werden und weicht dann um eine konſtante Größe a von der letzteren ab, ſo daß die abſolute Temperatur $T = a + t$, worin gegenwärtig geſetzt wird $a = 273°$ (gleich dem reziproken Werte des Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = 0{,}003665$ möglichſt vollkommener Gaſe). Der abſolute Nullpunkt der Temperatur, $T = 0$, liegt hiernach bei $t = -a = -273°$ C., er iſt der Wärmeleitung wegen nie vollſtändig erreichbar, doch iſt man ihm bereits bis auf wenig Grade nahegekommen (vgl. Gaſe und Adiabatiſche Zuſtandsänderungen). Näheres ſ. unter Temperatur. *Weyrauch.*

Temperatur des Erdkörpers, ſ. Geothermik; der Luft, ſ. Lufttemperatur; des Meeres, ſ. Meereswärme.

Temperaturbleche oder **-einlagen,** ſ. Wärmelückenbleche.

Temperaturgefälle wird mitunter die Temperaturdifferenz beim Uebergang der Wärme von einem Körper auf einen andern, direkt oder durch Vermittlung dritter Körper, genannt. Ohne ein ſolches Temperaturgefälle kann durch die Wärme keine Arbeit geleiſtet werden. Die größte aus einer beſtimmten Wärmemenge zwiſchen zwei vorgeſchriebenen Grenztemperaturen theoretiſch erreichbare Arbeit iſt proportional dem Temperaturgefälle. Näheres ſ. Carnotſche Funktion, Kreisprozeß, Temperatur, Wärmemotoren. *Weyrauch.*

Temperaturkoeffizient, die Größe der prozentualen Aenderung des Widerſtandes eines elektriſchen Leiters bei einer Temperaturänderung um 1° C. S. Strom, elektriſcher, S. 381, Widerſtand, elektriſcher.

Temperaturmelder, ſ. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 127.

Temperaturprofile, ſchematiſche Darſtellungen vertikaler Querſchnitte durch Berge, Gebirge oder durch Teile der Erdrinde mit Einzeichnung der Iſogeothermen oder Linien gleicher Temperatur (vgl. Geothermik).

Literatur: Günther, Lehrbuch der Geophyſik, 2. Aufl., Stuttgart 1897.

Tempieren, das Einſtellen des Zeitzünders entſprechend der Flugzeit des Geſchoſſes; vgl. Munition, Bd. 6, S. 541.

Temperaturſpannungen in Baukonſtruktionen, d. ſ. innere Spannungen infolge Temperaturänderungen, werden durch Aenderungen in dem Wärmezuſtande derſelben hervorgerufen, wenn die freie Ausdehnung der ganzen Konſtruktion oder einzelner Teile behindert iſt. Dieſe Behinderung iſt im allgemeinen bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allen Konſtruktionen vorhanden, welche in ihrer geometriſchen Form überbeſtimmt ſind, d. h. welche mehr ſie zuſammenſetzende Teile enthalten oder mehr äußeren, die Ortsveränderung einzelner Punkte einſchränkenden Bedingungen unterworfen ſind, als für die Starrheit (Unverſchieblichkeit) der Form oder deren Feſthaltung im Raume notwendig iſt. Derartige Konſtruktionen ſind auch ſtatiſch unbeſtimmt (ſ. Fachwerke und Träger, ſtatiſch beſtimmte und unbeſtimmte), und es treten daher auch nur in ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen infolge von Temperaturänderungen innere Spannungen auf.

Denkt man ſich in einem ſolchen Syſteme die ſtatiſche Unbeſtimmtheit (geometriſche Ueberbeſtimmtheit), alſo auch die Behinderung der freien Ausdehnung, durch Weglaſſung von die Unverſchieblichkeit nicht beeinträchtigenden Teilen (Fachwerksſtäbe oder Auflagerbedingungen) beſeitigt, und erſetzt man deren Wirkung durch Anbringung von vorläufig unbekannten Kräften $X_1\ X_2 \ldots$ (Spannungen, Stabkräfte oder Auflagerkräfte), ſo laſſen ſich dieſe Kräfte, welche durch eine Temperaturänderung des Syſtems um t^0 hervorgerufen werden, aus dem Geſetze der virtuellen Verſchiebungen ableiten. Für ein Fachwerkſyſtem ſei für irgend ein Stabglied s die Länge, F die Querſchnittsfläche, S die Stabkraft, t die Temperatur gegenüber einem ſpannungsloſen Anfangszuſtand, ω der Wärmeausdehnungskoeffizient, $\frac{1}{E}$ der elaſtiſche Dehnungskoeffizient, dann iſt die Längenänderung dieſes Stabes $\Delta s = \frac{S s}{E F} + \omega t s.$ 1.

Erzeugt ferner die an Stelle von X_1 wirkend gedachte Krafteinheit in dem beliebigen Fachwerkſtabe die ſtatiſch beſtimmbare Spannung u, jene an Stelle von X_2 wirkende Krafteinheit die Spannung u_2 u. ſ. w., ſo iſt nach dem obzitierten Satze für das ganze Syſtem

$$\Sigma u_1 \Delta s = 0, \quad \Sigma u_2 \Delta s = 0 \ldots, \qquad 2.$$

Da aber beim Fehlen jeder äußeren Belaſtung $S = X_1 u_1 + X_2 u_2 + \ldots$ iſt, ſo folgen mit Einſetzung von 1. und bei durchaus gleichem Elaſtizitätskoeffizienten E und Ausdehnungskoeffizienten ω aus 2. die Beſtimmungsgleichungen

$$\left.\begin{aligned} X_1 \Sigma \frac{s}{F} u_1^2 + X_2 \Sigma \frac{s}{F} u_1 u_2 + \ldots \quad & E \omega \Sigma t s u_1 = 0 \\ X_1 \Sigma \frac{s}{F} u_1 u_2 + X_2 \Sigma \frac{s}{F} u_2^2 + \ldots \quad & E \omega \Sigma t s u^2 = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots & \end{aligned}\right\} \qquad 3.$$

Mit den Größen $X_1\ X_2 \ldots$, welche aus den vorſtehenden Gleichungen folgen, ſind aber auch die ſämtlichen inneren Kräfte S gegeben. Als Bedingung, daß die Kräfte $X = 0$ werden, daß ſonach gar keine Spannungen infolge der Temperaturänderung auftreten, ergibt ſich $\Sigma t s u_1 = 0$, $\Sigma t s u_2 = 0 \ldots$ oder bei einem gleichmäßigen Wärmeunterſchiede gegen den ſpannungsloſen Anfangszuſtand

$$\Sigma s u_1 = 0, \quad \Sigma s u_2 = 0, \ldots. \qquad 4.$$

Die Bedingung 4. kann bei manchen ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen erfüllt ſein. In dieſem Falle hat eine durchaus gleichmäßige Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur keine inneren Spannungen zur Folge. Beiſpiele: der kontinuierliche Balkenträger, der Bogenträger mit Horizontalzugband, das aus dem Viereck mit gekreuzten Diagonalen beſtehende Fachwerkselement u. a. Ungleiche Erwärmungen bewirken jedoch auch bei dieſen Syſtemen innere Spannungen.

Die Berückſichtigung der Temperaturſpannungen iſt namentlich bei jenen Syſtemen von Wichtigkeit, bei welchen auch gleichmäßige Veränderungen der Temperatur einen Einfluß üben. Es ſind dies insbeſondere die ſtatiſch unbeſtimmten Bogen- und Hängeträger. Bei der Ermittlung der durch die Temperaturänderung in metalliſchen Konſtruktionen hervorgerufenen Spannungen pflegt man für unſre klimatiſchen Verhältniſſe mit der Annahme zu rechnen, daß Temperaturen zwiſchen -25^0 und $+45^0$ vorkommen, daß ſonach, eine mittlere Aufſtellungstemperatur von $+10^0$ vorausgeſetzt, die Wärmeſchwankungen in freiſtehenden eiſernen Bauwerken (Brücken) $\pm 35^0$ C. betragen. Iſt das Bauwerk in einzelnen Teilen gegen die unmittelbare Sonnenbeſtrahlung geſchützt, ſo kann nach diesbezüglichen Beobachtungen der Temperaturunterſchied zwiſchen den wärmſten und kälteſten Stellen einer Eiſenkonſtruktion an ſonnigen Tagen bis 14^0 C. erreichen. Bei Steinbauten, namentlich ſolchen von ſtärkeren Abmeſſungen, werden ſo große Wärmeſchwankungen wie bei metalliſchen Konſtruktionen im allgemeinen nicht vorkommen, da ſtärkeres Mauerwerk ſich im Sommer kaum auf die höchſte Lufttemperatur erwärmen und anderſeits auch bei einiger Zeit anhaltendem Froſte nicht auf die tiefſte Lufttemperatur abkühlen wird. Für Brückengewölbe wird es ausreichen, eine Wärmeſchwankung von $\pm 20^0$ oder von $+15^0$ und -25^0 zugrunde zu legen. *Melan.*

Temperkohle, in weißem Roheiſen beim Glühen auftretende Kohlenſtoffform; ſ. Tempern.

Tempern (Glühfriſchen), **Temperguß** (ſchmiedbarer Guß), die Herſtellung ſchmiedbarer Arbeitsſtücke durch Gießen und darauffolgendes Glühen.

Glüht man weißes Roheiſen längere Zeit bei Temperaturen über 1000^0, ſo zerfällt das in ihm vorhandene Eiſenkarbid Fe_3C in $3\,Fe + C$, wobei der Kohlenſtoff (Temperkohle) vollſtändig in amorphem Zuſtand zur Abſcheidung kommt. Die Temperkohle läßt ſich leicht oxydieren, ſo daß das weiße Roheiſen ſich infolge der Kohlenſtoffabnahme in ſchmiedbares Eiſen umwandelt. Als Oxydationsmittel verwendet man oxydiſche Eiſenerze (Roheiſenſtein Fe_2O_3, vereinzelt auch Spateiſenſtein $FeCO_3$ oder Walzenſinter). Die Entkohlung erfolgt [1] durch Kohlenſäure (CO_2), die ſich an der Berührungsſtelle der temperkohlenſtoffhaltigen Stücke mit den oxydiſchen Erzen (Fe_2O_3)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bildet, teilweiſe auch aus den Heizgaſen ſtammt und in das Innere der Roheiſenſtücke diffundiert; ſie wird dann nach der Gleichung $CO_2 + C = 2\,CO$ reduziert, während das wieder auftretende Kohlenoxydgas (CO) in den Eiſenerzen zu CO_2 zurückverbrennen kann. Die früher vertretene Anſicht, daß die Oxydation des C an der Oberfläche der mit dem oxydiſchen Erze in Berührung befindlichen Eiſenteile beginne und daß der feſte C aus dem Innern in die C-armen äußeren Schichten wandere, um dort ebenfalls oxydiert zu werden, iſt nicht richtig [1], [2].

Das Tempern wird zur Herſtellung von ſchmiedbaren Gußſtücken angewendet. Dieſe zeichnen ſich vor Gußſtücken aus grauem Roheiſen (Gußeiſen) durch höhere Feſtigkeit und Widerſtandsfähigkeit gegen Stöße und Erſchütterungen aus; gegenüber dem Stahlguß (ſ. d.) iſt das Verfahren für Teile geringen Gewichts und geringer Wandſtärke lebensfähig und gegenüber dem Schmieden hat es beſonders bei komplizierter Geſtalt des Arbeitsſtücks den Vorteil der leichteren Herſtellung durch den Gießprozeß.

Das Verfahren im ganzen umfaßt die Herſtellung der aus weißem Roheiſen beſtehenden Gußſtücke, die in Sandformen (ſ. Eiſengießerei) gegoſſen werden, hierauf folgt das Tempern (d. h. die Umwandlung des ſpröden weißen Roheiſens in ſchmiedbares Eiſen durch Entkohlung). Angewendet wird das Verfahren beſonders zur Herſtellung von Schlüſſeln, Schloßteilen, Fenſter- und Türbeſchlägen, Riemenverbindern, Fittings, Förderwagenrädern u. ſ. w. Die ungetemperten Gußſtücke beſtehen aus Roheiſen, deſſen Zuſammenſetzung folgende iſt: Kohlenſtoffgehalt $< 3\,\%$, Silicium bis zu $0{,}8\,\%$ (Grafitausſcheidung darf noch nicht auftreten; ein hoher Siliciumgehalt begünſtigt die Bildung von Temperkohle und verringert den Schwindungskoeffizienten); Mangan, Schwefel und Phosphor dürfen nur in geringem Maße vorhanden ſein. Das Schmelzen des Roheiſens geſchieht in Kupolöfen (am billigſten, Nachteil: Kohlenſtoff- und Schwefelaufnahme), Flammöfen (teurer Betrieb) und Tiegelöfen (am teuerſten, nur für kleinere Betriebe). Die vom Formſand ſorgfältig gereinigten Gußſtücke werden in gußeiſernen zylindriſchen Töpfen wechſelnder Größe (Höhe bis zu 1 m, Durchmeſſer bis zu 0,6 m, Wandſtärke bis zu 35 mm) zwiſchen die Tempermaſſe eingepackt; für größere Gußſtücke verwendet man gemauerte Ofenkammern. Die Töpfe werden in entſprechender Anzahl in den mit Steinkohlen- oder Gasfeuerung verſehenen Ofen eingeſetzt. Das langſame Anfeuern bis auf Kirſchrotglut dauert $1\frac{1}{2}$—2 Tage, die volle Feuerung wird 3—8 Tage unterhalten, worauf man langſam abkühlen läßt. In dieſer langen Dauer des Temperprozeſſes, infolge deren man auch in der Wandſtärke der Gußſtücke auf etwa 25 mm beſchränkt iſt, liegt ein entſchiedener Nachteil des Temperns. — Die Tempermaſſe wird aus bereits gebrauchtem und aus neuem Material gemiſcht. Am häufigſten verwendet man Roteiſenerz, das ſchwefelfrei ſein muß und in Erbſengröße verwendet wird. Die getemperten Stücke werden nach dem Abkühlen von anhaftender Tempermaſſe gereinigt und, falls ſie ſich beim Tempern verzogen haben, gerichtet.

Literatur: [1] Metallurgie 1908, 5. Heft, S. 7. — [2] Borchers, W., Hüttenweſen, Halle a. S. 1908. — [3] Handbücher über Eiſenhüttenkunde von Ledebur, Wedding u. a. — [4] „Stahl und Eiſen“ 1903, S. 22. — [5] Ebend. 1906, S. 305 (Roheiſen für den Temperprozeß); 1902, S. 813 (Einfluß des Siliciums beim Glühfriſchen).

A. Widmaier.

Temperſtahlguß, ſ. v. w. ſchmiedbarer Guß (ſ. Tempern); die Bezeichnung wird aber gewöhnlich nur für Räder und Büchſen für Förder- und Schmalſpurwagen angewendet.

A. Widmaier.

Templinöl, dem Terpentinöl (ſ. d.) naheſtehendes, angenehm riechendes Oel, aus den Zapfen der Edeltanne durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen.

Tenbrinkkeſſel ſind Dampferzeuger mit Tenbrinkfeuerung (Bd. 4, S. 8). Alle gebräuchlichen Keſſelſyſteme laſſen ſich mit einer Tenbrinkfeuerung beliebigen Syſtems zur Ausführung bringen, ſo daß es Tenbrinkkeſſel von den mannigfaltigſten Konſtruktionsformen gibt, wobei jedoch jeder beſonderen Kombination auch beſondere Vor- und Nachteile zuzuſprechen ſind.

Soll z. B. hochwertiger Brennſtoff zur höchſterreichbaren Ausnutzung gebracht werden, ſo empfiehlt ſich die Anwendung der normalen Tenbrink-Vorlage in Verbindung mit einem Flammrohrkeſſel (Bd. 4, S. 8, Fig. 19); ebenſogut wird derſelbe Zweck durch die Konſtruktion von Kuhn (Bd. 4, S. 8, Fig. 21) erreicht, bei der die Feuerung in den erſten, entſprechend erweiterten Schuß des Flammrohres eingebaut wird. Beide Ausführungen, die als Tenbrink-Innenfeuerungen bezeichnet werden können, haben aber den

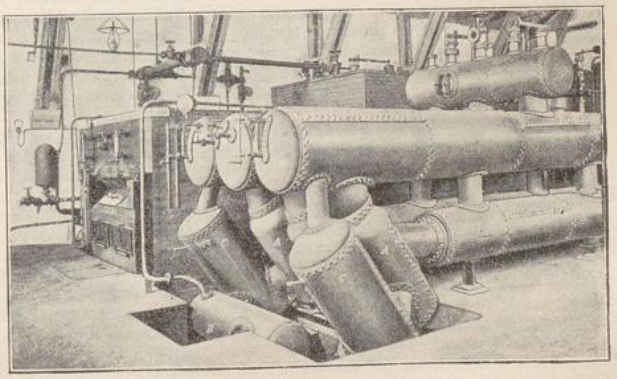


Fig. 1.

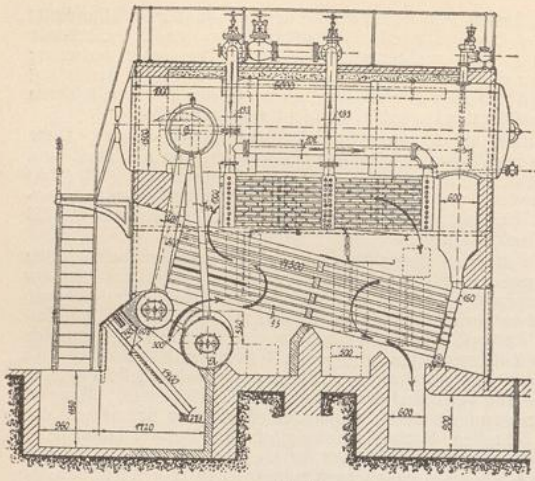


Fig. 2.

Nachteil, daß ſie zylindriſche, durch äußeren Druck beanſpruchte Keſſelwandungen von ſehr großem Durchmeſſer benötigen, ſo daß die Anwendung ſehr hoher Dampfſpannungen erſchwert wird. Ferner bereitet die Unterbringung größerer Roſtflächen Schwierigkeiten, ſo daß entweder mit geringer Keſſelbelaſtung (Heizflächenbelaſtung) oder mit großer Roſtanſtrengung (großer Schichthöhe) gearbeitet werden muß; in letzterem Falle iſt eine große Zugſtärke unbedingtes Erfordernis.

Für ſehr hohe Dampfſpannungen wählt man beſſer eine Tenbrink-Vorfeuerung in Verbindung mit einem mehrfachen Walzenkeſſel (Bd. 4, S. 8, Fig. 20). Da hierbei alle durch äußeren Druck belaſteten zylindriſchen Wandungen vermieden werden können, auch die Zylinderdurchmeſſer nur mäßig groß gemacht zu werden brauchen, ſo kommt man ſelbſt bei den höchſten Dampfſpannungen mit den üblichen Blechſtärken aus.

Eine beſondere Ausbildung haben dieſe Art von Tenbrinkkeſſel durch die Maſchinenfabrik Eßlingen erhalten. Nach Fig. 1 werden zur Erzielung der ſogenannten Rückbrennung (vgl. Bd. 4, S. 8) mehrere kurze Zylinder *A* in etwa der gleichen Schräglage, wie ſie der Roſt erhält, angeordnet und durch Stützen mit den einzelnen Langkeſſeln verbunden. Zwei weitere Zylinder *C* bilden die ſeitliche Begrenzung des Feuerraums. Der Zwiſchenraum zwiſchen den Zylindern wird durch feuerfeſte Platten abgeſchloſſen. Für minderwertigen Brennſtoff können Tenbrinkkeſſel wegen der Unterbringung der erforderlichen großen Roſtfläche nur nach Art der beiden zuletzt angeführten Konſtruktionen mit Vorfeuerungen ausgeführt werden.

Heizrohrkeſſel und Waſſerrohrkeſſel werden ſeltener mit Tenbrinkfeuerung verſehen. Dieſe Keſſel beſitzen nur einen verhältnismäßig kleinen Waſſerraum, ſo daß ſie in Verbindung mit der Tenbrinkfeuerung nur für annähernd konſtant bleibenden Dampfverbrauch zu empfehlen ſind. Die Wärmeentwicklung der Tenbrinkfeuerung iſt zwar auch in weiten Grenzen regelbar; es iſt aber bei dem eigenartigen Verbrennungsprozeß eine größere Zeit erforderlich, ehe z. B. die Feuerung von ſchwacher Wärmeentwicklung auf forcierte Wärmeentwicklung gebracht werden kann. Fig. 2 gibt einen Waſſerröhrenkeſſel mit Tenbrinkfeuerung nach einer Ausführung von Göhrig & Leuchs wieder. *O. Herre.*

Tender, ſ. Lokomotive.

Tennantit (Arſenfahlerz), Mineral, Arſenſchwefelkupfer (25—27 % *S*, 47—52 % *Cu*, 18—20 % *As*, oft zinnhaltig). Bleigrau bis ſchwarz; ſpröd; Härte 4. Spez. Gew. 4,2—4,5. Sonſt wie Fahlerz. Zur Kupfergewinnung benutzbar. *Leppla.*

Tennen, ſ. Scheunen.

Tephrit, ſ. Baſalte.

Teppiche [1] (tapis, carpets), gemuſterte Gewebe zum Belegen der Fußböden (Fußteppiche) und zum Behängen der Wände (Wandteppiche, Tapeten).

Die Fußteppiche ſind entweder abgepaßt oder werden in langen Stücken verfertigt, woraus man nachher die Bedeckung eines Fußbodens zuſammenſetzt. Während zur Ausſchmückung der Wände gewünſchtenfalls jede Gewebeart benutzt werden kann, wird von den Fußteppichen eine beſondere Dicke verlangt, damit für den darüberſchreitenden Fuß die Empfindung der Weichheit, womöglich des angenehm Schwellenden vermittelt werde. Wegen Herſtellung der gewöhnlichen, aus nur einem Schuß- und einem Kettenfadenſyſtem beſtehenden Gewebearten ſ. Weberei.

Weitere eigenartige Herſtellungsweiſen beziehen ſich auf die Gobelins und eine beſondere Art Wollmoſaik; Gobelins, Gobelinstapeten oder Niederländertapeten werden wohl auch geflochtene Teppiche, im Orient Kilims (Kis-kilims, Kelims, Ghilims) genannt [2]. Das Gewebe derſelben iſt leinwandartig; die mit großer Kunſt ausgeführten bildlichen Darſtellungen (Landſchaften, Porträts, hiſtoriſche Szenen u. ſ. w.) entſtehen durch die Farbenwechſlungen im Eintrage, welcher teils aus gezwirntem feinem Kammwollgarn, teils aus Seide gebildet und ſo dicht angeſchlagen iſt, daß er die aus Leinen oder Kammwollzwirn beſtehende Kette gänzlich verdeckt. Das Weben dieſer Tapeten geſchieht auf einem ſehr einfachen, aber breiten Stuhle, an welchem mehrere (z. B. vier) Perſonen zugleich arbeiten. Keine künſtliche Maſchinerie, nicht einmal eine Lade, iſt an dieſem Stuhle vorhanden; das Einziehen der Schußfäden geſchieht mittels kleiner Spulen aus freier Hand, das Anſchlagen mittels eines Kammes, der ebenfalls in der Hand gehalten wird. Eine vollſtändig ausgemalte papierene Patrone, welche zur Richtſchnur bei Auswahl und Anordnung der Farben dient, befindet ſich unter der Kette, etwa 25 mm weit von derſelben entfernt, und iſt alſo dem Weber beſtändig vor Augen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die rechte Seite ist beim Weben unten. Jeder Weber hat für den von ihm zu bearbeitenden Teil der Kette eigne Schäfte und Tritte, um sie in Ober- und Unterfach zu teilen; aber der Einschlag erstreckt sich gewöhnlich auf einmal nur über eine kleine Anzahl von Kettenfäden, welche mit dem Finger aus dem Oberfach genommen werden, um die Schußspule darunter durchstecken zu können. Die Vereinigung der Randleisten benachbarter, auf diese Weise gebildeter Gewebestücke von verschiedener Farbe erfolgt durch zeitweises Umfassen des äußersten Kettenfadens des Nachbarstückes mit dem Schußfaden des eben in der Herstellung begriffenen Gewebeteiles oder durch Einschlingen eines besonderen Nähfadens. Hiernach ist ein Gobelin als ein hohe Kunstfertigkeit erforderndes Mosaikgewebe zu betrachten, bei welchem einzelne einfarbige Gewebeteile dadurch zusammengehalten werden, daß die aneinander stoßenden Stücke gemeinsame Kettenfäden haben und der Schußfaden jeden Teiles den äußersten Kettenfaden des Nachbarteiles zeitweise umschlingt. Wenn, wie bisher angenommen, die Kette wagerecht ausgespannt, also der Stuhl im ganzen einem gewöhnlichen Webstuhle ähnlich ist, so nennt man ihn Baffelissestuhl; ist die Kette senkrecht ausgespannt, was der vorzugsweise benutzte Fall ist, so heißt er Hauteliffestuhl. Auf den Hautelissestühlen werden (namentlich in Persien) auch die Sumakhteppiche nach Art der broschierten Gewebe erzeugt; die Schußenden werden entweder auf der Rückseite kurz abgeschnitten oder hängen lose auf ihr herab; auf die Schauseite werden die Musterfäden vielfach unter gegenseitiger Umzwirnung eingebunden, so daß sie dort in der Schußrichtung ähnlich wie Sutasch aufliegen. Durchbrechungen in der Kettenrichtung (à jour-Streifen) sind bei ihnen nicht vorhanden.

Ein andrer Mosaikteppich, welcher sich zufolge seiner Herstellung nur als Wandteppich eignet, ist die Crossley-Wollmosaik (Mosaig Rugs) [3]. Buntfarbige Wollfäden werden in einem Rahmen parallel nebeneinander liegend so angeordnet, daß ein Fadenbündel (bis zu 800000 Fäden enthaltend) entsteht, dessen Querschnitt der Rahmengröße entspricht und das beabsichtigte Farbenmuster zeigt. Nach Ebnung der oberen Querschnittsfläche wird diese mit Kautschuklösung bestrichen und ein starkes Gewebe aufgeklebt. Die Florbildung erfolgt durch Ausschieben des Fadenbündels aus dem Rahmen um die beabsichtigte Florlänge und Durchschneiden des Bündels dicht an der Rahmenkante mittels eines rasch umlaufenden Kreismessers. Mehrfache Wiederholung des gleichen Verfahrens führt zur Gewinnung einer größeren Anzahl völlig gleichartig gemusterter Teppiche.

Die besondere Dicke der Fußteppiche (s. oben) kann entweder unter Benutzung des Verfilzens von Tierhaaren oder unter Festhaltung an dem einfachen, aus zwei Fadensystemen (Kette und Schuß) bestehenden Gewebe durch Verwendung besonders dicker Gespinste oder Gezwirne erreicht werden (einfache Teppiche, Tiroler Teppiche, britische Teppiche, Nachbildungen der venezianischen Teppiche), oder durch geeignete Verbindung (z. B. gegenseitige Durchdringung) zweier oder dreier Gewebe, von denen jedes ein besonderes Kettenfadensystem und ein besonderes Schußfadensystem enthält (doppelte oder Kidderminsterteppiche, dreifache oder wohl auch schottische Teppiche), oder endlich durch Verbindung eines einfachen Grundgewebes mit einem besonderen System dicker Schußfäden (Schußflorteppiche), beziehentlich mit einem besonderen System dicker Kettenfäden (Kettflorteppiche) in solcher Art, daß die Fäden eines solchen dritten Systems über das Grundgewebe sich erhebende Schlingen oder Noppen bilden; diese Noppen, welche nach Befinden am äußeren Ende aufgeschnitten werden können, führen zu dem Erfolge, daß die Teppichdicke auf Kosten der dazu verwendeten Fadenlänge beliebig vergrößert werden kann, und gewähren auch die Möglichkeit, daß man auf der Schauseite ein mosaikartig erscheinendes, durch die Querschnittsfläche verschiedenfarbiger Fäden gebildetes Farbenmuster entstehen lassen kann.

Eine eigenartige Art von orientalischen Teppichen sind die Filzteppiche. Bei ihrer Herstellung wird ein der beabsichtigten Dicke entsprechend hoher Rahmen oder ein im Fußboden ausgesparter Raum mit Wollgemenge ausgefüllt und dort so lange entsprechend gefeuchtet, mit Schlägeln bearbeitet, bis eine Verfilzung eintritt. Hiernach wird das Muster aus farbigen Fäden auf die Oberfläche aufgebracht und dort befestigt.

A. Schußflorteppiche.

Das einfachste Gewebe, bei welchem der Flor (Pole) mittels des Schußfadens erzeugt wird und welches als Teppich Verwendung finden könnte, ist der Manchester oder der unechte oder Baumwollsamt, sofern er farbig bedruckt wird. Der aus der Ebene des Gewebes herausstehende Flor, sofern er aus Schuß besteht, wird jedoch fast ausnahmslos dadurch gebildet, daß entweder ein besonderer Schußfaden eingetragen wird, welcher den Flor an sich fix und fertig enthält (Chenilleteppiche), oder dadurch, daß in die Kette eine große Anzahl von einzelnen Schußfadenstückchen eingeknüpft werden (Knüpfteppiche).

Chenilleteppiche. Hier wird zunächst ein glattes Gewebe hergestellt, dessen Kette aus einzelnen sehr flüchtig verteilten Fadengruppen (Leinen oder Baumwolle) besteht (vgl. Fig. 1) und dessen Schuß (Kammgarn, Seide, Baumwolle) in verschiedenen, durch das Muster angezeigten Farben dicht eingeschlagen wird. Schneidet man nach Vollendung dieses Gewebes dasselbe in der Mitte zwischen je zwei Kettenfädengruppen (bei *t*) nach der Länge durch und dreht die so erlangten Streifen zusammen, so erhält man raupenförmige Fäden, deren feine Kette, durch den stärkeren dichten Einschlag verdeckt, demselben nur zum Halte dient und welche in ihrer Färbung das vorgeschriebene Muster repräsentieren. Diese Fäden, welche sonach auf ihrer ganzen Umfläche bereits den Flor tragen, werden nun in das eigentliche Teppichgewebe, dessen Kette aus Leinen-, Jute- oder Baumwollgarn, seltener aus Wolle besteht, eingeschossen, nach Maßgabe des Musters sauber aneinandergepaßt, worauf durch Aufbürsten der feinen Chenillefäden sich auf



Fig. 1.

beiden Seiten ein regelmäßiger Flor erzeugt. Durch dazwiſchen eingetragene Grundſchüſſe (aus Leinen-, Baumwollen- oder Jutegarn) wird dem Gewebe Konſiſtenz und Feſtigkeit gegeben. Die ſämtlichen bei der Vorarbeit gleichzeitig erhaltenen Chenillefäden haben ſelbſtverſtändlich die gleiche Muſterung, und es muß zu deren vollſtändiger Verarbeitung die gleiche Anzahl Teppiche von einerlei Muſter hergeſtellt werden, wenn ſich nicht im Rapporte des Muſters derſelbe Faden mehrfach wiederholt. Der Nuancierung des Muſters iſt bei dieſem Herſtellungsverfahren ein ſolcher Spielraum gegeben, wie es bei der Arbeit mit dem Jacquard und ſelbſt durch das Druckverfahren nicht möglich iſt, da ohne Verteuerung die Farbenzahl faſt bis ins Unendliche vermehrt und der Zeichnung jede beliebige Feinheit gegeben werden kann. Die Höhe des Flores hängt von der gegenſeitigen Entfernung der Kettfädengruppen bei der Vorarbeit ab, wodurch die Länge der Chenillefäden beſtimmt wird. Das auf vorſtehend erläuterte Weiſe hergeſtellte Gewebe enthält natürlich den Flor auf beiden Seiten, und beide Seiten ſind vollſtändig gleichwertig. Derartige Gewebe werden deshalb ſeltener als Fußteppiche, mehr als Türvorhänge, Tiſchdecken u. ſ. w. gebraucht.

Bei den ſogenannten Axminſterteppichen werden die Chenilleſtreifen nicht zuſammengedreht, ſondern ſo vorbereitet, daß die Chenillefchußfäden, welche ja den Flor bilden, nur nach einer Seite gerichtet ſind. Zu dieſem Zwecke werden die Chenilleſtreifen nach dem Schneiden gedämpft, um ſie bildſam zu machen, über mit ⋁ förmigen Rillen verſehene geheizte Walzen geleitet und getrocknet, worauf die Chenille im getrockneten Zuſtande eine Form annimmt, wie ſie Fig. 2 im Querſchnitt erkennen läßt [4]. Dieſer Faden wird nun auf Rollen oder auf große (je nach der Breite der Teppiche bis zu mehreren Metern lange) Steckſchützen aufgewickelt und auf dem Webſtuhl verwebt, derart, daß ſie an das Grundgewebe mit beſonderen Kettenfäden angeheftet werden. Fig. 3, welche den eingebundenen Chenillefchußfaden *c* im Querſchnitt wiedergibt, dürfte die Bindung vollſtändig erkennen laſſen; *c* iſt der farbige Chenillefchußfaden, *s* der Grundfchußfaden, welcher gewünſchtenfalls durch ein Bündel von Fäden erſetzt werden kann, *k* iſt der Grundkettenfaden und k_1 die Bindekette für den Chenillefaden. Um den Teppich dicker zu geſtalten, kann man außerdem noch eine beſondere Füllkette k_2 anwenden. In der Farbenwahl hat man bei den Axminſterteppichen ebenſo große Freiheit wie bei den Knüpfteppichen, und es kann auch die Florhöhe beliebig hoch gemacht werden.



Fig. 2.

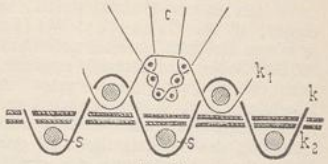


Fig. 3.

Knüpfteppiche. Die ſchönſte, aber durch ihre mühſame und langwierige Verfertigung koſtſpieligſte Art der Fußteppiche ſind die Knüpfteppiche (Smyrna-, türkiſche oder Savonnerieteppiche). Sie werden auf einem Stuhle mit aufrecht geſpannter Kette (Hauteliſſeſtuhl) ohne Hilfe einer künſtlichen mechaniſchen Einrichtung angefertigt und ſind ziemlich der Perlenſtickerei oder Moſaik zu vergleichen, indem die einzelnen Florſchußfäden (Noppen) nach Anweiſung der Patrone einzeln an die Kettenfäden angeknüpft werden, wie es Fig. 4 und 5 wohl hinreichend klar erkennen laſſen. Fig. 4 iſt ein Aufriß, worin die Knüpfung der farbigen Schußfadenſtückchen *S* gezeigt iſt, bevor die fertigen Schlingen feſt an die Grundſchußfäden *s* angeſchlagen ſind, *k* ſind die Kettenfäden; Fig. 5 zeigt die Verſchlingung im Grundriß. Dies iſt die gewöhnliche Knüpfmethode; doch kommt auch die in Fig. 6 dargeſtellte Knüpfung bei orientaliſchen Teppichen vor. Die Bildung der Fadenſchleifen (Noppen), welche den Flor erzeugen, geſchieht dadurch, daß der Weber ein meiſt ſtählernes, etwa 220 mm langes Stäbchen (Nadel *n*) quer über die Kette *k* legt, den Florſchußfaden *S* in der gezeichneten Weiſe um dasſelbe herumſchlingt und ihn an die Kettenfäden anknüpft. Nachdem eine Reihe Noppen über die ganze Breite des Teppichs gebildet iſt, werden zwei Schußfäden (*s*) eingetragen, welche die Kette leinwandartig verbinden; dann ſchreitet man zur Anfertigung der nächſten Noppenreihe u. ſ. w. Das Stäbchen, mit deſſen Hilfe die Noppen gemacht werden, wird nachher herausgezogen. Sollen die Noppen nicht aufgeſchnitten erſcheinen, ſo iſt einfach ein an beiden Enden ſtumpfes Stäbchen (Nadel *n*) vorhanden; ſollen die Noppen aber aufgeſchnitten ſein, ſo trägt das Stäbchen an dem einen Ende eine ſcharfe, krumme Meſſerklinge, welche die Noppen beim Herausziehen des Stäbchens aufſchneidet. Der vorſtehende Flor wird ſchließlich mit der Schere bezw. Schermaſchine auf die richtige Länge niedergeſchoren, wodurch alle zu langen Fadenendchen weggeſchafft werden und das gemäldeartige Bild erſt ſeine volle Schönheit erlangt. Die Kette beſteht aus gezwirntem Wollen-, Hanf-, Leinen- oder Jutegarn, der Grundſchuß aus den gleichen Faſerſtoffen, der Florſchuß aus Wolle oder Seide. Die Zahl der Noppen, welche eine Knüpferin täglich nach der durch Fig. 5 gekennzeichneten Methode knüpfen kann, beträgt etwa 7000. — Hinſichtlich der Zeichnung, der Farbenabwechſlung, der Höhe und Dichte des Flors und auch der Umriſſe und Größe des Knüpfteppichs iſt unbedingte Freiheit vorhanden; gewünſchtenfalls könnte man ſogar den Stoff des Flores beliebig wechſeln. Da die Fäden zudem ſehr feſt verknüpft ſind, ſo iſt der Knüpfteppich jedenfalls als der edelſte unter allen Teppichen zu bezeichnen. Es hat deshalb nicht an Verſuchen gefehlt, ihn entſprechend nachzuahmen [5] bezw. hat man verſucht, ihn auf mechaniſchem Wege herzuſtellen [6]. Es verdient ferner angeführt zu werden, daß in England ein Verfahren und eine Stuhleinrichtung erfunden worden iſt [7], um die Noppen der Samtteppiche aus Einſchußfäden in ähnlicher Weiſe zu erzeugen, wie die Schleifen bei der Wirkerei durch das ſogenannte Kulieren gebildet werden.

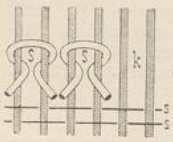


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

Der Florfchuß wird nämlich gleich dem Grundfchuffe fchlicht liegend, d. h. ausgeftreckt, eingefchoffen; dann aber greifen kleine emporgehende Haken unter diefen Faden und ziehen ihn zwifchen den Kettenfäden heraus in die Höhe, um ihm die Schleifengeftalt zu geben. Diefe Haken aber folgen in ihrer Wirkung der Reihe nach aufeinander, weil einer gleichzeitigen Hebung aller der Faden nicht nachgeben könnte. Weitere Knüpfmethoden vgl. [8].



Fig. 7.

Die **Kokosabftreicher** werden entweder nach Art der Knüpfteppiche geknüpft oder es wird folgendes Verfahren angewendet: Der Florfchuß *S* (Fig. 7) wird über das ganze Fach geftreckt eingelegt, fodann wird über das ganze Gewebe eine gefpaltene Nadel oder ein Schwert *N* von der Seite her allmählich vorwärts gefchoben, von welcher der Florfchuß eingetragen wurde und dabei zwifchen den Kettenfaden hindurch mit den Fingern der nachgezogene Florfchuß um das Schwert gewickelt, fo, wie es die Figur zeigt, bis an das jenfeitige Ende; hierauf werden wieder ein paar Grundfchußfaden eingelegt, kräftig angefchlagen und der Florfchuß durchfchnitten. Gewünfchtenfalls kann der Florfchuß auch durch mehrere Kettenfäden gebunden werden.

B. Kettenflorteppiche.

Wird für die Bildung der Noppen oder des Flores eine befondere Kette — Polkette, Ober- oder Samtkette benutzt, fo kann diefe entweder feitlich aus der Gewebefläche in Schlingenform ausgebogen werden (vgl. Fig. 8), oder es werden zwei Gewebe übereinander erzeugt (Doppelfamt), welche in der doppelten Florfläche voneinander abftehen und welche durch die Polkettenfäden in der durch Fig. 9 angedeuteten Weife miteinander verbunden find; fchneidet man die Polkettenfäden an den mit *t* bezeichneten Stellen durch, fo erhält man zwei Stücke Samt gleichzeitig [9]. Zur Erläuterung der folgenden Figuren mag noch hervorgehoben fein, daß bezeichnet find die Grundkette immer mit *g*, die Polketten mit *p* bezw. p_1, p_2, die Füllkette, welche vielfach zur Verdickung der Gewebe angewendet wird, mit *f*, der Schußfaden mit *s* und die Nadeln mit *n*, Trennungsftellen mit *t*.

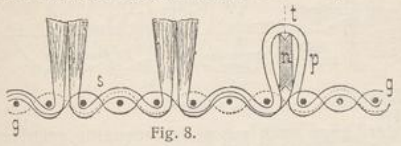


Fig. 8.

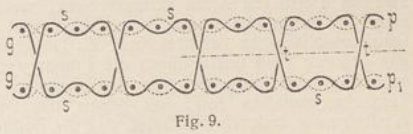


Fig. 9.

Der Typus der Kettenflorteppiche ift der echte **Samt** (Velours), deffen Hauptbindungsart Fig. 8 zeigt; die Höhe der Mafchen (Schlingen oder Noppen) der Polkette wird durch das Eintragen befonderer Nadeln *n* (Ruten, Samtnadeln) beftimmt. Werden die Nadeln wieder herausgezogen, indem man die Samtmafchen unverändert läßt, fo bezeichnet man den Samt als gezogenen Samt, ungefchnittenen oder ungeriffenen Samt, Halbfamt oder Ritzer; werden die Schlingen bei *t* aufgefchnitten, fo erhält man den gefchnittenen oder geriffenen Samt (vgl. linken Teil in Fig. 8). Von dem Samt im gewöhnlichen engeren Sinne des Wortes unterfcheidet fich der Felper (Felpel, Velpel, Pelzfamt) und der Plüfch wefentlich nur durch die Länge des Haares, welche beim Plüfch größer als beim Samt und beim Felpel am größten ift. Sofern bei diefen zwei Stoffen das Haar eine gewiffe Länge erreicht, kann es nicht mehr aufrecht ftehen, fondern wird durch Bürften nach dem Striche niedergelegt; die kurzhaarigen Plüfche, deren Haar fteht wie jenes des Samts, nennt man wohl Plüfchfamt. Für den Fall, daß Dicke und Farbenmufter des Teppichs mit Hilfe eines befonderen, nach Länge und Arbeitsrichtung verlaufenden Kettenfadenfyftems (Polkette) erzielt werden, verfügt die Technik über eine gewiffe

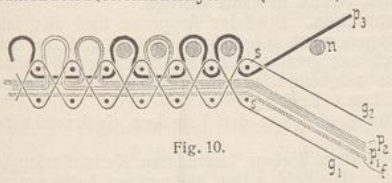


Fig. 10.

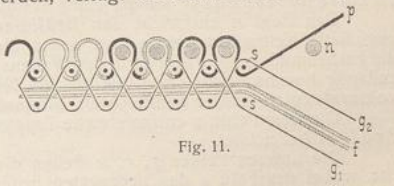


Fig. 11.

Mannigfaltigkeit von Möglichkeiten der Herftellung, welche zu vier Hauptarten folcher Teppiche und deren Unterfcheidung mittels befonderer Namen genötigt hat. Es kann nämlich zunächft das Farbenmufter auf zweierlei Art zuftande gebracht fein. Setzen wir voraus, es folle das auf der Schaufeite hervorzurufende Mufter fünf verfchiedene Farben erfordern, fo kann man die Polkette aus entfprechend gefärbten Fäden in folcher Art zufammenfetzen, daß an jeder Stelle der Gewebebreite, an welcher überhaupt beim Einweben einer Nadel die Bildung einer Noppe erfolgen foll, ein ganzes Bündel von Polfäden fich vorfindet, in welchem jede der fünf Farben durch einen Faden vertreten ift; von diefem Fadenbündel wird nach Maßgabe des Mufters mittels eines Jacquardgetriebes für jedes Nadelfach derjenige Faden ausgehoben, „ins Oberfach gezogen", deffen Farbe an diefer Stelle gerade erforderlich ift, während die übrigen vier Fäden im Grundgewebe ausgeftreckt verbleiben, alfo an der Verwirklichung des Mufters fich nicht beteiligen, fo wie es Fig. 10 für drei Farben zeigt; beim nächften Nadelfach wird die Auswahl der Farben eine andre fein. Bei diefer, den „Brüffeler Teppichen" eigentümlichen Verwirklichungsart des Farbenmufters hat alfo jeder einzelne der Polkettenfäden p_1, p_2, p_3 nach feiner

ganzen Länge einerlei Farbe, kann alſo durch den einfachen Prozeß des Färbens hergeſtellt werden. Die zweite techniſch mögliche Art der Muſterung kommt darauf hinaus, daß an Stelle der vorher erwähnten Fadenbündel nur je ein einziger Wollfaden eingeſchert iſt, der aber alle erforderlichen Farben zugleich darbietet, nämlich durch Bedrucken nach einem aus dem Muſter und aus dem Grade des Einwebens hergeleiteten Geſetz mit den verſchiedenen der Länge nach aneinander grenzenden Farben verſorgt iſt; hier iſt kein Jacquardgetriebe erforderlich; jeder Polfaden *p* wird für jedes Nadelfach mittels eines allen gemeinſamen Schaftes ins Oberfach geführt, wie es Fig. 11 erkennen läßt; was alſo an Einfachheit in der Vorbereitung der Polkette verloren geht, wird an Einfachheit des Teppichſtuhls gewonnen. Die Umriſſe werden aber bei dieſer Teppichgattung nie ſo rein und ſcharf ausfallen können wie bei dem Brüſſeler Teppich, ſie haben immer ein mehr oder weniger verſchwommenes Ausſehen. Es kann ferner die Schauſeite des Teppichs dadurch einen verſchiedenartigen Charakter erhalten, daß man die mittels vorübergehenden Einwebens von Nadeln gebildeten Noppen am äußerſten Ende entweder auffchneidet oder nicht.

Auf Grund der entwickelten Herſtellungsweiſen kann man als Kriterien für die Einteilung zugrunde legen: 1. ob der Flor durch „Schuß“ oder „Kette“ entſteht; 2. ob die Noppen ſämtlich aufgeſchnitten ſind oder ſämtlich nicht aufgeſchnitten oder teilweiſe aufgeſchnitten, teilweiſe nicht aufgeſchnitten ſind; 3. ob die Farbenmuſterung dadurch ſtattfindet, daß die Polfäden a) vor dem Weben bedruckt beziehentlich aus verſchiedenen farbigen Stücken hergeſtellt ſind, oder die Farbenmuſterung b) während und durch das Weben ſelbſt (infolge der Auswahl unter den verſchiedenen einfarbig gefärbten Polfäden) zuſtande kommt oder ob ſie c) nach dem Weben durch Aufdrucken vorgenommen wird. Ein hierfür geltendes logiſches Diagramm zeigt Fig. 12. Das geſamte Feld läßt ſich durch die eine Scheidung (z. B. ſenkrechte Linie *x*) teilen in Schuß- und in Kettenflorteppiche. Der Minuskreis ſoll diejenigen Teppiche umfaſſen, deren Noppen nicht aufgeſchnitten ſind, der Pluskreis diejenigen, deren Noppen aufgeſchnitten ſind; mithin wird das Bogenzweieck diejenigen Arten kennzeichnen, welche mit zum Teil aufgeſchnittenen, zum Teil nicht aufgeſchnittenen Noppen behaftet ſind. Es läßt ſich ferner das geſamte Feld teilen durch die Linien *yy*, *zz* in drei Regionen, von welchen die obere diejenigen Teppiche umfaſſen ſoll, bei denen die Farbenmuſterung dadurch ſtattfindet, daß die Polfäden der Länge nach aus verſchiedenartig gefärbten Stücken zuſammengeſetzt ſind. Die mittlere Region ſoll diejenigen Arten umfaſſen, bei welchen die Farbenmuſterung während des Webens durch die dem Muſter entſprechende Auswahl der einfarbig gefärbten Florfäden gebildet wird, und endlich die untere Region würde diejenigen Florteppiche zu umfaſſen haben, bei welchen die Farbenmuſterung erſt nach dem fertigen Weben durch Aufdrucken von Farbe ſtattfindet. Hiernach würde es neun verſchiedene Arten von Kettenflorteppichen geben, deren begriffliche Feſtſtellung ſich aus dem Diagramm ohne weiteres ableſen läßt [10].

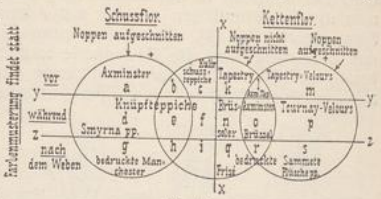


Fig. 12.

Tapeſtryteppich iſt jeder farbig gemuſterte Kettenflorteppich, bei welchem die Noppen nicht aufgeſchnitten ſind und bei welchem zur Farbenmuſterung bedruckte Polfäden verwendet werden (Feld *k*).

Tapeſtryveloursteppiche ſind alle farbig gemuſterte Kettenflorteppiche, bei denen bedruckte Polfäden verwendet und die Noppen aufgeſchnitten ſind (Feld *m*). Die dem Bogendreieck *l* entſprechende Art, bei welcher die Noppen alſo zum Teil aufgeſchnitten, zum Teil nicht aufgeſchnitten ſind, ſind gleichfalls ſchon zur Ausführung gelangt, für ſie iſt der Name „Axminſtertapeſtry“ ſeitens einer ausführenden Fabrik gewählt worden.

Das Feld *n* entſpricht den **Brüſſeler Teppichen.** Brüſſeler Teppiche ſind alle farbig gemuſterte Kettenflorteppiche, bei denen die Noppen nicht aufgeſchnitten ſind und bei denen die Farbenmuſterung während des Webens durch nur gefärbte (alſo nicht bedruckte) Polfäden zuſtande kommt. Erſcheinen hierbei die Noppen aufgeſchnitten, ſo ergibt ſich der **Tournayveloursteppich** (echter Samtteppich, Moquette u. ſ. w.) (Feld *p*).

Die dem Felde *o* entſprechende Teppichgattung wird von den Fabriken als Axminſter-Brüſſel bezeichnet.

Die unteren Felder *q*, *r*, *s* ſtellen die nach dem Weben bedruckten Kettenflorteppiche dar, wobei das Feld *q* den bedruckten Friſéfamten, das Feld *s* den bedruckten Samtteppichen entſpricht. Genau dasſelbe logiſche Diagramm läßt ſich auch für die Schußflorteppiche aufſtellen. Die Definitionen laſſen ſich wiederum aus dem Diagramm ablefen. Bedeutung haben hauptſächlich gewonnen die dem Felde *a* entſprechenden Axminſterteppiche (Chenilleteppiche) [11] und die dem Felde *d* entſprechende Gattung, die Smyrnaknüpfteppiche, während die untere Region bedruckte Manchefter darſtellen würde. Die Felder *b* und *c* gelangen bei Kokosläufern u. ſ. w., gewiſſermaßen als Kulierſchußteppiche zur Ausführung. Smyrnateppiche mit zum Teil aufgeſchnittenen, zum Teil nicht aufgeſchnittenen Noppen (Feld *e*) ſind gleichfalls zur Ausführung gekommen [12].

Literatur: [1] Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei, Leipzig 1896, S. 770; Lord-Lieb, Handbuch für Muſterzeichner der Textilkunſtinduſtrie, Leipzig, Peſt, Wien 1900; Bradbury, Carpet Manufacture, Manchefter 1904; Heiden, Handwörterbuch der Textilkunde, Stuttgart 1904, S. 558; Bosheck, Die Florgewebe, Teppiche u. ſ. w., Wien, Leipzig 1905; Zeitſchr. f. die Textilinduſtrie, Berlin 1908, S. 23 ff. — [2] Karmarſch, Handbuch der Technologie, 5. Aufl., Hannover 1876, Bd. 2, S. 1332; Trautmann, Kunſt und Kunſtgewerbe, Nördlingen 1869, S. 152; Drival, van,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Les Tapisseries d'Arras; Lacordaire, Notice historique sur les manufactures impériales de tapisseries de Gobelins et de tapis de la Savonnerie, Paris 1859; Reifer, Handbuch der Weberei (1905) Bd. 2, S. 964. — [3] Ures' Dictionary of arts, Manufactures and Mines, London 1860—61, Bd. 3, S. 205; engl. Patent Nr. 668 vom Jahr 1855; Civiling. 1887, Heft 4. — [4] Chenillefchneid- und Brennmafchinen baut u. a. G. Stein in Berlin O. — [5] D.R.P. Nr. 45059, 92001. — [6] Dinglers Polyt. Journ. 1888, Bd. 270, S. 337, 433; 1891, Bd. 279, S. 295; Leipziger Monatsfchr. f. Textilinduftrie 1890, S. 7, 116, 168; 1896, S. 636; 1897, S. 201; 1903, S. 817. — [7] Polyt. Zentr. 1849, S. 1229; D.R.P. Nr. 67918; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1893, S. 546. — [8] Leipziger Monatsfchr. f. Textilinduftrie 1891, S. 235; Kinzer und Fiedler, Technologie der Handweberei, Wien 1893, Bd. 1, S. 85; D.R.P. Nr. 90682. — [9] Verhandl. des Gewerbfleißvereins 1856, S. 110; Polyt. Zentr. 1863, S. 1422; D.R.P. Nr. 33432, 52213. — [10] Hartig, Studien in der Praxis des Kaiferl. Patentamtes, Berlin 1890, S. 92. — [11] Sitzungsber. d. Ver. z. Beförder. d. Gewerbefl. in Preußen 1902, S. 161. — [12] Müller, E., Handbuch der Weberei, Leipzig 1896, S. 778. *E. Müller.*

Ternär, f. Form, algebraifche.

Ternierfarben, f. Konverfionsfarben.

Terpentin, der aus Rinde und Holz der Nadelbäume (Coniferae — Abietineae) ausfließende Balfam. Fichte, Tanne und die Kieferarten produzieren hauptfächlich in der Rinde, die Lärche im Holze die Harzkörper. Eine Gruppe derfelben läßt nach längerer Berührung mit der atmofphärifchen Luft die Abietinfäure auskriftallifieren, wodurch diefe Terpentine trübe werden und graue Sedimente bilden: gemeine Terpentine; die klarbleibenden oder nur wenig trübe werdenden heißen feine Terpentine.

Zu den gemeinen Terpentinen gehören der öfterreichifche, deutfche, ruffifche, franzöfifche und amerikanifche Terpentin. Erfterer wird in Niederöfterreich aus der Schwarzföhre, Pinus laricio *Poir.*, der deutfche und ruffifche zumeift aus der gemeinen Föhre (Weißföhre, Rotkiefer, Pinus silvestris *L.*), der franzöfifche aus der Seeftrandkiefer, P. maritima *Poir.*, gewonnen. Der amerikanifche Terpentin ift fehr verfchiedener Herkunft; hauptfächlich werden Pinus australis *Michx.* (pitch pine, f. Nutzhölzer), P. taeda *L.* und P. cubensis *Grienb.* der Harzung unterzogen. (Ueber die Gewinnung f. Wiefner, Rohftoffe u. f. w.) Gemeiner Terpentin ift halbflüffig, trübe, körnig, gelblichweiß, von unangenehm harzigem Geruch, fcharfem und bitterem Gefchmack. Nach einiger Zeit der Aufbewahrung fcheidet er einen grauen, körnigen Satz ab (Abietinfäurekriftalle), über welchen eine klare, gelbe oder gelbbräunliche, dickflüffige Maffe gelagert ift. Terpentin ift das in einem ätherifchen Oel (Terpentinöl, 15—30%) gelöfte Koniferenharz. Ueber die daraus bereiteten Harzprodukte f. Fichtenharz. — Feine Terpentine umfaffen den Venezianer und Straßburger Terpentin und den Kanadabalfam. — Der Venezianer, Lärchenterpentin, Terebinthina veneta, wird aus der Lärche (Larix europaea *D.C.*) in Südtirol, in Piemont und in der Schweiz gewonnen. Die im erften Frühling in den Stamm gebohrten und mit einem Holzzapfen gefchloffenen Löcher füllen fich bis zum Herbfte mit dem Balfam, der dann ausgenommen wird. Er ift dickflüffig, meift klar und durchfichtig oder auch etwas trübe und bildet niemals kriftallinifche Sedimente. Sein Geruch ift angenehm balfamifch. Straßburger Terpentin ftammt aus den Harzbeulen der Tanne, ift gegenwärtig bedeutungslos. Der Kanadabalfam (Lorenzberge in der Provinz Quebec) ftammt von der Balfamfichte (Pinus balsamea *L.*, Neufchottland, Kanada) und von P. Fraseri *Pursh.*, deren Harzbeulen mit dem blaßgelben, vollkommen klaren, durchfichtigen, fehr dickflüffigen Sekret erfüllt find. An der Luft wird der Kanadabalfam bernfteingelb und fchließlich nahezu feft. Wegen feiner Klarheit, die auch beim Erftarren nicht verloren geht, ift er ein wichtiges Kittmaterial für optifche Gläfer, Einfchlußmittel für mikrofkopifche Präparate u. f. w. — Früher verftand man unter Terpentin (Chiosterpentin, Cyprifcher Terpentin) nur den Balfam von Pistacia Terebinthus (Anacardiaceae). *T. F. Hanaufek.*

Terpentinöl, ätherifches, aus den verfchiedenen Terpentinen durch Deftillation gewonnenes Oel. Das übergehende Terpentinöl wird aufgefangen und eventuell noch rektifiziert. Das deutfche und ruffifche Terpentinöl (Kienöl) allein ift Deftillationsprodukt der Wurzelftöcke von Fichten, Kiefern und Föhren und hat durchdringenden, unangenehmen Geruch, der fich auch durch wiederholte Rektifikation nicht befeitigen läßt.

Im Handel unterfcheidet man: 1. Oefterreichifches Terpentinöl von Pinus laricio *Poir.*, farblos oder fchwach gelblich, vollkommen klar, fpez. Gew. 0,864, Siedepunkt 155—157° C., lenkt den polarifierten Lichtftrahl nach links ab, löslich in 6 Teilen 90prozentigem Alkohol. Das rektifizierte Terpentinöl hat ein fpez. Gew. von 0,862 und ift in 8 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 2. Franzöfifches Terpentinöl von Pinus maritima, der Seeftrandskiefer, farblos oder fchwach gelblich gefärbt, vollkommen klar, fpez. Gew. 0,86, Siedepunkt 156—157° C.; es riecht eigentümlich, fchmeckt brennend und lenkt im polarifierten Lichtftrahl nach links ab. Es gibt mit 7 Teilen 90prozentigem Alkohol eine klare Löfung. 3. Amerikanifches Terpentinöl von Pinus australis und Pinus taeda gleicht dem franzöfifchen, hat aber weniger feinen Geruch; fpez. Gew. ift 0,864, Siedepunkt 150—156° C., lenkt den polarifierten Lichtftrahl nach rechts ab. 4. Deutfches Terpentinöl (Kienöl), von 0,86—0,87 fpez. Gew., gleicht mit Ausnahme des Geruches dem vorhergehenden. Siedepunkt 155—160° C., ift linksdrehend.

Terpentinöl ift im allgemeinen farblos, leicht brennbar, hat terpentinartigen Hauptgeruch mit für die verfchiedenen Sorten charakteriftifchem Nebengeruch. Mit Waffer bildet es Hydrate;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei der Deſtillation mit Chlorkalk bildet ſich Chloroform; mit Salzſäure bildet es zwei faure Verbindungen, von denen die eine der künſtliche Kampfer iſt. Die enorme Abſorptionsfähigkeit des Terpentinöls für Sauerſtoff iſt charakteriſtiſch; es wirkt dann in hohem Grade oxydierend und verwandelt z. B. ſchweflige Säure in Schwefelſäure u. ſ. w.; bei längerer Aufbewahrung in offenen Gefäßen erzeugt es durch Aufnahme von Sauerſtoff Harz, wird dickflüſſig, ſelbſt zähflüſſig und reagiert ſauer. In loſe verſchloſſenen Glasflaſchen abſorbiert es gierig Ozon aus der Luft und bildet ſo das ozoniſierte Terpentinöl, ein ausgezeichnetes Löſungsmittel für alle Harze. Gutes Terpentinöl muß vollkommen waſſerhell ohne Waſſertröpfchen von ſcharfem, aber nicht unangenehmem Geruch ſein. Zwiſchen den Handflächen gerieben, muß es ſchnell flüchtig gehen, nicht kleben oder ein dieſem ähnliches Gefühl und nur einen ſehr ſchwachen Geruch hinterlaſſen, der aber nach einigen Minuten vollſtändig verſchwinden muß. Rektifiziertes Terpentinöl darf nicht ſauer reagieren und muß ſich, ein Tropfen auf ein großes Objektglas gegeben, in der Wärme des Waſſerbades vollſtändig verflüchtigen, darf alſo keinen Rückſtand hinterlaſſen. Mit einem gleichen Volum Salmiakgeiſt geſchüttelt, muß ſich die Miſchung in der Ruhe in zwei gleiche farbloſe Schichten ſondern; unreines Oel gibt eine trübe wäſſerige Schicht.

Terpentinöl iſt vielen Verfälſchungen unterworfen und finden Benzol, Benzin, Stein- und Braunkohlendeſtillate mit ſehr verſchiedenen Siedepunkten, dann Petroleum, Kampferöl u. ſ. w. vielfach Verwendung. Mit Benzin verfälſchtes Oel hat ein geringeres ſpezifiſches Gewicht und iſt meiſt im zwölffachen Volumen 90%igen Alkohols löslich. Surrogate für Terpentinöl (Kohlenwaſſerſtoffe mit ätheriſchen Oelen, namentlich Kampferöl verfetzt) kommen unter der Benennung Larixolin, kanadiſches Terpentinöl, Patentterpentin, Turpentyne, Turpenteen, Terpentinölerſatz, Paint oil u. ſ. w. vielfach in den Handel, können aber bei einzelnen Verwendungen das Terpentinöl niemals erſetzen, weil ſie nicht deſſen chemiſche Zuſammenſetzung und insbeſondere nicht die Sauerſtoffabſorption des Terpentinöls beſitzen. Als Verdünnungsmittel ſind Surrogate aus Petroleumdeſtillaten nur dann brauchbar, wenn dieſelben einen Flammpunkt von mindeſtens 21° C. und engbegrenzte, hochliegende Siedepunkte aufweiſen und ohne Rückſtand verflüchtigen; ſind ſolche vorhanden, ſo ſtören ſie das Trocknen und Erhärten der Lack- und Farbenüberzüge.

Den Terpentinölen werden noch die folgenden Oele, ohne Bedeutung für den techniſchen Gebrauch, zugezählt: 1. Venezianiſches Terpentinöl, aus venezianiſchem Terpentin von Larix decidua, der Lärche, gleicht dem franzöſiſchen, riecht aber angenehmer; es lenkt den polariſierten Lichtſtrahl nach links ab. 2. Tannenzapfenöl, aus den Zapfen von Abies pectinata durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen, riecht viel feiner als Terpentinöl; es iſt in 7 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 3. Latſchen- oder Krummholzöl, aus jungen Spitzen und Zapfen der Pinus Pumilio durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen, hat einen entfernt an Wacholder erinnernden Geruch, ſpez. Gew. 0,865, Siedepunkt 170°, linksdrehend, in 12—15 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 4. Fichtennadel- oder Waldwolle, durch Deſtillation mit Waſſerdämpfen aus den Nadeln von Pinus silvestris und Pinus abies gewonnen, hat einen außerordentlich feinen Geruch, aromatiſch, ſpez. Gew. 0,875—0,876, Siedepunkt 160° C., rechtsdrehend. Als Templinöl (Kienöl) bezeichnet man im Handel ein Terpentinöl, welches durch Deſtillation des Holzes, der Zweige, Zapfen und Nadeln mit Waſſer gewonnen und namentlich in der Schweiz und in manchen Gegenden Deutſchlands erzeugt wird; es riecht zitronenartig, ſpez. Gew. 0,86—0,88, Siedepunkt 160—164° C., linksdrehend.

Terpentinöl findet ausgedehnte Anwendung in den Lack und Farben verarbeitenden Gewerben, in der Fabrikation von Lack, Wachstuch, künſtlichem Kampfer und ätheriſchen Oelen, zu Extraktionszwecken, zu Desinfektionsmitteln, in der Medizin u. ſ. w. *Andés.*

Terra di Siena, gelbbraune oder hellbraune Erdfarbe mit muſcheligem und glänzendem Bruche, die für ſich eine feurige, laſierende Oelfarbe gibt.

Die echte Farbe kommt aus Toskana, ähnliche Produkte finden ſich in den Nord- und Oſtſeeländern, auch amerikaniſche Siena kommt zuweilen vor. Sie beſteht aus Eiſenoxydhydrat, mit wechſelnden Mengen von Sand und Ton ſowie auch Eiſenoxyd; die Färbung wechſelt infolge dieſer Beſtandteile. Im natürlichen geſchlämmten Zuſtande kommt ſie als naturelle Terra di Siena, durch Glühen bei verſchiedenen Temperaturen als gebrannte Terra di Siena von rötlicher Färbung, ebenfalls laſierend und ſehr feurig, in den Handel. *Andés.*

Terraindarſtellung, Terrainrelief, ſ. Bergzeichnung.

Terrakotten, künſtleriſch ausgebildete Tonwaren (ſ. d.).

In der Regel werden die hierher gehörigen Tonwaren unter Anwendung von Gipsformen hergeſtellt, vielfach freihändig geformt, ſelten aus lufttrockenen Tonblöcken herausgemeißelt. Die Produkte: Gefäße, Figuren (vgl. Kunſtgewerbe), Vaſen, architektoniſche Glieder in Faſſaden, ſollen nach dem Brand einen gleichmäßigen Farbenton beſitzen. Während in Deutſchland, ſo z. B. in den Fabriken zu Lauban, Liegnitz, Merzig, Siegersdorf, Ullersdorf, Wiesloch u. ſ. w., die Terrakotten neben andern Fabrikaten hergeſtellt werden, beſchäftigen ſich die großen amerikaniſchen Terrakottenfabriken in Perth Amboy, New York, Chicago u. ſ. w. ausſchließlich mit Herſtellung von Bauterrakotten (ſ. Ziegel). *Dümmler.*

Terraſſe, natürliche oder künſtliche, oft in mehrfachen Abſätzen anſteigende Erdauffüllung, welche durch Böſchung gebildet oder durch eine Futtermauer geſtützt wird und durch Freitreppen (ſ. d., Bd. 4, S. 191) oder Rampen zugänglich zu machen iſt. S. a. Gartengebäude. Oft wird auch ein mit dem Fußboden eines Wohngebäudes gleichhoch liegender Ausbau ſo genannt. *Weinbrenner.*

Terraſſendach (Plattform, ſ. d.), ein flaches, begehbares Dach, das in feiner Eindeckung aus Steinplatten oder als Eſtrich- oder Metalldach gebildet wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(ſ. Dachdeckung, Bd. 2, S. 506, B. II, Eſtrichdächer; ſowie Dachzerlegung, Bd. 2, S. 527, 3, Fig. 4). *Weinbrenner.*

Terrazzo (Battuta), ein Zement- oder Kalkeſtrich (ſ. Bd. 5, S. 293) mit eingeſtreuten farbigen Marmorſtückchen.

Seit Jahrhunderten in Italien, vornehmlich Venedig, üblich, iſt er neueſtens durch Italiener (Ant. Odorico in Frankfurt a. M. und Berlin) auch bei uns heimiſch geworden. Er beſteht aus einer 5—10 cm ſtarken Unterlage in Schwarzkalk- oder Zementmörtel, in welchen in halbtrockenem Zuſtande haſelnußgroße, mit dem Hammer zerſchlagene, verſchiedenfarbige Steine, wie Marmor, Porphyr, Syenit, auf die Fläche geſtreut oder nach Zeichnung eingeſetzt und mit einer eiſernen kurzen Walze eingedrückt werden. Für die Zeichnungen an Säumen, Eck- und Mittelſtücken ſind die Steinchen würfelförmig zu richten und zu ſortieren. Die Fugen und Zwiſchenräume werden mit flüſſigem Zementmörtel ausgegoſſen. Nach 2—3 Tagen iſt dieſer erhärtet und beginnt das Schleifen der Oberfläche mit ſchweren, großen Steinen, Sand und Waſſer, und wird dies mit immer härteren und kleineren Steinen wiederholt, bis Glätte oder voller Spiegelglanz erreicht iſt. Später, am beſten nach Monaten, wird durch Oelen oder Wachsüberzug ein bleibender Glanz erzielt. — Die höchſte Vollendung des Terrazzobodens bildet der Moſaikfußboden (ſ. Moſaik, Bd. 6, S. 495 ff.). *Weinbrenner.*

Tertiärformation, -periode, -ſyſtem, die älteſte der ſogenannten känozoiſchen Schichtenreihen, überlagert die Kreideformation und wird ſelbſt von dem Diluvium überdeckt.

In bezug auf ihre Lebewelt ſchließt ſich die Tertiärformation der Jetztzeit ziemlich eng an (Entwicklung der Säugetiere und Vögel, Zurücktreten der Reptilien, Krinoiden, Verſchwinden der Brachiopoden, Ammoniten, Belemniten und Ganoiden; Entwicklung angioſpermer Pflanzen). Die Ablagerungen ſind meiſt mariner Natur, ſeltener im Süßwaſſer gebildet. Nur die älteren Schichten nehmen an der Auffaltung der Alpen teil, die jüngeren und außeralpinen liegen meiſt horizontal oder ſind nur wenig geſtört. Die Verbreitung der Tertiärformation ſchließt ſich in den wenigſten Fällen an diejenige der Kreideformation an; das Tertiär, beſonders das jüngere, legt ſich ungleichförmig auf ältere Schichten auf. Seiner Bildung ſind die hauptſächlichſten gebirgsbildenden Kraftäußerungen in der Erdkruſte vorausgegangen; daher beſteht es vielfach aus Ablagerungen an der Meeresküſte und des halbſalzigen Waſſers, welches in neugebildete, breite, muldenförmige Vertiefungen eindrang. Die Geſteine ſind vorherrſchend Sandſteine, Konglomerate und Schotter, Sande, Tone, Mergel, ſeltener Kalkſteine, Tonſchiefer, Steinſalz u. ſ. w. Im allgemeinen ſind es außerhalb der Alpen weiche, leicht zerreibliche Geſteine, nur ſelten verfeſtigt, umgelagert oder mechaniſch und chemiſch verändert. Im Anſchluß an die große Schichtenfaltung in der Erdkruſte (Alpen, Karpathen, Balkan, Pyrenäen) und an die Einbrüche ereigneten ſich zahlreiche Eruptionen von Trachyten, Andeſiten, Phonolithen und Baſalten, insbeſondere in Form von Einpreſſungen des glutflüſſigen Magmas in Klüfte und von Lavaergüſſen. Man gliedert die Schichtenreihe in vier Gruppen:

1. Eocän, zu tiefſt und im allgemeinen ſich an die Kreideformation anſchließend, örtlich ſie auch übergreifend. Vorwiegend kalkige, mergelige und ſandige Ablagerungen mit Ausbrüchen von trachytiſchen und phonolithiſchen Geſteinen. Lagerung in den Alpen gefaltet, außerhalb derſelben meiſt horizontal. Techniſch wichtig ſind der Grobkalk des Pariſer Beckens, die Nummulitenkalke der Nordalpen (Roſenheim, Traunſtein) als Hochbaumaterialien, die Eiſenerze in glaukonitführenden Sandſteinen am Nordrand der Alpen (Kreſſenberg), viele Tone zur Ziegelfabrikation, Mergel (Nordalpen) und Flyſch zur Zementbereitung, weiße Sande, ſtellenweiße auch Pech- und Braunkohlen.

2. Oligocän, oft übergreifend über vorige Gruppe; die Schichten ſind in den Alpen zumeiſt noch gefaltet, außerhalb horizontal. Die Hauptfaltung der Alpen fällt in dieſen Zeitraum, ebenſo große Schichteneinbrüche außerhalb des Hochgebirges (Bildung des Rheintalgrabens); vorwiegend Tone, Mergel, Sande, Konglomerate (Molaſſe), ſelten Kalkſteine. Von Wichtigkeit ſind die grünlichgrauen Sandſteine (Molaſſeſandſteine) am Nordrande der Alpen (Schweiz) und Kalke von Brie (Südfrankreich) für Hochbauzwecke, manche dünngeſchichtete, harte Schiefertone für Dachdeckung (Glarner Schiefer), alpine Mergel des Flyſch für Zementfabrikation, viele Vorkommen von Bohnerzlagern am Nordrand der Alpen, Aſphalt, Steinſalz und Kaliſalze, Petrol (Elſaß), Braun- und Pechkohlen am Nordrand der Alpen (Südbayern) u. a.

3. Miocän, unteres Neogen, oft übergreifend über vorige Gruppe. Die Schichten faſt ſtets horizontal oder geneigt gelagert, nie gefaltet. Fortdauer der Gebirgsbildung, insbeſondere der Einbrüche und Senkungen. Umfangreiche Ausbrüche von Trachyten, Phonolithen und Baſalten in Zentraleuropa; vorwiegend Sande, Tone, Mergel, nebſt mächtigen Pech- und Braunkohlen, welche in Böhmen, Mitteldeutſchland und am Niederrhein ausgebeutet werden; ausgedehnte Steinſalzablagerungen in Galizien (Wieliczka, Kalusz) und Schwefellager in Sizilien, Galizien u. ſ. w. Mergel und Tone werden zur Zement- und Ziegelfabrikation gebraucht.

4. Pliocän, oberſte Stufe, oberes Neogen, oft übergreifend über vorige Stufe. Horizontal gelagert; nur geringe Bewegungen in der Erdkruſte; Ausbrüche von Baſalten. Meiſt Sande und Tone als Ablagerungen in Binnenſeen, untergeordnet Mergel, ſelten Braunkohlen und Kalkſtein.

Literatur: v. Gümbel, Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1880; Nivoit, Géologie appliquée, Bd. 2, Paris 1889; Credner, H., Elemente der Geologie, 10. Aufl., Leipzig 1906; Toula, F., Lehrbuch der Geologie, 2. Aufl., Wien 1906; de Lapparent, A., Traité de géologie, 5. Aufl., Paris 1906. *Leppla.*

Teslaſtrom, ſ. Wechſelſtrom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teſſar, ein unſymmetriſches photographiſches Doppelobjektiv, welches die Firma C. Zeiß in Jena erzeugt.

Dasſelbe beſteht aus vier Linſen, von denen zwei verkittet ſind, während die zwei andern getrennt ſind. Das Teſſar iſt aſtigmatiſch korrigiert. Im Dezember 1902 wurde das Teſſar mit der Helligkeit $F:6{,}3$ als Serie II B auf den Markt gebracht. Serie I c, enthaltend Teſſare $F:3{,}5$ und $F:4{,}5$, folgte im Frühjahr 1907. *Novak.*

Teſſeralkies, Skutterudit, Arſenikkobaltkies, Mineral, Arſenkobalt $CoAs_3$ (79,2 % *As*, 20,8 % *Co*). Kriſtalliſiert regulär; auch derb und körnig; grünweiß bis bleigrau, bunt angelaufen; ſtark metallglänzend. Härte 6; ſpez. Gew. 6,7—6,8. Wie Speiskobalt ſich verhaltend und ebenſo benutzt. *Leppla.*

Teſtalin, ſ. Steinerhaltungsmittel.

Tetrachromie, die Erzeugung eines Abbildes in naturwahren Farben durch Kombinierung von vier, die Heringſchen Grundfarben (Gegenfarben): Gelb, Blau, Rot und Grün beſitzenden Teilbildern, ſ. Vierfarbendruck. *A. W. Unger.*

Tetraeder, ſ. Polyeder.

Tetraedrit, ſ. v. w. Fahlerz (ſ. d.).

Teufe, im Bergbau ſ. v. w. Tiefe; Teufenzeiger, ſ. Schachtförderung.

Teufelsklaue, ſ. Greifzeuge, Steinzange.

Texel, ſ. Dachsbeil, Oberbaugeräte.

Textilinduſtrie umfaßt die gewerbliche Tätigkeit in allen denjenigen Prozeſſen, bei welchen aus Faſerſtoffen Geſpinſte, Gewebe, Geflechte, Gewirke und ähnliche Fabrikate, endlich Bekleidungsgegenſtände aller Art hergeſtellt werden unter Anwendung des Zuſammendrehens (Spinnens und Zwirnens), Webens, Flechtens, Wirkens, Strickens, Knüpfens, Nähens, Stickens, Färbens, Veredelns (vgl. die Einzelartikel, bei denen auch die Literatur angegeben iſt).

Für die einzelnen Zweige der Textilinduſtrie haben ſich beſondere Fachſchulen herausgebildet (Spinnerei-, Web-, Wirk-, Färberei- und Appretur-, Klöppel-, Stick- und Schling-, Kunſtſtickerei-, Maſchinenſticker-, Näh-, Konfektionsſchulen). — Der Export an Erzeugniſſen der Textilinduſtrie aus Deutſchland betrug im Jahre 1905 1 120 415 000 ℳ [1], er ſteht an der Spitze unſrer exportierenden Induſtrien. Der Wert der Produktion in der deutſchen Textilinduſtrie betrug 1897 835 000 000 ℳ Halbfabrikate (Garne) und 1 915 000 000 ℳ Ganzfabrikate [2]. Die Zahl der in der Textilinduſtrie in Deutſchland beſchäftigten Arbeiter betrug bereits nach der Gewerbezählung von 1895 rund 1 000 000.

Literatur. Die verbreitetſten Fachzeitſchriften der Textilinduſtrie ſind: Leipziger Monatsſchrift für Textilinduſtrie, Leipzig; Zeitſchr. für die geſamte Textilinduſtrie, Leipzig; Zeitſchr. für die Textilinduſtrie, Berlin; Das deutſche Wollengewerbe, Grünberg i. Schl.; Deutſche Wirkerztg., Apolda; Oeſterreichs Wollen- und Leineninduſtrie, Reichenberg; L'Industrie textile, Paris; The textile Manufacturer, Mancheſter; The textile Recorder, Mancheſter und London; The textile Record, Philadelphia. — [1] Korporation der Kaufmannſchaft von Berlin, Gewerbliche Einzelvorträge, 1. Reihe, S. 63, Berlin 1908. — [2] Arndt, Deutſchlands Stellung in der Weltwirtſchaft, Leipzig 1908, S. 10. *E. Müller.*

Thallium *Tl*, Atomgew. 204,1, weißes, dem Blei ähnliches Metall von 11.8 ſpez. Gew., Schmelzpunkt 290°. An der Luft erhitzt, oxydiert es ſich, wird von verdünnter Schwefel- und beſonders Salpeterſäure, nur ſchwer von Salzſäure gelöſt.

Es kommt in der Natur im Crookeſit vor, der aus Kupfer, Silber, Selen und Thallium (16—18 %) beſteht, ſowie in Spuren in manchen Blenden und Kieſen und in einigen Mineralwäſſern (Nauheim, Orb, Dörringen). Man gewinnt es als Thalliumſulfat durch eine Reihe von Prozeſſen aus Bleikammerſchlamm oder aus dem Röſtflugſtaub von Kieſen. Thalliumoxydul, Tl_2O, und Thalliumtrioxyd, Tl_2O_3, ſchwarze Pulver, erſteres in Waſſer löslich; ferner durch Elektrolyſe Thalliumdioxyd, TlO_2; Thalliumchlorür, $TlCl$, weißer Niederſchlag oder würflige Kriſtalle; Thalliumchlorid, $TlCl_3$, farbloſe, leicht zerfließliche, in Waſſer lösliche Kriſtalle; Thalliumalaun, $Al_2(SO_4)_3 + Tl_2SO_4 + 24\,H_2O$, farbloſe glänzende Oktaeder oder Würfel; Thalliumſulfür, Tl_2S, ſchwarzer Niederſchlag durch Schwefelwaſſerſtoff aus eſſigſaurer Löſung. Thalliumverbindungen ſind giftig; ſie färben die Flamme intenſiv grün; das Spektrum beſteht nur aus einer ſmaragdgrünen Linie. Thalliumhaltiges Glas beſitzt größtes Lichtbrechungsvermögen. *Moye.*

Theater (Schaufpielhaus, Opernhaus). Die heutigen Theater zerfallen in zwei Hauptteile: I. den Zuſchauerraum mit ſeinen Zugängen, Treppen und Nebenräumen, und II. die Schaubühne mit den nötigen Nebenräumen, beſtehend in Ankleidezimmern verſchiedener Art, Verwaltungszimmern, Probeſälen, Magazinen für Dekorationen, Malerſaal, Werkſtätten für Schreiner, Schneider u. ſ. w.

Der Zuſchauerſaal iſt ſo anzuordnen, daß jedermann gut ſehen und hören kann; daß er möglichſt viel Zuſchauer faßt und gut erleuchtet werden kann. Um dieſen Zwecken zu entſprechen, kann man drei Grundformen zur Anwendung bringen: a) die länglich viereckige, auch trapezförmige; b) die elliptiſche oder Hufeiſenform; c) den Dreiviertelskreis. Formen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche je nach der Größe des Raumes ihre Vorteile haben, ſ. [1]—[3], [7]. Dabei gilt die Regel, daß als äußerſtes Maß für die Breite des Saals = $^4/_5$ der Bühnenöffnung (max. = 16 m) zu nehmen, während die größte Länge nach der Weite des guten Hörens mit 25 m zu bemeſſen ſei. Es kann daher nur ein Teil der Zuſchauer im Parterre oder ſogenannten Parkett, dem unteren Raum, Platz finden; der andre Teil iſt auf die Ränge oder Galerien zu verteilen,

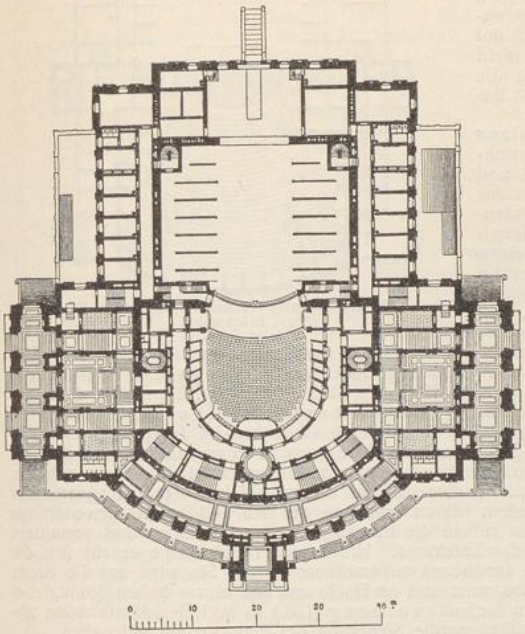


Fig. 2. Neues Hoftheater zu Dresden (Arch. G. Semper). Grundriß in Parketthöhe.

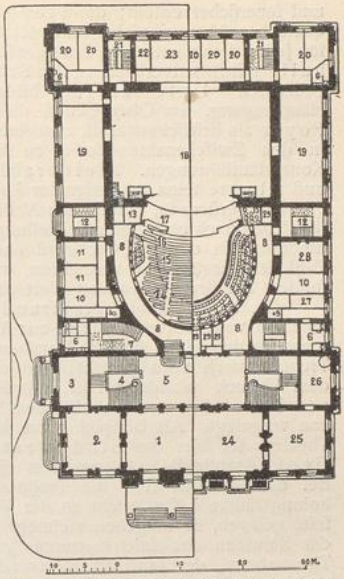


Fig. 1. Stadttheater zu Genf (Arch. Goß). Links: Grundriß in Höhe des Parterres, rechts: Grundriß in Höhe des erſten Ranges. 1 Großes Veſtibül. 2 Kleines Veſtibül. 3 Eingang für die mit Wagen vorfahrenden Beſucher. 4 Treppen zum erſten Rang. 5 Treppenveſtibül. 6 Waſſerklo ſett. 7 Treppen zur zweiten und dritten Galerie. 8 Verbindungsgang. 9 Ventilationsſchlote. 10 Garderoben. 11 Polizeikommiſſar. 12 Treppen zu den Proſzeniumslogen (13). 14 Parterre. 15 Parkett. 16 Fauteuils. 17 Orcheſter. 18 Bühne. 19 Dekorationsmagazine. 20 Ankleidezimmer. 21 Treppen des Theaterperſonals. 22 Direktor. 23 Foyer des Theaterperſonals. 24 Großes Foyer. 25 Büfett. 26 Anrichtezimmer. 27 Ablegezimmer. 28 Salons. 29 Salons zu den Logen.

welche in mehreren Stockwerken übereinander an den Wänden des Saales ſich aufbauen. Dies geſchieht entweder ſenkrecht übereinander ſtehend (mit oder ohne Unterſtützung), wie in Italien üblich [5], [2 a], oder nach Art der Amphitheater (ſ. d.), indem die Ränge balkonartig vortreten und die Sitze reihenweiſe anſteigen, wie dies in Frankreich und Deutſchland geſchieht [2 a]. Die Anzahl der Ränge ſollte nicht vier überſchreiten, wodurch ſich eine Beſchränkung der Zuſchauerzahl auf 1800—2500 ergibt. Als Raum für den einzelnen Zuſchauer iſt 0,44 – 0,54 qm zu berechnen.

Im Zuſchauerſaal befindet ſich vor dem im Bogen vortretenden Proſzenium (Vorbühne) der Raum für die Muſiker, das Orcheſter, mit 0,80 qm für den Mann berechnet. Dasſelbe iſt tiefer gelegt als das Parterre, damit die Ausſicht auf die Bühne nicht gehemmt, zugleich aber auch die Klangwirkung einheitlicher wird. (Im Wagnertheater zu Baireuth — myſtiſcher Abgrund [2 a].) Um den Schall zu verſtärken, wird ein doppelter Fußboden (Reſonanzboden) über einem umgekehrten Tonnengewölbe beſonders ſorgfältig eingelegt. Die innere Geſtaltung des Saales wird durch die an der Bühnenöffnung anzubringende Architektur des Proſzeniums durch die Logenbrüſtungen der Ränge und die Deckenbildung zum Ausdruck gebracht. Hierbei werden reiche Vergoldung und Malerei in matten weißlichen Tönen, welche ſich von dem meiſt roten Grunde der Wände ſcharf abheben, eine heitere und feſtliche Wirkung erzielen, die durch die künſtliche Beleuchtung mittels eines Kronleuchters noch gehoben werden kann. Die Vorräume ſeien breit

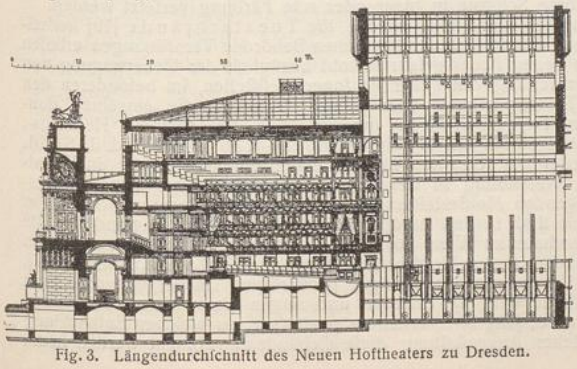


Fig. 3. Längendurchſchnitt des Neuen Hoftheaters zu Dresden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und feuerſicher erſtellt; die Treppen bequem begehbar mit vielen Ruheplätzen und für jeden Rang getrennt. Eine große Vorhalle mit Billettverkauf, zu den Seiten mit gedeckten Unterfahrten bilde den Hauptzugang. Im Obergeſchoß diene ein Foyer als Erfriſchungsſaal, zum Aufenthalt in den Zwiſchenakten ſowie zu kleinen Konzertaufführungen. Kleiderablagen und Aborte ſeien in geeigneter Lage angeordnet, erſtere ſo, daß ſie den Abfluß der Menſchen nach beendigter Vorſtellung nicht hindern. Zu dieſem Zwecke iſt auch die Zahl der Ausgänge zu vermehren, was beſonders bei Brandfällen von Wert iſt.

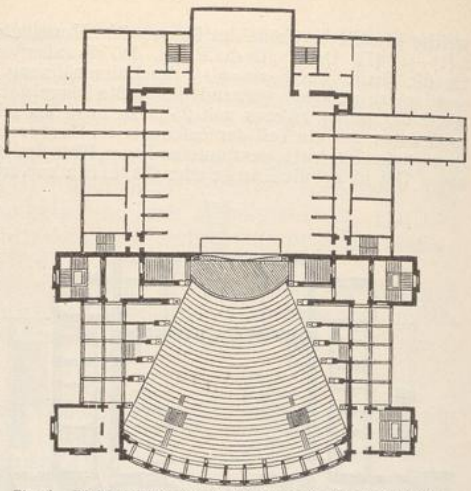


Fig. 4. Richard Wagners Bühnenfeſtſpielhaus zu Baireuth (Arch. Brückwald).

In der Anordnung des Grundplans kommen verſchiedene Syſteme zur Ausführung. In dem einen ſind die Vorräume und Treppen nach vorn gerückt, und ein aus dem Viereck gebildeter Bau, mit Säulen- oder Bogenhallen und Giebel iſt dem Hauptbau vorgelegt. Als Beiſpiel eines kleinen Theaters ſei hier das Stadttheater zu Genf (Architekt Goß) gegeben (Fig. 1). Bei dem zweiten ſind die Treppen, Erholungsräume u. ſ. w. nicht an der Vorderſeite gelegen, ſie umgeben vielmehr im Bogen die Ränge und Logen, wodurch auch äußerlich der Rundbau des Zuſchauerraums zum Ausdruck gelangt, ein Vorzug an Charakteriſtik des Theaterbaus, der tunlichſt zu erſtreben wäre [2 a], [7], [13 e], [17] (Fig. 2 und 3). Eine abweichende Anordnung des Zuſchauerhauſes zeigt das Bühnenfeſtſpielhaus zu Baireuth, welches Richard Wagner nach ſeinen und G. Semperſchen Gedanken im Jahre 1876 errichten ließ. Bei demſelben iſt der für 1500 Zuſchauer bemeſſene Raum in Form eines Kreisausſchnitts (ſ. Fig. 4) des antiken Theaters geſtaltet, mit nach hinten anſteigenden 31 Sitzreihen verſehen, die von den Seiten aus zugänglich ſind. Außer den an den vier Ecken des Zuſchauerhauſes durch Gänge verbundenen Treppenhäuſern führen zwiſchen der ſich kuliſſenartig erweiternden Proſzeniumsarchitektur in verſchiedenen Höhen die Eingänge zu den Sitzreihen und vermitteln aufs bequemſte den Zu- und Abgang der Zuſchauer. Hinter der Vorbühne erhebt ſich die Bühnenöffnung von 9—15 m Weite in annähernd quadratiſcher Form. Sie wird auf die Breite des Baus durch ſtarke Mauern ſeitlich begrenzt und im Dachraum von einem hohen Brandgiebel überragt. — Durch einen beweglichen Schutzvorhang (ſ. d.) in Wellblechkonſtruktion abſchließbar, ſ. [19], S. 701, wird eine wirkungsvolle Sicherung bei Feuersgefahr geſchaffen.

Der Bühnenraum nimmt mit ſeiner ſeitlichen Begrenzung, den Kuliſſen, d. h. verſtellbaren gemalten Leinwandrahmen und dem dahinter liegenden Gange die Breite des Theaters ein. Die Tiefe iſt etwa der des Zuſchauerraums gleich. Als Bühnendecke dient der Schnürboden, ein Lattengerüſt, an welchem die gemalten Dekorationsſtücke, als: Hintergründe, Soffitten und Flugmaſchinen an Schnüren auf und ab gezogen werden; er ſollte 1,2 m höher liegen als die doppelte Höhe der Bühnenöffnung, damit die großen Hintergründe in ihrer ganzen Höhe, d. h. ohne Aufrollen gehoben werden können. — Der Fußboden des Podiums erhält ein Gefäll von ca. 4% des beſſeren Sehens wegen. Er enthält teils Verſenkungsöffnungen, teils auf die ganze Breite durchgehende Schlitze in Entfernungen von ca. 1,20 m, um die Kuliſſen und Verſetzſtücke in ihnen verſchieben und feſt ſtellen zu können. Bewegt werden ſie von dem unter dem Boden liegenden Maſchinenkeller aus, der durch mehrere Zwiſchenböden in niedere Stockwerke geteilt iſt. Die Bühnenbeleuchtung erfolgt durch eine wagerechte Reihe von Lampen an der Bühnenrampe und den Soffitten oder Deckenſtücken, ſodann durch die ſenkrecht übereinander ſtehenden Kuliſſenlampen. Alle Lampen können zur Erhöhung der Illuſion durch drehbare Schirme in blaue oder rote Färbung verſetzt werden.

Bei den großen Opfern an Menſchenleben, welche die Theaterbrände [19] herbeiführten, konnte es nicht ausbleiben, daß ſeitens der ſtaatlichen Behörden Verordnungen erlaſſen wurden, welche die Anordnungen gegen Feuersgefahr ſowohl bezüglich der Uebertragung von außen als der Entſtehung und Verbreitung von Feuer im Innern feſtſtellen, im beſonderen den Schutz der Zuſchauer und des Theaterperſonals bezwecken, indem ſie die einzelnen Baukonſtruktionen der Wände, Decken, Treppen u. dergl., der Ausgänge, wie auch die Heizungs-, Beleuchtungs- und Lüftungseinrichtungen eingehend beſprechen [19]—[22]. Vgl. a. Bd. 3, S. 791. Es bieten demzufolge die in neueſter Zeit erbauten Theater einen erhöhten Schutz in Brandfällen. Ueberhaupt hat ſich eine Vollendung in der Ausführung dieſer Kunſttempel herausgebildet, welche ſich in hervorragenden Meiſterleiſtungen in dieſer Gebäudegattung kundgibt. Beſonders erwähnenswerte Beiſpiele ſind in den europäiſchen Großſtädten zu bewundern: die Große Oper in Paris [8], das Opernhaus zu Wien, das neue Opernhaus in Frankfurt a. M. von Lucae [11 e] und [16], (das alte) und das neue Hoftheater in Dresden [13 e] von G. Semper [7], das Hofburgtheater in Wien [2 a]. Aber auch in weniger großartigen Theatergebäuden kann das architektoniſche Schaffen herrliche Wirkung erzielen und zeigen die von den Architekten Fellner und Helmer in Wien [12], a—d, [13], f—h, erſtellten genügſam, zu welcher Entwicklung in formaler Schönheit und praktiſcher Ausgeſtaltung dieſe Gebäudeart gebracht werden kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, IV. Teil, Halbbd. 6, Heft 5, Theater von Baurat M. Semper. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884; a) Steinbrecht, C., Theater, S. 653; b) Büſing, Sicherung der Theater gegen Feuer, S. 685. — [3] Weinbrenner, F., Ueber Theater in architektoniſcher Hinſicht, Tübingen 1809. — [3a] Langhans, Ueber Akuſtik und Katakuſtik der Theater, Berlin 1810. — [4] Palladio, A., Fabriche e disegni etc., Vicenza 1796 (4 Bde.), Bd. 1. — [5] Morelli, Teatro d'Imola, Roma 1880. — [6] Schinkels Bauwerke, Berlin 1831. — [7] Semper, G., Das Kgl. Hoftheater in Dresden, o. J. — [8] Garnier, Ch., Le nouvel Opéra de Paris, 1880. — [9] Daly et Davioud, Les théâtres de la place du Châtelet et Paris, 1865. — [10] Allgemeine Bauzeitung, Wien; a) Hof- und Nationaltheater, München 1840; b) Morin, Stadttheater in Hagenau, 1860; c) Komiſche Oper zu Wien, E. Förſter, 1875. — [11] Zeitſchrift für Bauweſen, Berlin; a) Langhans, Viktoriatheater, Berlin 1860; b) Runge und le Brun, Opernhaus in Philadelphia, 1860; c) Bohnſtedt, L., Stadttheater, Riga 1869; d) Langhans, Stadttheater, Leipzig 1870; e) Lucae, Opernhaus, Frankfurt a. M. 1883; f) v. d. Hude & Hennike, Leſſingtheater, Berlin 1889. — [12] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. Wien; a) Fellner, Stadttheater, Wien 1874; b) Helmer, Theaterbauten, 1881; c) Fellner & Helmer, Schloßtheater, Totis 1892; d) Dieſ., Stadttheater, Zürich 1893; e) Adler & Sullivan, Das deutſche Opernhaus in Chicago, 1892. — [13] The Builder, London; a) Garnier, Charles, New Opera, Paris 1870/71; b) Derſ., Le théâtre de Monte Carlo, 1881; c) Gieſe, Theater, Düſſeldorf 1876; d) Ybl, Operahouse, Budapeſt 1876; e) Semper, New Theater, Dresden 1878; f) Fellner & Helmer, Nationaltheater, Budapeſt 1876; g) Dieſ., Theater, Augsburg 1878; h) Dieſ., Theater, Brünn 1883. — [14] Engineering, Jahrg. 1896; Sachs, E. O., Ueber moderne Bühneneinrichtungen. — [15] Berlin und ſeine Bauten, 1896. — [16] Frankfurt a. M. und ſeine Bauten, 1886. — [17] Dresdener Bauten, 1878. — [18] Leipzig und ſeine Bauten, 1892. — [19] Fölſch, Theaterbrände und die zur Verhütung erforderlichen Schutzmaßregeln, Hamburg 1878. — [20] Deutſche Bauzeitung 1882. — [21] Verordnung f. d. Königreich Sachſen vom 26. Dezember 1882. — [22] Ortspolizeiliche Vorſchriften über die Feuerpolizei in den Theatern Berlins vom 29. Juni 1881. — Ueber alle wichtigen neuen Theater Europas ſ. [23] Sachs, Erwin O., Modern Opera-houses and Theaters, erſchienen 2 Bde., London 1897. — [24] Sturmhöfel, A., Szene der Alten und Bühne der Neuzeit, Berlin 1889.

Wegen des antiken Theaters verweiſen wir auf die nachfolgende Literatur: Strack, Das altgriechiſche Theatergebäude, Potsdam 1843; Wieſeler, Theatergebäude und Denkmäler des Bühnenweſens bei den Griechen und Römern, Göttingen 1851; Schönborn, Die Szene der Hellenen, Berlin 1858; Geppert, Die altgriechiſche Bühne, Leipzig 1843; Müller, A., Lehrbuch der griechiſchen Bühnenaltertümer, Freiburg i. B. 1886; Oehmichen, Griechiſcher Theaterbau, Berlin 1886; Haigh, The Attic theater, Oxford 1890; Stengel & Oehmichen, Sakralaltertümer und Bühnenweſen der Griechen und Römer, München 1890; Becker, Handbuch der römiſchen Altertümer, Bd. 1, Leipzig 1843; Opitz, R., Schauſpiel und Theaterweſen der Griechen und Römer, Leipzig 1889; Arnold, Das altrömiſche Theatergebäude, Leipzig 1873. *Weinbrenner.*

Thenardit, Mineral, ſchwefelſaures Natron, Na_2SO_4 (43,66 % Na_2O, 56,34 % SO), rhombiſch kriſtalliſierend, farblos, uneben brechend; Härte $2^1/_2$; ſpez. Gew. 2,67. Salzig ſchmeckend, löslich in Waſſer, ſchmelzbar. Mit Steinſalz vorkommend (Aranjuez in Spanien, Südamerika) und zur Sodabereitung benutzt. *Leppla.*

Thénardſches Blau, ſ. Kobaltblau.

Theobromin (Dimethylxanthin), eine gleich dem Kaffein zur Harnſäuregruppe gehörige baſiſche Verbindung $C_5H_2(CH_3)_2N_4O_2$.

Sie findet ſich in den Kakaobohnen und bildet ein kriſtalliniſches weißes Pulver von bitterem Geſchmack, in Alkohol und Waſſer ſchwer löslich, von neutraler Reaktion, jedoch in Säuren unter Bildung von kriſtalliniſchen Salzen löslich, welche durch viel Waſſer wieder zerſetzt werden. Es liefert auch ein Silberſalz $C_7H_7AgN_4O_2$, welches beim Erhitzen mit Jodmethyl in Methyltheobromin, das iſt Kaffein, $C_7H_7(CH_3)N_4O_2$, übergeht (ſ. a. Harnſäure und Kaffein). Anwendung als Diureticum und Stimulans in der Medizin. *Bujard.*

Theodolit. Unter dieſem Namen faßt man eine Reihe verſchiedenartig ausgebildeter Winkelmeßinſtrumente zuſammen, welche alle darin übereinſtimmen, daß mit ihrer Hilfe Horizontal- und Vertikalwinkel gemeſſen werden können. Dieſes geſchieht vermittelſt einer Abſehvorrichtung (faſt ſtets ein Fernrohr mit Fadennetz), welche ſich, an Kreiſen meßbar, um eine vertikale und eine dazu ſenkrecht ſtehende horizontale Achſe drehen und auf diejenigen Objekte einſtellen läßt, für welche die Richtung der Viſierlinie nach ihnen hin auf eine beſtimmte Vertikalebene (Meridian) reſp. auf den Horizont bezogen werden ſoll.

Je nach den beſonderen Zwecken dieſer Inſtrumente unterſcheidet man den eigentlichen Theodolit — das Hauptinſtrument des Geodäten —, bei dem vor allem das Syſtem des Horizontalkreiſes ausgebildet iſt; das Univerſalinſtrument oder den aſtronomiſchen Theodoliten — bei dem beide Syſteme in gleicher oder nahezu gleicher Weiſe ausgebildet ſind, welches alſo Horizontalwinkel und Vertikalwinkel gleich genau zu meſſen geſtattet — und den Höhenkreis, bei dem das Syſtem des Vertikalkreiſes das bevorzugte oder allein ausgebildete iſt.

Die letzte Form des Inſtruments findet faſt ausſchließlich in der Aſtronomie oder zu den feinſten Meſſungen der höheren Geodäſie (Beobachtung von gleichen Zenitdiſtanzen, Horrebow-Talcott-Methode u. ſ. w.) Verwendung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

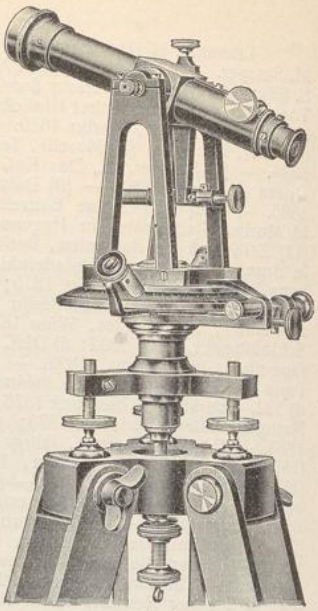


Fig. 1.

Die Theodolite ſchlechthin — alſo die der erſteren Art — erſetzen heute alle die früher bei geodätiſchen oder topographiſchen Aufnahmen gebräuchlichen Inſtrumente, beſonders die Reflexionsinſtrumente der verſchiedenſten Art, die alten Aſtrolabien u. ſ. w., und haben ſich auch vielfach da Eingang verſchafft, wo man früher den Meßtiſch, Peilſcheiben u. dergl. verwendete. — Der Name Theodolit kommt wahrſcheinlich aus einer Verquickung des engliſchen Artikels „the“ mit dem arabiſchen Worte „alhidate“ (vgl. [1]), woraus The alhidata und ſchließlich Theodolit wurde. Die Konſtruktion der Inſtrumente hat ſich aus der ſchon bei den Arabern vorkommenden Verbindung eines Höhenquadranten mit einem feſten Horizontalkreis entwickelt und iſt außer von Tycho, Hevel u. a. beſonders von den Engländern Siſſon, Throughton und in neuerer Zeit von Reichenbach ausgebildet worden [2]. Heute werden gute Theodolite von allen leiſtungsfähigen präziſionsmechaniſchen Werkſtätten gebaut. Man kann unter den Theodoliten noch einige beſondere Konſtruktionsformen unterſcheiden, die zu ſpeziellen Meßmethoden Verwendung finden. Zum Beiſpiel Repetitionstheodolite — mit zwei unabhängigen Vertikalachſenſyſtemen —, Tachymetertheodolite für einfache, aber raſche Aufnahmen mit Höhenkreis, Diſtanzmeſſer, Buſſole u. ſ. w. verbunden. Oder man unterſcheidet die Inſtrumente nach der gewählten Methode der Kreisableſung als Nonien, Schraubenmikroſkop, Schätzmikroſkop oder ſolche ohne eine ſolche Einrichtung, wie ſie neuerdings Heyde in Dresden mehrfach gebaut hat [3]. Wohl werden auch manchmal noch andre Bezeichnungen für beſtimmte Arten ſolcher Inſtrumente verwendet; dieſe beziehen ſich dann auf die Verwendungsart oder Möglichkeit und hängen mit der Größe und der mehr oder weniger vollkommenen Bauart oder Ausrüſtung mit Nebenapparaten zuſammen. Man ſpricht dann vom einfachen Bautheodolit (Fig. 1), Kataſtertheodolit, Reiſetheodolit oder Reiſeuniverſal (Fig. 2), oder Inſtrumente für Triangulation III., II. oder I. Ordnung (Fig. 3, 4 und 5), wohl teilt man auch ein nach dem Kreisdurchmeſſer und ſpricht dann von 10-cm-, 15-cm-, 20-cm- oder 30-cm-Theodoliten. Nach dem Durchmeſſer der Kreiſe richtet es ſich dann auch, ob man die Teilungen nur mittels Nonien, mit Schätzmikroſkopen oder den genannten Schrauben- oder Mikrometermikroſkopen ablieſt. Die Einteilung der Kreiſe ſteht wieder mit ihrem Durchmeſſer in direktem Zuſammenhang. Bei kleineren Inſtrumenten ſind die Kreiſe von 30 zu 30 Minuten, bei größeren von 20 zu 20 und bei den größten von 10 zu 10 oder gar von 5 zu 5 Minuten direkt geteilt, und die Nonien oder Mikroſkope liefern dann nach 30″, 20″, 10″, 5″, 2″ oder 1″ direkt oder durch Schätzung an den Trommeln der Mikroſkope. Vielfach iſt noch die alte Angabe für die Kreisdurchmeſſer nach Pariſer-Zollen im Gebrauch und man ſpricht von 5zölligen, 10zölligen u. ſ. w. Inſtrumenten (1 Pariſer-Zoll = 27,1 mm).

Die allgemeine Einrichtung der Theodolite iſt die folgende: Ein Dreifuß *D*, deſſen Schraubenfüße zur Horizontalſtellung des Inſtrumentes dienen, umfaßt in ſeiner Mitte eine koniſche Büchſe oder trägt einen koniſchen Zapfen *B* (Fig. 6); um dieſen oder in jener bewegt ſich ſehr gut paſſend ein Zapfen *Z* oder eine Büchſe *L*. Mit dem Dreifuß feſt verbunden oder um eine beſonders ſorgfältig zentrierte Abdrehung drehbar iſt der Horizontalkreis *L*, an dem die Winkel, um welche die Abſehlinie ſich im horizontalen Sinne bewegt hat, abgeleſen werden. Die Drehung dieſes Kreiſes kann entweder aus freier Hand, wie es jetzt namentlich bei größeren Inſtrumenten (Fig. 4 und 5) gebräuchlich iſt oder durch ein beſonderes Klemm- und Mikrometerwerk (Fig. 3, 6 und 7) bewirkt werden. Iſt ein vollſtändiges zweites Achſenſyſtem vorhanden, wie es die größeren älteren Inſtrumente von Reichenbach u. a. beſaßen, ſo wird daraus der ältere Typus der Repetitionstheodolite. Gegenwärtig begnügt man ſich mit der beſonders bei kleineren Triangulationen (III. und IV. Ordnung) nützlichen und vielfach angewandten einfacheren Anordnung. Auf dem Konus oder in der Büchſe bewegt ſich dann ſehr ſicher der Oberteil des Inſtruments mit der Ableſevorrichtung für den Horizontalkreis. Vielfach verbindet man damit auch eine Decke, welche den Horizontalkreis ganz abſchließt und ihn reſp. die Teilung, die auf einem eingelegten Silber-, Neuſilber-, Platin- u. ſ. w.-Streifen ausgeführt iſt, gegen Verletzungen ſchützt Je nach der Größe des Inſtruments und der danach

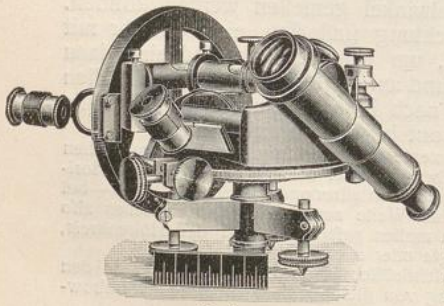


Fig. 2.

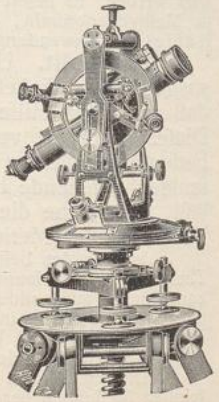


Fig. 3.

sich richtenden Feinheit der Teilung wird die Ablesung durch Verniers- (Fig. 1—3), Schätz- oder Schraubenmikroskope erfolgen (Fig. 4 und 5). — Die Anordnung der Ablesseeinrichtung kann verschieden sein; sie

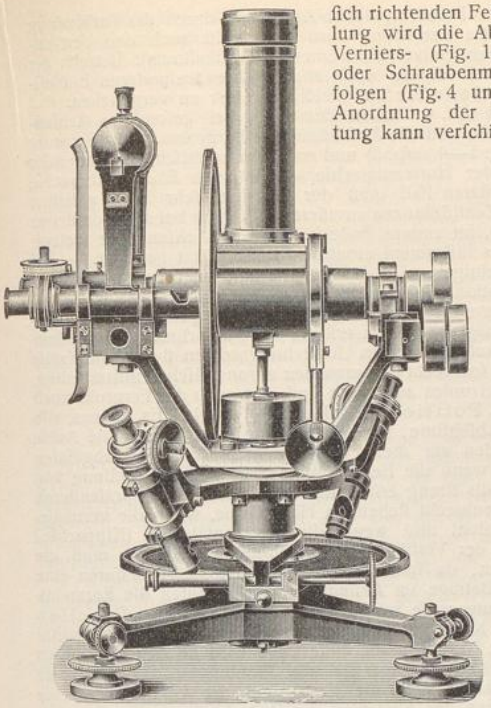


Fig. 5.

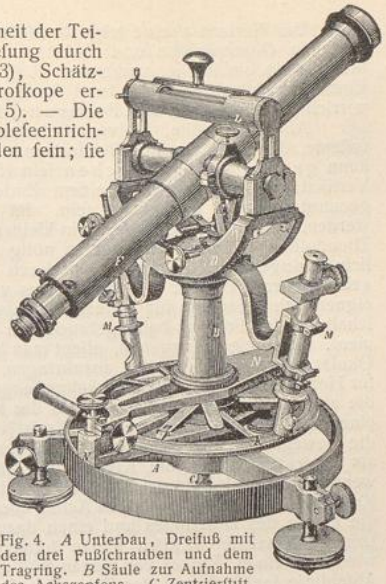


Fig. 4. *A* Unterbau, Dreifuß mit den drei Fußschrauben und dem Tragring. *B* Säule zur Aufnahme des Achszapfens. *C* Zentrierstift. *D* Fernrohrträger (Wiege). *F* Fernrohr. *K* Horizontalkreis. *L* Reitlibelle auf der Kippachse. *M*, *M*$_1$ Schraubenmikroskope zur Ablesung des Horizontalkreises. *N* Klemmen mit Mikrometerwerk.

kann auch mit dem Dreifuß fest verbunden sein, während der Kreis mit dem Oberteil bewegt wird. Sie kann aus zwei oder vier Verniers oder Mikroskopen bestehen; jetzt pflegt man in Deutschland auch bei großen Instrumenten nur mehr zwei Mikroskope zur Eliminierung des Exzentrizitätsfehlers sowohl für den Horizontal- als am Vertikalkreis anzuwenden.

Der Oberbau läuft in zwei Arme aus, die in sehr verschiedener Weise gestaltet sein können (vgl. die Figuren); diese tragen an ihren oberen Enden die Lager für die Horizontalachse. Entweder ist diese aus Messing oder Rotguß allein und auch die Auflagezapfen sind außer sorgfältigster zylindrischer Gestaltung nicht weiter ausgebildet oder an den Auflagestellen sind besondere Strahlringe aufgesprengt oder es sind an den Enden der Achse Stahlzapfen eingeschraubt [4].

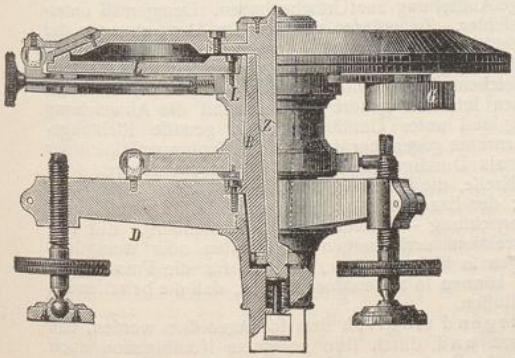


Fig. 6.

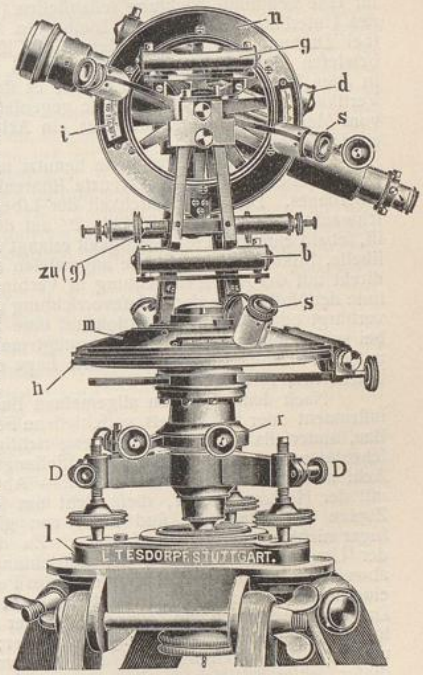


Fig. 7. *DD* Dreifuß. *r* Einfache Repetition. *h* Horizontalkreis *m* Decke von *h*. *s* Lupen für die Ablesung der Nonien. *b* Libelle an der Stütze. *g* Libelle für die Nonien des Vertikalkreises mit Mikrometerwerk (*g*). *i* Nonien für den Vertikalkreis. *d* Libelle auf dem Fernrohr, um das Instrument auch als Nivellierinstrument gebrauchen zu können. *n* Decke für den Vertikalkreis. *l* Fußplatte und zugleich Zentriervorrichtung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Horizontalachſe trägt ihrerſeits das Fernrohr, deſſen Abſehlinie durch die Verbindung zwiſchen Objektivmitte und Fadenkreuzmitte bezeichnet wird und meiſt auch den Vertikalkreis, wenn ein ſolcher vorhanden iſt (ſ. oben Univerſalinſtrumente, Vertikalkreis). Betreffs der Einrichtung des Fernrohres und ſonſtigen an dieſem noch angebrachten beſonderen Einſtellvorrichtungen ſind die Art. Fernrohr, Fadennetz und Mikrometer zu vergleichen.

Alle Theodolite, Univerſalinſtrumente u. ſ. w. haben demnach drei geſonderte Achſenſyſteme, die Vertikalachſe, die Horizontalachſe und die Abſehlinie des Fernrohrs. Das Fernrohr kann gerade oder gebrochen ſein (Fig. 1—4 reſp. 5) und entweder zentriſch, d. h. über der Vertikalachſe oder auch an einem Ende der Horizontalachſe — die auch häufig Kippachſe genannt wird — angebracht ſein. Im erſteren Fall muß der Oberbau ſehr hoch gehalten werden, wenn man noch Objekte in kleinen Zenitdiſtanzen anviſieren will (was bei aſtronomiſchen Theodoliten, Univerſalinſtrumenten nötig iſt), im andern Falle können die Achſenträger weſentlich niedriger gehalten werden, wodurch das Inſtrument erheblich an Stabilität gewinnt. — Bei gebrochenem Fernrohr läßt ſich beides vereinigen. Die Inſtrumente mit zentriſchem Fernrohr eignen ſich beſonders für kleinere Triangulationen und kurze Zielweiten. Durch die Zwiſchenſchaltung des Prismas beim gebrochenen Fernrohr kommt eine neue Fehlerquelle in das Inſtrument. Um dieſe zu umgehen, pflegt man häufig das Prisma erſt vor der Okularlinſe oder mit dem Okular organiſch verbunden anzubringen. Auf den beiden Umdrehungsachſen ſtehen die Kreiſe für Horizontal- reſp. Vertikalwinkelmeſſungen ſenkrecht (bei manchen aſtronomiſchen Inſtrumenten, die allerdings dann nicht im Syſtem des Horizontes aufgeſtellt ſind, hat auch das Fernrohr noch einen zur Abſehlinie ſenkrechten Kreis [vgl. Poſitionswinkelmeſſung]). Es können alſo die Bewegungen des Fernrohrs, d. h. der Abſehlinie, um die vertikale reſp. horizontale Achſe als Projektionen auf die Kreisebenen an den auf dieſen angebrachten Teilungen abgeleſen werden. Das wird ſtreng nur der Fall ſein, wenn die Bedingung der ſenkrechten Stellung von Kreisebene zu der betreffenden Achſe ebenfalls ſtreng erfüllt iſt. Die Kreisebenen repräſentieren die Ebene des Horizontes und einen dazu ſenkrecht ſtehenden Höhenkreis, wenn die vertikale Umdrehungsachſe wirklich genau lotrecht ſteht und wenn die Horizontalachſe (Kippachſe) wiederum einen Winkel von genau 90° mit der Vertikalachſe einſchließt. Weiterhin muß die Abſehlinie ſenkrecht auf der Kippachſe ſtehen, da ſonſt für verſchieden geneigte Viſuren eine etwa vorhandene Abweichung verſchiedene Beträge im Azimut erreicht (ſ. unten die Formeln). Die Bedingung der Vertikalität der Umdrehungsachſe wird durch Verwendung von Libellen (ſ. d.) erreicht. Eine ſolche geſtattet, auf der Kippachſe aufgeſetzt, zunächſt deren Horizontalität für eine beſtimmte Richtung feſtzuſtellen (die Korrektur für dieſe Lage wird an den drei Füßen des Unterbaues ausgeführt). Bleibt die horizontale Lage für alle Richtungen der Kippachſe (bei Drehung um 360°) beſtehen, ſo iſt damit auch die Vertikalität der Umdrehungsachſe bewieſen (dieſe Achſe ſteht auch vertikal, wenn der Ausſchlag der Reiterlibelle [ſ. Fig. 3 und 4] in allen Richtungen derſelbe bleibt, es ſteht nur dann die Kippachſe noch nicht ſenkrecht zur Vertikalachſe. Entweder iſt dieſe gegenſeitige Stellung ein für allemal mit genügender Schärfe vom Mechaniker hergeſtellt oder ein Achſenlager des Inſtruments hat geeignete Korrektionseinrichtungen (Fig. 4).

An Stelle der Reiterlibelle benutzt man beſonders bei kleineren Inſtrumenten auch häufig Doſenlibellen oder zwei gekreuzte Röhrenlibellen am Nonienträger oder an andrer Stelle des Oberbaues. Die Empfindlichkeit der Libellen richtet ſich nach den Angaben der Kreiſe und ſchwankt etwa zwiſchen 60″ bis 2″ auf den Doppelmillimeter. Die Meſſung von Höhenwinkeln iſt, ſobald eine größere Genauigkeit erlangt werden ſoll, auf die Benutzung einer beſonderen Höhenlibelle, Mikroſkopträgerlibelle angewieſen (Fig. 2, 5 und 7), da nur durch eine ſolche, welche direkt mit der Ableſevorrichtung in Verbindung ſteht, die konſtante Lage der Verbindungslinie der Nullpunkte der Ableſevorrichtung gegen den Horizont — und nur dieſe iſt erforderlich — verbürgt oder die zur Reduktion auf eine ſolche nötigen Daten beſchafft werden können. Nur bei ganz kleinen Inſtrumenten begnügt man ſich zuweilen, wie bei den Kippregeln (ſ. d.), nur mit einem Nonius, deſſen konſtante Lage dann allein durch die allgemeine Horizontierung des Inſtruments verbürgt wird.

Nach dem über den allgemeinen Bau Geſagten werden alſo einem Theodoliten, Univerſalinſtrument oder Höhenkreis verſchiedene Fehlerquellen eigen ſein, die einmal den nicht idealen Bau, anderſeits aber die nicht ſtreng richtige Aufſtellung zur Urſache haben. Demgemäß unterſcheidet man Inſtrumental- und Aufſtellungsfehler. Zu erſteren gehören die Abweichungen der Achſen in ihrer Stellung zueinander — Abſehlinie des Fernrohrs — macht den Winkel $90^\circ + c$ mit der Horizontalachſe, dieſe ſteht um $90^\circ + i$ zur Vertikalachſe geneigt ſtatt um 90°, die Zapfen der Kippachſe ſind nicht von gleichem Durchmeſſer (Zapfenungleichheit) vielleicht ſogar nicht einmal genaue Zylinder. Zu den letzteren gehört hier zunächſt die Abweichung der Umdrehungsachſe von der Lotrichtung und unter Umſtänden noch gewiſſe Richtungsabweichungen der Umdrehungsachſe des Fernrohrs gegenüber den Kardinalrichtungen (ſpielt nur eine Rolle, wenn das Univerſalinſtrument als Durchgangsinſtrument gebraucht werden ſoll). Dazu kommen noch die Teilungsfehler der Kreiſe, die Fehler in den Nonien (Mikroſkopen) und in deren gegenſeitiger Stellung zueinander; der Exzentrizitätsfehler (wenn Teilungsmittelpunkt nicht mit dem Drehungspunkt der Ableſevorrichtung — Alhidade — zuſammenfällt). Ein Teil dieſer Fehler läßt ſich durch geeignete Korrektionsvorrichtungen wegſchaffen oder wenigſtens auf Grund von entſprechenden Beobachtungen ſo klein machen, daß ſie für die Praxis ohne Bedeutung werden, oder die Beobachtungen können ſo angeordnet werden, daß die betreffenden Fehler das Geſamtreſultat nicht mehr beeinfluſſen.

Es ſollen die Beobachtungen wenn irgend möglich ſtets ſo angeordnet werden, daß man aus ihnen ſelbſt die Fehler beſtimmen und durch ihre geeignete Kombination auch eliminieren kann. Manche Fehler aber kann der Beobachter nicht mehr wegſchaffen (Teilungs-,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Exzentrizitätsfehler, Fehler zwiſchen Horizontal- und Vertikalachſe, wenn an dem Inſtrument keine entſprechenden Korrektionseinrichtungen angebracht ſind). Es iſt alſo Sache der Theorie, die betreffenden Beobachtungs- und Rechnungsvorſchriften aufzuſtellen, gemäß deren die Beobachtungen den genannten Bedingungen entſprechend angeſtellt und berechnet werden können [5]. Die Beziehungen in dem zwiſchen dem Zenit des Beobachtungsortes, demjenigen Punkt, in dem die verlängerte „vertikale" Umdrehungsachſe des Inſtruments das Himmelsgewölbe trifft und dem beobachteten Objekte gebildeten ſphäriſchen Dreiecke liefern mit Rückſicht auf den Winkel zwiſchen Viſierlinie und Kippachſe c die folgenden Ausdrücke:

Korrektion (c) einer Richtung wegen c:

$$(c) = \frac{c}{\sin z} = \frac{c}{\cos h},$$

wo z die Zenitdiſtanz reſp. h die Höhe des Objekts iſt.

Korrektion (i) einer Richtung wegen i:

$$(i) = i \operatorname{cotg} z = i \operatorname{tg} h.$$

Damit erhält man den Unterſchied (ΔA) zweier Richtungen (den Azimutunterſchied)

$$\Delta A = c\,(\operatorname{cosec} z_1 - \operatorname{cosec} z_2) + (i_2 \operatorname{cotg} z_2 - i_1 \operatorname{cotg} z_1),$$

wo i_1 und i_2 die zu jeder Viſur gehörigen Neigungen der Horizontalachſe und z_1 und z_2 die reſp. Zenitdiſtanzen ſind.

Die Korrektion einer gemeſſenen Zenitdiſtanz wird dann:

$$\Delta z = \frac{c^2 + i^2}{2} \operatorname{cotg} z \sin 1'' + c\,i \operatorname{cosec} z \sin 1''. \quad \text{Vgl. [5].}$$

Aus dieſen Ausdrücken geht hervor, daß ſowohl bei Azimut- als auch bei Zenitdiſtanzmeſſungen die Inſtrumental- reſp. Aufſtellungsfehler erſt von Bedeutung werden, wenn man in kleinen Zenitdiſtanzen mißt und daß ſie ſich zum Teil eliminieren laſſen, wenn man die Meſſungen bei zwei verſchiedenen Lagen des Fernrohrs ausführt, alſo verſchiedene Vorzeichen bekommt. Im ſpeziellen muß aber hier auf die Lehrbücher der Geodäſie und der ſphäriſchen Aſtronomie verwieſen werden. Einfache Formelſammlungen, zum Teil mit ſehr ausführlichen Tafelwerken verbunden, finden ſich unter [1]—[5].

Literatur: [1] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, Bd. 2, S. 49; Vogler, Lehrbuch der prakt. Geometrie, Braunſchweig 1888, Bd. 1, S. 362. — [2] Außer dem unter [1] Ambronn, Aſtronomiſche Inſtrumentenkunde, Berlin 1898, Bd. 2, S. 814—855, und beſonders Repſold, Geſchichte der aſtronomiſchen Meßinſtrumente, Leipzig 1908, mit vielen Abbildungen; ein auch für den Techniker ſehr intereſſantes Werk. — [3] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1888, S. 171—176; ebend. 1896, S. 289. — [4] Hunaeus, Die Inſtrumente der praktiſchen Geometrie, Hannover 1864; Vogler, Abbildungen geometriſcher Inſtrumente, Berlin 1894 (ſehr empfehlenswertes Werk für die Lehre vom Inſtrumentenbau). Beſchreibungen von größeren Theodoliten und Univerſalen finden ſich auch in faſt allen Berichten über die Gradmeſſungsarbeiten und in den Publikationen der „Internationalen Erdmeſſung". Eine faſt vollſtändige Zuſammenſtellung der Typen größerer Univerſalinſtrumente, auch der außerdeutſchen Werkſtätten, iſt gegeben in Ambronn, Aſtronomiſche Inſtrumentenkunde (ſ. oben unter [2]). — [5] Die Lehrbücher der praktiſchen Vermeſſungskunde; darunter beſonders: Jordan, Elemente der Vermeſſungskunde, 3 Bde., neu herausgegeben von Reinhertz, Stuttgart 1902/07, Bd. 2. — Für die größeren Inſtrumente zu aſtronomiſchen Zwecken iſt für die Praxis vor allem zu empfehlen: Albrecht, Th., Formeln und Hilfstafeln für geographiſche Ortsbeſtimmungen, 4. Aufl., Leipzig 1909; und als kleinere Tafelſammlung mit kurzen Erläuterungen Ambronn und Domke, Aſtronomiſch-geodätiſche Hilfstafeln für geographiſche Ortsbeſtimmungen, Berlin 1909.

Ambronn.

Theoretiſches Gewicht eiſerner Brücken u. ſ. w., ſ. Eigengewicht; vgl. Dimenſionenberechnung und Konſtruktionskoeffizient.

Thermen, die in der römiſchen Kaiſerzeit erbauten großen öffentlichen Badeanſtalten in Rom, bei welchen den eigentlichen kalten und warmen Bädern (ſ. Bad, Bd. 1, S. 440, Fig. 1) noch die Räume und Anlagen der griechiſchen Gymnaſien oder Paläſtren angegliedert wurden.

Hierdurch entſtanden jene weiträumigen Prachtgebäude mit großen Höfen zu Leibesübungen, zu Wettläufen und Ringkämpfen, mit Exedren für Zuſchauer und Spaziergänger; ferner mit Hallen und Sälen für öffentliche Vorträge, für Kunſt- und Bücherſammlungen. Die berühmteſten Thermen waren die des Titus, des Caracalla [4] und des Diokletian.

Literatur: [1] Palladio, And., Les Thermes des Romains, Vicenza 1797. — [2] Abel, Blouet, Restauration des Thermes d'Antonio Caracalla à Rome, Paris 1828. — [3] Stieglitz, Archäologie der Baukunſt der Griechen und Römer, Weimar 1801, Bd. 2, 4. Abſchn., S. 241 ff. — [4] Egle, J. v., Prakt. Bauſtil- und Bauformenlehre, Stuttgart, 5. Abt., Taf. 48—51.

Weinbrenner.

Thermiſche Nachwirkung. Bei manchen Körpern, beſonders bei gewiſſen Glasſorten und Metallen (Silber, Zinn u. ſ. w.), hat man beobachtet, daß ſie nach einer Temperaturerhöhung und Wiederabkühlung nicht ſofort vollſtändig die früheren Dimenſionen wieder annahmen. Für einzelne Metalle war die Längenänderung durch eine beſtimmte Temperaturänderung ſelbſt nach Stunden nicht zum Abſchluß gelangt, [6], S. 701. Solche Erſcheinungen werden in Analogie mit der elaſtiſchen Nachwirkung (Bd. 3, S. 378) thermiſche Nachwirkung genannt; ſie beeinträchtigen die Genauigkeit mancher Verſuchsergebniſſe und kommen beſonders bei genauen thermometriſchen Beſtimmungen in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betracht. Berückſichtigung ſ. [2], [8] S. 30. Nachdem jedoch in neuerer Zeit erkannt wurde, welche Umſtände die thermiſche Nachwirkung beim Glaſe erhöhen (in erſter Linie gleichzeitiges Vorhandenſein von Natron und Kali, vgl. [3], [4], [7] S. 28), hat man in Jena Gläſer hergeſtellt, welche faſt ohne thermiſche Nachwirkung ſind. Weidmann [5] kam durch Verſuche zu dem Schluſſe, daß Glas von großer oder geringer thermiſcher Nachwirkung auch große oder geringe elaſtiſche Nachwirkung zeige.

Literatur: [1] Pernet, Beiträge zur Thermometrie (S. 266: Ueber die Abhängigkeit der Nullpunktsdepreſſionen der Normalthermometer von der Temperatur), Carls Repertorium 1875, XI, S. 257. — [2] Derſ., Sur les moyens d'éliminer dans l'évaluation des températures l'influence de la variation des points fixes, Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures 1881, I, B 1 (ſ. a. Chappuis 1888, VI, Guillaume 1894, X, etc.). — [3] Weber, Ueber den Einfluß der Zuſammenſetzung des Glaſes auf die Depreſſionserſcheinungen der Thermometer, Sitzungsbericht d. Preuß. Akad. 1883, S. 1233. — [4] Wiebe, Ueber den Einfluß der Zuſammenſetzung des Glaſes auf die Nachwirkungserſcheinungen bei Thermometern, ebend. 1884, S. 843; 1885, S. 1021. — [5] Weidmann, Ueber den Zuſammenhang zwiſchen elaſtiſcher und thermiſcher Nachwirkung des Glaſes, Wiedemanns Annalen 1886, XXIX, S. 214. — [6] Voigt, Beſtimmung der Konſtanten der thermiſchen Dilatation und des thermiſchen Druckes für einige quaſi-iſotrope Metalle, Wiedemanns Annalen 1893, IL, S. 697. — [7] Wüllner, Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 158. — [8] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, VII, Wärme, Leipzig 1906, S. 25.

Weyrauch.

Thermiſcher Wirkungsgrad, ſ. Wirkungsgrad, Wärmemotoren.

Thermit, Thermitverfahren, ſ. Aluminothermie.

Thermobarometer, ſ. Siedethermometer.

Thermochemie, die Wiſſenſchaft von den mit den chemiſchen Reaktionen verbundenen Wärmetönungen, welche beſonders durch die Forſchungen von Julius Thomſen, Berthelot, Naumann und Stohmann geſchaffen und gefördert wurde, und dem Einfluß der Temperatur auf chemiſche Vorgänge.

Für die Technik iſt die wichtigſte Größe der Thermochemie die Wärmetönung der Vereinigung von Kohlenſtoff und Sauerſtoff zu Kohlenſäure, d. h. die Verbrennungswärme der Kohle (ſ. Brennſtoffe), welche die weſentlichſte Energiequelle der modernen Technik darſtellt. Die Wärmeproduktion dieſes Prozeſſes iſt je nach der Art der Kohle verſchieden, und zwar fanden Berthelot und Petit für 12 g (= 1 Gramm-Atomgewicht) Kohle in Form von amorpher Kohle 97 650, von Graphit 94 810, von Diamant 94 320 g-cal., für gereinigte Holzkohle fanden Favre und Silbermann 97 000.

Literatur: Thomſen, Thermochemiſche Unterſuchungen, 4 Bde., Leipzig 1882/86; Thomſen-Traube, Syſtematiſche Durchführung thermochemiſcher Unterſuchungen, Stuttgart 1906; Naumann, Thermochemie, Braunſchweig 1882; van't Hoff-Cohen, Chemiſche Dynamik, Leipzig 1896; Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Bd. 2, 1, Leipzig 1893; Nernſt, Theoretiſche Chemie, Stuttgart 1893.

Abegg.

Thermodynamik, ſ. Wärmetheorie, mechaniſche.

Thermodynamiſche Maſchinen, ſ. Wärmemotoren.

Thermoelektrizität, durch Wärmewirkungen hervorgerufene Elektrizität.

Lötet man zwei verſchiedene Metalle zuſammen und erwärmt oder kühlt die eine Lötſtelle ab, ſo entſteht ein elektriſcher Strom (Th. Seebeck, 1823). In Fig. 1 ſei *k* ein Kupferſtreifen, *a b* ein Stäbchen aus Wismut, beide bei *a* und *b* verlötet. Erwärmt man die eine Lötſtelle, z. B. *b*, ſo fließt ein Strom im Sinne der eingezeichneten Pfeile, den man aus dem Ausſchlag der Magnetnadel *n s* erkennt. Derſelbe wird um ſo größer, je größer die Temperaturdifferenz iſt. Für kleine Temperaturdifferenzen iſt die den Strom erzeugende elektromotoriſche Kraft proportional der Temperaturdifferenz. Durch andre Metalle werden bei gleicher Erwärmung größere oder kleinere Ausſchläge erhalten, da ſich die Metalle in eine Spannungsreihe einordnen laſſen. Nimmt man aus der folgenden Reihe das voranſtehende Metall als *a b*, das nachfolgende als *k*, ſo fließt der Strom bei Erwärmung der Lötſtelle *b* in der Richtung der Pfeile der Fig. 1. Dieſe Reihe iſt Wismut, Nickel, Kobalt, Platin, Kupfer, Queckſilber, Blei, Zinn, Gold, Silber, Zink, Eiſen, Antimon. Der Strom wird um ſo ſtärker, oder was gleichbedeutend iſt, die elektromotoriſche Kraft um ſo größer, je weiter die beiden Metalle in dieſer Reihe voneinander abſtehen. Sie beträgt z. B. 0,001 Volt für Wismut, Antimon bei 100° Temperaturdifferenz und nur 0,00075 Volt für Wismut, Kobalt. Noch etwas beſſere Reſultate erhält man durch Metallegierungen.

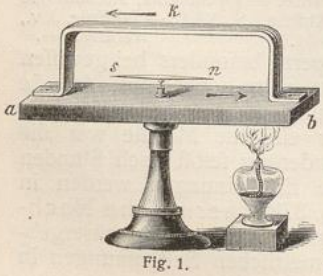


Fig. 1.

Thermoſtröme entſtehen auch in einem Metalle, deſſen Struktur an einer Stelle geändert wird. Hämmert man z. B. einen Eiſendraht an einer Stelle und erwärmt dieſe, ſo zeigt ein mit den Drahtenden verbundenes Galvanometer einen Ausſchlag. Wird in einen Draht eine Schleife geknüpft und der Draht in der Nähe der Schleife erwärmt, ſo entſteht im geſchloſſenen Stromkreis gleichfalls ein Strom. Kurzum, Thermoſtröme entſtehen faſt in jedem metalliſchen, geſchloſſenen

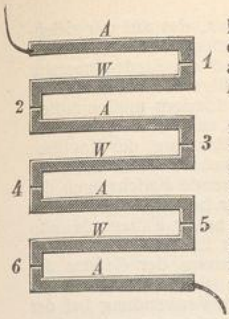
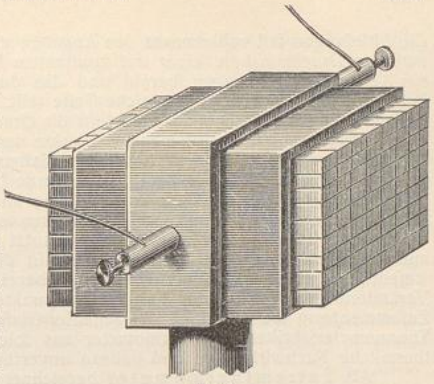


Fig. 2.

Kreiſe, wenn Temperaturdifferenzen in demſelben auftreten, was bei feineren Meſſungen zu beachten iſt.

Sollen größere elektromotoriſche Kräfte erzeugt werden, ſo hat man mehrere Thermoelemente hintereinander zu ſchalten, wie die Fig. 2 zeigt. In derſelben bedeutet *A* ein Antimon-, *W* ein Wismutſtäbchen. Werden die ungeraden Lötſtellen 1, 3 und 5 erwärmt, ſo zeigt das Galvanometer einen Strom an. Eine Vereinigung einer größeren Zahl ſolcher Elemente nennt man Thermoſäule (Fig. 3).


Fig. 3.

Für pyrometriſche Zwecke, insbeſondere zur Beſtimmung ſehr hoher Temperaturen, ſtellt man Thermoelemente aus Platin einerſeits und einer Legierung von Platin mit 10% Rhodium anderſeits her; die Ableſung erfolgt auf der Skala eines Galvanometers.

In den Thermoſäulen findet eine unmittelbare Umwandlung von Wärme in Elektrizität ſtatt, und es iſt das Ziel ſehr vieler Erfinder, haltbare Thermoſäulen von hoher elektromotoriſcher Kraft und geringem inneren Widerſtand herzuſtellen. Zu nennen ſind beſonders die Thermoſäulen von Noë, Gülcher, Heil. Heil nennt ſeine Säule Dynaphor. Sie beſteht aus den Metallen Antimon und Neuſilber, die er nach einem beſonderen Verfahren zuſammenlötet. Die Dynaphore werden in zwei Ausführungen hergeſtellt, die eine geeignet zur Heizung mit Gas, Spiritus oder Petroleum, die andre zur Heizung mit Kohle. Nach Heil leiſtet ein Apparat 24 Watt bei einem Verbrauch von $^1/_2$ cbm Gas.

Schickt man durch ein Thermoelement einen elektriſchen Strom, ſo erleidet die Lötſtelle eine Abkühlung (Peltiers Phänomen).

Literatur: Müller-Pfaundler, Lehrbuch der Phyſik, Braunſchweig 1890; Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 3, Leipzig 1908; Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. *Holzt.*

Thermograph, Apparat zur ſelbſttätigen Aufzeichnung der Temperatur, auf der Ausdehnung von feſten Körpern, Flüſſigkeiten oder Gaſen durch die Wärme beruhend [1].

Beſonders zu erwähnen ſind der noch viel gebräuchliche, aber veraltete Hippſche Thermograph [2], auf der Geſtaltänderung einer aus zwei zuſammengelöteten Metallſtreifen von verſchiedenen Ausdehnungskoeffizienten gebildeten Metallſpirale beruhend, der durch größere Empfindlichkeit ausgezeichnete Thermograph von Richard Frères [3], bei dem die Geſtaltänderung eines mit Alkohol gefüllten Bourdonſchen Manometerrohres zur Regiſtrierung gelangt, und als das wohl vollkommenſte Inſtrument der auf der Ausdehnung der Gaſe durch die Wärme beruhende und mittels Laufgewichts regiſtrierende Thermobarograph von Sprung [4], der gleichzeitig Temperatur und Luftdruck in ſolcher Weiſe aufzeichnet, daß den Regiſtrierkurven ohne weiteres die wahren Werte zu entnehmen ſind (von A. Fueß, Steglitz bei Berlin, zu beziehen).

Literatur: [1] Abbe, Cleveland, Treatise on Meteorological Apparatus and Methods, Waſhington 1888 (App. 46 des Annual Report of the Chief Signal Officer for 1887). — [2] Thermograph Hipp, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Mathem., VI, 1871. — [3] Die meteorolog. Regiſtrierapparate der Gebrüder Richard in Paris-Belleville, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, IV, 1884 und V, 1885; Friedrichs, W., Unterſuchungen über die Leiſtungsfähigkeit eines Richardſchen Thermographs, Repertorium f. Meteorol., Bd. 11, Petersburg 1888. — [4] Neuer Thermobarograph mit Laufgewicht, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde, VI, 1886. *Großmann.*

Thermometer, Inſtrument zur Beſtimmung von Temperaturen, im gewöhnlichen Sinne das Glasthermometer, eine an einem Ende verſchloſſene, am andern Ende zu einer Kugel erweiterte gläſerne, luftleere kapillare Röhre, die nebſt der Kugel zum Teil mit Flüſſigkeit, Queckſilber oder Alkohol angefüllt und meiſt mit einer Skala feſt verbunden iſt oder eine ſolche auf der kapillaren Röhre eingeritzt zeigt.

Als Fixpunkte dienen die Temperatur ſchmelzenden reinen Eiſes und der Siedepunkt reinen Waſſers bei 760 mm Luftdruck in 45° Breite, entſprechend 0° und 100° bei der Celſiusſkala, 0° und 80° bei der Réaumurſkala und 32° und 212° bei der Fahrenheitſkala, welch letztere die Temperatur eines Gemiſches von Salmiak und Schnee als Null der Zählung zugrunde legt. Dieſe drei Skalen, von denen die erſte für wiſſenſchaftliche Zwecke, ausgenommen in England, faſt allein im Gebrauch iſt, teilen den Zwiſchenraum zwiſchen den genannten Fundamentalpunkten in 100 bezw. 80 und 180 Teile und ſetzen die Teilung nach beiden Seiten jener feſten Punkte fort. Wegen der gleichmäßigen Ausdehnung des Queckſilbers, nahezu linear-proportional der Temperatur, ſind die Gradſtriche der Skala eines Queckſilberthermometers, eine vollkommen zylindriſche Kapillare vorausgeſetzt, äquidiſtant; wird bei einem ſolchen Thermometer das Skalenintervall zwiſchen den Fixpunkten in genau gleiche Teile geteilt, ſo entſprechen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Ablesungen fast vollkommen den Angaben eines Luftthermometers, das auf der gleichmäßigen Druckzunahme einer auf konstantem Volumen erhaltenen eingeschlossenen Gasmenge bei Temperaturänderungen beruht und das durch schmelzendes Eis und die Siedetemperatur bestimmte Skalenintervall in gleiche Teile teilt. Wegen der ungleichmäßigen Ausdehnung des Alkohols sind bei Alkoholthermometern die Gradstriche nicht äquidistant, sondern müssen mittels Quecksilberthermometer für mehrere Punkte der Skala bestimmt werden, um eine genügende Teilung der Skala zu ermöglichen. Das Haften des Alkohols an der Wandung der Kapillare und besonders auch das so häufig eintretende Ueberdestillieren eines Alkoholtropfens nach der Spitze der Kapillare und dadurch bedingte, an Betrag beständig zunehmende Falschzeigen der Alkoholthermometer bedingt, daß als Thermometerflüssigkeit Alkohol nur bei Minimumthermometern und bei solchen Thermometern benutzt wird, die zur Ermittlung hoher Kältegrade, also auch zur Bestimmung der Lufttemperatur in den kältesten Gebieten der Erde dienen. Einen wesentlichen Fortschritt der Thermometrie bezeichnet die genaue Erforschung der Gesetze der Veränderungen, denen die Fundamentalpunkte der Skala unterworfen sind und damit im Zusammenhang die Erfindung des Jenenser Glases (Bd. 4, S. 547) und seine Verwendung bei der Thermometerfabrikation; Thermometer aus solchem Glase zeigen nur verschwindend geringe thermische Nachwirkungen und nahezu unverrückbare Fundamentalpunkte.

Als Extremthermometer bezeichnet man Thermometer, die so eingerichtet sind, daß sie die höchste oder die niedrigste Temperatur eines bestimmten Zeitraumes angeben. Die Maximumthermometer, sämtlich Quecksilber benutzend, haben entweder die Einrichtung (nach Rutherford 1794), daß das Quecksilber bei steigender Temperatur einen kleinen Stahlstab vor sich herschiebt, der beim Sinken der Temperatur liegen bleibt, oder daß (nach Phillipp oder Walferdin [1854]) ein kurzer oberer Teil der Quecksilberfaden durch ein Luftbläschen von dem übrigen Faden abgetrennt ist und die der höchsten Temperatur entsprechende Lage bei der Abkühlung behält oder daß (nach Zegretti und Zambra) die Kapillare dicht oberhalb der Kugel eine Einschnürung hat, durch die ein Reißen des Fadens bei sinkender Temperatur bewirkt wird. Bei den Maximalthermometern der zuerst genannten Konstruktion haftet der Stahlstab häufig am Quecksilber, so daß der Stahlstab vielfach nach Erreichung der höchsten Temperatur wieder zurückgezogen wird; bei der zweitgenannten Konstruktion teilt sich häufig die abtrennende Luftblase in mehrere Bläschen und gelangt dann zuweilen ganz in den quecksilberfreien Teil der Kapillare, so daß ein Registrieren der Maximumtemperatur aufhört; am zuverlässigsten registriert das zuletzt genannte Maximumthermometer, erfordert jedoch, streng genommen, eine Korrektion wegen der von der Temperatur abhängigen Länge des abgerissenen langen Quecksilberfadens, bedingt durch den Temperaturunterschied, der im allgemeinen zwischen der Zeit der höchsten Temperatur und der Zeit der Ablesung besteht. Das Minimumthermometer verwendet Alkohol und ist nach Rutherford (1794) so eingerichtet, daß sich in dem Alkohol ein leichter gläserner Schwimmer in Stäbchenform mit kugelförmigen Enden befindet, der bei Einstellung des Thermometers am äußersten Ende des Alkoholfadens anliegt und beim Sinken der Temperatur zurückgezogen wird, beim nachfolgenden Steigen aber liegen bleibt. — Zur gleichzeitigen Registrierung der höchsten und der niedrigsten Temperatur dient das Extremthermometer von Six (1781), das später von Kappeller u. a. mehrfach abgeändert wurde. Es besteht aus einer U-förmig gebogenen engen Glasröhre, deren gleichlange Schenkel an den Enden zu geschlossenen Gefäßen erweitert sind. Die Biegung der Röhre ist zum Teil mit Quecksilber angefüllt, während das eine größere Gefäß am Ende mit Alkohol gefüllt ist, der bis zum Quecksilberfaden reicht und sich eine geringere Menge Alkohol über dem andern Quecksilberende im zweiten Schenkel befindet; zwei Schwimmer berühren bei der Einstellung des Instruments, im Alkohol liegend, die Enden der Quecksilbersäule und werden zugleich mit dem Quecksilberfaden verschoben, wenn sich der Alkohol in dem größeren Gefäße bei steigender Temperatur ausdehnt oder bei sinkender zusammenzieht, wobei also der dem Alkoholgefäß nähere Schwimmer die Minimum-, der andre die Maximumtemperatur registriert. Zur Registrierung beider Extremtemperaturen sind auch teilweise im Gebrauch die Metallthermometer von Hermann und Pfister (1865), die nach dem Prinzip des Breguetschen Metallthermometers (1817) auf der ungleichen Ausdehnung von Metallen beruhen und zusammengelötete Streifen verschiedener Metalle in Gestalt einer Spirale benutzen. Als Bodenthermometer dienten früher Quecksilberthermometer mit großen Gefäßen und so langen Kapillaren, daß das in bestimmter Tiefe in den Erdboden eingegrabene Thermometer die Temperatur oberhalb des Erdbodens abzulesen gestattete; heute verwendet man meist kurze Quecksilberthermometer, die in einer Leiste eingebettet in einer Holzführung in den Erdboden eingesenkt werden und etwas größere Gefäße besitzen, um eine Aenderung des Standes beim Herausziehen des Thermometers zur Ablesung zu vermeiden. Von großer Bedeutung ist die Art der Aufstellung der Thermometer auf den meteorologischen Stationen in Thermometergehäusen und -hütten verschiedener Konstruktion, die der Aufgabe dienen, die wahre Lufttemperatur möglichst richtig zu bestimmen. Dem letzteren Zwecke entspricht am besten das Aßmannsche Aspirationspsychrometer, das die Thermometer vollkommen gegen Strahlung schützt und einen konstanten Luftstrom verwendet. Thermometer für hohe Temperaturen s. Pyrometer; vgl. a. Siedethermometer.

Literatur: Scott, Brief Notes on the history of thermometers, Quarterly Journal of the R. Met. Society 1884; Gerland, Zur Geschichte des Thermometers, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1893; Hellmann, Die ältesten Quecksilberthermometer, Met. Zeitschr. 1897, XIV; Metronomische Beiträge Nr. 3: Thermometrische Untersuchungen, herausgeg. von W. Förster, Berlin 1881; Amtliche Prüfung von Thermometern, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1888; Wiebe, Ueber die Verwendung des Quecksilberthermometers in hohen Temperaturen, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1890. Weitere Vergleichungen von Quecksilberthermometern aus verschiedenen Glassorten zwischen 0° und 100°, ebend. 1890; Wiebe und Böttcher, Vergleichung der Luftthermometer mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Queckſilbertherm. aus Jenenſer Glas in Temp. zwiſchen 100° und 300°, ebend. 1890; Abbe, Cleveland, Treatise on Meteorological Apparatus and Methods, Annual Report of the Chief Signal Officer for 1887, Waſhington 1888; Wiſſenſchaftl. Arbeiten der Phyſik.-techn. Reichsanſtalt, Bd. 1; Thermometr. Arbeiten betr. die Herſtellung und Unterſuchung der Queckſilbernormaltherm. unter Leitung und Mitwirkung von J. Pernet, ausgef. von W. Jäger und E. Gumlich, Berlin 1894; Chree, Notes on Thermometrie, S. A. Phil. Magaz. 1898; Bolton, Evolution of the thermometer 1592—1743, Eaſton 1900; Sprung, Bericht über vergleichende Beobachtungen an verſchiedenen Thermometeraufſtellungen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin, Abhandl. d. Kgl. preuß. Met. Inſtituts, Bd. 1, Nr. 2, Berlin 1890. *Großmann.*

Thermophon, ſ. v. w. Radiophon (ſ. d.), Thermophon nach Wiborg, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 281, und Pyrometer.

Thermophor, ein von B. Szczawinski und C. Cronenberg, Berlin N., erfundenes und in allen Staaten patentiertes (D.R.P. Nr. 79924 und 83929) Verfahren, die latente Wärme geſchmolzener kriſtallwaſſerhaltiger Salze, insbeſondere des Natriumacetats, zum Warmhalten von Körperteilen, auch von gekochten Speiſen u. ſ. w., nutzbar zu machen. *Häußermann.*

Thermoſäule, ſ. Thermoelektrizität.

Thermoſkop (Wärmemelder), ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 768.

Thermoſtat, Thermoregulator, Vorrichtungen zum Konſtanthalten der Temperatur.

Die Anordnung der Apparate beruht entweder auf der Tatſache, daß bei Aggregatzuſtandsänderungen eines Stoffes, ſolange noch Mengen des Stoffes in beiden Zuſtänden nebeneinander vorhanden ſind, die Temperatur ſtets dieſelbe bleibt, oder darauf, daß ein Flüſſigkeitsbad durch eine Heizvorrichtung, welche eintretende Temperaturwechſel mit Hilfe eines Thermoregulators ſelbſttätig wieder ausgleicht, auf konſtante Temperatur erwärmt wird. Als Quellen konſtanter Temperaturen kommen entweder ſchmelzende Körper oder ſiedende Dämpfe in Betracht. Außer Schnee oder Eis haben ſchmelzende Körper bisher keine Verwendung gefunden. Größere Anwendung finden Thermoſtaten mit ſiedenden Subſtanzen. Bei allen dieſen Apparaten können beliebige Temperaturen nicht erzeugt werden, da man ſtets vom Siedepunkt der verwendeten Subſtanz abhängig iſt. Für thermoſtatiſche Zwecke vielfach benutzte Flüſſigkeiten und ſchmelzbare feſte Körper ſind folgende:

Waſſer . . .	100°	Anifol . . .	155°	Dimethylanilin . .	192°	Diphenylamin	310°
Toluol . . .	110°	Teer-Cumol .	169°	Benzoeſäureäthyleſter	213°	Queckſilber .	357°
Xylol . .	136—141°	Anilin . . .	183°	Naphthalin	218°	Schwefel . .	448°

Verwendet man Miſchungen, ſo kann man eine etwas größere Mannigfaltigkeit in den Temperaturen herbeiführen. Die genannten Flüſſigkeiten und ſchmelzbaren Körper benutzt man hauptſächlich bei chemiſchen und phyſikaliſchen Arbeiten. Die auf beſtimmte Temperaturen zu erhitzenden Stoffe oder Körper ſetzt man je nachdem für ſich oder in geeigneten Gefäßen in die mit den entſprechenden zum Sieden erhitzten Flüſſigkeiten gefüllten Apparate (Kochgefäße, Deſtillierapparate u. ſ. w.) ein. Wieder andre Thermoſtaten beſtehen im weſentlichen aus einem Flüſſigkeitsbade, welches durch ein Rührwerk fortwährend gründlich durchmiſcht wird, und aus einer Heizvorrichtung, bei welcher z. B. ſelbſttätig der Durchfluß des Heizgaſes geregelt und ſo das Bad auf der einmal eingeſtellten gleichen Temperatur erhalten wird. Es wird damit bezweckt, die Wärmezufuhr zu regeln in der Weiſe, daß bei einer Abkühlung des Bades die Wärmezufuhr größer, beim Steigen der Badtemperatur aber kleiner wird. Apparate, die einen ſolchen Ausgleich bewirken, heißen Thermoregulatoren. Bei dieſen kommt in erſter Linie Leucht- oder Heizgas in Betracht. Ein in die zu temperierende Flüſſigkeit oder in Trockenvorrichtungen, Heißluftbäder u. dergl. eingehängter Körper wird ſich bei Abkühlung des Apparats zuſammenziehen, beim Heißwerden aber ausdehnen. Dies gibt Volumveränderungen, die mit Hilfe von Vorrichtungen auf einen andern, in einer Gaszuleitung befindlichen Körper übertragen werden, welcher dem Gas den Weg öffnen oder ihm verſperren kann. Je nachdem die in den zu erhitzenden Apparat eingehängte Vorrichtung ein Gas, Dampf, eine Flüſſigkeit oder einen feſten Körper enthält, teilen ſich die Regulatoren in Gas- und Dampfregulatoren, in Regulatoren mit Flüſſigkeiten oder ſolche mit feſten Körpern ein. Thermoſtaten heißt man auch alle Heißluft- und Brutſchränke für Gärungs- und bakteriologiſche Zwecke, die Brutapparate (ſ. d.), die entſprechenden Apparate für elektriſche Meſſungen u. ſ. w. Deren Temperaturen werden durchweg unter Verwendung von Thermoregulatoren eingeſtellt. Fig. 1 und 2 veranſchaulichen ſolche Thermoregulatoren. Ferner gibt es Regulatoren, bei denen der elektriſche Strom die Wärmezufuhr reguliert. Bei Queckſilber-Thermoregulatoren werden an Stelle des

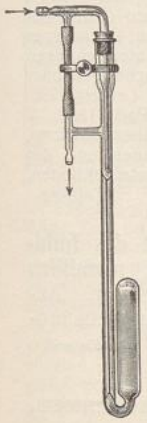


Fig. 1. Gasregulator mit Toluol.

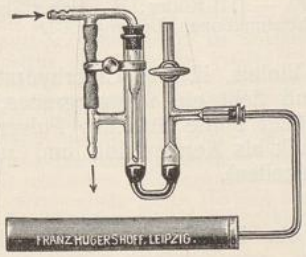


Fig. 2. Gasregulator mit Queckſilber.

Queckfilbers zur Regelung auch Kautfchukmembranen benutzt. Membranregulatoren in Schneckenform mit Schraubvorrichtungen finden zur Regulierung der Zimmertemperaturen an Gasheizöfen ausgedehnte Anwendung. Der Johnfonfche Apparat ift ebenfalls ein Membranregulator: Die Raumtemperatur wirkt auf eine Metallfeder, die aus zwei verfchiedenen Metallen zufammengelötet ift. Die verfchiedene Ausdehnung der beiden Metalle bewirkt, daß fich die Feder bei Abkühlung zufammenzieht und bei Erwärmung ftreckt. Durch diefe Bewegung wird eine nadelfeine Ausblafeöffnung von Druckluft gefchloffen oder geöffnet und dadurch eine Membran gehoben oder gefenkt. Der Apparat wird, wie auch die andern Regulatoren, durch Reguliervorrichtungen eingeftellt (vgl. die Profpekte der Gefellfchaft für felbftttätige Temperaturregelung, Berlin W 15, Schaperftr. 18). Der Apparat ift anwendbar für Zentralheizungs- und Lüftungs-, Trocken- und Kühlanlagen, für Warmwafferbereitungen u. f. w. Für Warmwafferbereitungen und -keffel wird der Apparat nicht für Luftdruck, fondern für Waffer leitungsdruck eingerichtet. Erwähnt feien noch der Thermoftat von W. C. Green für elektrifche Heizung, welcher zwifchen 20 und 50° die Temperatur auf 0,005° konftant hält, und derjenige von Bradley & Browne, beide in [5]. Patterfons Regulator f. in [6].

Literatur: [1] Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch d. Chemie, Bd. 7, Braunfchweig 1905. — [2] Oftwald, Hand- u. Hilfsbuch zur Ausführung phyfico-chemifcher Meffungen, Leipzig 1893. — [3] Traube, Phyfikalifch-chemifche Methoden, Hamburg und Leipzig 1893. — [4] Arendt, Technik der Experimentalchemie, Hamburg und Leipzig 1900. — [5] Geer, W. C., Ueber Thermoftaten, The Journ. of Physical Chemistry, 6, 85 ff. — [6] Journ. Chem. Soc. Ind., 21, 456 ff. *Bujard.*

Thetafunktionen (Jacobifche Funktionen), einfach periodifche Funktionen, welche in der Theorie der doppelperiodifchen oder elliptifchen Funktionen eine große Rolle fpielen.

Man unterfcheidet vier Thetafunktionen $\vartheta_0(w)$, $\vartheta_1(w)$, $\vartheta_2(w)$, $\vartheta_3(w)$, welche aus der allgemeinen Funktion:

$$\vartheta(w;\ \varepsilon,\ \varepsilon') = \sum_{-\infty}^{\infty} e^{\left\{\left(n+\frac{\varepsilon}{2}\right)^2 iK' + \left(n+\frac{\varepsilon}{2}\right)(n+\varepsilon' K)\right\}\frac{\pi i}{K}}$$

durch Spezialwerte von ε und ε' hervorgehen. Es ift nämlich $\vartheta_0(w) = \vartheta(w;\ 0,\ -1)$; $\vartheta_1(w) = \vartheta(w;\ 1,\ -1)$; $\vartheta_2(w) = \vartheta(w;\ 1{,}0)$; $\vartheta_3(w) = \vartheta(w;\ 0{,}0)$. Die Thetafunktionen haben bezw. die Perioden $2K$, $4K$, $4K$, $2K$. ϑ_1 ift eine ungerade, die andern gerade Funktionen. Alle befitzen doppelt unendlich viele Nullftellen, dagegen werden fie nur durch unendlich oftes Hinzufügen der Periode unendlich groß. Die Quotienten von Thetafunktionen find elliptifche Funktionen, nämlich: $\sin\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_3(0)}{\vartheta_2(0)} \cdot \frac{\vartheta_1(w)}{\vartheta_0(w)}$; $\cos\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_0(0)}{\vartheta_2(0)} \frac{\vartheta_2(w)}{\vartheta_0(w)}$;

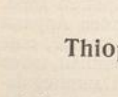
$$\Delta\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_0(0)}{\vartheta_3(0)} \frac{\vartheta_3(w)}{\vartheta_0(w)}. \quad \text{Es ift } \vartheta_1'(0) = \frac{\pi}{2K} \vartheta_0(0)\,\vartheta_2(0)\,\vartheta_3(0).$$

Die Differentialgleichung der allgemeinen Thetafunktion ift $\frac{\partial^2 \vartheta(w)}{\partial w^2} = \frac{\pi}{K} \frac{\partial \vartheta(w)}{\partial K}$. Wie zu den elliptifchen gehören auch zu den hyperelliptifchen Funktionen entfprechende (höhere) Thetafunktionen.

Literatur: [1] Bobek, K., Einleitung in die Theorie der elliptifchen Funktionen, Leipzig 1884. — [2] Neumann, C., Vorlefungen über Riemanns Theorie der Abelfchen Integrale, 2. Aufl., Leipzig 1884. — [3] Krazer, A., Theorie der zweifach unendlichen Thetareihen auf Grund der Riemannfchen Thetaformel, Leipzig 1882. — [4] Krazer, A. und Prym, F., Neue Grundlagen einer Theorie der allgemeinen Thetafunktionen, Leipzig 1892. — [5] Prym, F., Unterfuchungen über die Riemannfche Thetaformel, Leipzig 1882. — [6] Wirtinger, W., Unterfuchungen über Thetafunktionen, Leipzig 1895. — [7] Stahl, H., Theorie der Abelfchen Funktionen, Leipzig 1896. — [8] Tannery u. Molk, Eléments de la théorie des fonctions elliptiques, II, Paris 1896. — [9] Baker, Abels Theorem and the allied theory including the theory of the thetafunctions, Cambridge 1897. — [10] Thomä, Abriß einer Theorie der komplexen Funktionen und der Thetafunktionen einer Veränderlichen, Halle 1870. — [11] Kötter, F., Ueber Thetafunktionen, Berlin 1896. — [12] Krazer, A., Lehrbuch der Thetafunktionen, Leipzig 1903. *Wölffing.*

Thibet, f. Weberei.

Thionin (Ehrlich), Lauthfches Violett, ift das Chlorhydrat des Imidamidothiodiphenylimids $C_{12}H_{10}N_3SCl$ und ftellt ein fchwarzgrünes, metallifch glänzendes, in kaltem Waffer mit violetter Farbe lösliches Pulver dar. Anwendung: In der mikrofkopifchen Technik als Kernfarbftoff und zu metachromatifchen Unterfuchungen (Schleim, Maftzellen). *Bujard.*

Thiophen C_4H_4S oder , ein Beftandteil des Steinkohlenteers, wird aus diefem bezw. dem rohen Steinkohlenteerbenzol dargeftellt und ift eine farblofe Flüffigkeit von 1,072 fpez. Gew. bei 15° C. und einem Siedepunkt von 84° C., von fchwachem, wenig charakteriftifchem Geruch.

Synthetifch kann Thiophen auf verfchiedene Weife gewonnen werden; am wichtigften ift feine Darftellung durch Erhitzen von Bernfteinfäure mit Schwefelphosphor und Deftillieren des Reaktionsgemenges. Im Deftillat befteht der Hauptanteil aus Thiophen. Es unterfcheidet fich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Benzol auch durch die Indopheninreaktion, welche übrigens auch ſeinen Derivaten zukommt. Mit Iſatin und Schwefelſäure gibt es eine dunkelblaue Färbung. Hat antiſeptiſche Eigenſchaften.

Literatur: Die Lehrbücher der organiſchen Chemie. Ausführlich in Fehling-Hells Neuem Handwörterbuch der Chemie, Bd. 7, Braunſchweig 1905. *Bujard.*

Thioſchwefelſäure, unterſchweflige Säure $H_2S_2O_3$; vgl. Thioſulfate und Thioverbindungen.

Thioſulfate (Hypoſulfite), die Salze der unterſchwefligen Säure, die in freiem Zuſtande nicht bekannt iſt. Ueber die Darſtellung des wichtigſten, des Natriumthioſulfats, ſ. Soda (Verarbeitung der Rückſtände, S. 144). *Bujard.*

Thioverbindungen, beſondere Art von Schwefelverbindungen.

Der Schwefel bildet mit Waſſerſtoff eine nach dem Typus Waſſer (*H—O—H*) zuſammengeſetzte Verbindung *H—S—H*, in welcher er zweiwertig auftritt, und ähnlich wie das Hydroxyl *—OH* tritt die einwertige Gruppe *—SH* in Verbindungen ein. Solche Verbindungen nennt man Thioverbindungen; eine ſolche iſt z. B. die Thioſchwefelſäure. Man kann dieſe als eine Schwefelſäure $SO_2\langle^{OH}_{OH}$ anſehen, in welcher ein Hydroxyl durch *SH* erſetzt iſt. Die Formel der Thioſchwefelſäure iſt demnach $SO_2\langle^{SH}_{OH}$. Die Säure iſt überhaupt nur in verdünnter wäſſeriger Löſung exiſtenzfähig und zerſetzt ſich völlig in kurzer Zeit. Die Salze ſind beſtändig, am wichtigſten iſt das Natriumthioſulfat (ſ. Soda, Verarbeitung der Rückſtände, S. 144).

Im Gegenſatz zu den Thioverbindungen nennt man Verbindungen, in welchen der Schwefel vierwertig auftritt, Sulfinverbindungen, in welchen er ſechswertig auftritt, Sulfoverbindungen.

In der organiſchen Chemie nennt man Thioverbindungen diejenigen Schwefelverbindungen, welche nicht direkt mit Sauerſtoff verbundenen Schwefel enthalten, ſondern bei welchen der Schwefel direkt mit dem Kohlenſtoff verbunden iſt. *Bujard.*

Thomasprozeß, -roheiſen, -flußeiſen, -ſtahl, -werk. Thomasprozeß iſt der von Thomas und Percy Gilchriſt 1878 zuerſt durchgeführte Prozeß der Herſtellung von Flußeiſen bezw. Stahl aus phosphorhaltigem (Thomas-)Roheiſen in einer mit (baſiſcher) Teerdolomitmaſſe ausgemauerten Beſſemerbirne (vgl. a. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112, Roheiſen, Bd. 7, S. 461). — Thomaswerk bezeichnet ein Stahlwerk, in dem der Thomasprozeß ausgeübt wird. *A. Widmaier.*

Thomasſchlacke, ein Nebenprodukt der Stahlfabrikation im Beſſemerprozeß (vgl. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112). Nach Thomas und Gilchriſt wird behufs der ſo notwendigen Entphosphorung des Eiſens die ſogenannte Beſſemerbirne mit Steinen von Dolomit ausgekleidet. Der Phosphor des Eiſens wird infolge der hohen Temperatur und des zugeführten Sauerſtoffs der atmoſphäriſchen Luft zu Phosphorſäure oxydiert und dieſe verbindet ſich mit dem Kalk der Dolomitſteine und mit dem außerdem zur Schonung der Ausfütterung der Birne noch direkt hinzugegebenen Kalk zu phosphorſauerm Kalk, welcher nach Beendigung des Prozeſſes als Schlacke gewonnen und fein gemahlen als künſtliches Düngemittel in den Handel kommt. Deutſchland konſumierte 1901 ca. 10000000 dz Thomasſchlacke bei einem Konſum von ca. 22000000 dz Phosphate überhaupt [1].

Ueber die Wirkung der Phosphorſäure in der Thomasſchlacke im Verhältnis zu derjenigen im Superphosphat war man lange im unklaren. Die Phosphorſäure im Thomasmehl koſtete lange Zeit ungefähr die Hälfte des Preiſes jener im Superphosphat und ſollte auch ungefähr nur halb ſo wirkſam ſein, was von vielen Landwirten beſtätigt wurde, während ihr zahlreiche andre nach den damit erzielten Erträgen bald eine größere, bald eine geringere Wirkung zuerkannten. Dieſer Mißſtand war um ſo größer, weil es allgemein üblich iſt, den Preis der künſtlichen Düngemittel nur nach den in ihnen enthaltenen wirkſamen Subſtanzen feſtzuſetzen. — Paul Wagner-Darmſtadt [2] hat dieſe Streitfrage endgültig entſchieden. Er ſtellte Düngungsverſuche mit verſchiedenen Thomasmehlen an, ſetzte die Wirkung der beſten, welche faſt ſo gut wirkten wie Superphosphat, gleich 100 und fand im Verhältnis hierzu die Wirkung der andern gleich 80, 66, 50, 30 u. ſ. w. Dieſe ſo verſchieden wirkſamen Thomasmehle wurden bisher alle als gleichwertig behandelt, und es gab einen Preisunterſchied zwiſchen ihnen nur nach der Feinheit des beim Mahlen erzielten Kornes. Wagner ſtellte feſt, daß jedes der unterſuchten Thomasmehle in demſelben Maße wirkte, als ſeine Phosphorſäure zitratlöslich war und hat ſomit einen Maßſtab für die Bewertung der Thomasſchlacke gefunden. — Die Richtigkeit ſeiner Theorie hat Wagner durch vergleichende Kulturverſuche bewieſen. — Die Zitratlöslichkeit ſtellte Wagner durch Einwirkung einer ſchwachen Löſung von Ammoniumzitrat in freier Zitronenſäure auf das betreffende Phosphat feſt. Er unterſuchte weiter, woran es wohl läge, daß einzelne Thomasmehle ſo außerordentlich zitratlöslich ſind und infolgedeſſen ſo gut wirken, während das bei andern nicht der Fall iſt, und wie man die letzteren wohl verbeſſern könnte. Er hat gefunden, daß die Zitratlöslichkeit der einzelnen Thomasmehle mit ihrem Kieſelſäuregehalt Hand

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Hand geht. — Wie man alſo die Rohphosphate mit Schwefelſäure auffchließt, um ſie hierdurch zu Superphosphaten, d. h. ihre Phosphörſäure, löslich zu machen, ſind jene Thomasmehle, welche hochprozentig zitratlöslich ſind, gewiſſermaßen mittels Kiefelſäure aufgeſchloſſen. Wagner empfiehlt deshalb, in die flüſſige Schlacke der Hochöfen einige Karren Sand zu ſchütten, um durch dieſen Zuſatz von Kiefelſäure die Zitratlöslichkeit der betreffenden Thomasſchlacken weſentlich zu erhöhen.

Literatur: [1] Rümpler, A., Käufliche Düngeſtoffe, 3. Aufl., Berlin 1889; Weitz, M., Der landwirtſchaftliche Raubbau, 3. Aufl., Berlin 1895. — [2] Wagner, Paul, Düngungsfragen, Heft 3, Berlin 1896, Heft 4, 1898, Heft 5, 1904.

Weitz.

Thomaſſetmaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 734.

Thomſonſche Gleichung in der Wärmetheorie. Wirkt auf die Oberfläche eines Körpers lediglich ein gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit und es wird p um Δp erhöht, ohne daß Wärme zu- oder abgeführt wird, ſo ändert ſich die Temperatur t des Körpers um einen Betrag, welchen zuerſt W. Thomſon feſtſtellte [1] S. 283:

$$\Delta t = \frac{\alpha v_0}{c_p} A T \Delta p,$$

weshalb dieſe Beziehung mitunter die Thomſonſche Gleichung genannt wird.

Es bedeuten darin α den kubiſchen Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.), c_p die ſpezifiſche Wärme (ſ. d.) bei konſtantem Druck, $1/A = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent (ſ. d.), $T = 273 + t$ die abſolute Temperatur (ſ. d.) und v_0 das Volumen der Gewichtseinheit, welches dem Anfangsdrucke p bei $t = 0°$ entſprechen würde. Eine ähnliche Formel beſteht für axial beanſpruchte Stäbe [2] S. 91, [4] S. 517, [8]. Die Thomſonſche Gleichung ergibt ſich aus den Hauptgleichungen der Wärmetheorie (ſ. d.) für unendlich kleine Aenderungen $\Delta p = d p$, $\Delta t = d t$, bleibt aber für feſte und flüſſige Körper auch bei erheblichen endlichen Δp (welchen nur kleine Δt entſprechen) genügend genau und iſt für ſolche durch Verſuche von Joule u. a. beſtätigt worden [2], [3], [4] S. 481, 517. Vgl. Kompreſſionswärme.

Literatur: [1] Thomſon, On the dynamical theory of heat etc., Edinburgh Transactions 1851, XX, S. 270. — [2] Joule, On the thermal effects of compressing fluids, Phil. Transactions 1859, CIL, S, 133. — [3] Derſ., On some thermodynamic properties of solids, Phil. Transactions 1859, CIL, S. 91. — [4] Rühlmann, Handbuch der mechan. Wärmetheorie I, Braunſchweig 1876, S. 475, 476, 481, 492, 517, 524 u. f. w. — [5] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 598. — [6] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 562. — [7] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 637. — [8] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie II, Stuttgart 1907, S. 388, 389.

Weyrauch.

Thorit, Mineral, waſſerhaltiges Thor- und Siliciumoxyd.

Kriſtalliſiert tetragonal; meiſt derb, ſchwarz, von dunkelbraunem Strich, glasglänzend, undurchſichtig. Spez. Gew. 4,5. Sehr ſchwer ſchmelzbar; von Salzſäure unter Abſcheidung von Kiefelgallert zerſetzbar. Im Syenit bei Brevig in Norwegen. Zur Gewinnung der Thorerde benutzt und zur Herſtellung von Glühlichtſtrümpfen verwendet. Radioaktiv.

Literatur: Schilling, J., Die eigentlichen Thoritmineralien, Zeitſchr. f. angew. Chemie 1902, 869 und 921.

Leppla.

Thorium *Th*, Atomgew. 232,5. Graues, grell leuchtend verbrennbares Pulver von 11,0 ſpez. Gew.

Seine Verbindungen kommen in der Natur vor ſim Thorit (ThO_2, $SiO_2 + 2\,H_2O$), in einigen andern ſeltenen Mineralien und im Monazit (ſ. d., Bd. 6, S. 480). Feingemahlener Monazit wird mit Schwefelſäure aufgeſchloſſen und ſämtliche Erden durch Oxalſäure als Oxalate gefällt, die nach verſchiedenen Methoden voneinander getrennt werden. Das reine Thoriumſulfat wird ſchließlich durch Baryumnitrat in Thoriumnitrat umgeſetzt, deſſen Löſung zum Imprägnieren der Auerlichtſtrümpfe dient und das bei dem Ausbrennen der Strümpfe in Thorerde, Thoriumdioxyd, ThO_2, übergeht.

Moye.

Thornycroftkeſſel, ein Waſſerrohrkeſſel, ſ. Schiffskeſſel.

Thulitſtein, ein aus einem roſenroten, manganhaltigen Epidot beſtehendes, im Gneis bei Trondhjem in Norwegen auftretendes, ziemlich weiches Geſtein, welches in Paris zu kleineren Ornamenten und Zieraten verarbeitet wird. *Leppla.*

Thulium *Thu*, Atomgew. 169,65, chemiſches Element, in einigen norwegiſchen ſeltenen Mineralien vorkommend, ſo im Gadolinit, auch im Samarſkit von Nordkarolina.

Bujard.

Thymol (Thymiankampfer), eine in großen, durchſichtigen Würfeln und Oktaedern kriſtalliſierende, zu den Phenolen (ſ. d.) gehörige organiſche Verbindung $C_{10}H_{14}O$.

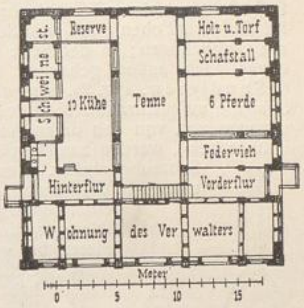
Schmelzpunkt 44° und Siedepunkt 230°. Das Thymol iſt iſomer mit dem Carvacrol (ſ. d.) und beſitzt die Formel $C_6H_3\overset{(1)}{OH}\overset{(3)}{CH_3}\overset{(6)}{C_3H_7}$ eines Methyliſopropylphenols. Es findet ſich in einer Anzahl von ätheriſchen Oelen, ſo namentlich im Thymianöl und dem Oel von Monarda punctata,

und wird hieraus durch Schütteln mit Kalilauge und Ausfällung der filtrierten Löfung mit Salzfäure gewonnen. Es befitzt einen thymianähnlichen Geruch und dient als Antifeptikum. *Bujard.*

Ti, in der Chemie Zeichen für Titan.

Tiefbau, Gegenfatz zu Hochbau, unrichtige Bezeichnung für Arbeiten der Ingenieure gegenüber folcher der Architekten; im Bergbau der Betrieb unterhalb des tiefften Stollns (f. d.).

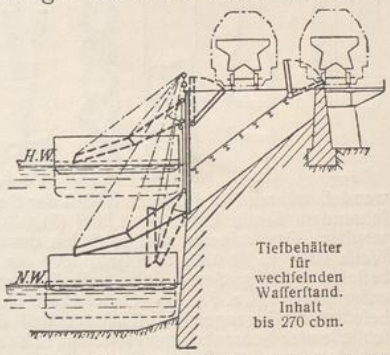
Tiefbauten, landwirtfchaftliche, find Gebäude, die fämtliche zum Betriebe der Landwirtfchaft gehörigen Räume, zuweilen fogar einfchließlich der Wohnung des Verwalters oder Befitzers, unter einem Dach vereinigen.



Diefer von dem Kreisbaumeifter a. D. Hoffmann angeregte Gedanke hat nur in vereinzelten Beifpielen zu Bauausführungen geführt. Der Grundriß knüpft an das altfächfifche Bauernhaus an (f. Gehöfteanlagen). Durch Annäherung der Grundform an das Quadrat und Verminderung des Gebäudeumfanges werden Baukoften und Wärmeverlufte erfpart. Die Stallungen liegen zu ebener Erde, darüber die Scheunenräume. Das Erdgefchoß ift feuerficher ohne Anwendung von Eifen überwölbt. Die Lüftung erfolgt durch gemauerte Vierrichtungsfchlote (vgl. Lüftung der Ställe), und zur Beleuchtung der ungewöhnlich tiefen Räume dienen fogenannte „Lichter", d. h. mit feft vermauerten Rohglasfcheiben gefchloffene Maueröffnungen, welche die ganzen Schildbögen der Gewölbe einnehmen (f. die Figur). Einige ausgeführte Beifpiele find in der angeführten Schrift [1] mitgeteilt.

Literatur: [1] Hoffmann, E. H., Ueber landwirtfchaftl. feuerficbere Tiefbauten, Berlin 1867. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Tiefbehälter (Erdfüllrümpfe, Bunker u. f. w.) find — ähnlich wie Hochbehälter (f. d.) — meift in Form von Tafchen (f. d.) in Stein oder Beton ausgeführte, zur Lagerung von Schüttgut beftimmte Vorratsräume als Einfchaltungen zwifchen Verkehrsmittel verfchiedener Art, zwifchen Verkehrsmittel und Gebäude- oder Haufenlager und umgekehrt. Vgl. Haufenlager, Kipper, Konveyor, Krane für Maffentransport, Schwerkraftbahnen, Silofpeicher, Maffentransport und [1].



Tiefbehälter für wechfelnden Waffertand. Inhalt bis 270 cbm.

Vielfach mit Sturzbahnen bei wechfelndem Waffertand (f. die Figur) [2] für Kohlen- und Erzverladung von der Eifenbahn in Schiffe (Schonung der Rohftoffe) verbunden. Tiefbehälter für Erze bei Hochofenbefchickung (f. Schrägaufzüge und [3]), für Kohle bei Lokomotivbekohlungsanlagen (f. d.), für Gasfabriken (f. d.), für Verfatzmaterial auf Hüttenwerken (f. d. fowie Druckwafferförderer und [4]).

Literatur: [1] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 341; Derf., Glafers Annalen 1898, II, S. 88 ff. und Tafel VI; Derf., Techn. Hilfsmittel zur Beförd. u. Lagerung von Sammelkörpern (im folgenden bezeichnet mit T. H.), Berlin 1906, III, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 1598); T. H., III, S. 273 ff.; ferner „Stahl und Eifen" 1909, S. 457, bezw. „Glückauf" 1909, S. 37 ff., und Eng. News 1908, S. 729 ff. — [2] Berkenkamp, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 361; „Stahl und Eifen" 1906, S. 1033 ff. — [3] Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 322; 1904, S. 199 u. f. w. — [4] Pütz, O., Das Spülverfatzverfahren, Berlin 1907, S. 19 ff. *M. Buhle.*

Tiefbohren oder Erdbohren [1] bezweckt die Unterfuchung der Erdrinde in größerer Tiefe. Im allgemeinen dient das Tiefbohren der Vorbereitung des Bergbaubetriebes durch Auffuchung von Lagerftätten nutzbarer Mineralien; doch kann in einzelnen Fällen das Bohrloch felbft zur Gewinnung von Mineralien (Salzfole, Erdöl, Schwefel) auch zur Befchaffung von brauchbarem Waffer (f. Brunnen) dienen (Erdbohren zur Feftftellung der Befchaffenheit des Baugrundes vgl. Sondieren). Beim eigentlichen Grubenbetriebe werden Tiefbohrungen zuweilen angewendet, z. B. zur Herftellung von Wetterbohrlöchern an Stelle von Wetterfchächten. Ferner hat man beim Abteufen eines neuen Schachtes für eine fchon beftehende Grube den Schachtpunkt mittels Strecke unterfahren und dann ein Bohrloch auf diefe niedergebracht, um hierdurch die Waffethaltung aus dem Schachtabteufen zu erfparen. Man führt das Waffer durch das Bohrloch den Pumpen der bereits vorhandenen Schächte zu. Auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Suchbohren, besonders in geneigter Richtung zur Gebirgsunterfuchung von vorhandenen Grubenbauen aus, findet immer mehr Eingang, und zwar unter Anwendung der Diamantbohrung. Ueber die Herftellung der Gefrierbohrlöcher beim Schachtabteufen nach dem Poetfchen Verfahren und über Schachtbohren vgl. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 578.

Das **Geftängebohren** umfaßt diejenigen Verfahren, bei denen der Bohrer an einem aus maffiven, miteinander verfchraubten Stangen beftehenden Geftänge gehandhabt wird. In lofem und weichem Gebirge wird der Bohrer gedreht und wirkt fchneidend, während in feftem Geftein der Meißelbohrer (Fig. 1), gewöhnlich mit Ohrenfchneiden *o* verfehen, ftoßend gebraucht wird.

Das **Drehbohren.** Der hierbei am meiften angewendete Bohrer ift die Schappe (Fig. 2); fie befteht aus einem Eifenblechzylinder, deffen oberes Ende an eine gegabelte Stange angenietet ift, diefe trägt oben Bund und Schraube. Ein breiter Lappen am unteren Zylinderrande ift eigenartig umgebogen; an der Seite ift der Zylinder aufgefchnitten und der eine Rand als Schneide etwas nach außen gebogen. Zur Drehung des Bohrers wird gewöhnlich ein Drehhebel (f. Sondieren, Fig. 2), Krückel genannt, auf das eine Schraube bildende obere Ende der Schappe aufgefchraubt. Nachdem diefe um ein gewiffes Maß eingedrungen ift, wird fie herausgezogen und von den daran haftenden Bodenmaffen befreit. Dem Fortfchreiten der Bohrung entfprechend, werden zwifchen Schappe und Krückel Bohrftangen — unten in die entfprechende Schraubenmutter, oben in die Schraubenfpindel endend und außerdem an jedem Ende mit einer Verdickung, dem Bunde, verfehen — eingefügt; fie find aus Schmiedeeifen gefertigt oder beftehen aus Holz mit eifernen Befchlägen an den Enden. Die gewöhnlich verwendeten Stangen (Hauptftangen) haben mehrere Meter, bei großen Bohrungen bis zu 20 m Länge; um jedoch jederzeit das Geftänge nur fo viel zu verlängern, daß der Krückel bequem gehandhabt werden kann, find Hilfs- oder Auffatzftangen vorhanden, deren Länge $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ u. f. w. der Hauptftange beträgt. Bringt die Schappe den losgebohrten Boden nicht heraus, fo führt man den Löffel (Fig. 3) ein; er ift ein Eifenblechzylinder, etwa vom Durchmeffer des Bohrloches, unten mit einem Ventil, z. B. Kugelventil, verfehen. Die Maffen öffnen das Ventil, treten in den Löffel ein, und ihr Gewicht fchließt beim Aufholen das Ventil wieder. Oben ift der Löffel an eine gegabelte Stange mit Bund und Schraube angenietet. In härterem Boden wird der Schnecken- oder Spiralbohrer (Fig. 4) und auch der Trepanierbohrer (Fig. 5) angewendet, während im fandigen Boden der Sackbohrer (f. d.) gute Dienfte leiftet. In ftark waffer-führendem Sande kann der Löffel (Fig. 3), dann Ventilbohrer genannt, zum Bohren benutzt werden. Das Aufholen und Einholen des Geftänges findet bei größerem Gewichte in folgender Weife ftatt: es ift über dem Bohrloche ein Gerüft (in einfachen Fällen aus drei ftarken Bäumen beftehend, bei größeren Bohrungen Bohrturm genannt) aufgeftellt und darin eine Seilfcheibe aufgehängt (vgl. a. Fig. 17). Ueber diefe läuft von einem Vorgelegehafpel aus ein Seil mit daran befeftigtem Gegengewicht (um das Seil ftets gefpannt zu erhalten), einem Wirbel und anfchließender Schraubenmutter (Kopffchraube) oder ftatt derfelben einem Förderhaken, mit dem man die Bohrwerkzeuge unter dem Bunde faffen kann; im letzteren Falle müffen doppelte Bunde vorhanden fein. Auf die Mündung des Bohrloches ift eine zweiteilige ftarke Decke (Bohrfchere) gelegt, die nur das Geftänge durchläßt. Man befeftigt nun, um das Geftänge aufzuholen, die Kopffchraube an der oberften Stange und hebt das Bohrzeug mit Hafpel und Seil fo weit an, daß man auf der Bohrfchere unter den nächften Stangenbund eine Abfangegabel oder Geftängegabel (Fig. 6) unterfchieben kann und läßt auf diefe das Geftänge auffetzen. Die oberfte Stange wird darauf abgefchraubt, zur Seite gerückt, die Kopffchraube gelöft und, nachdem das Seil nachgelaffen wurde, von neuem auf der nächften Stange befeftigt. So holt man nach und nach das ganze Geftänge auf; beim Einlaffen verfährt man umgekehrt. Stangenzug nennt man mehrere, beim Aufholen miteinander verfchraubt bleibende Stangen; der Bohrturm muß entfprechende Höhe haben.


Fig. 2.


Fig. 1.

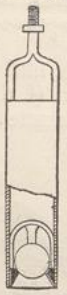

Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.

In feftem Geftein muß zum **Stoßbohren** übergegangen werden. Stoßbohren an einem mit dem Meißel feft verfchraubten, ununterbrochen bis zu Tage reichenden Geftänge nennt man englifches Stoßbohren; es kann nur bis zu befchränkten Bohrlochtiefen angewendet werden, da bei zu großem Gewichte des Bohrzeuges infolge Stauchungen Brüche eintreten. Das deutfche Stoßbohren vermeidet diefen Uebelftand dadurch, daß das Geftänge durch ein Zwifchenftück (Rutfchfchere oder Freifallbohrer, f. weiter unten) in zwei voneinander unabhängige Teile, das mit dem Meißelbohrer feft verbundene Untergeftänge und das Obergeftänge, zerlegt wird. Das letztere wird von den Meißelfchlägen nicht mit betroffen und dient lediglich zur Verbindung des Zwifchenftückes mit der an der Oberfläche befindlichen Bewegungseinrichtung. Kanadifches Bohren nennt man eine für nicht zu harte Geftеine geeignete Methode, die zuerft in den Erdöldiftrikten Nordamerikas ausgebildet wurde und auch heute noch in ähnlicher Form in den Petroleumgebieten Anwendung findet. — Die Bewegungseinrichtung für das Stoßbohren über Tage befteht aus einem zweiarmigen Hebel (Bohrfchwengel), der auf dem Schwengelftänder, auch Bohrdocke genannt, verlagert ift

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(vgl. *f* in Fig. 17); an dem kurzen Laſtarme iſt das Bohrgeſtänge unter Einfügung der Kopfſtücke aufgehängt, an dem langen Kraftarme greift bei kleinen Bohrungen die Mannſchaft an; bei größeren Bohrungen iſt ein ſtehender Dampfzylinder angeordnet, deſſen Lenkſtange direkt am Bohrſchwengel befeſtigt iſt. Das Bohrgeſtänge wird jedesmal angehoben und dann fallen gelaſſen, damit der Meißel vor dem Bohrorte den Schlag führt. Zu großes Gewicht des Bohrzeuges, beim deutſchen Bohren das Gewicht des Obergeſtänges, iſt durch Gegengewicht am Kraftarme des Bohrſchwengels ausgeglichen; überdies iſt eine ſtarke Prellvorrichtung vorhanden, welche die Umkehr der Bewegung erleichtert. Die Kopfſtücke (Fig. 7) beſtehen aus dem Wirbel *w* nebſt Krückel *k* zum Umſetzen des Bohrers (Drehen um einen kleinen Winkel) nach jedem Schlage (zuweilen dient auch der Krückel zum Auslöſen des Abfallſtückes am Freifallbohrer), ferner aus der Nachlaßſchraube *n*, welche eine dem Bohrvorſchritte entſprechende allmähliche Verlängerung des Bohrgeſtänges geſtattet. Es iſt ein Schraubenbolzen von der Länge der kürzeſten Hilfsſtange, deſſen Mutter ſich in einer Schere befindet; letztere wird nach und nach abgeſchraubt. Beim Stoßbohren muß von Zeit zu Zeit zur Beſeitigung des abgebohrten Geſteins (Bohrmehl, Bohrſchlamm) gelöffelt werden. Die Zeit, während welcher fortgebohrt werden kann, nennt man eine Bohrhitze. Zum Löffeln muß zunächſt das Geſtänge mit dem Meißel aufgeholt werden, dann wird der Löffel gewöhnlich mit einem beſonderen Haſpel am Seile (Löffelſeil) verwendet. An die Stelle der Nachlaßſchraube tritt jetzt häufig die Nachlaßkette (vgl. Fig. 12 und kanadiſches Bohren, weiter unten). Um das Löffeln zu erſparen, hat man auch beim Stoßbohren Hohlgeſtänge und Waſſerſpülung zur Entfernung des Bohrmehls in Anwendung gebracht (vgl. Spülbohren, weiter unten).

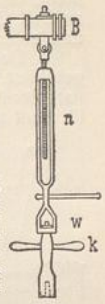


Fig. 7.

Die Zwiſchenſtücke. Die Rutſchſchere wurde zuerſt 1834 durch v. Oeynhauſen zur Anwendung gebracht; ſie beſteht (Fig. 8) aus der an das Obergeſtänge anſchließenden Schere *a*, deren Arme unten durch einen Ring verbunden ſind, und dem Abfallſtück *b*, deſſen Zunge durch eine entſprechende Bohrung des Ringes hindurchgeht und oben den von einem durchgeſteckten Keile gebildeten Kopf *F* trägt. Die Schere endet oben in Bund und Schraube, das Abfallſtück unten in die Schraubenmutter zur Verbindung mit dem Untergeſtänge. Beim Anheben des Meißels ruht der Kopf des Abfallſtückes auf dem Ringe der Schere; wird der Schlag geführt, ſo wirkt nur das Gewicht des Meißels und des Untergeſtänges, das Obergeſtänge nebſt Schere gleitet ein Stück an der Zunge des Abfallſtückes abwärts. Die Rutſchſchere von Kind beſteht aus zwei um 90° gegeneinander gedrehten Scheren. — Von Freifallbohrern ſeien hier diejenigen von Kind, 1844 eingeführt und von Fabian beſchrieben, da die meiſten andern Bauarten ſich an die beiden genannten anlehnen. Bei dem Kindſchen Freifallbohrer (Fig. 9 und 10) endet das Obergeſtänge *O* in eine Schere *S*, deren beide Hälften unten durch einen Ring *r* verbunden ſind. In dieſem führt ſich die Zunge des Abfallſtückes *A*, welche oben in das Köpfchen *k* endet; innerhalb der Schere iſt ferner die Zange *Z* eingebaut, deren beide Hälften oben durch einen Winkelhebel verbunden ſind. An dieſen ſchließt eine gegabelte Zugſtange an, die oben das kreisförmige Hütchen *H*, angenähert vom Bohrlochdurchmeſſer trägt. Iſt der Schlag des Meißels erfolgt (Fig. 10), ſo geht auch das Obergeſtänge mit Schere und Zange abwärts; hierbei drückt das Waſſer von unten gegen das Hütchen, und die Zange ſchiebt ſich geöffnet über den Kopf des Abfallſtückes. Wird dann das Obergeſtänge wieder angehoben, ſo drückt (Fig. 9) das Waſſer das Hütchen in die tiefſte Stellung, die Zange ſchließt ſich, faßt den Kopf des Abfallſtückes und hebt dieſes mit hoch. Bei Beginn des Niederganges wird das Hütchen durch den Waſſerdruck wieder in die höchſte Stellung gebracht, die Zange öffnet ſich und läßt das Abfallſtück fallen. — Der Fabianſche Freifallbohrer (Fig. 11) beſteht aus einem hohlen Zylinder *C*, der an das Obergeſtänge *O* anſchließt; derſelbe hat außer einer axialen Bohrung zwei ſenkrechte Schlitze *s*, welche ſich oben verbreitern, die obere Abſchrägung *a* heißt Gleitfläche, die wagerechte Fläche *b* Sitzfläche. Das Abfallſtück *A* bewegt ſich in der axialen Bohrung des Zylinders und trägt oben einen Kopf (oder Flügel) *F*, der in den Schlitzen geführt wird. Nachdem der Meißel einen Schlag auf die Bohrlochſohle geführt hat, folgt das Obergeſtänge nach, die Flügel des Abfallſtückes gleiten in den Schlitzen des Zylinders aufwärts, werden dann durch die Gleitflächen ſeitwärts gedrückt und über die Sitzflächen gebracht. Auf dieſen ruhen beim Wiederaufgang des Geſtänges die Flügel des Abfallſtückes, das mit gehoben wird. Nach Beendigung des Aufganges gibt der Bohrmeiſter am Krückel dem Obergeſtänge eine kurze plötzliche Drehung; hierdurch gleiten die Flügel von den Sitzflächen ab, und es erfolgt, während ſich das Obergeſtänge in Ruhe befindet, der Schlag des Meißels vor dem Bohrort. — Um bei Benutzung eines Zwiſchenſtückes über ein genügendes Schlaggewicht zu verfügen, wird zwiſchen Bohrmeißel und Abfallſtück eine ſtarke Stange (Bohrklotz, -bär, Schwerſtange) eingeſchaltet. Wird beim Bohren mit dem Meißel in ungleich

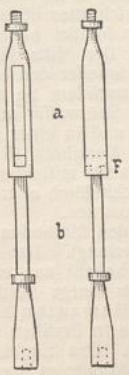


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

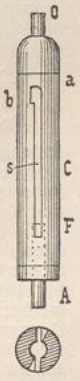


Fig. 11.

harten Gesteinen, z. B. in Konglomeraten, das Bohrloch nicht gleichmäßig rund, so bedient man sich zum Nachbohren (Nachbüchsen) der Bohrbüchse, d. i. ein zylindrischer Bohrer mit kreisförmiger Schneide. — Die Natur der durchbohrten Schichten muß beim stoßenden Bohren aus dem aufgeholten Bohrschlamme beurteilt werden, der namentlich dann, wenn von den Wandungen des Bohrloches Gesteinsmaterial nachfällt, nur unsichere Schlüsse gestattet. Man hat daher versucht, mit Meißeln, an denen die Mitte der Schneide ausgespart ist (Kernbohrer), von Zeit zu Zeit Gesteinskerne abzubohren, mit besonderen Werkzeugen (Kernbrecher) abzubrechen und aufzuholen. Näheres hierüber in [1], Bd. 1.

Das kanadische Bohrsystem ist gekennzeichnet durch einfache, aber gut durchgebildete Apparate bei Anwendung von Holzgestänge, Rutschschere und Nachlaßkette (Fig. 12) statt der Nachlaßschraube. Die Nachlaßkette, an der das Gestänge mittels Kopfschraube befestigt ist, läuft am Bohrschwengel mehrere Male über eine starke eiserne Spirale, um die nötige Reibung zu erzeugen; das Ende der Kette ist auf eine kleine Welle aufgewickelt, die auf dem Bohrschwengel verlagert ist. Sperrklinke nebst Sperrad, die in der Regel das Abwickeln der Kette hindern, können gegen den Zug der Feder *f* nach Bedarf durch den Seilzug *s* vom Krückelführer ausgelöst werden, um die Kette nachzulassen. Der Antrieb des Bohrschwengels erfolgt durch Riemenübertragung, Kurbel und Lenkstange von einer Lokomobile aus; mittels eines zweiten Riemens, der durch eine Spannrolle angedrückt wird, kann nach Lösung der Lenkstange auch der Haspel mit dem Seile zum Aufholen und Einlassen des Gestänges in Betrieb gesetzt werden. Es wird am Gestänge gelöffelt. Das Verfahren wird bis zu Tiefen von 200 und 400 m angewendet, und es werden mit geübten Arbeitern Fortschritte bis zu 10 m täglich erzielt ([1], Bd. 1). Dem hier beschriebenen kanadischen Bohrsystem schließen sich die in den Erdölgebieten angewendeten Einrichtungen an, jedoch wird, um Zeit zu ersparen, am Seil gelöffelt.

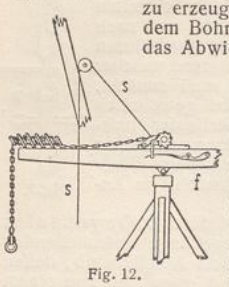


Fig. 12.

Spülbohren ([1], Bd. 2) umfaßt alle diejenigen Verfahren der Tiefbohrtechnik, bei denen als Gestänge Rohre benutzt werden und ein mittels Druckpumpe durch dieselben bis vor das Bohrort gedrückter Wasserstrom entweder die losen Gebirgsmassen selbst löst (Dänisches Spülbohren) oder den durch ein Bohrwerkzeug gelösten Bohrschmand fortspült. Das Spülwasser steigt, indem es das Gesteinsmaterial mit sich fortführt, zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwand oder einer an ihre Stelle tretenden Verrohrung (s. weiter unten) wieder in die Höhe und verläßt durch einen aufgesetzten Ausguß das Bohrloch. Das Löffeln fällt also fort, die eigentliche Bohrarbeit kann längere Zeit ununterbrochen fortgesetzt werden, und das Bohrwerkzeug wirkt kräftiger auf der stets reinen Bohrlochsohle. Das dänische Spülbohren wurde zuerst 1855 in größerem Umfange angewendet; durch das Bohrrohr *a* (Fig. 13) gelangt der Wasserstrom bis auf die Bohrlochsohle, löst dort die losen Massen und führt sie in die Höhe, indem er zwischen Bohrrohr und Futterrohr *b* aufsteigt. — Fauck führte 1877 Zwischenstücke für das stoßende Spülbohren ein; in neuester Zeit bohren Fauck und Raky mit Bohrtürmen, welche mit den kanadischen Aehnlichkeit haben, und wenden hierbei mit bemerkenswertem Erfolge die Wasserspülung an. Beide arbeiten mit verhältnismäßig kleinem Hub und hoher Spielzahl. Dabei ist die Verlagerung des Bohrschwengels oder das Bohrgerüst federnd ausgestaltet, und es wird auch auf die Elastizität des Bohrgestänges gerechnet. Die Wirkungsweise erhellt am besten daraus, daß der Hub so eingestellt wird, daß der Bohrmeißel beim Beginn der Arbeit die Bohrlochsohle nicht berührt; erst wenn bei Steigerung der Spielzahl die Schwingungen des Bohrzeuges größer werden, führt der Bohrer kurze, kräftige Schläge auf die Bohrlochsohle. Fauck hat außerdem die umgekehrte Spülung eingeführt, um beim Meißelbohren Kerne zu erhalten und sie selbsttätig an die Oberfläche zu befördern, d. h. er pumpt das Spülwasser, nachdem auf das oberste Futterrohr ein Aufsatz mit Stopfbüchse für das Rohrgestänge aufgesetzt worden ist, zwischen Bohrwand und Rohrgestänge in das Bohrloch hinunter und läßt es im Rohrgestänge wieder aufsteigen. Wegen des kleinen Querschnittes ist die Geschwindigkeit hier verhältnismäßig groß. Der Meißel besteht aus mehreren parallelen Schneiden (Fig. 14), in der Mitte ist eine Bohrung ausgespart, welche dem inneren Durchmesser des Rohrgestänges entspricht. Die Bohrkerne brechen ab, nachdem sie eine gewisse Länge erreicht haben, werden von dem Spülwasser mit in die Höhe geführt, an die Oberfläche gebracht und in einer seitlich an das Rohrgestänge angebauten Kammer aufgefangen. Das Verfahren (Schnellschlagbohren, auch Rapidbohren genannt) eignet sich besonders für mittelharte Gesteine; es kann auf eine durchschnittliche tägliche Leistung von 20 m, einschließlich aller Nebenarbeiten, gerechnet werden, doch sind Tagesleistungen von 200 m vorgekommen.

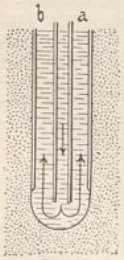


Fig. 13.



Fig. 14. Kernbohrer von Fauck (Ansicht von unten).

Besondere Wichtigkeit hat unter den Methoden des Spülbohrens das 1864 von Lefchot (Genf) erfundene Diamantbohren erlangt. Das Bohrwerkzeug, die Bohrkrone (vgl. a. Steinbearbeitungsmaschinen), besteht aus einem stählernen zylindrischen Ring (*R* in Fig. 15), dessen äußerer Durchmesser um einige Millimeter kleiner ist als der Bohrlochdurchmesser; die untere Fläche ist mit Bohrdiamanten besetzt. Hierzu dienen gewöhnlich schwarze Diamanten, Carbonados genannt, die in Brasilien in Seifen gewonnen werden, oder unreine, nicht schleifwürdige Diamanten (bort). Das Einsetzen der Steine in die Bohrkrone ist eine äußerst wichtige, aber auch schwierige Arbeit; es werden der Form der Steine entsprechende Löcher ausgemeißelt, die so gestellt sind, daß die größte Abmessung der Steine in die radiale

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 16.

Richtung fällt; dann treibt man den Stahl mittels Meißels und Hammers fo an die Steine heran, daß fie ficher feftgehalten werden; größere Zwifchenräume werden durch Kupferfpäne ausgefüllt. Am äußeren und inneren Rande ftehen einige Steine etwas über — um die Bohrkrone frei zu bohren —, während die übrigen fo angeordnet find, daß fie bei der Drehung der Bohrkrone die ganze Ringfläche beftreichen. Der Preis der Bohrdiamanten ift fehr fchwankend, zwifchen 25 und 80 ℳ für 1 Karat = 0,206 g; dabei wiegt ein Stein von reichlich Erbfengröße etwa 5 Karat. Die Krone macht über 200 Umdrehungen in der Minute und fchleift dabei vor Ort einen ringförmigen Raum aus; im mittleren Teile bleibt ein zylindrifcher Bohrkern *K* ftehen. Oben fchließt an die Bohrkrone das zur Aufnahme der Bohrkerne beftimmte Kernrohr *A* an, das durch ein Verbindungsftück *v* in das Bohrgeftänge *G* übergeht; durch letzteres wird das Spülwaffer zugeführt. Es geht unter der Diamantkrone, die für diefen Zweck mehrere vertiefte Riefen hat, hindurch und fteigt, mit dem Bohrfchmand beladen, zwifchen Bohrzeug und Bohrlochwand wieder aufwärts. Die Kerne, welche mit der Zeit abbrechen, werden durch einen federnden Ring *r* am Herabgleiten gehindert. Die Länge des Kernrohrs ergibt das Maß, um welches, ohne daß die Bohrkrone aufgeholt zu werden braucht, fortgebohrt werden kann. Die zweckmäßigfte Art der Bohrrohre zeigt Fig. 16; es werden patentgefchweißte, bei tiefen Bohrungen auch Mannesmannrohre verwendet, welche an den Enden, dort, wo die Gewinde eingefchnitten find, größere Wandftärke erhalten. Die hierdurch entftehende Verdickung bildet zu gleicher Zeit den Bund. Die Verbindung der einzelnen Rohrlängen gefchieht am zweckmäßigften durch äußere Muffe, da das Geftänge beim Bohren etwas fchwankt und die Rohre felbft durch die Muffen vor Abnutzung durch das Anftreifen an den Bohrlochwänden gefchützt werden, während letztere fich leicht und billig erfetzen laffen. Innere Muffen (Nippel) werden nur noch felten gebraucht; fie hemmen den Spülwafferftrom. — Ueber den Antrieb des Bohrgeftänges, Klemmfutter, Wafferwirbel oder Drehkopf f. [1], Bd. 3.

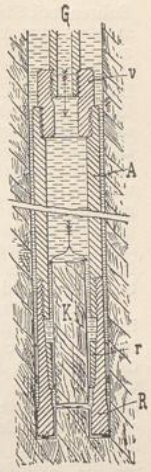




Fig. 15.

Je nach der Härte des Geftеins, dem Durchmeffer und der Tiefe des Bohrloches beträgt die durchfchnittliche tägliche Leiftung beim Diamantbohren etwa 6—15 m. Außer dem fchnelleren Fortfchritte gegenüber dem Stoßbohren befteht der wefentlichfte Vorteil darin, daß die Bohrkerne viel zuverläffigeren Aufchluß über die Natur der durchbohrten Gebirgsfchichten geben als der Bohrfchlamm. Auch im löslichen Gebirge, z. B. in Salzen, kann man Bohrkerne erhalten; man verwendet dann ftatt des Spülwaffers eine gefättigte Löfung von Magnefiafalzen, die den erbohrten Salzkern nicht auflöft. Für fehr tiefe Bohrungen wird jetzt nur noch die Diamantbohrung angewendet.

Eine weitere Methode des Tiefbohrens, das **Seilbohren**, ift dadurch gekennzeichnet ([1], Bd. 4), daß ftatt des Geftänges ein Seil verwendet und an diefem ftoßend gebohrt wird; es verringert fich der Zeitaufwand beim Einlaffen und Aufholen des Bohrers ganz wefentlich, da das Zufammenfchrauben und Auseinanderfchrauben des Geftänges fortfällt. Das Seil wird mittels Seilklemme gefaßt und diefe am Bohrfchwengel befeftigt. Das geringere Gewicht des Seiles gegenüber dem Geftänge geftattet die Anwendung des Verfahrens auch für Tiefen bis zu 1600 m. Als Nachteile find zu nennen, daß wegen der Längung und Drehung des Seiles die Fallhöhe des Meißels nicht genau beftimmt werden kann und daß auch das Umfetzen unregelmäßig erfolgt. — Nach zuverläffigen Berichten wendeten die Chinefen befonders zum Erbohren von Salzquellen das Verfahren fchon feit 2000 Jahren an, man nennt diefe Methode daher auch chinefifches Bohren; in den letzten 20 Jahren ift es namentlich in Nordamerika, Galizien und Deutfchland für kleinere Bohrungen zur Trinkwaffergewinnung in Gebrauch, daher wird es auch Brunnenbohren genannt. Im allgemeinen ift diefe Methode jedoch von geringerer Wichtigkeit. Für weichere Geftеine werden auch Bohrer gebraucht, die aus einem längeren Rohrftücke beftehen, das unten eine kreisförmige Schneide trägt und den Bohrfchmand zum Teil aufnimmt (Röhrenbohrer).

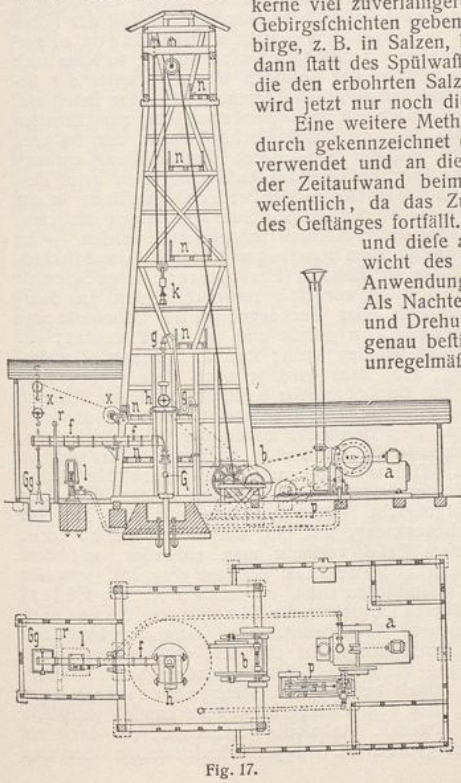
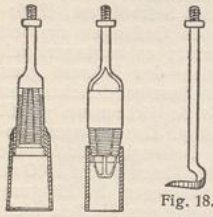


Fig. 17.

Als Beifpiel für eine moderne Bohranlage fei hier nach der Zeitfchrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwefen im preußifchen Staate 1888, S. 296, und Tafel X, der Bohrturm von Köbrich, welcher die Anlagen für ftoßendes

Bohren mit Stahlmeißel und Diamantbohrer vereinigt, an der Hand der Fig. 17 kurz beſchrieben. In dem aus Holz gebauten Bohrturme iſt oben eine Scheibe aufgehängt, über welche die zum Aufholen und Einlaſſen des Geſtänges angewendete Kette mit Kopfſchraube *k* geführt iſt; die Kette geht noch um eine loſe Rolle; ihr Ende iſt im Bohrturme feſtgelegt. Die verſchiedenen Bühnen *n* ſind zur Bedienung des Bohrzeuges notwendig. Das Kettenkabel *b* kann mittels Riemen von der Lokomobile *a* her angetrieben werden und iſt mit Kupplungen für Rechts- und Linksgang ſowie mit Bremsſcheibe verſehen. In den Figuren iſt die Anwendung des Diamantbohrens dargeſtellt: *h* iſt der Antrieb für die Drehbewegung, *g* die Waſſerzuführung zum Waſſerwirbel von der Druckpumpe *p* aus. Das Geſtänge *G* hängt am Bohrſchwengel *f* und iſt durch Gegengewicht *Gg* entlaſtet. Der Haſpel *x* dient zur Entfernung des Gegengewichtes und zum Zurückziehen des Bohrſchwengels, wenn das Geſtänge aufgeholt oder eingelaſſen werden ſoll. Beim ſtoßenden Bohren wird die Lenkſtange des Dampfzylinders *l* mit dem Bohrſchwengel verbunden; *r* iſt die Prellvorrichtung (vgl. weiter oben Stoßbohren). Ein Haſpel für das Löffelfeil iſt nicht vorgeſehen, da auch das ſtoßende Bohren mit Waſſerſpülung betrieben wurde.

Das **Verrohren** eines Bohrloches wird nötig in loſem Gebirge (z. B. Sand) und in brüchigem Geſtein, da ſich hier leicht Maſſen (Nachfall) an den Bohrlochwänden löſen und in das Bohrloch hinabſtürzen. Sie würden den Fortſchritt der Bohrarbeiten hemmen, und es treten auf dieſe Weiſe auch leicht Klemmungen des Bohrzeuges ein. Weiter muß verrohrt werden, wenn waſſerführende Schichten abzuſperren ſind, z. B. beim Bohren auf Salzſole oder Naphtha. — Die Rohre, welche zur Verkleidung eines Bohrloches dienen (Futterrohre), ſind innen und außen tunlichſt glatt gearbeitet, da ſo der Bohrlochdurchmeſſer am wenigſten verkleinert wird. Der äußere Durchmeſſer der Futterrohre wird etwa um 10 mm kleiner gewählt als der Bohrlochdurchmeſſer; beim Einlaſſen faßt man die Rohre auf der Außenſeite durch einen zweiteiligen Ring (Röhrenbündel), der auch zum Abfangen dient; die einzelnen Längen werden aufgeſchraubt oder durch Nietung verbunden und dann das Einlaſſen fortgeſetzt, bis der Rohrſtrang die nötige Länge hat. Doch kommt es auch nicht ſelten vor, daß die Röhren durch weiteren Nachfall feſtgehalten werden und trotz Belaſtung oder Anwendung hydrauliſcher Preſſen nicht weiter eingedrückt werden können. Dann muß unter Umſtänden innerhalb des erſten ein zweiter Rohrſtrang eingelaſſen werden. Soll dann das Bohrloch noch weiter vertieft werden, ſo muß man entweder mit ſchwächerem Bohrer weiter arbeiten, der ſich durch die Verrohrung einbringen läßt, oder es muß ein Erweiterungsbohrer ([1], Bd. 3, S. 15, und Bd. 5, S. 123) angewendet werden, der ſo eingerichtet iſt, daß nach dem Einführen durch die Verrohrung ſogenannte Nachſchneiden heraustreten und die ringförmige Geſteinsmaſſe unter der Verrohrung fortnehmen; es iſt dann möglich, die Verrohrung dem Bohrfortſchritte entſprechend weiter einzuſenken. Falls das Bohrloch ſeinen Zweck erfüllt hat, kann oft ein Teil der Rohre wieder herausgezogen werden; feſtſitzende Rohre verſucht man durch Röhrenſägen zu zerſchneiden. — Handelt es ſich darum, einzelne Stellen eines Bohrloches zu ſichern, ſo kann auch das Zementieren in Frage kommen. Man ſchüttet das Bohrloch bis nahe unter der betreffenden Stelle mit feinem Sande zu und bringt darauf guten Zementmörtel oder Beton ein, der feſtgeſtampft wird. Nachdem man demſelben Zeit zum Erhärten gelaſſen hat, wird das Bohrloch durch Nachbohren in der früheren Weiſe wiederhergeſtellt und der Sand durch Waſſerſpülung entfernt.


Fig. 21. Fig. 22. Fig. 18.

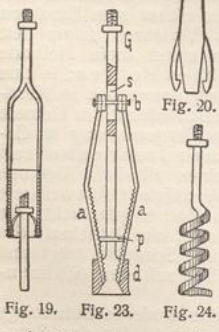


Fig. 19. Fig. 23. Fig. 20. Fig. 24.

Die **Fangarbeit.** Sehr bedeutender Aufenthalt kann beim Tiefbohren dadurch veranlaßt werden, daß entweder Gegenſtände in das Bohrloch hineinfallen oder Brüche an den Bohrwerkzeugen eintreten; auch kann das Bohrzeug durch Nachfall feſtgeklemmt werden. — Im letzteren Falle müſſen die zwiſchen Bohrzeug und Bohrlochwand ſteckengebliebenen Geſteinsſtücke mit Bohrern (Freibohrer), deren Schneide nach der Kreislinie gebogen iſt, vorſichtig zerbohrt werden. Ins Bohrloch gefallene Gegenſtände oder ſteckengebliebene Bohrwerkzeuge müſſen mit Fangwerkzeugen gefaßt und aufgeholt werden, ehe die Bohrarbeit fortgeſetzt werden kann; ihre Einrichtung iſt außerordentlich mannigfaltig, ihre Zahl wird je nach dem vorliegenden Falle durch die Findigkeit der Bohrmeiſter beſtändig vermehrt. Kleinere Gegenſtände, z. B. ausgebrochene Diamanten, eine Schraubenmutter oder dergl. entfernt man aus dem Bohrloche mittels der Wachsbüchſe, eine Glocke vom Durchmeſſer des Bohrloches, welche mit einer weichen Wachsmaſſe gefüllt iſt. Wird dieſe bis auf die Bohrlochſohle niedergelaſſen, ſo drückt ſich der betreffende Gegenſtand in das Wachs ein und wird dann heraufgebracht. Dann kommt es vor, daß ſich eine Verſchraubung der Bohrwerkzeuge löſt und der untere Teil im Loche zurückbleibt. In dieſem Falle verſucht man entweder, mit dem Glückshaken, auch Stangenhaken genannt (Fig. 18), von der Seite unter den oben befindlichen Bund zu faſſen oder die Federfalle (Fig. 19), bei größeren Gewichten die Kluppe (Fig. 20) von oben über den Bund zu ſchieben. Auch benutzt man, wenn das obere Ende des Bohrzeuges eine Schraubenſpindel iſt, eine entſprechende, mit einer Glocke als Führung verſehene Schraubenmutter (Schraubentute, Fig. 21), um ſie mittels beſonderen Geſtänges (Fanggeſtänge) aufzuſchrauben und ſo das Bohrzeug zu faſſen. Bei Rohrgeſtänge dient eine koniſch gehaltene Schraubenſpindel (Fig. 22) zu demſelben Zwecke. Aehnliche Werkzeuge, die dann als Schraubenſchneiden dienen, ſucht man wohl auf gebrochene Stangen aufzuſchrauben oder man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

faßt sie mit dem Wolfsrachen, auch Fangschere genannt (Fig. 23). Er besteht aus zwei Teilen: in das Gestänge *G* ist ein Schlitz *s* eingeschnitten, dann gabelt es sich und trägt unten eine starke Glocke *d*. Der zweite Teil besteht aus den federharten, gezähnten Fängern *a*, die oben durch einen Bolzen *b* verbunden sind, welcher im Schlitze *s* geführt wird; eine kleine Holzspreize *p* hält beim Einführen des Werkzeuges die Fänger in der gezeichneten Stellung. Gelingt es, den Wolfsrachen über das Stangenende zu schieben, so wird hierbei die Spreize *p* herausgestoßen, die Fänger rutschen etwas abwärts, legen sich an die Stange an, drücken sich beim Anheben fest und bringen das Gestänge zutage. Zum Fassen eines gerissenen Seils dient der Krätzer (Fig. 24). Die erwähnten Fangwerkzeuge sind die am häufigsten angewendeten.

Der Verlauf der Bohrarbeit einschließlich aller Nebenarbeiten und die erlangten Ergebnisse sind von dem Bohrmeister fortlaufend in dem Bohrjournale zu buchen, die Bohrproben (getrockneter Bohrschlamm oder die Bohrkerne) sind geordnet und deutlich bezeichnet aufzubewahren. Außerdem wird gewöhnlich ein Bohrlochprofil gezeichnet. — Beim Bohren auf Naphtha hat man in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und auch in Galizien bei Bohrlöchern mit nicht zufriedenstellendem Ertrage das Torpedieren, d. h. die Zündung einer Sprengladung in den naphthaführenden Schichten angewendet. Durch die Explosion entstehen einmal im Gebirge Risse, anderseits wird die im Bohrloche befindliche Wassersäule herausgeschleudert und dadurch für kurze Zeit eine Druckentlastung herbeigeführt.

Gewinnung aus Tiefbohrlöchern. Nur selten werden Naphthaspringquellen erbohrt; in der Regel muß nach Erreichen der betreffenden Schichten durch Löffeln (Schöpfen) oder durch Betrieb einer in das Bohrloch gehängten Hubpumpe (Bohrlochpumpe) die Naphtha gehoben werden. — In gleicher Weise wird beim laufenden Betriebe die Salzsole gehoben ([1], Bd. 5, S. 111).

Seit kurzer Zeit wird Druckluft zur Hebung der Naphtha aus Bohrlöchern verwendet (Mammutpumpen). In Stufenkompressoren mit Zwischenkühlung wird Preßluft von 25 bis 35 Atmosphären Spannung erzeugt. In das Bohrloch ist ein Steigrohr eingelassen, das durch ein luftdicht an die Verrohrung des Bohrloches angeschlossenes Auffatzstück hindurchgeht. Durch einen seitlichen Rohrstutzen tritt die Preßluft ein, verdrängt die in dem ringförmigen Raume zwischen Verrohrung und Steigrohr befindliche Flüssigkeitssäule und steigt endlich mit der Naphtha und Sand vermischt in dem Steigrohre beständig in die Höhe. An das untere Ende des Steigrohres kann zur Verteilung der Luft ein Mischungsstück befestigt werden. Nach der Inbetriebsetzung kann der Anfangsdruck, welcher zur Verdrängung der Flüssigkeit nötig war, durch ein Reduzierventil erniedrigt werden, weil sich das Gewicht der aufsteigenden Flüssigkeitssäule durch die Luftblasen verringert. Der Ertrag einzelner Bohrlöcher ist gegenüber dem Schöpfen mittels Löffel erheblich gesteigert worden. — Neu ist auch die Ausbeutung der reichen Schwefellager in Louisiana an der nördlichen Küste des Golfes von Mexiko durch Bohrlöcher. Das Verfahren beruht darauf, daß der Schmelzpunkt des Schwefels bei 109° C. liegt. Unter mehr als 100 m Bedeckung wurde schon im Jahre 1868 ein bis 32 m mächtiges Lager von fast reinem Schwefel erbohrt. Da starke Triebsandschichten im Deckgebirge dem Schachtabteufen unüberwindliche Schwierigkeiten bereiteten, hat seit 1895 der Generaldirektor Frasch der Standard Oil Co. das folgende Verfahren zur Gewinnung ausgebildet: Es werden Bohrlöcher bis in das Lager niedergebracht und verrohrt, außerdem wird ein engeres Rohr eingeführt. Durch das letztere wird zunächst überhitztes Wasser unter starkem Druck eingepreßt und der Schwefel geschmolzen, dann wird durch den zwischen beiden Rohren vorhandenen Zwischenraum erwärmte Preßluft eingeführt und hierdurch der geschmolzene Schwefel zum Ausfließen gebracht. Täglich können aus einem Bohrloche 300 t reiner Schwefel von 98% gewonnen werden. Wenn die Ergiebigkeit des Bohrloches abnimmt, bringt man in der Nähe ein neues Bohrloch nieder. — Beim Bohren auf Salzquellen bedient man sich zur Entnahme von Soleproben aus bestimmter Tiefe des Solhebers, eines starken zylindrischen Gefäßes mit eingeschliffenem Verschlußstopfen; es ist oben mittels gegabelten Gestänges mit Bund und Schraube zum Einlassen am Seil eingerichtet. Der Stopfen ist mit einem Bügel verbunden, der an den Seiten des zylindrischen Gefäßes geführt wird und unten in ein Belastungsgewicht endet. Läßt man den Solheber bis auf die Bohrlochsohle ein, so setzt der Bügel auf und öffnet den Stopfen, letzterer verschließt jedoch nach erneutem Anheben das Gefäß wieder, und die Solprobe gelangt unvermischt zutage. Will man in bestimmter Höhe über der Sohle eine Probe entnehmen, so werden an den Bügel des Stopfens unten eine entsprechende Anzahl Stangen angeschraubt.

Stratameter (s. d.) sind Einrichtungen, um den Verlauf eines Tiefbohrloches [2] festzustellen. — Von besonderer Wichtigkeit sind die Stratameter geworden, seitdem das Gefrierverfahren von Pötsch (Bd. 4, S. 340) des öfteren angewendet wird, da von der senkrechten Lage der Gefrierbohrlöcher das Gelingen der Frostmauer abhängt. — Haußmann, Aachen (D.R.P. Nr. 196237), hat vorgeschlagen, den Kreisel als Zeiger zu benutzen. Am besten dürften zurzeit den Zweck die neuen Stratameter von Erlinghagen (Essener „Glückauf“ 1907, S. 738) und von Guido Körner (D.R.P. Nr. 197213) erfüllen.

Literatur: [1] Tecklenburg, Th., Handbuch der Tiefbohrkunde, Bd. 1: Das Gestängebohren — Drehbohren; englisches, deutsches und kanadisches Stoßbohren, 2. Aufl., Leipzig 1900; Bd. 2: Das Spülbohren, 2. Aufl., ebend. 1906; Bd. 3: Das Diamantbohren, ebend. 1889; Bd. 4: Das Seilbohren (Brunnenbohren), ebend. 1891; Bd. 5: Geneigtbohren, Verrohren, Fangarbeit, Pumpbetrieb; Ergänzungen zu Bd. 1—4, ebend. 1893; Bd. 6: Schachtbohren, ebend. 1896; Organ des Vereins der Bohrtechniker, Wien, seit 1894; Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde einschließlich Aufbereitung und Brikettieren, 4. Aufl., 1907, S. 46—73. — [2] Erlinghagen, Die Feststellung des Fallens und Streichens von Tiefbohrlöchern durch Messung, Essener „Glückauf“ 1907, S. 697; Freise, Neuere Stratameter und Bohrlochneigungsmesser, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1907, S. 293.

Treptow.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tiefenmaß, f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 401, Fig. 22.

Tiefenmeſſer, f. Lotmaſchine.

Tiefgang eines Schiffes. Entfernung von Unterkante Kiel, d. h. dem tiefſten Punkt des Schiffsrumpfes bis zur Schwimmebene, bei ſteuerlaſtigem Schiff iſt der Tiefgang hinten größer wie vorne. — Tiefgangsmarken, ſ. Ahming.

Tiefladelinie, Ladewaſſerlinie, bis zu welcher ein Frachtſchiff höchſtens beladen werden darf (ſ. Freibord).

Tieflot, ſ. Loten, Lotmaſchine.

Tiegel, bei Buchdruckmaſchinen (ſ. d.) die Platte, die den Papierbogen gegen die Form preßt.

Tiegelflußeiſen, (-fluß-)ſtahl, -gußſtahl, -ſtahlguß, Bezeichnungen für das im Tiegel geſchmolzene ſchmiedbare Eiſen.

Das Verfahren iſt ſehr teuer, das erzeugte Material zeichnet ſich aber durch hervorragende Eigenſchaften (ſehr hohe Feſtigkeit bei großer Zähigkeit, gleichmäßige Beſchaffenheit) aus; es gelangt da zur Verwendung, wo beſonders hohe Anforderungen an die Feſtigkeitseigenſchaften geſtellt werden (z. B. für Geſchütze, Werkzeuge, Achſen u. ſ. w.). Die Tiegelſtahlherſtellung rührt von B. Huntsman (1730) her, der mit ſeiner Einführung den Zweck verfolgte, den durch andre Verfahren hergeſtellten Rohſtahl durch Umſchmelzen in Tiegeln gleichmäßiger zu machen. Die Tiegel beſtehen aus Graphit, Ton, Sand, Kaolin u. a. Sie werden in wechſelnder Zuſammenſetzung auf Preſſen unter Verwendung von Metallformen hergeſtellt. Ihre Trocknung, die langſam erfolgen muß, beträgt bis zu 10 Wochen. Ueber die Herſtellung der Tiegel vgl. [1]. Das Faſſungsvermögen der Tiegel beträgt bis zu 60 kg. In der Regel wird jeder Tiegel nur einmal benutzt. Ihre Wandſtärke liegt zwiſchen 2 und 3 cm, ihre Bodenſtärke zwiſchen 2,5 und 3,5 cm. Die Tiegelöfen ſind entweder Schachtöfen (ſ. Oefen für techniſche Zwecke) oder Flammöfen mit Wärmeſpeichern (Regeneratoren). Dieſe beſtehen aus drei Kammern für je ſechs bis zwölf Tiegel [2] oder aus einem einzigen Raum. Tiegelöfen mit 2,5—2,6 qm Herdfläche faſſen 40—55 Tiegel von 30—35 kg Inhalt. Bei 5—7ſtündiger Chargendauer macht man in 24 Stunden 4—2,5 Chargen. Als Rohmaterial für Tiegelſtahl verwendet man möglichſt phosphor- und ſchwefelarmen Puddelſtahl, Herdfriſchſtahl, Zementſtahl und Flußſtahl. Zur Erzielung eines beſtimmten Kohlenſtoffgehalts werden ferner ſchmiedbares Eiſen, Roheiſen geeigneter Zuſammenſetzung oder Ferromangan verwendet. Zur Darſtellung von Spezialſtahlſorten (wie Chromſtahl u. ſ. w.) werden die entſprechenden Zuſätze gemacht. Der Verlauf des Schmelzens iſt von der Temperatur im Schmelzofen und von der Art der verwendeten Tiegel abhängig. Der Stahl erleidet eine um ſo größere Veränderung ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung, je höher der Kohlenſtoffgehalt des Tiegels und je höher der Mangangehalt des Einſatzes iſt. — Die mit dem Einſatz gefüllten Tiegel werden zunächſt in einem Tiegelbrennofen bis zur Rotglut erhitzt und dann erſt in den Tiegelſchmelzofen mit Hilfe langer Zangen, welche den Bauch des Tiegels umfaſſen, gebracht. Während des Schmelzens ſind die Tiegel mit einem Deckel, der zum Durchſtecken einer Stange mit einem Loch verſehen iſt, abgedeckt. Gußſtücke aus Tiegelſtahl (ſ. a. Stahlguß) erhalten gewöhnlich einen mäßigen Gehalt an Silicium und Mangan, um dichte Güſſe zu erzielen. Vielfach verwendet man für Formgußſtücke gewöhnlichen Flußſtahl, der in Tiegel eingegoſſen und im Tiegelſchmelzofen $^1/_2$ Stunde oder länger zwecks Entgaſung und Ausſcheidung von Oxyden erhitzt wird. — S. a. Stahl.

Literatur: [1] Wernicke, Fr., Die Fabrikation der feuerfeſten Steine, Berlin 1905, S. 80. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 422. — [3] Handbücher des Eiſenhüttenweſens von Ledebur, Wedding u. a.

A. Widmaier.

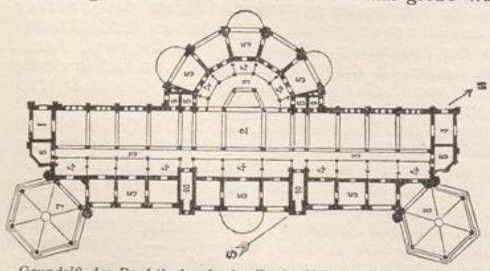
Tiegelofen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke.

Tiegelpreſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen.

Tiegelprobe, ſ. Bleiproben, Goldproben, Silberproben.

Tiergarten, 1. (Wildpark) ein weites Gehege in waldigem Gebiet.

Er dient zur Züchtung von Waldtieren wie Hirſche, Rehe, Wildſchweine u. dergl. ſowie zur Abhaltung von Jagden; anderſeits auch, um dem Wildſchaden auf den umliegenden Feldern vorzubeugen. Da es ſich hierbei meiſt um große Waldgebiete handelt, die zu umhegen ſind, iſt die Umzäunung tunlichſt leicht und nicht zu koſtſpielig herzuſtellen. Früher ausſchließlich aus Holz gebildet, unten aus Brettern, oben aus Latten, wird jetzt durch die Steigerung der Holzpreiſe der Zaun meiſt aus ſtarken Pfoſten mit dazwiſchen geſpanntem Zinkdraht erſtellt. An Gebäuden ſind Forſthäuſer für das Aufſichtsperſonal und Futterſcheuern nötig.



Grundriß des Raubtierhauſes im Zoologiſchen Garten zu Berlin. Maßſtab 1 : 1000. 1 Vorhallen. 2 Publikum. 3 Gang für den Wärter. 4 Winterkäfige. 5 Sommerkäfige. 6 Wurfkäfige. 7 Königstiger. 8 Löwen. 9 Wärter. 10 Heizungsräume.

2. (Zoologiſcher Garten) zur Haltung und Züchtung einer Sammlung verſchiedenſter Tiergattungen ſowohl zum wiſſenſchaftlichen Studium als zur Unterhaltung und Belehrung des Volks.

Die Unterbringung der Tierarten wird sich je nach der Eigenart derselben richten. Bei den Raubtieren wie Bären, Löwen u. dergl. dienen weite und tiefe Zwinger mit geschützten Liegeräumen, bei andern Tieren, wie z. B. Affen, Vögel, weite Käfige oder Laufräume. Im übrigen sucht man die Aufenthaltsorte meist der Heimat der Tiere anzupassen, und diesen tunlichste Freiheit der Bewegung zu verschaffen. — Aeltere Anlagen sind die zu Schönbrunn bei Wien (18. Jahrhundert), der Jardin des plantes, und Jardin d'acclimatation zu Paris. In neuerer Zeit besitzen fast alle Großstädte sowie besonders die großen Handels- und Seestädte Europas solche Gärten, die mit einfacheren oder reicheren charakteristischen Bauten und Anlagen ausgestaltet sind [2]. Gesellschaftshaus des Zoologischen Gartens zu Frankfurt a. M. s. Bd. 4, S. 442.

Literatur: [1] Zeitschr. Der Zoologische Garten, Frankfurt a. M. — [2] Berlin und seine Bauten, 2 Bde., Berlin 1896.

Weinbrenner.

Tigerauge, s. Quarz, Bd. 7, S. 314.

Tinkal, s. Borax.

Tinte (Dinte, Atramentum), zur Herstellung von Schrift oder Zeichnung geeignete, beliebig gefärbte, zumeist aber schwarze oder nach dem Auftragen schwarz werdende Flüssigkeit.

Die gewöhnliche schwarze oder blauschwarze **Tinte** besteht in der Regel aus gerbsauerm und gallussauerm Eisen, das durch einen Zusatz von Gummi, Zucker u. s. w. in der wässerigen Flüssigkeit suspendiert erhalten wird. Sie ist nicht unauslöschlich, dunkelt zunächst nach und vergilbt dann nach längerer oder kürzerer Zeit (Dauerhaftigkeit). Je nach ihrer Verwendung teilt man sie in drei Klassen ein:

1. Kanzleitinte. Diese muß aus Galläpfeln oder Tannin bereitet sein. Sie hat den gesetzlichen Anforderungen (s. unten) zu genügen und wird verwendet für Akten, Dokumente, überhaupt für Schriftstücke, die eine lange Dauer haben sollen.

2. Kopiertinte besteht aus Galläpfelauszügen bezw. Tannin oder Blauholz (auch Teerfarben) und soll gute Kopien liefern.

3. Schreibtinte für Haus- und Schulgebrauch. Von dieser Tinte verlangt man gute Eigenschaften, aber keine lange Dauer.

Nach den neueren Verfahren, Darstellung der Gallustinten aus käuflichem Tannin durch teilweises Ueberführen des letzteren in Gallussäure, d. h. durch Fermentieren mit Wasser angefeuchteter grobgepulverter Galläpfel und Zusatz von Eisenoxyd- oder -oxydulsalzen, erhält man nur Tinten, die anfangs blasse Schrift ergeben. Diese Tinten werden daher mit Teerfarben nachgefärbt. Hierbei hat sich die auffallende Tatsache ergeben, daß die Teerfarben den Flüssigkeitsgrad (Viskosität) der so nachgefärbten Tinten beeinflussen, indem die einen die Tinte dickflüssiger, andre sie leichter fließend machen.

Zum Galläpfelauszug durchfeuchtet man 200 Teile grobgepulverte chinesische Galläpfel (s. d.) mit Wasser, läßt die Masse bei einer Temperatur von 20—25° C. bis zu erfolgter reichlicher Schimmelbildung unter täglichem Ersatz der verdunstenden Feuchtigkeit (die Fermentation braucht 8—10 Tage) stehen und extrahiert sie im Dampfbade eine Stunde lang mit 400 Teilen destilliertem oder Regenwasser, preßt ab, behandelt den Rückstand in gleicher Weise mit 400 Teilen und 200 Teilen Wasser, rührt in die vereinigten Auszüge Talkpulver, läßt 24 Stunden stehen und filtriert. Das Filtrat betrage 1000 Teile (Haltbarkeit: einige Tage). Hieraus wird der Galläpfelkanzleitintenkörper bereitet: 1000 Galläpfelauszug werden mit 100 10% Eisen enthaltender Eisenchloridlösung vermischt, die Mischung 14 Tage in verschlossener Flasche gehalten und dann filtriert. Auch mit Tannin direkt werden in ähnlicher Weise Tintenkörper bereitet; Näheres in [1]. — Aus diesen Tintenkörpern kann man durch Pigmentzusätze die ganze Reihe von Kanzleitinten herstellen. — Als für alle diese Tinten geltenden Typus folgt die Vorschrift für die sogenannte blaue Galluskanzleitinte (Reichstinte, Aleppotinte, blauschwarze Japantinte genannt).

a) Galläpfeltinte: 3,0 Phenolblau, 4 *F* (Schaal, Dresden) löst man in der Wärme in 400 Wasser, mischt 600,0 des Galläpfelkanzleitintenkörpers und dann noch 1,0 Karbolsäure zu, läßt die Mischung in mit Papier umschlagenen Kolben eine Woche in kühlem Raume stehen und gießt hierauf vom Bodensatz klar ab oder filtriert.

b) Tannintinte: s. in [1] und in [2]. Man mischt zu 400,0 des Tanninkanzleitintenkörpers, zuletzt 1,0 Karbolsäure und 2,0 Zucker und läßt die Tinte wie bei a) stehen.

Zu den Galluskopiertinten wird der Galläpfelkopiertintenkörper wie folgt hergestellt: 900 Galläpfelauszug, 4,0 Schwefelsäure (spez. Gew. 1,835) werden ¼ Stunde im Dampfbade erhitzt, mit 60,0 kristallisiertem Eisenvitriol versetzt, 2 Wochen in verschlossener Flasche stehengelassen, filtriert und unter Nachwaschen des Filters auf 1000 gebracht. Ueber Herstellung des Tanninkopiertintenkörpers s. [1] und [2].

Als Typus der Kopiertinten folgt die Vorschrift der blauen Galluskopiertinte mit Galläpfelkopiertintenkörper: 2,5 Phenolblau, 3 *F*, 30,0 Zucker löst man heiß in 70 Wasser, mischt 900 Galläpfelkopiertintenkörper und 1,0 Karbolsäure zu, läßt eine Woche bedeckt stehen und gießt klar ab.

Blauholztinten sind Chromtinten, welche aus Blauholzextrakt, Kaliumdichromat, Chromalaun oder andern in der Färberei als Beizen gebrauchten Salzen oder sauern Salzen sowie Säuren bereitet werden. Je nach der Menge dieser Zusätze variiert die Farbe und die Viskosität. Die Kopierfähigkeit ist eine vorzügliche; auf dünnes Seidenpapier kann man bis zu vier Abzüge auf einmal machen, ferner liefern sie noch nach Monaten brauchbare Kopien; hieraus folgt aber auch, daß die Schriftzüge leichter entfernt werden können. Läßt man Ammoniakdämpfe auf die Schrift einwirken, so wird die Kopierfähigkeit aufgehoben. — Als Beispiel ihrer Darstellung mögen folgende Vorschriften dienen:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tintenkörper: 200,0 Blauholzextrakt werden in 1000,0 heißem Waffer gelöft. Dann läßt man 8 Tage lang abfitzen und gießt klar ab.

Blauholzkopiertinte (Hämateinkopiertinte): 600,0 Blauholzextraktlöfung (Tintenkörper) erhitzt man 1/4 Stunde lang mit 1,5 Schwefelfäure (fpez. Gew. 1,835). Alsdann mifcht man in dünnem Strahl folgende Mifchung hinein: 40,0 fchwefelfaure Tonerde löft man in 120,0 warmem Waffer, gibt 40,0 Pottafche zu Kohlenfäure, alsdann 40,0 Oxalfäure behufs Löfung des Tonerdeniederfchlages und hierauf 3,0 Kaliumdichromat. Sodann erhitzt man alles noch 1/4 Stunde im Dampfbade, bringt auf 1000,0, gibt 1,0 Karbolfäure zu, läßt 14 Tage ftehen und gießt klar ab.

Farbige Tinten (violett, rot, grün) fowie Alizarintinten werden genau fo wie Galläpfeltinten und Tannintinten bezw. Alizarinkopiergallus- und Tannintinten mit den entfprechenden Farben hergeftellt; ebenfo wie die Blauholzkopiertinte werden auch die violetten und veilchenblauen Tinten gemacht; nur nimmt man 1,0 Schwefelfäure und 3,5 Kaliumdichromat bezw. 0,5 Schwefelfäure und 4,0 Kaliumdichromat. — Anilintinten werden aus Teerfarben hergeftellt und liefern die größte Anzahl der Farbtinten fowie der Salon- und Schultinten, von deren Schrift man eine lange Dauer nicht verlangt; zu Violett z. B. verwendet man: Methylviolett 6,0, kaltes Waffer 20,0, heißes Waffer 960,0, 33%ige Effigfäure 5,0, Zucker 20,0. Näheres in [1] und [2]. Die Kopiertinte bereitet man ebenfo, verwendet aber etwas mehr Farbe und fetzt als Säure, mit Ausnahme der roten Kopiertinte, 2,0 Oxalfäure zu.

Hektographentinten find wäfferige, 10—20%ige Löfungen von Teerfarben mit 10% Alkohol, eventuell unter Zufatz von 4% Glyzerin und Effigfäure. Violett: Methylviolett, Blau: Reforzinblau, Grün: Anilingrün, Rot: Eofin.

Druck- und Stempeltinte (D.R.P. Nr. 57848) nach Higgins. Geeignete Anilinfarben werden in Nelken-, Zimmt- oder Pfefferöl gelöft; zum Stempelblau wird Berlinerblau mit Glyzerin angerieben bis zur erforderlichen Konfiftenz.

Glasätztinte. 3 Teile Baryumfulfat werden mit 1 Teil Fluorammonium und Schwefelfäure zu einem dünnen, zum Schreiben geeigneten Brei angerührt (eigne Vorfchrift).

Tinte zum Schreiben auf Glas (durch Waffer nicht angreifbar): Weißer Schellack 10,0, Terpentinöl 15,0, Venezianer Terpentin 5,0, Indigopulver 5,0.

Tinte zum Schreiben auf Metall (Zinn und Zink und Weißblech). 3,0 Kaliumchlorat, 6,0 Kupferfulfat, 7,0 Waffer werden gemifcht mit einer Löfung von 0,05 Reforzinblau *M.*, 20,0 Waffer und 5,0 30%iger Effigfäure. Die Haltbarkeit der Tinte ift eine befchränkte.

Wäfchezeichentinte. Man löft 20,0 Silbernitrat in 50,0 Ammoniak und fügt 30 bis 40 konzentrierte Gummiarabikumlöfung zu. — Nach Kindt (Dingl. Polyt. Journ.) benutzt man den ätheralkoholifchen und bis zur Sirupskonfiftenz eingedickten Auszug der von den öligen Kernen befreiten Früchte von Anacardium orientale (fogenannte Elefantenläufe). Man fchreibt die Zeichen in die Wäfche und befeuchtet die getrocknete Schrift mit Kalkwaffer, wodurch fie tiefchwarz wird.

Lithographifche Tinte. Diefe muß in den Stein eindringen und der Säure widerftehen. Man bereitet fie mit Talg, Wachs und Seife, wobei es als Regel gilt, daß die Tinte ebenfoviel Seife als nicht verfeifbare Subftanzen enthält (Villon, Lemercier). Lemercier gibt folgende Vorfchrift: Gelbes Wachs 4 Teile, Talg 3 Teile, weiße Marfeiller Seife 13 Teile, Lackgummi 6 Teile, Schwarz 3 Teile. Näheres in [1].

Unauslöfchliche Tinte: 10%ige Silbernitratlöfung.

Sympathetifche Tinten fpielen wohl praktifch keine Rolle, dienen aber zu chemifchen Spielereien. So gibt z. B. eine 10%ige Löfung von Ferrocyankalium nach dem Trockenwerden faft unfichtbare Schriftzüge; überpinfelt man fie mit einer verdünnten Eifenchloridlöfung, fo tritt die Schrift blau hervor. Nach Péchard erhält man tiefblaue Schriftzüge, wenn man die Schrift mit einer wäfferigen Oxalomolybdänfäure (hergeftellt durch Eintragen von Molybdänfäure in eine heiße Oxalfäurelöfung) dem Sonnenlicht ausfetzt. — Braune Schrift entfteht bei Verwendung einer 10%igen Bleiacetatlöfung beim Ueberpinfeln derfelben mit Schwefelammonium. — Rote Schrift erzielt man mit einer Rhodankaliumlöfung und Ueberpinfelung mit verdünnter Eifenchloridlöfung.

Tintenprüfung. Im Jahre 1888 erfolgte in den Mitteilungen der Kgl. Preußifchen Technifchen Verfuchsftation zu Charlottenburg eine Veröffentlichung über die „Grundfätze für amtliche Tintenprüfung", die vom Kgl. Preußifchen Staatsminifterium genehmigt find; f. in [1].

Literatur: [1] Ditrich, Pharmaz. Manual, 1892. — [2] Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch der Chemie, Bd. 7, Braunfchweig 1905. — [3] Schluttig und Neumann, Die Eifengallustinten, Dresden 1890.

Bujard.

Tirefonds, f. v. w. Schwellenfchrauben für Holzfchwellen; f. Oberbau.

Tifch bezeichnet bei Werkzeugmafchinen (mit Ausnahme der Drehbänke) den zur Aufnahme des Arbeitsftückes dienenden Mafchinenteil; f. Bohr-, Fräs-, Hobel-, Shaping-, Stoß-, Schleifmafchinen. *A. Widmaier.*

Tifchkloben, f. Feilkloben.

Tifchlerarbeiten. I. Bautifchlerei, umfaffend alle leichten, nicht zu den eigentlichen tragenden Holzkonftruktionen gehörigen Teile, wie Fußböden, Wände, Täfelwerk, Treppen, Verfchalungen, Gefimfe, Fenfterftöcke, -rahmen u. f. w. II. Möbeltifchlerei (für feinere Gegenftände: Kunfttifchlerei), umfaffend alle Möbel und Einrichtungen für Wohnungen. III. Mafchinen- oder Modelltifchlerei, umfaffend alle hölzernen Beftandteile von Mafchinen, wie Geftelle, Schwengel, Wände u. f. w. und die Holzmodelle für Gießereizwecke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tiffiérographie, von L. Tiffiér in Paris ausgearbeitetes Verfahren, durch Abformung von hochgeätzten lithographiſchen Druckformen (ſ. Lithographie) mittels Stereotypie (ſ. d.) oder Galvanoplaſtik (ſ. Elektrotypie) Kliſchees für die Buchdruckpreſſe zu erzeugen (vgl. Lithotypographie). *A. W. Unger.*

Titan *Ti*, Atomgew. 48,1, dunkelgraues Pulver, unter dem Polierſtahl metalliſchen Strich annehmend; an der Luft erhitzt, verbrennt es mit blendendem Glanz.

Titanſäureanhydrid, TiO_2, findet ſich kriſtalliſiert als Rutil, Brookit und Anatas (ſ. d.); ferner iſt Titan im Titaneiſenerz, im Titanit und in einer Reihe andrer Erze enthalten. Bei der Verhüttung titanhaltiger Eiſenerze bildet ſich titanhaltiges Eiſen; in den Schlacken findet man dann ſtark glänzende, gelblich-kupferrote Kriſtalle von Cyanſtickſtofftitan, $Ti_{10}C_2N_8$. Bei hoher Temperatur verbindet ſich Titan direkt mit Stickſtoff. Titanſalze finden als vorzügliche Beize in der Färberei Verwendung. Titankaliumoxalat wird zum Lederfärben gebraucht. Dieſe Titanſalze liefern engliſche Alaunfabriken als Nebenerzeugnis. *Moye.*

Titanbronze iſt Titandiſulfid TiS_2. Gelbe, dem Muſivgold ähnliche, ſchwach nach Schwefelwaſſerſtoff riechende und beim Erhitzen verbrennende Kriſtallblättchen.

Es entſteht beim Durchleiten einer Miſchung von Titanchloriddampf und Schwefelwaſſerſtoffgas durch eine glühende Porzellanröhre oder durch Zuſammenſchmelzen von gleichen Teilen Rutil, Schwefel und Natriumkarbonat unter einer Kohlendecke im Graphittiegel. Rutil iſt ein im weſentlichen aus Titandioxyd beſtehendes, in der Natur vorkommendes Mineral. Auch eine Legierung von Kupfer und Eiſen mit Titan nennt man Titanbronze. *Bujard.*

Titaneiſenerz (Ilmenit, Iferin, Menakkanit), Mineral, wechſelnde Miſchung von Titan- und Eiſenoxyd.

Kriſtalliſiert hexagonal-rhomboedriſch. Schwarz, metallglänzend, undurchſichtig; Härte 5—6; ſpez. Gew. 4,3—5,2. Sehr ſchwer ſchmelzbar, unmagnetiſch, nach dem Glühen magnetiſch. Schwer löslich in Salzſäure. Wird durch Schmelzen mit ſauerm ſchwefelſauerm Kali aufgeſchloſſen. Stetiger Gemengteil faſt aller Eruptivgeſteine ſowie vieler kriſtalliner Schiefer. *Leppla.*

Titanit (Sphen, Greenovit, Menackerz), Mineral, titan- und kieſelſaurer Kalk, $CaTiSiO_5$.

Kriſtalliſiert monoklin. Durchſichtig bis durchſcheinend, glasglänzend, grün, gelb, braun. Spröde. Härte 5—5½; ſpez. Gew. 3,4—3,6. Schmelzbar. Durch Schwefelſäure vollſtändig zerſetzbar. Viel verbreitet in kriſtallinen Schiefern, Hornblendegeſteinen ſowie in Sanden und Sandſteinen. *Leppla.*

Titriermethode, ſ. Analyſe; vgl. a. Alkalimetrie, Normallöſungen.

Tl, in der Chemie Zeichen für Thallium.

To (Tſcho), Hohlmaß in China und Japan. Der japaniſche Scheffel Seï = 2 Hwo zu 10 Schin zu 10 Tſching zu 10 Tſcho = 122,43 l.

Tobinbronze, dem Deltametall (ſ. d.) ähnliche Bronze, 61—81 % Kupfer, 2,7—5 % Zink, 0,2 % Eiſen, etwas Zinn und Blei enthaltend.

Toende (norwegiſche Tonne), Getreidemaß auf Island = 131,3923 l.

Töpferſcheibe, ſ. Tonwaren.

Toiſe (Peru-Toiſe), ein eiſerner Maßſtab, angefertigt 1735 für die Gradmeſſung in Peru (ſ. Erde) nach dem öffentlichen eiſernen Eichmaße, das 1668 in die Treppe des Grand Châtelet de Paris eingelaſſen war. 1 Toiſe = 6 Pariſer Fuß = 864 Pariſer Linien.

Der Maßſtab diente gleichzeitig als End- und Strichmaß, da er an beiden Enden Ausſchnitte trägt, auf denen das Strichmaß durch Punkte in der Verlängerung der Endflächen bezeichnet iſt. Die Peru-Toiſe wurde 1766 für Frankreich und damit für alle wiſſenſchaftlichen Maßvergleiche als Prototyptoiſe erklärt. Es wurde eine große Anzahl Kopien angefertigt. Sie wurde benutzt als Urmaß für die Baſismeſſungen (ſ. d.) der großen franzöſiſchen Gradmeſſung zur Einführung des metriſchen Maßſyſtems (ſ. Erde) und bildet daher die Grundlage dieſes 1791 in Frankreich und ſpäter nach und nach in den meiſten Kulturſtaaten angenommenen Syſtems. 1799 wurde beſtimmt, daß 1 m bei 0° gleich 443,296 Linien der Peru-Toiſe bei 13° R. gleich 16,25° C. ſein ſoll. Neuere Maßvergleichungen haben ergeben, daß bei 13° R. die Länge des Endmaßes 1949,093 mm, des Strichmaßes 1949,001 mm des internationalen Meters beträgt, während ſie nach der Definition des legalen Meters 1949,040 mm betragen ſollte.

Literatur: Unter Angabe der Originalliteratur iſt berichtet in: [1] Zeitſchr. f. Inſtr. 1883, S. 64, 176, 248, 392 über Wolf, Hiſtoriſche Unterſuchungen über die Urmaße des Pariſer Obſervatoriums. — [2] Ebend. 1886, S. 284, über Peters, Zur Geſchichte und Kritik der Toiſenmaßſtäbe; Wolf, Sur l'authenticité de la toise du Pérou; Förſter, Sur la toiſe du Pérou. — [3] Ebend. 1888, S. 330, über Wolf und Benoît, Vergleichung der Toise du Pérou mit dem internationalen Meter. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Tola, 1. Gewicht in Oſtindien = 11,664 g. 5 Tola = 1 Chittak, 16 Chittaks = 1 Seer (Siho), 40 Seer = 1 Maund. 2. Gold- und Silbergewicht = 12 Maſcha zu 12 Rättibs zu 4 Dhan = 11,6—11,7 g.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Toleranzlehre (Differenzlehre), f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402.

Tolidin, Toluidin, f. Farbſtoffe, künſtliche organiſche.

Toluol (Methylbenzol) $C_6H_5 \cdot CH_3$, ein aromatiſcher Kohlenwaſſerſtoff und das nächſthöhere Homologe des Benzols, welches ſich alſo vom Benzol durch Erſatz eines Waſſerſtoffatoms durch die Methylgruppe ableitet.

Das Toluol iſt eine Flüſſigkeit von benzolartigem Geruch, vom ſpez. Gew. 0,8720 bei 15° C. und dem Siedepunkt 110,3°. Es entſteht bei der trockenen Deſtillation des Tolubalſams (daher der Name), findet ſich im Steinkohlenteer, im Holzteer und im animaliſchen Teer; wird insbeſondere aus leichtem Steinkohlenteer durch Deſtillation gewonnen und iſt, wie das Benzol, für die Technik ſehr wertvoll. Durch Oxydation mit verdünnter Salpeterſäure oder mit Chromſäure liefert es Benzoeſäure. Durch Chlor wird in der Siedehitze ausſchließlich Waſſerſtoff der Methylgruppe ſubſtituiert, und es entſtehen nacheinander Benzylchlorid $C_6H_5 \cdot CH_2Cl$, Benzalchlorid $C_6H_5 \cdot CHCl_2$, Benzotrichlorid $C_6H_5 \cdot CCl_3$. In der Kälte entſtehen dagegen o- und p-Chlortoluol $C_6H_4 < \begin{matrix} CH_3 \\ Cl \end{matrix}$, indem das Chlor in den Kern tritt. Anwendung in der Teerfarbeninduſtrie; zur Erzeugung von künſtlichem Moſchus; als Löſungsmittel; ſ. a. Benzol und Aromatiſche Verbindungen. *Bujard.*

Toman, perſiſche Goldmünze = 7,12 ℳ.

Tombak, ſ. Meſſing; Tombak, weißer, ſ. v. w. Weißkupfer (ſ. d.).

Ton, ſ. Schall.

Tonalit, ein aus Hornblende, Feldſpat (Plagioklas), Quarz und Biotit beſtehendes dioritiſches Geſtein in den Südalpen.

Tonbäder und **Tonfixierbäder,** Löſungen, welche hauptſächlich Salze der Edelmetalle (Gold, Platin u. ſ. w.) neben andern Chemikalien enthalten. Kommt eine ſolche Löſung mit fein verteiltem Silber oder Silberſubſalzen in Berührung, ſo erfolgt eine Abſcheidung des Edelmetalles (Gold, Platin u. ſ. w.). Man benutzt dieſe Reaktion, um den Silberbildern auf photographiſchen Kopierpapieren, welche beim Fixieren (d. i. Behandlung mit unterſchwefligſauerm Natrium) ſonſt eine gelbrote Farbe annehmen würden, eine ſchönere Färbung, die ſich beim Fixieren nicht mehr verändert, und eine größere Haltbarkeit zu erteilen (Tonen der Kopien).

Die Goldtonbäder werden in zwei Gruppen geteilt: 1. in Tonbäder, welche keine fixierende Wirkung beſitzen (getrennte Goldtonbäder) und 2. in ſolche, bei deren Gebrauch ein teilweiſes oder vollkommenes Fixieren erfolgt. Zur letzteren Klaſſe gehören die Rhodangoldbäder und Tonfixierbäder.

Literatur: Eder, J. M., Ausführliches Handbuch der Photographie, Bd. 4, 2. Aufl., Halle a. S. 1899; Derſ., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 7. Aufl., Halle a. S. 1908; Valenta, Ed., Die Behandlung der für den Auskopierprozeß beſtimmten Emulſionspapiere, Halle a. S. 1896; Schmidt, F., Kompendium der Photographie, Karlsruhe 1903; Sedlacek, Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren, Halle a. S. 1906. *Novak.*

Tondruck, in der Buchdruckerei und Lithographie das Bedrucken von Flächen mit hellen farbigen Nuancen, entweder um eine „geſchloſſenere“ (weiche) Wirkung bei Strichbildern zu erzielen (vgl. Clair-obſcur-Druck und Duplexdruck), oder zur Verzierung größerer leerer Flächen (vgl. Chaostypie), oder zur Erſchwerung von Fälſchungen (vgl. Banknotendruck).

Man bedient ſich hierbei für den Druck in der Buchdruckpreſſe glatter, geſchnittener, geätzter oder guillochierter (ſ. Guillochieren) Holz- oder Metallplatten; ferner kommen Tafeln aus Karton (ſie ſind zumeiſt mit mehrfachen Barytſchichten u. dergl. verſehen), Celluloid und Linoleum, die ſämtlich vom Setzer ſelbſt leicht bearbeitet werden können (Tonplattenſchnitt), zur Verwendung. Im Steindruck benutzt man glatte oder gekörnte, dann mit Tangierplatten (ſ. Carreaugraphie), dem Luftpinſel (ſ. d.), durch Tamponieren (Wiſchen, vgl. Tamponiermanier) oder mittels Spritzgitter gemuſterte Steine. Die lichten Tonfarben werden durch Vermiſchen der kräftigen Pigmente mit farbloſen (z. B. gebleichtem Firnis, in Firnis angeriebenem palmitinſauerm Tonerdehydrat u. ſ. w.) oder weißen Subſtanzen (hauptſächlich Zinkweiß) erhalten.

Tone, die Rückſtände der Verwitterung tonerdehaltiger Silikatgeſteine, unterſchieden als magere Tone mit größerem, als fette mit geringem Sandgehalt. Ein ſehr reiner Ton iſt Kaolin (ſ. d.). Vgl. a. Aluminium.

Tonerde, -hydrat, ſ. Aluminiumoxyd, -oxydhydrat.

Tonerde, kieſelſaure, ſ. Aluminiumſilikate.

Tonerdenatron, ſ. Aluminate.

Tonerdephosphat, entweder ein Mineral, wie der Wawellit, beſtehend aus phosphorſaurer Tonerde, oder ein Kunſtprodukt, wie das Kladnophosphat. Sein hoher Tonerdegehalt macht es zur Fabrikation von Superphosphaten ungeeignet (ſ. Phosphorſäuredünger). *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tonerde, ſchwefelſaure, ſ. Alaune.

Tonerdeſilikate, ſ. Aluminiumſilikate.

Tonfixierbäder, ſ. Tonbäder.

Tonhobel, -knetmaſchine, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonit, ſ. Sprengſtoffe, S. 224.

Tonknopfdecke (Erſatz für Rohrdecken), erfunden von S. Müller in Oberfähring bei München, D.R.P. Nr. 14298.

Die Knöpfe aus gebranntem Ton ſind koniſch, mit 35 mm äußerem Durchmeſſer und 10 mm dick; ſie werden in Abſtänden von 4—6 cm auf ſchmale, 2 cm ſtarke Deckenſchalbretter genagelt, ehe dieſe an der Decke befeſtigt werden. Sie ſollen die Nachteile, welche durch Fäulnis des Schilfrohrs oder Roſten des Drahtes entſtehen, beſeitigen. *Weinbrenner.*

Tonmühle, -preſſe, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonne, Gewicht, in Deutſchland und Frankreich = 1000 kg, in England und den Vereinigten Staaten = 20 Ztr. zu 112 Pfd. — Regiſtertonne, ſ. unter Schiffsvermeſſung. — Tonne im Bergbau, ſ. Schachtförderung; als Seezeichen, ſ. Bojen. *Plato.*

Tonnenfach, -feld, ſ. Schacht, Schachtförderung.

Tonnengehalt, ſ. Schiffsvermeſſung.

Tonnenlage (Tonnlage, verſtümmelt Donlage), im Bergbau ſ. v. w. Neigung gegen den Horizont. Der Ausdruck rührt daher, daß in flachen Schächten (ſ. Schacht) auf die mehr oder weniger geneigte Lage der Fördertonne Rückſicht zu nehmen iſt. Davon abgeleitet: tonnenlägig (donnlägig u. ſ. w.), ſ. v. w. geneigt oder flach, z. B. tonnenlägiger Schacht. *Treptow.*

Tonnenſyſtem, ſ. Abfuhr, Bedürfnisanſtalten.

Tonnung, ſ. Schachtförderung, Bd. 7, S. 584.

Tonſchiefer (Phyllad, Schiefer), gleichmäßig dichte, dünnſchiefrige bis dünnplattige, meiſt graue, auch wohl rotbraune oder grünlichgraue und blaugraue feſte Geſteine, welche durch chemiſche Umlagerung aus Ton und kalihaltigen löslichen Verbindungen hervorgegangen ſind. Den Uebergang zu Ton bilden die ebenfalls ſchiefrigen, aber noch vorwiegend aus Ton ſelbſt beſtehenden, meiſt mit dem Finger zerreiblichen und weichen Schiefertone.

Die Tonſchiefer ſetzen ſich in der Hauptſache aus einem äußerſt feinen und nur ſehr ſchwer entzifferbaren Gemenge von weißem Glimmer zuſammen, welches durch ſtaubartiges Eiſenerz gelb, rot oder braun, durch feinſte Kohlenteilchen ſchwarz gefärbt iſt. Iſt ſtatt des weißen Glimmers ein grünlicher (Sericit) oder Chlorit in feiner Verteilung vorhanden, ſo entſtehen grüne oder hellblaue Farben. Zwiſchen dem Glimmer treten öfters kleine Körner von Quarz und ſehr viel Rutil in Nädelchen auf, ebenſo die Schiefer rot färbendes Roteiſenerz (Eiſenglanz). Wird die glimmerartige Hauptmaſſe grobkörniger, ſo daß man einzelne Glimmerblättchen erkennen kann, ſo entſtehen Uebergänge zu Phylliten und zu Glimmerſchiefer. Zu nebenſächlichen, aber häufigen Einſchlüſſen der Tonſchiefer gehören Quarz in Linſenform, Schwefelkies in Kriſtallen, auch wohl Kalkknollen. Die Tonſchiefer ſind äußerſt fein geſchichtet und außerdem meiſt noch von einem zweiten, ſchief zur Schichtung gerichteten Syſtem von Ablöſungsflächen (Schieferung) durchſetzt (geſchiefert). Sehr oft ſind nur letztere ausgeprägt und die Schiefer nach ihnen ſpaltbar (vgl. Dachſchiefer, Bd. 2, S. 511). Treten Schicht- und Schieferflächen oder von dieſen zwei Syſteme gleichzeitig als Ablöſungs- und Spaltflächen und dichtgedrängt auf, ſo entſtehen ſtengelige oder griffelförmige Abſonderungen oder Griffelſchiefer (Sonneberg in Thüringen). Als Wetzſchiefer gelten ebenfalls ſehr dichte, aber ſehr viele fein verteilte Quarzkörner führende, meiſt heller gefärbte, feſte und dicker ſchiefrige Tonſchiefer (Thüringer Wald, Ardennen). Die Tonſchiefer beſtehen chemiſch zumeiſt aus Kieſelſäure, Tonerde und etwas Eiſenoxyd ſowie geringem Gehalt an Kalk, Magneſia, Kali und Natron. Beim Verwittern blättern ſie ſich meiſt auf, werden heller, gelb und gehen in unreinen Ton über. Das ſpez. Gew. liegt bei 2,8. Vorkommen in älteren Formationen (Kambrium, Silur, Devon) und hier durchweg gefaltet, gebogen und verquetſcht, wodurch wohl die Umwandlung des Tones in Glimmer beeinflußt wurde. Feſte, dünnſpaltende Schiefer dienen zur Dachdeckung, ſchwarze, reine als Tafelſchiefer, quarzreiche als Wetzſchiefer, quarzarme oder -freie, weichere zur Griffelherſtellung. Dickſchiefrige Arten werden als Baumaterial für rauhes Mauerwerk benutzt, ſind hier ſehr wetterbeſtändig, aber der vielen Ablöſungsflächen wegen ſchwer bearbeitbar. Zu Fundierungen beſſer geeignet als Schieferton.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, Bd. 3; Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, 2. Aufl., Freiburg 1907. *Leppla.*

Tonſchlag, ſ. Lehmſchlag 2, Bd. 6, S. 117.

Tonſchneider, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonſchnitt, ſ. Holzſchneidekunſt.

Tonſtein, dichte, graue oder hellgefärbte, meiſt feſt geſchichtete Geſteine, welche in der Hauptſache aus einem verfeſtigten Ton beſtehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorkommen in der Steinkohlenformation und im Rotliegenden und teilweise als Tuffe von Porphyren (Felsitporphyren) entstanden. Eisen- und kalkfreie und quarzreiche Arten werden als Rohmaterial zur Herstellung hochfeuerfester Waren viel verwendet (Neurode in Niederschlesien, Saargebiet).

Leppla.

Tonwaren, alle aus Ton oder tonhaltigen Massen hergestellten Waren. Wir unterscheiden dabei, je nach der Wasseraufnahmefähigkeit des Scherbens, Tongut und Tonzeug.

I. Tongut.

Solches hat stets den porösen, allgemein bekannten, ziegelartigen, durchlässigen, über 5 % wasseraufnahmefähigen, an der Zunge klebenden Scherben. Tongut kommt, je nach dem Verwendungszweck, glasiert und unglasiert im Handel vor. Der Wert der Waren des Tongutes wird weniger nach dem verwendeten Rohmaterial, als vielmehr nach der Art und dem Wert der Herstellung, ob handwerksmäßig, maschinell oder künstlerisch, bestimmt.

Gemeines Tongut. Hierunter versteht man alle Waren aus kalk- und eisenoxydhaltigem Ton, Lehm, Tonmergel, Schluff u. s. w.; wenn ungeschlämmt verarbeitet, müssen diese von schädlichen, grobkörnigen Beimengungen frei sein. Die sich weißlich, meistens aber hell- bis dunkelbunt brennenden Fabrikate müssen wetterbeständig sein. Zu dem gemeinen Tongut rechnen — unglasiert und gewöhnlich glasiert — alle Arten Mauerziegel, Verblender, Hartbrandziegel mit dichter Brennhaut für Bauzwecke (über dichtere Klinker s. Gemeines Steinzeug, S. 561) Falzziegel, Biberschwänze, poröse Ziegel, die auch unter Zusatz von Sägespänen und Kohlengrus hergestellt werden, und Hohlziegel, Blumentöpfe, Wasserkühler, Drainageröhren für Wiesen- und Untergrundentwässerungen, sowie die gewöhnlichen irdenen Töpfe, Kannen u. s. w. für den Küchen- und Hausgebrauch, auch das Bunzlauer und Cosswiger bleifrei glasierte Geschirr. Ferner gehören hierzu Viehtröge und die Tongutröhren für Kanalisationszwecke, d. h. Röhren mit buntfarbigem, ziegelartigem, erdigem, über 5 % wasserfaugendem Scherben. Um diese für Kanalisationszwecke, wobei sie ausschließlich zur Leitung von durchweg mehr oder minder säurehaltigen Flüssigkeiten dienen, geeigneter zu machen, und um ein Durchlassen der Flüssigkeiten bezw. ein Diffundieren mit dem Untergrundwasser zu vermeiden, werden solche Röhren, da sie oftmals keine Salzglasur annehmen, mit einer Lehmglasur versehen. Die Glasur, auch die Salzglasur, verleiht ihnen indessen nur einen fragwürdigen Schutz gegen das Eindringen der Kanalflüssigkeit, denn es kommt vor, daß die Glasur nach verhältnismäßig kurzer Zeit von dem Geschiebe der Abwässer, Sand u. s. w., abgescheuert wird. Der dann, wenn auch nur an einzelnen Stellen, von der Glasur entblößte freiliegende Scherben saugt gierig das säurehaltige Abwasser auf und dieses zerstört das Rohr. Wenn außerdem die auf der Außenwand des Rohres befindliche Glasur gar an einer Stelle fehlt oder auf dem Wege zur Verwendungsstelle oder beim Verlegen verletzt wurde und absprang, so tritt eine Verbindung der Kanalflüssigkeit mit dem Grundwasser ein und eine Verseuchung des Untergrundes, die ja gerade durch die Kanalisation vermieden werden soll, findet statt. Für die überaus wichtig gewordene Kanalisation der Städte und Ortschaften (s. d., Bd. 5, S. 351) verwendet man daher seit ca. 20 Jahren meist Röhren aus Steinzeug (s. Tonzeug, S. 560).

Der Unterschied zwischen Steinzeug und Tongut besteht im wesentlichen in der Säurebeständigkeit und in der Wasseraufnahme des Scherbens, deren Feststellung im folgenden an dem Beispiele von Röhren — einem Massenerzeugnis — besprochen werden soll.

Von den Kanalisationsverwaltungen wird vielfach vorgeschrieben, daß die Röhren, wenn sie 24 Stunden im Wasser gelegen, nicht mehr als 2—3 % ihres eignen Gewichts zunehmen dürfen. Diese Prüfungsart ist aber nicht zuverlässig. Nach diesem Verfahren geprüft, werden selbst an den Rändern der Spitzenden und an den Muffen gut glasierte, poröse Tongutröhren das vorgeschriebene Prüfungsergebnis liefern, weil hierbei die Flüssigkeit in den Scherben selbst nicht eindringen kann. Zur Beurteilung der Güte des Scherbens nimmt man in der Praxis die Auffaugeprobe in der Weise vor, daß aus einer in Tinte getauchten Schreibfeder oder aus einer Pipette ein Tropfen Tinte auf die unglasierte Bruchfläche eines Scherbenstückes getropft wird. Aus der Verschiedenartigkeit des Auffaugens macht der Praktiker sich dann ein Bild von der Wasseraufnahmefähigkeit. Oder aber man prüft die Wasserdurchlässigkeit der Oberfläche der inneren und äußeren Wandung durch Aufsetzen von graduierten Glasröhren und beobachtet, innerhalb welcher Zeit das Wasser eindringt. Den Begriff der Dichtheit des Scherbens dadurch festzustellen, daß ein auf die Bruchfläche gebrachter Wassertropfen nicht früher verschwinden darf, als es durch Verdampfung allein geschehen kann, ist mehr denn unklar. Alle diese Prüfungen sind nicht zuverlässig.

Die Wasseraufnahmefähigkeit wird zuverlässig in folgender Weise bestimmt: Aus dem zu prüfenden Rohr wird ein etwa 10 × 10 cm großes Stück, welches an allen Seitenkanten von der Glasur entblößt sein muß, damit das Wasser wirklich in den Scherben eindringen kann, herausgemeißelt. Dieses Stück wird im Trockenschrank bei 120° C. getrocknet, dann das Gewicht festgestellt, der Scherben eine Stunde gekocht, nach insgesamt 24 Stunden aus dem Wasser genommen, das Gewicht wieder ermittelt und die Gewichtszunahme nach Prozenten berechnet. Soll die Wasseraufnahmefähigkeit von mehreren Konkurrenzwaren festgestellt werden, so ist selbstverständlich, daß die zu prüfenden Rohrstücke alle von möglichst gleicher Größe und von gleicher Wandstärke sein müssen. Tongutröhren geben, nach dem bei der nachfolgenden Besprechung der Steinzeugröhren beschriebenen Verfahren geprüft, über 2 % an Säure ab.

Auch poröse Tongutröhren zeigen öfters einen dunkelgrau gefärbten Scherben, der dadurch erzeugt wird, daß man mit stark rauchendem, qualmendem, also reduzierendem Feuer brennt, wodurch sich der Kohlenstoff in den porösen Röhren ablagert und sich das im Ton

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

enthaltene Eisenoxyd reduziert. Diese dunkelgraue Farbe kann der eines gesinterten Steinzeugscherbens ähnlich erscheinen.

Feines Tongut. Zu dem „feinen Tongut" gehören meistens aus geschlämmter Masse hergestellte, unglasierte und auch künstlerisch glasierte, lackierte, sowie in der Masse gefärbte und engobierte Waren, wie Platten und Fliesen mit dichter Brennhaut und über 5 % wassersaugendem Scherben, Terrakotten für Bau-, Haus- und Gartenschmuck, bunt stumpf bemalte, lackierte und broncierte sogenannte Kunstterrakotten, Ofenkacheln, Fayence und Majolika mit buntem Scherben und weißer Zinnglasur, die oftmals mit malerischen oder plastischen Verzierungen versehen ist; ferner antike Geschirre und die Terra-sigillata-Gefäße, die durch ein kürzlich patentiertes Verfahren jetzt wieder hergestellt werden sollen und zwar durch Glätten und Dichtpolieren. Die antike Terra-sigillata dürfte in den am Fuße der Berge oder in den Tälern abgelagerten, feinst geschlämmten eisenoxydhaltigen, sich also oxydierend rotbrennenden Tonen zu suchen sein. Hier hatten die Atmosphärilien den Schlämmprozeß des Tones Jahrtausende hindurch bewerkstelligt. Dieser natürliche Schlämmprozeß kann durch unsre heutigen Schlämmereieinrichtungen nicht ersetzt werden. Da der von der Natur selbst gebildete Tonschlamm im Altertum verarbeitet und auch überlagert worden ist, so können jetzt die Terra-sigillata-Gefäße nicht mehr hergestellt werden. Die warme rote hauchartige Außenfarbe, die als Glasur angesehen wird, ist höchstwahrscheinlich gar keine Glasur, sondern die während der Bearbeitung gedichtete äußere Brennhaut. Nach dem D.R.P. Nr. 136273 werden Diaphragmen hergestellt, die bei der Elektrolyse der Chloralkalien sich als sehr gut widerstandsfähig gegen die Einwirkungen der Alkalien, der Säuren und des Chlors bewähren sollen. Die poröse Masse besteht aus Eisenoxyd mit Ton versetzt, oxydierend gebrannt.

Feuerfestes Tongut hat einen weißlichen bis bunten, porösen, saugenden, schroffen Temperaturwechseln und hohen Hitzegraden widerstehenden Scherben, der einen sogenannten Schmelzpunkt von mindestens Segerkegel 26 besitzt. Unter dem Schmelzpunkt der Tone versteht man in der Praxis einen bestimmten, in der Technik allgemein angenommenen Erweichungsgrad derselben. Dieser Erweichungsgrad wird mit demjenigen der Segerkegel verglichen, welche eine nach bestimmten Hitzewirkungen abgestufte Reihe von Tongemischen von verschiedener Schmelzbarkeit darstellen. Je höher der Schmelzpunkt eines Tones oder feuerfesten Erzeugnisses, je höher ferner seine mechanische Festigkeit, desto besser die Beschaffenheit. Feuerfestes Tongut findet Verwendung zum Ausmauern des Innern von Oefen der verschiedensten Systeme, also für Ring- und Flammöfen, Steingut-, Porzellan- und Glasöfen, Calcinier- und Glühöfen, für Koksöfen, für Hochöfen, für Kupol-, Schweiß- und Stahlöfen, für Dampfkesseleinmauerungen u. s. w. Es werden daraus ferner gefertigt Kapseln, Muffeln, Retorten, Pyrometerröhren, Schmelztiegel, Glashäfen, Zinkdestilliergefäße u. s. w.

Feuerfestes Tongut wird aus Schiefertonen, Rohkaolinen und sandhaltigen Tonen, auch aus feuerfesten plastischen Tonen und aus Quarzgestein für Dinasziegel hergestellt. Für gute Dinasziegel verwendet man nur den als festes Gestein vorkommenden Quarzit, nicht aber Quarzsand und Quarzkiesel. Der fette Ton wird mit Sand, Quarz und Quarzgestein in zerkleinertem Zustande, am besten aber mit Schamotte gemagert. Die Größe der Körnung der zu verwendenden Magerungsmittel spielt für feuerfestes Tongut eine wichtige Rolle; ist doch die Körnung von wesentlichem Einflusse auf Festigkeit und Widerstand, auch wegen der Haltbarkeit im Feuer, namentlich, wenn rascher Temperaturwechsel in Frage kommt. Ueberschuß von Sand nimmt dem Ton seine Dichtigkeit, die lockere, löcherige und poröse Masse verliert ihre Zähigkeit. Der beste und wesentlichste Zusatz für feuerfestes Tongut ist Schamotte. Schamotte wird aus gebranntem Ton, grob- oder feinkörnig, hergestellt. Durch das Brennen wird die Schamotte dichter und fester und dadurch unveränderlicher, also nicht mehr schwindbar gemacht. Die Schamotte wird entweder direkt aus rohem, feuerfestem Ton gebrannt, oder man erhält sie als Abfall von feuerfesten Fabrikaten, wie von Ziegeln, Muffeln, Kapseln u. s. w. Als Zusatz zur Masse für Tongut, Steingut, Steinzeug und Porzellanzeug werden die Scherben dieser Massen als Schamotte gemahlen und wieder zugesetzt. Die Schamotte besitzt vor allen Magerungsmitteln den großen Vorzug, daß sie bei der Verwendung ihre Schwindung bereits hergegeben hat.

Man unterscheidet bei feuerfestem Material basische, also stark tonhaltige, und saure, also stark sandige (kieselsäurehaltige), feuerfeste Produkte, die aus 1. reiner Tonschamotte, 2. aus Quarzschamotte, 3. aus Schamotte, die aus 1 und 2 gemischt hergestellt werden und 4. aus Tonschamotte mit andern Zusätzen bestehen.

Zur Herstellung von feuerfesten Produkten werden weiter als Zusatz zu feuerfesten Tonen verwendet: Koks, Holzkohle, Graphit, Bauxit, Magnesia, Kalkschiefer, Speckstein, Serpentin, Chromeisenstein, Korund, künstlicher, in verschiedener Form gewonnen, auch der beim Goldschmidtschen Thermitverfahren als Abfallprodukt gewonnene Korund, der nahezu reines Aluminiumoxyd darstellt, sowie der in der Natur als Schmirgel (vgl. Schleifen) vorkommende natürliche Korund. Die ersten feuerfesten Gegenstände aus künstlichem Korund, feuerfeste Ziegel u. s. w., fertigte Goldschmidt in Essen. Heute kommen Schmelztiegel aus Korund unter dem Namen Dynamidon auf den Markt. Ferner wird das nach dem patentierten amerikanischen Verfahren künstlich hergestellte Karborund (s. Carborundum) als Zusatz für die Herstellung von feuerfesten Fabrikaten verwendet. Ebenso wird auch amorphes Karborund und das ihm nahestehende Siloxikon (s. d.) verwendet, letzteres namentlich zur Auskleidung von Oelfeuerungen und zur Herstellung für die an besonders beanspruchten Stellen zu errichtenden Feuerbrücken in Flammöfen u. s. w. Zum Schutz für die feuerfesten Tonschamotteziegel, die als Futter von Oefen und Feuerungsanlagen dienen sollen, fertigt man einen Ueberzug aus Diamantin. Man verwendet derartig überzogene Tonschamotteziegel besonders an den Stellen, an denen Flugasche, Schlacken, schmelzende Gläser, Kalk, Zement u. s. w. schädliche Angriffe auszuüben pflegen. Das Diamantin besteht im wesentlichen aus reiner Tonerde mit geringem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zusatz von Kieselsäure, im elektrischen Ofen hergestellt. Auch wird Karborundum zur Herstellung von Retorten zur Zinkdestillation benutzt. Ferner wird das erstmals in Amerika im elektrischen Ofen hergestellte Siliciumoxyd, das unter dem Namen Monox in den Handel kommt, und die von Riecke erstmals benutzte brasilianische Zirkonerde verwendet. Vgl. a. Steine, feuerfeste.

Steingut. Hierunter versteht man eine sich weiß brennende, mehr oder weniger, aber stets poröse, also über 5% wasserlaugende Ware mit einem gleichmäßig feinen, erdigen, an der Zunge klebenden undurchsichtigen Scherben, der für die Gebrauchsgegenstände der Haushaltungen nur Dichtigkeit durch eine beiderseits aufgetragene dünne, farblose, durchsichtige Glasur erhält, die sich deutlich vom Scherben abgrenzt. Die Steingutgrundmasse wird aus einem bildsamen, wenig eisenoxydhaltigen Ton gebildet. Das Steingut, das für die verschiedensten Zwecke gebraucht wird und aus dem auch Figuren, Vasen u. s. w. hergestellt werden, wird auch in der Masse gefärbt und zwar dadurch, daß der Masse fein gemahlene Metalloxyde oder Farbkörper zugesetzt werden. Elfenbeinsteingut wird meistens nicht in der Masse gefärbt, weil sich oftmals die Tone elfenbeinartig natürlich brennen. Eisenoxydhaltiger Quarz färbt die Massen rötlich. Steingut wird auch engobiert (s. Engobe); ebenso wird es mit Unterglasurfarben auf den Biskuitscherben oder auf den fertig gebrannten, also auf der Glasur liegend, je nach dem Verwendungszweck, durch das Umdruckverfahren, durch Schablonieren oder durch Bemalen, auch mit Gold, sowie künstlerisch dekoriert.

Gemeines Steingut ist ein Gemisch von Tonmergel und Quarz mit 10—25% kohlensauerm Kalkgehalt. Dasselbe muß, damit keine Schmelzung eintritt, bei niedriger Hitze gebrannt werden, so daß die Kohlensäure aus dem Kalk nicht ausgetrieben wird; infolgedessen braust diese Masse mit Säuren und ist weich. Aus gemeinem Steingut werden die weißen, die durch Umdruck und die durch Schablonieren hergestellten gewöhnlichen Haus- und Küchengeräte, einfach dekorierte Vasen, Figuren u. s. w. hergestellt. Auch werden hieraus die gewöhnlichen weißen, porösen, nicht glasierten Tonpfeifen, sowie Diaphragmen für elektrolytische Zwecke (Puckallsche Zellen) und Filterkörper fabriziert. Da an die Diaphragmen für elektrolytische Zwecke Ansprüche an Säure- und Alkalibeständigkeit gestellt werden, so werden solche auch unter Verwendung von Beauxit und Korund, und zwar künstlichem und natürlichem, hergestellt. Solche aus Korund brachte auf Grund von Patenten die Deutsche Steinzeugwarenfabrik Friedrichsfeld in Baden erstmals auf den Markt. Steingutröhren für Kanalisationszwecke (bei diesen könnte es sich, der Kosten wegen, doch nur um solche aus gemeinem Steingut handeln), kommen überhaupt nicht zur Verwendung; sie wären, der Massenzusammensetzung wegen, durchaus ungeeignet. Die Bezeichnung „Steingutkanalisationsröhren“ in manchen fachmännischen Handbüchern und in den Ausschreibungsbedingungen für Kanalisationsgegenstände ist eine absolut irrige.

Feines Steingut. Hierunter versteht man die weiße Steingutmasse mit Zusatz von Feldspat, also die dichtere, undurchscheinende Hartsteingutmasse, die über 5% Wasser saugt. Dichte, bis 5% Wasser aufnehmende, höchstens an den Rändern durchsichtige Masse, rechnet zu dem Steinzeug. Die aus Feinsteingut hergestellten feineren Waren für den besseren Haus- und Küchengebrauch werden in der Regel (einfach und künstlerisch) bemalt. Für Tafelservice, künstlerisch ausgeführte Vasen, Figuren u. s. w. kommt ebenfalls Feinsteingut zur Verwendung. Aus der Hartsteingutmasse werden auch Gegenstände für sanitäre Einrichtungen, und zwar Waschtische, freistehende Klosetts, Pissoirbecken, Badewannen u. s. w., hergestellt. Gemeines Steingut eignet sich, feines stark porösen Scherbens wegen, für diese Gegenstände nicht; denn wird die Glasur an irgend einer Stelle, beispielsweise bei einem im Winter kaltstehenden Klosett, abgestoßen, so dringt das Wasser in den Scherben ein, das Wasser gefriert und sprengt den Scherben auseinander.

II. Tonzeug.

Mit diesem Namen bezeichnet man alle Tonwaren mit absolut bis praktisch dichtem, d. h. also bis höchstens 5% Wasser saugendem Scherben.

Steinzeug nennt man dichte, porzellanartige Ware, mit weißem, gelb bis blaugrau oder anders buntfarbigem, undurchscheinendem, höchstens nur an den Kanten transparentem Scherben, der eigentlich wie Porzellan gar kein, bei der Kochprobe (s. S. 558) aber bis höchstens 5% Wasser aufnehmen darf. Steinzeug ist also gewissermaßen als unechtes Porzellan anzusprechen; während aber echtes Porzellan, wie bekannt, einen weißen Scherben zeigt, der durchscheinend ist, hat Steinzeug einen muscheligen, steinartigen, auch nicht an der Zunge klebenden Scherben, der aber nicht durchscheinend ist. Des natursteinfarbigen Aussehens wegen wird die Masse Steinzeug genannt. Steinzeug wird auch bei niedrigerer Hitze gargebrannt wie Porzellan. Für größere und große Gegenstände, als Kanalisationsröhren, Gefäße und Apparate für die chemische Großindustrie, die, außer säure- und temperaturbeständig, auch elastisch und druckfest sein sollen, sowie aus fabrikationstechnischen Gründen muß die Masse entsprechend zusammengesetzt sein, wodurch auch eine höhere, bis höchstens 5% betragende Wasseraufnahmefähigkeit bedingt wird.

Zur Herstellung werden hochbildsame, reine, reichlich Kieselsäure enthaltende Tone verwendet, die bei verhältnismäßig niederer Hitze sintern und sich dicht brennen, ohne besonders ihre Gestalt zu verändern. Je nach dem Verwendungszweck wird der Masse auch künstlicher oder natürlicher Korund, Feldspat und feldspathaltiges Gestein, wie Porphyr u. s. w., zugesetzt. Der Sinterungs- und der Schmelzpunkt der Steinzeugtone muß gehörig weit auseinander liegen. Die Steinzeugmasse, die sich hart brennt, und selbst wenn nicht glasiert, praktisch für Flüssigkeiten undurchdringlich ist, sich hierdurch also vom Ton- und Steingut unterscheidet, nimmt Salzglasur an. Diese wird erzeugt durch das Zusammenwirken von Kochsalzdämpfen mit der Kieselsäure des Tones und dem in der Flamme enthaltenen Wasserdampf, welcher sich mit Kochsalz in Chlorwasserstoff umsetzt, während die Kieselsäure sich mit dem Natrium verbindet. Das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo entſtandene Natronglas bildet dann einen dünnen Ueberzug. Steinzeugmaſſe muß, um durchweg gute Ware zu geben, ſelbſtredend unter peinlich genauer Ofenkontrolle bei im ganzen Ofeninhalt möglichſt gleichmäßiger Hitze gargebrannt werden. Feines Steinzeug wird außer mit Salzglaſuren auch mit Erdglaſuren und andern bunten Metallglaſuren verſehen.

Gemeines Steinzeug. Dasſelbe wird faſt durchweg ungeſchlämmt verarbeitet. Es werden hieraus hergeſtellt Klinker, auch ſolche für ſäure- und temperaturbeſtändige Zwecke, alſo für Glover- und Gay-Luſſac-Turmfüllung, für bunte unglaſierte und für einfarbig glaſierte Fußbodenbelagplatten, Wandfliefen, Kanalauskleidungsplatten u. ſ. w. Aus dem gemeinen Steinzeug des Krug- und Kannenbäckerlandes, nach den mittelalterlichen Handelsbezeichnungen Kölniſches, Rheiniſches und Flandriſches Steinzeug benannt, werden, und zwar im Kannenbäckerlande, perlgraue ſalzglaſierte, auch nach der Ritztechnik mit blauen Schmalten verſehene gewöhnliche Gebrauchswaren, als Krüge für Waſſer, Bier und Wein, die ſogenannten Maßkrüge, Butter- und Zuckerdoſen, Einmachtöpfe, Gerätſchaften für pharmazeutiſche und chemiſche Zwecke hergeſtellt. Die Gegenſtände mit Unterglaſurſchmalten werden nur einmal gebrannt, auch werden derartige Waren mit einer Innenglaſur aus Lehm und Pottaſche, Soda, Borax und auch Mennige ausgegoſſen. Solche Gegenſtände werden gleichfalls im Oberelfaß gefertigt. Im Krugbäckerlande werden die rotbraun ſalzglaſierten gewöhnlichen Mineralwaſſerkrüge, Einmach- und Konſervenbüchſen, auch ſolche mit aufgeſchliffenen Verſchlüſſen, hauptſächlich aus ungeſchlämmter, teilweiſe aber auch aus geſchlämmter Maſſe hergeſtellt. Die Steinzeugwaren des Krugbäckerlandes ſind dichter als die des Kannenbäckerlandes. Aus gewöhnlichem Steinzeug werden auch an andern Orten Gefäße und Apparate für die chemiſche Induſtrie (Exhauſtoren, Pumpen, Druckgefäße, Wannen, Transportgefäße, Säure-, Reaktions- und Abſorptionstürme, Kühlſchlangen u. ſ. w.) hergeſtellt. Die Friedrichsfelder Steinzeugwarenfabrik ſtellte auf der Pariſer Weltausſtellung 1900 ein Säureaufbewahrungsgefäß von 6000 l Inhalt aus, ein ſo großes, wie ſolches vorher noch nie gefertigt wurde. 1901 wurde von derſelben Fabrik, die alſo die erſte war, die derartig große Gefäße herſtellte, ein eiſenummanteltes Steinzeuggefäß von 10600 l Inhalt gefertigt und einer chemiſchen Fabrik für den Gebrauch geliefert.

Gemeines Steinzeug findet aber hervorragend Verwendung für Artikel für die Kanaliſation von Städten und Ortſchaften. Für dieſe Zwecke hat Hoffmann vor ca. 20 Jahren das ſäurebeſtändige Steinzeug mit brauner Salzglaſur zuſammengeſetzt, das durch die Deutſche Steinzeugwarenfabrik Friedrichsfeld in Baden erſtmals auf den Markt gebracht wurde. Das wichtigſte Erzeugnis, die Steinzeugröhren, ſind Röhren mit dichtem, gelb- bis braun- oder blaugrauem, auch andersfarbigem, hartem, geſintertem Bruch, die immer innen und außen mit Salzglaſur verſehen ſein müſſen. Sie haben alſo einen praktiſch dichten, rißfreien, nicht blätterigen Bruch von geringer Waſſeraufnahmefähigkeit; ſie ſind, ihrer Salzglaſur entblößt — alſo ihr eigentlicher Scherben —, ſäurebeſtändig und für die Kanalflüſſigkeit undurchdringlich. Sie dürfen eine Waſſeraufnahmefähigkeit bis höchſtens 5%, nach dem S. 558 beſchriebenen Kochverfahren geprüft, haben. Die Prüfung des Scherbens auf Säurebeſtändigkeit wird in folgender Weiſe vorgenommen: Das auf Waſſeraufnahmefähigkeit bereits vorher geprüfte und nochmals bei 120° im Trockenſchrank getrocknete Stück wird zerkleinert, bis auf einem Sieb von 60 Maſchen/qcm kein Rückſtand mehr hinterbleibt. Von dem durchgeſiebten Material werden ſodann nur diejenigen Körner zur Unterſuchung verwendet, welche auf dem Sieb von 120 Maſchen/qcm zurückbleiben. Die Körner werden durch Waſchen von den anhängenden Staubteilen befreit und bis zur Gewichtsbeſtändigkeit getrocknet. 100 g der ſo vorbereiteten Körner werden in einer Platinſchale mit einer Säuremiſchung übergoſſen, beſtehend aus 25 Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelſäure, 10 Gewichtsteilen Salpeterſäure (ſpez. Gew. 1,4) und 65 Gewichtsteilen Waſſer. Der Inhalt der Platinſchale wird ſo lange zum Kochen erhitzt, bis Waſſer und Salpeterſäure vollſtändig verdampft ſind und die Schwefelſäure ſtark raucht; nach dem Erkalten wird unter Beachtung der nötigen Vorſichtsmaßregeln der Schaleninhalt unter Umrühren mit Waſſer verdünnt, dem 10 ccm Salpeterſäure (ſpez. Gew. 1,4) beigegeben werden. Die Schale wird nochmals zum Kochen gebracht, ſodann das Säuregemiſch abgegoſſen und die Körner mit Waſſer gewaſchen, bis die Säurereaktion verſchwunden iſt. Nach dem Trocknen wird dann der Gewichtsverluſt, den die Körner erlitten haben, feſtgeſtellt. Etwa in den Körnern zurückgebliebene Feuchtigkeit wird ſowohl vor als auch nach der Säurebehandlung durch Glühen einer Durchſchnittsprobe ermittelt. Steinzeugwaren für Kanaliſationszwecke, in dieſer Weiſe geprüft, dürfen höchſtens bis 2% an Säuren abgeben.

Steinzeug, das die für Kanaliſationszwecke notwendigen Eigenſchaften beſitzt, darf nicht ſpröde, muß hart aber von einer gewiſſen Elaſtizität ſein, daher mit Hammer und Meißel gut bearbeitet werden können, einen metalliſchen Klang haben, gute Druckfeſtigkeit beſitzen; je weniger Waſſer es innerhalb der beſprochenen Grenzen aufnimmt und je höhere Säurebeſtändigkeit es zeigt, um ſo beſſer iſt es. Die Deutſche Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld in Baden bringt zurzeit die gelbgrün ſalzglaſierte oder hellbraungrau unglaſierte ſäurebeſtändige Hoffmann-Maſſe für Steinzeuggefäße und Apparate für die chemiſche Induſtrie auf den Markt, die weniger als 1% Waſſer aufnimmt, gut temperaturbeſtändig und gasdicht iſt. Die für Steinzeug angewendete Salzglaſur, welche wegen der Dichtheit des Scherbens eigentlich nicht nötig wäre, hat nur den Zweck, den Glanz der Fabrikate zu erhöhen und im Innern glatte Flächen zu ſchaffen.

Dichtes Korundſteinzeug für Gefäße und Apparate für die chemiſche Großinduſtrie wurde von Hoffmann in der Deutſchen Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld in Baden erſtmals zuſammengeſetzt (D.R.P. Nr. 158336 und 210085 der Klaſſe 80b und Gruppe 8).

Feines Steinzeug. Auch bei dieſem, deſſen Maſſe geſchlämmt verarbeitet wird, ſpielt der Wert der Maſſe keine beſondere Rolle, ſondern der Wert iſt durch die künſtleriſche und mehrfarbige Glaſurherſtellung oder die ſchwierige Formgebung bedingt. Zu dem feinen Steinzeug gehört das durch Eiſenoxyd rot, durch den Brennprozeß auch grau oder ſchwärzlich gefärbte,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meiſtens geſchliffene Böttger-Steinzeug, das dem vorwiegend roten chineſiſchen Steinzeug nachgebildet wurde, und das gefrittete weiße unglaſierte oder in der Maſſe mit Metalloxyden gefärbte Wedgwood-Steinzeug, das auch oberflächlich mit Angußfarbe begoſſen wird; ferner die weißen Steinzeugſanitätswaren: Waſch- und Spültiſche, Badewannen u. ſ. w., die im Scherben noch dichter ſind als die aus feinem Steingut (Hartſteingut) hergeſtellten.

Die Fein- reſp. Kunſtſteinzeuggegenſtände des Kannenbäckerlandes — im Krugbäckerlande werden ſolche nicht fabriziert — werden aus dem dort ſich vorfindenden Steinzeugton, der geſchlämmt, dem aber kein Feldſpat oder dergleichen zugegeben wird, hergeſtellt. Es werden erzeugt moderne und altdeutſche — Renaiſſance — Bier-, Wein- und Prunkkrüge mit aufgelegten, in Gipsformen ausgepreßten Roſetten- und Figurenverzierungen, Tee- und Kaffeeſervice, Zucker- und Butterdoſen, Jardinieren, Vaſen, Blumentopf- und Schirmſtänder, Phantaſieartikel u. dergl. m. Dieſe Gegenſtände werden entweder reduzierend mit perlgrauer Salzglaſur, mit in Zellen eingelegten Schmalten, die Zellen in ſauberer Ritztechnik hergeſtellt, gebrannt oder aber ſie werden oxydierend, praktiſch dicht, gelb mit farbloſer Steingutglaſur mit Schmalten und Unterglaſurmalerei oder auch im Muffelofen mit Aufglaſurmalerei verſehen, gebrannt. Die nach dieſer letztgedachten Manier gefertigten Wein- und Bierkrüge werden oftmals innen mit einer weißen zinnhaltigen Majolikaglaſur verſehen. Brennt man aber dieſe Gegenſtände reduzierend abſolut dicht, nach der Technik des Weichporzellans, ſo erhält man ein prachtvolles blaugraues Feinſteinzeug. Die Waren der Scharffeuertechnik werden erſt reduzierend und nachträglich oxydierend gebrannt. Dieſe ſo erzeugten, mit dunkelfarbigen, faſt ſchwarzen Schmalten oder Engoben verſehenen Waren ſind ſehr ſchön, ebenſo die mattſchwarzen, mattbraunen und andersfarbigen Kriſtall- und Laufglaſuren, und die geflammten Kupferoxydul-(China-)Glaſuren. An andern Orten werden Brunnen, Kamine, Portale und ſonſtige Architekturgegenſtände hergeſtellt. Ferner rechnen zu dem Feinſteinzeug die mehrfarbigen, auch in der Maſſe gefärbten, mit ſchönen Muſtern verzierten Moſaik-, Steinzeugfußboden- und Wandbekleidungsplatten (vgl. Mettlacher Platten).

Porzellanzeug, in China erfunden und von Böttger für Europa nacherfunden, milchweiß ſich brennend, wenn es nicht abſichtlich in der Maſſe gefärbt iſt, iſt bei nicht zu ſtarkem Scherben ſtets durchſcheinend, was bei dem weißen Hartſteingut und Feinſteinzeug wie bekannt nicht der Fall iſt. Der Scherben iſt ſtark klingend, vom Stahl nicht ritzbar, abſolut dicht bis nur geringe Bruchteile eines Prozents Waſſer aufnehmend, ſäurebeſtändig, gefrittet und nicht an der Zunge klebend. Die Maſſe, die hoch bis Segerkegel 16 gebrannt wird, beſteht aus Kaolin (ſ. d.), der auch durch einen Teil plaſtiſchen, ſich weiß brennenden Ton erſetzt werden kann und aus Feldſpat, für den auch Kalk, Kreide und oftmals Sand und Quarz verwendet wird. Die Maſſe wird geſchlämmt. Das weiße Kaolin, nicht ſehr plaſtiſch, iſt der feuerbeſtändige Teil, der dem gebrannten Porzellan ſeine Feſtigkeit verleiht; der Feldſpat, die Kreide oder der Kalk iſt der im Feuer flüſſig werdende Teil, der dem Porzellan ſeine Durchſichtigkeit gibt. Quarz erhöht nach dem Brande die Durchſichtigkeit der Porzellane. Die meiſten Gegenſtände werden glaſiert. Die Glaſur, meiſt ſtark glänzend, beſteht aus derſelben Zuſammenſetzung wie die Maſſe, nur enthält ſie, um gut durchſcheinend zu ſein, etwas mehr Flußmittel. Porzellan verträgt ſchroffen Temperaturwechſel. Bei Gegenſtänden mit möglichſt gleichſtarkem Scherben verträgt Porzellanzeug auch die direkte Berührung mit dem Feuer. Steinzeugmaſſe iſt plaſtiſcher (bildſamer) wie Porzellanzeugmaſſe. Man unterſcheidet Weich-, Seger- und Hartporzellanzeug. Erſteres enthält mehr Flußmittel und wird daher weniger hoch als letzteres gebrannt. Weichporzellan iſt in der Regel weniger gegen ſchroffen Temperaturwechſel geeignet als Hartporzellanzeug. Porzellanzeug iſt das wertvollſte Produkt in der keramiſchen Induſtrie. Es kann, ähnlich wie Steingut, ſchön künſtleriſch mit Unterglaſurfarben, Muffelfeuerfarben und Gold, beſonders gut das Seger- und Weichporzellanzeug, verſehen werden. Die Farben der Unterglaſurmalerei auf Weichporzellanzeug erſcheinen viel prächtiger und glänzender als auf Hartporzellanzeug, weshalb das Hartporzellanzeug auch beſonders mit Aufglaſurmalerei verſehen wird. Auch bei dem Wert des Porzellanzeuges kommt es weniger auf die Maſſe als auf die Art der Herſtellung, ob handwerksmäßig, maſchinell oder künſtleriſch, und auf die Art der Bemalung, ob durch Druck, Schablonieren oder Künſtlerhand, und auf die Farbenpracht der Glaſuren an.

Gemeines Porzellanzeug. Hierzu rechnen die einfachen weißen und die dekorierten Haus- und Küchengeräte, Wand- und Bodenbelagplatten, Sanitätsgeſchirre, wie Waſch- und Spültiſche, Iſolatoren und Artikel für Laboratorien von chemiſchen Fabriken u. ſ. w.

Feines Porzellanzeug. Hierunter werden alle künſtleriſch hergeſtellten und bemalten und vergoldeten Eßſervice, Vaſen, Figuren u. ſ. w. für den Hausſchmuck u. ſ. w. verſtanden. Eine der hervorragendſten, nach entwicklungsgeſchichtlichen Geſichtspunkten geordnete Sammlung dieſer Art befindet ſich im Johanneum in Dresden. *Otto Hoffmann.*

III. Fabrikation.

Die Rohmaterialien der Ziegel-, Ton- und Porzellanwarenfabrikation müſſen, um eine völlig gleichmäßige Maſſe zu bilden, nachdem ſie in den erforderlichen Mengen zuſammengemiſcht worden ſind, längere Zeit eingeſumpft werden. — Beim **Einſumpfen** (Mauken) verbringt man entweder die gemiſchten, ſoweit nötig angefeuchteten Maſſen in Gruben von ungefähr $1^1/_2$ m Tiefe oder man lagert die vollſtändig vorbereiteten Maſſen in Kellern oder kellerähnlichen Räumen. Bei der Ziegelfabrikation auf trockenem Wege werden dieſelben auch in geſchloſſenen, gegen Wind, Sonne und Regen geſchützten Schuppen hoch aufgeſchüttet, z. B. in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Die **Formgebung der Tonwaren** geſchieht entweder auf maſchinellem Wege, durch Handformerei oder durch Gießen. Die maſchinelle Formgebung iſt derjenigen bei der Formgebung der Ziegel (ſ. d.) und übrigen baukeramiſchen Waren ähnlich.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Handformerei wird die richtig vorbereitete plaſtiſche Maſſe unter Benutzung von Spachteln, Modellierhölzern oder dergl. zuſammengeſchoben oder auseinander gebreitet und von derſelben ſo viel Ton fortgenommen oder hinzugefügt, daß der fertige Gegenſtand die gewünſchte Form zeigt. Es iſt hierbei gleichgültig, ob die zum Formen genommene Tonmaſſe feſtliegt, wie dies bei Herſtellung von reliefierten Platten und ähnlichen Waren der Fall iſt, oder ob dieſelbe bewegt wird, wie dies bei Benutzung der Drehſcheibe geſchieht. Das direkte Formen kommt, abgeſehen von der Anfertigung von Modellen, bei Herſtellung von Gebrauchsgeſchirren nur ſelten vor. — Die hauptſächlich angewandte Art der freihändigen Formgebung in der Geſchirrfabrikation iſt die mittels der Drehſcheibe und erfolgt entweder durch den Arbeiter mittels Fingerdrucks oder durch während der Drehung angelegte Schablonen, die ſowohl innerhalb wie außerhalb des zu formenden Stückes benutzt werden. Größere Gegenſtände, wie z. B. Vaſen, werden aus mehreren Stücken hergeſtellt und ſpäter in geeigneter Weiſe miteinander verbunden. Die Bewegung der Drehſcheibe kann durch den drehenden Arbeiter mittels der Fußſcheibe oder auf maſchinellem Wege geſchehen. Im letzteren Falle iſt Vorſorge zu treffen, daß die Bewegung verzögert oder beſchleunigt werden kann.

In Fig. 1 iſt eine gewöhnliche Töpferdrehſcheibe mit maſchineller Bewegung abgebildet; der Oberteil *A* derſelben, an deſſen unterem Fuß *g* die Schablone befeſtigt wird, iſt drehbar mittels einer Spindel *a* in zwei an einem Balken befeſtigten Lagern *b*, von denen das untere mit einer Kuliſſe *c* verſehen iſt, welche behufs einer exzentriſchen Schablonenſtellung die Drehung geſtattet. In dem Schlitz der Kuliſſe (ſ. *C* bei Fig. 1) iſt ein mit dem Ständer des Oberteils der Maſchine feſt verſchraubter Gleitbock verſchiebbar, der mittels zweier Stellſchrauben *d* fixiert wird. Die drehbare, oben gebogene Spindel *a* trägt eine Rolle *e*, die geſtattet, mittels einer Kette die zweite Spindel *f*, an der die Schablone befeſtigt iſt, in Führungen beliebig hinauf und herab zu ſchieben. Der Unterteil *B* der Maſchine enthält

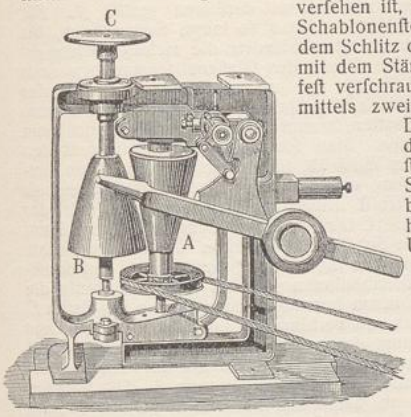


Fig. 3.

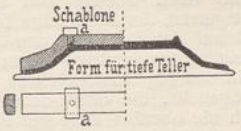


Fig. 2.

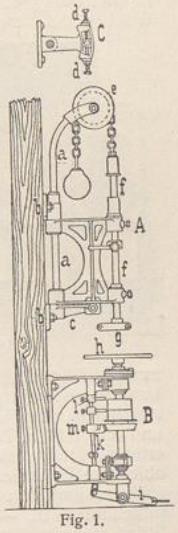


Fig. 1.

einen Ständer mit zwei Führungen für die Scheibenſpindel und ein Metallfußlager mit ſtählerner Linſe. Die drehende Bewegung der Scheibe *h* wird erzielt mittels einer feſten und loſen Riemſcheibe; die Ausrückung derſelben geſchieht durch einen Fußtritt *i* und eine Ausrückſpindel *k* mit Gabel *l* und Bremſe *m*. Auf die Scheibenplatte wird ein Gußring geſchraubt, welcher den umzubildenden Ton aufnimmt; bisweilen iſt dieſer Gußring gleich mit einer Gipsform verſehen, welche der Innenform, ſeltener der Außenform des zu bildenden Geſchirres entſpricht. Eine ſolche Scheibenform iſt in Fig. 2 in Querſchnitt und Oberanſicht der Außenſchablone eines tiefen Tellers abgebildet. Fig. 3 gibt die perſpektiviſche Anſicht einer Töpferdrehſcheibe mit Friktionskegelantrieb; der Friktionskegel *A* wird durch das Treibſeil kontinuierlich umgedreht und kann mittels des in der Figur ſichtbaren Hebelmechanismus gegen den andern Friktionskegel gedrückt werden, und zwar ſo, daß die Berührung zwiſchen beiden Kegeln in verſchiedenen Höhen ſtattfindet, wodurch die Umdrehung des Kegels *B* und damit der Scheibe *C* mit ſehr verſchiedener Schnelligkeit erfolgt. Um dieſe Berührung der beiden Kegel in verſchiedenen Lagen zu ermöglichen, iſt die Führungslinie des Kegels *B* konvex, ſo daß der Kegel *A*, je mehr ſeine obere Achſe nach links geſchoben wird, an einem um ſo höher gelegenen Punkte mit dem Kegel *B* in Berührung kommt.

Kompliziertere Formen, die ſich nicht auf der Drehſcheibe herſtellen laſſen, werden durch Einſchlagen oder Eindrücken in Formen hergeſtellt, was teils ausſchließlich von Hand, wie bei den Formen in Gips, oder mit Hilfe von Schlegeln, wie beim Formen größerer Stücke in Holzmodellen, geſchieht. — Das Einſchlagen erfolgt in der Weiſe, daß um einen feſten Kern ein zweiter Mantel gelegt wird, in deſſen Zwiſchenraum lagenweiſe der vorbereitete Ton eingeſtampft wird. Dieſe Art der Formung wird bei Anfertigung von Gasretorten und ähnlichen Waren vielfach angewendet; nachdem der innere Kern entfernt iſt, wird bei derartigen Waren die innere Fläche durch Schlagen und Streichen geglättet. — Häufiger, namentlich bei feineren Waren, wird das Eindrücken und Abformen angewendet. Hierbei wird der vorbereitete Tonſtreifen, welcher die Geſtalt des zu formenden Stückes beſitzt, nur daß er rundum etwas kleiner iſt, auf oder in die Form eingelegt und dann mit der Hand leicht angedrückt. Die Form, in welcher das Stück abgeformt wird, beſteht faſt immer aus Gips, da ſich dieſes Material am beſten für genannten Zweck eignet.

Bei dem neuerdings zur Formung der Porzellan- und Steingutwaren angewendeten Gießverfahren wird die mit etwas Soda verſetzte Maſſe in gut trockene Gipsformen geſchüttet; der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlamm verdickt ſich nach und nach an den poröſen Wandungen, mit denen er in Berührung kommt. Iſt dieſe Schicht genügend dick geworden, ſo leert man die Form, indem man ſie umſtürzt, wobei die überflüſſige Maſſe entfernt wird, während die feſtgewordenen Teile derſelben an der Gipsform haften. Infolge der Abſorption des Waſſers durch den Gips trocknet die Maſſe und es tritt eine Schwindung derſelben ein, welche geſtattet, den gegoſſenen Gegenſtand aus der Form zu entfernen. Kleinere Gegenſtände laſſen ſich auf vorſtehend beſchriebene Weiſe leicht anfertigen. — Um größere Gefäße ohne Gefahr zu gießen, muß der Tonſchlamm von unten in die Form eintreten; zu dieſem Zwecke ſetzt man das Formſtück auf einen Gießtiſch (Fig. 4), der eine Oeffnung beſitzt, die durch ein abſchließbares Rohr mit dem Tonbehälter *C* in Verbindung ſteht. Hat man die Gipsform *B* auf die Gußſcheibe *A* geſtellt, ſo wird der betreffende Hahn geöffnet, nachdem vorher einige Liter reines Waſſer in die Form geſchüttet worden ſind. In demſelben Maße, wie der Schlamm in der Form ſteigt, treibt er das Waſſer vor ſich her, welches den Gips leicht anfeuchtet und das Steigen der Maſſe reguliert, indem es plötzliche, ſtoßartige Bewegungen derſelben verhindert. Das Einfüllen der Tonmaſſe muß ſo weit erfolgen, daß letztere noch über den oberen Rand der Form herausdringt und einen Wulſt bildet, welcher die ganze Stärke des Gipſes bedeckt. Der Gips abſorbiert von dem Moment des Eingießens der Tonmaſſe aus derſelben Waſſer und würde damit die Maſſe in der Form ſenken; um dies zu verhindern, muß ſtets ſo viel Maſſe durch Offenſtehen des betreffenden Hahnes nachgelaſſen werden, daß die Form voll mit derſelben gefüllt iſt. Mit dieſem Nachfüllen hat man ſo lange fortzufahren, bis die Tonſchicht an den Wänden die richtige Stärke erhalten hat. Die Dauer des Gießens ſchwankt je nach Größe und Geſtalt des zu gießenden Gegenſtandes zwiſchen 1 und 5 Stunden. Hat man die gewünſchte Wandſtärke erhalten, ſo muß der überſchüſſige Tonſchlamm entfernt werden. Man ſchneidet zunächſt ſchnell den obenerwähnten Wulſt ab, läßt hierauf nochmals den Tonſchlamm ſteigen, und zwar ſo weit, daß er nochmals oben einen Wulſt bildet, worauf man eine mit der Schraubenpreſſe *G G H* befeſtigte Scheibe auf die Form auflegt. Dieſe Scheibe iſt mit einer Oeffnung verſehen, welche durch eine Rohrleitung mit einer Luftdruckpumpe *E* in Verbindung ſteht. Sodann wird der Tonablaßhahn geöffnet und gleichzeitig die Luftpumpe in Tätigkeit geſetzt, der überflüſſige Tonſchlamm herausgetrieben und in das Baſſin *D* abgelaſſen. Der Wulſt auf der Form hat den Zweck, zu verhindern, daß Luft zwiſchen Gips und angeſetzten Ton eintritt, wodurch eine Vernichtung des gegoſſenen Stückes unzweifelhaft erfolgen müßte. Sobald das gegoſſene Stück zu ſchwinden beginnt, wird der am Manometer *F* ablesbare Luftdruck abgeſtellt, die obere Scheibe und obere Form entfernt; 1—1⅛ Stunden ſpäter nimmt man auch die oberſten Teile der Form ab, damit das Stück in ſeiner Schwindung unbehindert iſt. — In einzelnen Fällen iſt auch der untere Teil der Form zu entfernen; das Stück ſchwebt dann, nur durch den mittleren Teil derſelben gehalten, frei in der Luft.

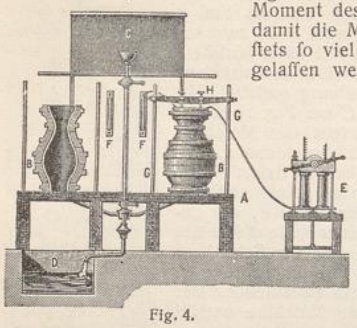


Fig. 4.

Beim Gießen mit Luftleere wird, nachdem das Stück in vorſtehend beſchriebener Weiſe hergeſtellt worden iſt, ein luftdicht ſchließender Zylinder um das Gefäß geſetzt und mit einem Deckel verſchloſſen, der mit einer entſprechenden Oeffnung verſehen iſt, welche der Außenluft den Zutritt zu dem Inneren des gegoſſenen Stückes geſtattet; der zwiſchen der Form und dem Zylinder befindliche geſchloſſene Raum ſteht mit einer Luftpumpe in Verbindung, durch deren Ingangſetzung die Luft in dieſem Raum verdünnt wird. Hat ſich ein genügend ſtarker Niederſchlag des Schlammes an den Wandungen der Form gebildet, ſo wird der überſchüſſige Tonſchlamm abgelaſſen und das Gußſtück von der Form befreit. Um Stücke von größerer Wandſtärke zu gießen, läßt man in die Gußform, nachdem der erſte Niederſchlag etwas angetrocknet, wiederum Tonbrei bis oben eintreten und entfernt denſelben, nachdem ſich eine zweite Tonſchicht angeſetzt hat. — Um zu vermeiden, daß während der Schwindung des gegoſſenen Stückes letzteres reißt oder ſich verzieht, legt man ſchmale Streifen von Kanevas an die innere Wandung der Form und befeſtigt dieſelben mit Tonſchlicker an derſelben. — Das Gießen wird erleichtert, wenn man der Maſſe vor dem Guß etwas Soda zuſetzt, welche den Schlamm leichtflüſſiger macht; vgl. darüber Sprechſaal 1897, Nr. 44 und 45.

Soweit ſich einzelne Gegenſtände nicht aus einem Stücke formen oder gießen laſſen, z. B. Taſſen, Vaſen u. ſ. w. mit Henkeln, müſſen die betreffenden Teile nachträglich angeſetzt werden (Garnieren). Man rauht die zuſammenzuſetzenden Teile im friſch geformten oder lederharten Zuſtande an den Stellen, wo ſie ſich gegenſeitig berühren, etwas auf und gibt Schlicker (dünnen Tonbrei) dazwiſchen; die einzelnen Teile preßt man ſodann feſt aneinander.

Große Sorgfalt erfordert das **Trocknen der geformten Waren**, dabei bleiben dieſelben entweder an ihrem Platze ſtehen oder ſie werden während des Trockenprozeſſes bewegt. Der Prozeß kann ſich — entſprechend der Jahreszeit — in freier Luft, in bedeckten, ſeitlich offenen Schuppen oder in geſchloſſenen geheizten Räumen, je nach der Maſſe des Scherbens, mehr oder weniger ſchnell vollziehen; die Beſchleunigung erfolgt — ſoweit zuläſſig — durch Anwendung von Wärme oder durch Herſtellung eines Luftzugs.

Die Tonwaren werden vielfach auch farbig durch Bemalung dekoriert; entweder wird die Maſſe gefärbt oder die Oberfläche des Gegenſtandes mit einem Ueberzug verſehen bezw. bemalt. Dies **Dekorieren der Waren** wird im plaſtiſchen, im lederharten, im lufttrockenen oder im gebrannten Zuſtande vorgenommen, auf maſchinellem Wege oder von Hand in einfachſter Form bis zu künſtleriſcher Vollendung. — Wir verweiſen auf Bauernmajolika,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Engobe, Farben, keramiſche, Fayence, Fußböden, Glaſuren, Keramik, Kunſtgewerbe, Majolika, Mettlacher Platten, Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren u. ſ. w., Ziegel, Ziegelfabrikation und die unter dieſen Artikeln angegebene Literatur; ſ. a. Borrmann, Die Keramik in der Baukunſt, Stuttgart 1897. *Dümmler.*

Top, ſ. Bemaſtung.

Topas, Mineral, kieſelſaure Tonerde und Kieſelfluoraluminium, $5\,Al_2SiO_5 + Al_2Fl_{10}Si$.

Kriſtalliſiert rhombiſch, ſäulenförmig; auch ſtengelig (Pyknit). Farblos und waſſerklar, oft aber gelb in verſchiedenen Tönen, auch rot, violett und grün; die Farben verſchwinden unter langem Einfluß von Tageslicht; glasglänzend, durchſichtig bis durchſcheinend. Sehr gut ſpaltbar ſenkrecht zur Säulenrichtung, daher vor Stoß und Fallen zu hüten, weil leicht zerſpringend; ſpröde. Härte 8; ſpez. Gew. 3,5—3,56. Sehr ſchwer ſchmelzbar, dabei undurchſichtig und farblos werdend. Von Säuren nicht angreifbar. Auf Klüften in kriſtallinen Schiefern und im Granit, im Topasfels (einem quarz- und turmalinreichen Schiefer) von Schneckenſtein im ſächſiſchen Erzgebirge (Schneckentopas), im Ural (Aduntſchilon bei Nertſchinsk), in Nordamerika, in Braſilien (Ouro Preto), hier oft als waſſerhelle Geſchiebe Waſſertropfen (Pingos d'agoa, goutte d'eau), Indien, Ceylon u. ſ. w. Nimmt wegen ſeiner großen Härte ſchöne Politur und hohen Glanz an und gilt als wertvoller Edelſtein. Beſonders geſchätzt wird der gelbe, gleichmäßig gefärbte, klare Goldtopas. Die Steine werden meiſt als Treppenſteine geſchliffen, ſeltener als Brillant (farbloſe Steine). Nur klare und wertvolle Steine werden à jour gefaßt. Minderwertige Steine werden zu Schleifpulver verwendet.

Literatur: Bauer, M., Edelſteinkunde, Leipzig 1896, S. 371. *Leppla.*

Topasafterien, ſ. v. w. Sternſaphir; ſ. Korund.

Topfſcheibe, ſ. Schleifen, Bd. 7, S. 707, Fig. 9 und 10.

Topfſtein, ſ. Talk.

Topographie, Darſtellung der Erdoberfläche in topographiſchen Karten (ſ. Bd. 5, S. 386). Man unterſcheidet Spezialkarten in den Maßſtäben 1 : 10000 bis 1 : 50000 und Ueberſichtskarten in 1 : 100000 bis 1 : 500000. — Der Herſtellung der Spezialkarten geht die topographiſche Aufnahme oder Spezialvermeſſung voraus. Dieſe iſt ein Teil der Landesvermeſſung (ſ. d.).

Es kommen zwei Verfahren in Betracht, die Herſtellung der Karten auf Grund einer ſelbſtändigen topographiſchen Vermeſſung oder unter unmittelbarer Benutzung vorhandener einheitlicher geometriſcher Spezialkarten. In letztem Falle wird die topographiſche Vermeſſung auf die Aufnahme der Höhenverhältniſſe beſchränkt (ſ. Bd. 6, S. 66).

Die Unterlagen der Vermeſſung ſind die Landestriangulierung (ſ. Triangulierung C.) und das Landeshöhennetz (ſ. Nivellieren, Bd. 6, S. 654). Im Anſchluß hieran werden die Höhen einer Anzahl paſſend gelegener Dreieckspunkte durch Hauptnivellierung zweiter Ordnung, das ſogenannte Signalnivellement, und die Höhen andrer Dreieckspunkte bei der Kleintriangulation durch trigonometriſche Höhenmeſſung (ſ. Bd. 5, S. 92) ermittelt. Die ſelbſtändige topographiſche Vermeſſung iſt vorwiegend eine tachymetriſche Meßtiſchaufnahme (ſ. Bd. 6, S. 392). Sie nimmt bei der Darſtellung der Situation natürlich die Ergebniſſe von geometriſchen Spezialvermeſſungen zu Hilfe, wenn ſolche vorliegen. Die Karte entſteht jedoch im weſentlichen auf dem Meßtiſche im Felde. Weiteres ſ. [1]. — Die Kartenblätter werden begrenzt nach der Gradeinteilung der mathematiſchen Erdoberfläche (ſ. Gradabteilungskarte, Bd. 4, S. 603). Durch dieſe Einteilung entſtehen kleine ſphäroidiſche Trapeze, die in einer geeigneten Projektion abgebildet werden, z. B. in der Polyederprojektion (ſ. Bd. 7, S. 182) und der polykoniſchen Projektion (ſ. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 390). Die Spezialkarten der preußiſchen Landesvermeſſung in 1 : 25000 und in der Polyederprojektion heißen nach ihrer Entſtehung Meßtiſchblätter. Ihre Begrenzungslinien umfaſſen in der geographiſchen Breite 6′ und in der Länge 10′, in Längenmaß etwa 11—12 km.

Die topographiſchen Einzelheiten werden durch beſondere Signaturen dargeſtellt, wobei die Wege in verſchiedene Klaſſen eingeteilt ſind, z. B. in Fuß-, Feld-, Verbindungsweg, befeſtigter Weg, Chauſſee. Bei Angabe der Kulturarten berückſichtigt man möglichſt den dauernden Zuſtand. Näheres ſ. in den amtlichen Muſterblättern, z. B. [2], die auch Anweiſung über die Ausziehnung, Schrift und Zahlen ſowie die Anordnung und Schreibweiſe der Namen geben (ſ. a. Karte, Bd. 5, S. 386).

Die Bodenformen können dargeſtellt werden durch Schichtlinien (Horizontalkurven), durch Bergſtriche (ſ. Bd. 1, S. 701) oder Abtönung der Flächen (ſogenannte Schummerung) nach dem Beleuchtungsprinzip der Bergſtriche oder durch eine geeignete Verbindung dieſer Darſtellungsarten. Bei den preußiſchen Meßtiſchblättern werden nur Schichtlinien angewendet, und zwar mit Schichthöhen von 20, 10, 5 oder auch 2,5 und 1,25 m, je nach den Geländeverhältniſſen. Die normale Schichthöhe beträgt 5 m. Grundſatz iſt, daß ein leicht lesbares, anſchauliches Geländebild gewonnen wird. Dementſprechend ſind die Schichtlinien nach unmittelbarer Anſchauung auf Grund der gemeſſenen Höhenpunkte und der Geripp- und Fallinien zu entwerfen, ſo daß ſowohl eine klare Darſtellung der Formen im einzelnen als auch in ihrer Geſamtheit erzielt wird (ſ. [1]). Daneben werden die Höhen einzelner beſonderer Punkte bis auf Dezimeter in der Zeichnung angegeben. Die Genauigkeit einer aus der Karte zwiſchen den Kurven abgeleſenen Höhe iſt im allgemeinen auf einige Meter zu ſchätzen. Ueber eine Genauigkeitsunterſuchung von topographiſchen Aufnahmen im Harz ſ. [3], S. 412. Eine eingehende Beſchreibung der preußiſchen topographiſchen Aufnahmen findet ſich in [4]. Bei der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

preußiſchen Landesaufnahme werden die Meßtiſchblätter in Grundriß und Schichtlinien nur ſchwarz bearbeitet und durch Lithographie vervielfältigt. Ein viel anſchaulicheres und überſichtlicheres Bild liefern ſolche Blätter, bei denen, wie z. B. in Baden, mehrere Farben zur Anwendung kommen: Grundriß ſchwarz, Gewäſſer blau, Gelände braun.

Werden, wie in Bayern und Württemberg, die vorhandenen Flurkarten der Spezialvermeſſungen in 1:5000 bezw. 1:2500 unmittelbar für die Darſtellung des Grundriſſes benutzt, ſo iſt, von Ergänzungsmeſſungen abgeſehen, die topographiſche Aufnahme nur eine tachymetriſche oder barometriſche Höhenbeſtimmung im Anſchluß an die durch Nivellieren oder trigonometriſche Höhenmeſſung beſtimmten Feſtpunkte (ſ. Tachymetrie, S. 410, Nivellieren, Bd. 6, S. 649). In dieſem Falle wird die Projektion der topographiſchen Karte auch aus der Projektion der geometriſchen Spezialkarte entwickelt. Wegen Bayern ſ. [5], S. 218, [6] und [7]. Beſonders iſt dieſes tachymetriſche Verfahren in Württemberg ausgebildet. Vgl. hierzu [8]. Ferner ſei kurz hingewieſen auf die jüngſt in Angriff genommene neue Karte von Braunſchweig in 1:10000, deren Blätter nach Soldnerſchen Koordinaten (ſ. Bd. 5, S. 621, Rechtwinklig-ſphäriſche u. ſ. w. Koordinaten) im Syſtem Kaltenborn des preußiſchen Kataſters eingeteilt ſind (ſ. [3] und [9]). — Eine zuſammenfaſſende Darſtellung der deutſchen Topographie gibt [5]. Eine kurze Ueberſicht mit Literaturangaben iſt enthalten in [10], S. 903. — Für topographiſche Aufnahmen im Hochgebirge wird neuerdings die photogrammetriſche Meſſung angewendet und durchgebildet (ſ. Photogrammetrie, Bd. 7, S. 113).

Die topographiſche Spezialkarte bildet die Unterlage für die topographiſchen Ueberſichtskarten und weiterhin für die hieraus entſtehenden geographiſchen Karten. In Deutſchland iſt die wichtigſte Karte die Karte des Deutſchen Reiches von 15′ Breiten- und 30′ Längenausdehnung in 1:100000 mit 674 Blättern. Die Geländeformen ſind durch Bergſtriche mit einzelnen Höhenzahlen angegeben. Die Karte erſcheint in drei Ausgaben, in ſchwarzem Kupferdruck mit Handkolorit der Grenzen und Gewäſſer, in dreifarbigem Kupferbuntdruck, Bergſtriche und Horizontalkurven in 50 m Abſtand braun, Gewäſſer blau, das übrige ſchwarz, und ſchließlich in ſchwarzem Umdruck. Die zunächſt für Militärzwecke geſchaffene Karte iſt eine einheitliche nach der preußiſchen Polyederprojektion. Die einzelnen Bundesſtaaten bearbeiten nach beſonderen Feſtſetzungen die auf ihre Gebiete entfallenden Anteile. Ueber die Abweichungen in der Orientierung der verſchiedenen Landestriangulationen und in den Projektionen der Spezialkarten von der der Reichskarte ſ. [5]. Außer dieſer Karte werden in neuerer Zeit herausgegeben die topographiſche Ueberſichtskarte des Deutſchen Reiches in 30′ Breiten- und 1° Längenausdehnung in 1:200000 und in Kupferbuntdruck ſowie ſeit 1906 nur für den Militärdienſtgebrauch die Ueberſichtskarte von Mitteleuropa mit 1° Breiten- und 2° Längenausdehnung in 1:300000 in Lithographie und Buntdruck. Hierneben ſind an älteren Karten zu nennen die Reymannſche topographiſche Spezialkarte von Mitteleuropa in 1:200000 und die Ueberſichtskarte von Weſtdeutſchland in 1:250000. Ueber die deutſche Topographie wird fortlaufend berichtet in der Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen. Auskunft über die wichtigſten europäiſchen und teilweiſe auch über außereuropäiſche Kartenwerke, den Stand der Bearbeitungen und Veröffentlichungen geben [11]—[13]. S. a. die Literaturberichte in Petermanns Geographiſchen Mitteilungen.

Literatur: [1] Vorſchrift für die Topogr. Abt. der Landesaufnahme, 2 Hefte, Berlin 1898; Kartentafeln zum Gebrauch bei Meßtiſchaufnahmen, Berlin 1899. — [2] Muſterblätter für die topographiſchen und kartographiſchen Arbeiten der Kgl. preuß. Landesaufnahme, 4. Aufl., Berlin 1898. — [3] Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 397. — [4] Schulze, Das militäriſche Aufnehmen, Leipzig und Berlin 1903. — [5] Jordan und Steppes, Das deutſche Vermeſſungsweſen u. ſ. w., Stuttgart 1882, Bd. 1; Jordan, Höhere Geodäſie und Topographie des Deutſchen Reichs. — [6] Then, Die bayriſchen Kartenwerke in ihren mathematiſchen Grundlagen, München und Berlin 1905. — [7] Heller, Die Tätigkeit des Bayr. Topogr. Bureaus in den letzten 10 Jahren, München 1908. — [8] Zeitſchr. f. Verm. 1893, S. 315; 1896, S. 353; 1898, S. 65. — [9] Ebend. 1906, S. 45. — [10] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 7. Aufl., fortgeſetzt von Reinhertz, bearbeitet von Eggert, Stuttgart 1908. — [11] Geographiſches Jahrbuch, Bd. 1, Gotha 1866, v. Sydow, Ueberſicht der neuen topographiſchen Spezialkarten der europäiſchen Länder; ebend. 1891, Bd. 14, S. 237, Heinrich, Der Standpunkt der offiziellen Kartographie; ebend. 1902, Bd. 25; 1906, Bd. 29, Wagner, Ueberſichtskarten der wichtigſten topographiſchen Karten Europas und einiger andrer Länder; ebend. 1894, Bd. 17, S. 41; 1896, Bd. 19, S. 1; 1897, Bd. 20, S. 425; 1901, Bd. 24, S. 3; 1903, Bd. 26, S. 358; 1906, Bd. 29, S. 322; Hammer und Haack, Die Fortſchr. d. Kartenprojektionslehre, der Kartenzeichnung u. ſ. w.; ebend. 1899, Bd. 22, S. 37; 1902, Bd. 25, S. 343, Hammer, Die methodiſchen Fortſchritte der geographiſchen Landmeſſung; ebend. 1905, Bd. 28, S. 373, Marcuſe, Die Fortſchritte der geographiſchen, geodätiſchen und aeronautiſchen Ortsbeſtimmung. — [12] Jahresberichte über Veränderungen im Militärweſen 1895 und 1896, Bd. 22 und 23; Kaupert, Der gegenwärtige Stand der topographiſchen Kartenwerke in den Kulturſtaaten. — [13] Petermanns Mitteilungen, Erg.-Bd. 31, 1904; Stavenhagen, Skizze der Entwicklung und des Standes des Kartenweſens des außerdeutſchen Europas.

(† Reinhertz) Hillmer.

Topometer von Heller, ein für die bayriſche Militärtopographie konſtruiertes kleines Buſſolentachymeter mit Diſtanzmeßfäden und Höhengradbogen. — Topometer von Hammer, ein Tachygraphometer, ſ. Tachymetrie, S. 403.

Topp, das obere Ende eines Maſtes oder einer Stenge; ſ. Bemaſtung.

Toppenant, ſ. Takelage.

Topplaterne, Schiffslaterne mit weißem Licht, welche am Fockmaſt gefahren wird; ſ. Poſitionslaternen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Toppfegel, das als Marsfegel ausgebildete Raafegel am Fockmaft eines Toppfegelfchooners.

Topzeichen, die am Kopfe fchwimmender Seezeichen, aber auch an den Maftfpitzen von Fahrzeugen, fpeziell Torpedobooten, vorgefehenen Unterfcheidungszeichen.

Als Topzeichen können alle Körper verwendet werden, die fich durch ihre Form gut abheben, und zwar einzeln oder zu mehreren. Bei Seezeichen muß das Topzeichen nach allen Seiten hin diefelbe Form haben. Als letztere ift vorherrfchend ein Kegel (Spitze nach oben oder nach unten), ein Doppelkegel, eine Kugel, ein Zylinder. Bei Fahrzeugen find fpeziell Kombinationen verfchiedener Formen üblich. — Vgl. z. B. Verzeichnis der Sommerfeezeichen, Reichsmarineamt (erfcheint jährlich). *von Nießen.*

Tor, f. v. w. breiter Eingang bezw. Einfahrt in ein Gebäude, einen Hofraum oder Garten, durch eine Ringmauer u. f. w. Die geringfte Breite und Höhe ift etwa = 2,30 m und find die größeren Ausmeffungen je nach den gegebenen Verhältniffen zu wählen.

Die Tore können überbaut oder frei ftehend fein. In erfterem Falle liegt dahinter der Torweg oder die Durchfahrt (Bd. 3, S. 162). Der obere Abfchluß wird dabei durch einen Bogen (f. d. und auch Kernbogen), feltener durch den fcheitrechten Sturz gebildet. Bei frei ftehenden Toren find die Pfeiler aus großen Werkftücken, wenn tunlich aus einem Stück zu erftellen, das noch tief in die Erde reicht, um dem Gewichte der Torflügel entgegenzuwirken. Stehen die Pfeiler mit Mauern in Verbindung, fo können fie aus einzelnen Schichten im Verband ausgeführt werden. — Große Tore mit ftarkem Verkehr, wie Stadt- und Feftungstore [1], oder an Tunnels erhalten oft zwei oder drei Einfahrten nebeneinander, erftere auch Fußgängertüren auf einer oder zu beiden Seiten.

Die Verfchlüffe der Tore können in Holz oder Eifen erftellt werden. Für die hölzernen Torflügel gelten die Grundfätze, welche unter Türen (f. d.) in II. Abf. A. entwickelt find. Die eifernen Tore werden entweder bei gefchloffener Form in Blech oder Wellblech erftellt oder aber als Gittertore (f. Gitter, Bd. 4, S. 534) ausgebildet. Solche werden in einfacher Durchführung aus quadratifchem oder flachem Vierkantftabeifen oder Rundeifen verfertigt oder in reichentwickelter getriebener Arbeit, in welcher die Schmiedekunft feit Jahrhunderten Meifterwerke gefchaffen hat (f. [1]—[9]).

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture française, Paris 1864, Bd. 7, S. 314—386, Porte fortifiée, Feftungstor im Mittelalter. — [2] Keller, P. J., Balthafar Neumann, Würzburg 1896, S. 79 und 203. — [3] Gewerbehalle, Stuttgart, Jahrgänge 1880—87. — [4] Architekton. Skizzenbuch, Berlin. — [5] Zeitfchr. d. Kunftgewerbevereins, München 1885 ff. — [6] Blätter für Kunftgewerbe, Wien. — [7] Rafchdorff, Abbildungen deutfcher Schmiedewerke, Berlin 1875/78. — [8] Hefner-Alteneck, Eifenwerk und Ornament der Schmiedekunft, Frankfurt 1889. — [9] Meyer, F. S., Mufterbuch moderner Schmiedeeifenarbeiten, Karlsruhe 1888. *Weinbrenner.*

Torbonit, f. Afphalt (Bogheadkohle).

Torchongrund, f. Spitzen, S. 218.

Torf, f. Brennftoffe, Moorkultur, Torfgewinnung.

Torfgewinnung und -verwertung. Ueber die Entftehung des Torfes, deffen Zufammenfetzung und Eigenfchaften f. Brennftoffe, Bd. 2, S. 285, und Moorkultur, Bd. 6, S. 490. Die Gewinnung und Verwertung der reichen in den Torflagern aufgefpeicherten Naturfchätze begegnet großen Schwierigkeiten und ift trotz der außerordentlichen technifchen Fortfchritte der Neuzeit bis heute noch nicht in allgemein befriedigender Weife gelungen.

Die Urfache liegt in den ungünftigen phyfikalifchen Eigenfchaften des Torfmaterials, die eine lohnende Gewinnung und Verarbeitung fehr erfchweren und den Wettbewerb mit ähnlichen Naturftoffen, z. B. der Kohle, vielfach unmöglich machen. Urfprünglich und bis über die Mitte des vorigen Jahrhunderts hinaus kam außer der landwirtfchaftlichen Ausnutzung der Moorflächen (f. Moorkultur) nur die Verwertung der ausgebeuteten Torfmaffen als Brennmaterial in Betracht (neuerdings macht — vornehmlich infolge des Ausbaues der Schiffahrtswege — die Kohle dem Brenntorf felbft in den Torfgegenden wirkfamen Wettbewerb). Noch nicht lange her hat man erkannt, daß gewiffe Schichten der Torflager zu einem vom Landwirt gefchätzten Streumaterial (Torfftreu) fich verarbeiten laffen. Endlich auch hat man eine Reihe von induftriellen Ausnutzungen des Torfmaterials, z. B. die Gewinnung von Gas, Teer, Paraffin, Ammoniak, die Verarbeitung der Torffafer zu Gefpinften u. a., in die Hand genommen. Im ganzen bietet jedoch die Torfinduftrie bis jetzt noch kein fehr erfreuliches Bild, und groß ift die Zahl der Mißerfolge. Gleichwohl haben die Beftrebungen nach Vervollkommnung auf diefem Gebiet erfreulicherweife nicht nachgelaffen.

A. Brenntorf.

Die Schichten eines Torflagers find von verfchiedenartiger Befchaffenheit, je nach den zu ihrem Aufbau verwendeten Pflanzenarten und dem Grad der Zerfetzung der Torfmaffe. Zur Verwendung als Brenntorf find diejenigen Schichten am geeignetften, welche in der Zerfetzung am weiteften vorgefchritten find, alfo die zu unterft liegenden; diefelben befitzen den größten Kohlenftoffgehalt (bis zu 60 % vom Gewicht des trockenen Torfes). In der Regel können drei Schichtungen unterfchieden werden: zu unterft der Pech- oder Specktorf, eine dunkelgefärbte

amorphe Maſſe von relativ hohem ſpezifiſchem Gewicht (bis 1,2), in welcher Pflanzenreſte kaum noch erkennbar ſind; über dieſem der heller gefärbte Sumpf- oder Modertorf und obenauf der Faſertorf, ein lockeres filzartiges Gewebe aus deutlich erkennbaren Pflanzenteilen, letztere Schicht von geringem Brennwert. Von weſentlichem Einfluß auf die Güte des Torfes iſt deſſen Aſchengehalt. Derſelbe verdankt ſeinen Urſprung teils den anorganiſchen Beſtandteilen der moorbildenden Pflanzen, teils den bei der Entſtehung des Torflagers von außen hinzugetretenen Mineralſubſtanzen. Den höchſten Aſchengehalt, ſomit den geringſten Brennwert, beſitzen auf Grund ihrer Entſtehungsweiſe (ſ. Moorkultur) die Torfe der Niederungsmoore, wogegen Hochmoore in der Regel einen aſchenarmen guten Brenntorf liefern. Im allgemeinen ſchwankt der Aſchengehalt zwiſchen 1 und 50 % des Gewichts der vollſtändig getrockneten Torfmaſſe; ganz gute Brenntorfe haben nicht über 5 % Aſche; ein Aſchengehalt von mehr als 25 % macht den Torf für Heizzwecke überhaupt ungeeignet. Der Ausbeutung des Torflagers hat deſſen Entwäſſerung voranzugehen. Dieſelbe geſchieht durch ein Syſtem von offenen Gräben (Hauptgräben und ſenkrecht dazu verlaufende Seitengräben), welche in einem tiefergelegenen Vorflutgewäſſer ihren Abfluß mit natürlichem Gefälle finden oder aber durch Schöpfwerke (ſ. d.) entleert werden. Durch die Entwäſſerung ſoll lediglich der vorhandene Waſſerüberſchuß beſeitigt, nicht aber die Torfmaſſe vollſtändig ausgetrocknet werden; dieſe muß, um ſtichfähig zu ſein, immer noch einen Waſſergehalt von 60—80 % beſitzen; durch zu weitgehende Entwäſſerung wird dieſelbe ſpröde und für die weitere Behandlung ungeeignet, weshalb das Ausheben der Gräben nach Ausdehnung und Tiefe am beſten mit dem Abbau des Torfes allmählich voranſchreitet. Die Hauptgräben werden in Entfernungen von 50—200 m, die Seitengräben von 9—10 m ausgehoben; die Böſchungen erfordern im weichen Moor eine Neigung von $1:1^1/_2$, im feſtgelagerten, verfilzten Moor nur $1:^1/_2$; die Tiefe der Hauptgräben wird zu höchſtens 1 m, der Seitengräben zu 0,5—0,7 m und die Sohlenbreite zu 0,5—1 m angenommen. Wo der Torfbetrieb ein dauernder, d. h. auf die Wiedererzeugung der abgeführten Torfmaſſe gerichtet, die abgebaute Moorfläche ſomit nicht dem Feld- oder Waldbau gewidmet iſt, muß bei der Anlage des Entwäſſerungsnetzes durch Herſtellung von Stauſchleuſen u. ſ. w. die Möglichkeit einer geeigneten Bewäſſerung der Moorfläche geſchaffen werden. Das Nachwachſen des Torfes findet erfahrungsgemäß nur da ſtatt, wo die Bedingungen, unter denen das Moor ſeinerzeit entſtanden iſt, ſich im weſentlichen nicht geändert haben. Hierzu gehört vor allem die Erhaltung der Feuchtigkeit, weshalb die abgebauten Flächen dauernd überſtaut werden müſſen. Die Schnelligkeit des Nachwachſens iſt übrigens ſehr verſchieden; in einzelnen Torfmooren iſt ſchon ein jährlicher Nachwuchs von 20 cm beobachtet worden, in andern iſt die Nachbildung ganz unterblieben.

Je nach der Gewinnung und Zubereitung des Materials unterſcheidet man Stichtorf, Model- oder Streichtorf und Maſchinentorf.

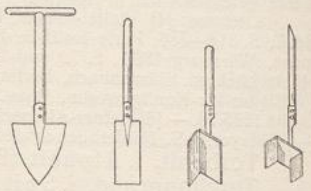


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

1. Der Stichtorf wird von Hand geſtochen und getrocknet. Das Stechen erfolgt mittels eines ſcharfen Spatens, der mitunter zwei oder auch drei im rechten Winkel zueinander ſtehende Schneiden (Fig. 3 und 4) beſitzt, und zwar werden die einzelnen Stücke — Soden, Ziegel, Käſe oder Waſen genannt — entweder horizontal oder vertikal herausgeſtochen. Das Geſchäft des Stechens beginnt nach Beendigung der Spätfröſte — in der Regel im Mai — und währt bis in den Auguſt; eine weitere Fortſetzung desſelben iſt nicht ſtatthaft, weil ſonſt die geſtochene Ware nicht mehr vor Eintritt des Winters trocknet; über den Winter aber darf der Brenntorf nicht im Freien bleiben, weil durch das Gefrieren der Heizwert bedeutend vermindert wird.

Ein genügendes Trocknen des geſtochenen Torfes iſt von größter Wichtigkeit, weil durch den Waſſergehalt der Heizwert weſentlich beeinflußt wird. Im gut lufttrockenen Zuſtande ſoll der Waſſergehalt nicht mehr als 25 % des Torfgewichtes betragen. Das Trocknen geſchieht auf natürlichem Wege an der Luft, wozu unter günſtigen Witterungsverhältniſſen ein Zeitraum von 4—6 Wochen erforderlich iſt. Zum Trocknen werden die geſtochenen Soden auf einem gut entwäſſerten Teil des Torfmoores — dem Trockenfeld — entweder einzeln mit kleinen Zwiſchenräumen oder in Häufchen von fünf Stück aufgeſetzt und wiederholt umgewendet; in den ſüddeutſchen Mooren pflegt man meiſtens die Soden um ſenkrecht in den Boden geſteckte Stäbe in Form eines Hohlzylinders bis zur Höhe von 1,5 m aufzuſchichten; in Kärnten werden dieſelben gehiefelt, d. h. an Stangen von 3—4 m Höhe, welche ſeitlich eingeſteckte zugeſpitzte Stäbe von 70—80 cm Länge tragen, aufgeſpießt. Um das Trockengeſchäft unabhängiger von der Witterung zu machen, hat man da und dort überdachte Trockengerüſte, ähnlich wie bei der Ziegelfabrikation, angewendet, in welche die Soden mit Zwiſchenräumen eingeſetzt werden; in der Regel wird jedoch der dadurch gewonnene Vorteil wieder aufgehoben durch den in Anſehung der Geringwertigkeit des Materials zu hohen Koſtenaufwand für Herſtellung und Unterhaltung dieſer Gerüſte. Dem Trockengeſchäfte ſtellen ſich infolge der ſtarken Hygroſkopität des Torfes bei naſſer Witterung oder bei einigermaßen ungünſtigen klimatiſchen Verhältniſſen der Oertlichkeit (z. B. in höherer Gebirgslage) oft ſo große Schwierigkeiten entgegen, daß ein regelmäßiger Betrieb des Torfwerkes unmöglich gemacht oder doch der finanzielle Erfolg in Frage geſtellt wird. Man hat deshalb künſtliche Trocknungsmethoden, z. B. durch Darren in geheizten Räumen, durch Auspreſſen der Feuchtigkeit oder Ausſchleudern derſelben mittels Zentrifugen, verſucht; dieſelben haben ſich jedoch wegen der zu hohen Koſten nicht bewährt. Der getrocknete Stichtorf muß, ſoweit er nicht alsbald verwendet wird, gegen die Witterung geſchützt aufbewahrt werden; zu dieſem Zweck wird er im Freien in größeren Haufen aufgeſetzt, die man mit einem fliegenden Dache aus Brettern überdeckt. Beſſeren Schutz gewähren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lagerfchuppen (Torffcheunen), deren Koften jedoch zumeift gefcheut werden. — Das fpez. Gew. des lufttrockenen, aus gut zerfetztem Modertorf gewonnenen Stichtorfes beträgt 0,5—0,75; fein Heizwert verhält fich zu demjenigen einer befferen Steinkohle, auf die gleiche Gewichtsmenge bezogen, wie 1 : 1,6 und, auf das gleiche Raummaß bezogen, wie 1 : 5.

Dem Stichtorf haften folgende Mängel an: Durch das Beftreben, fortwährend wieder Feuchtigkeit aufzunehmen, wird der Heizwert vermindert; die bröckelige Befchaffenheit der Torfftücke verurfacht erhebliche Materialverlufte (unter Umftänden bis zu 25 %) und unangenehme Staubbildung; das geringe Volumgewicht hat zur Folge, daß Aufbewahrungsräume und Feuerungsanlagen übermäßig groß fein müffen, die letzteren auch vermehrte Bedienung verlangen, und daß das Ladegewicht der Transportgefäße nicht ausgenutzt werden kann.

2. Zu Model- oder Streichtorf werden diejenigen Torfforten verwendet, welche im natürlichen Zuftande infolge übermäßigen Waffergehalts eine fchlammige Maffe bilden oder wegen Waffermangels ftaubartige Befchaffenheit haben und deswegen nicht geftochen werden können. Das Rohmaterial wird in eine Grube gebracht, wobei dem zu trockenen Torf Waffer zugefetzt wird. Hier wird derfelbe durch Stechen mit der Schaufel, durch Schlagen mit Hölzern oder durch Treten mit den bloßen Füßen zu einer möglichft gleichartigen Maffe verarbeitet und alsdann in rechtwinklige Hohlformen (Model) verbracht und glatt abgeftrichen. Die nach Beseitigung des Models verbleibenden Torfziegel werden in derfelben Weife wie Stichtorf getrocknet und aufbewahrt. Der Streichtorf befitzt die Mängel des Stichtorfs in annähernd gleichem Maße.

3. Der Maſchinentorf verdankt fein Entftehen dem Beftreben, die obengenannten Mängel nach Möglichkeit zu vermeiden und dem Torf den Wettbewerb mit andern foffilen Brennftoffen zu ermöglichen. Die mafchinelle Behandlung des aus der Torfgrube gewonnenen Rohmaterials muß deshalb darauf hinausgehen, den Torf dichter und fchwerer fowie zufammenhängender zu machen und ihm feine hygrofkopifche Eigenfchaft zu entziehen. Verfuche, dies durch Preffen des Rohmaterials — teils im naffen Zuftande (Naßpreßmethode von Koch & Mannhart), teils nach künftlicher Trocknung im Darrofen (Trockenpreßmethode von Exter-Gwynne) — zu erreichen (Preßtorf), hatten keinen befriedigenden Erfolg [1]. Solchen hatte nur die von v. Weber in München erfundene und 1858 erftmals im Staltacher Moor eingeführte Verarbeitungsweife, bei der durch Zerreißen der Wurzel- und Pflanzenfafern die natürliche ungleichartige Struktur des Torfes vollftändig zerftört und durch kräftiges Durcharbeiten des Rohmaterials eine möglichft feine, gleichmäßig dichte, breiartige Maffe hergeftellt wird, die alsdann in paffende Stücke geformt und an der Luft getrocknet wird. Das derartig hergeftellte Produkt zieht fich beim Trocknen bis auf ein Fünftel des Volumens des Rohtorfes zufammen und erlangt ein fpez. Gew. bis zu 1,2; außerdem wird dasfelbe hart und widerftandsfähig; durch die fchon zu Anfang des Trockenprozeffes eintretende Bildung einer fehr feinen, dichten, gelatinöfen Haut wird die Neuaufnahme von Feuchtigkeit vollftändig verhindert, fo daß diefes Fabrikat ungleich brauchbarer, allerdings auch koftfpieliger ift als Stichtorf. Nach obigem Grundfatze wurde eine Reihe von Torfmafchinen konftruiert, die im wefentlichen folgender Art find: das entweder von Hand mit dem Spaten oder durch Mafchinenkraft mit dem Bagger in unregelmäßigen Stücken gelöfte Rohmaterial wird im naffen Zuftande in ein gefchloffenes Gehäufe gebracht, in dem eine mit Meffern befetzte Welle rotiert; das hierdurch zerkleinerte und homogenifierte Material wird durch den Druck der fchraubenförmig verfetzten Meffer an das entgegengefetzte Ende des Gehäufes gefchoben, wo es durch eine Mundöffnung geformt und ausgeworfen wird, um alsdann in Stücken von paffender Länge abgefchnitten und getrocknet zu werden; die getrockneten Mafchinentorffoden haben meift 18—22 cm Länge bei 30—50 qcm Querfchnitt. — Abweichend hiervon wird bei der in Hannover und Oldenburg gebräuchlichen Herftellung des Mafchinenbacktorfes der von der Torfmafchine ausgeworfene Brei in 10—20 cm hoher Schicht über ein nebengelegenes Trockenfeld ausgebreitet, nach einigen Tagen durch Arbeiter mit an die Füße gefchnallten Brettern feftgetreten und alsdann in rechteckige Stücke zerfchnitten, die an der Luft getrocknet werden. Näheres über die Fabrikationsmethoden und Mafchinen in [1].

B. Streutorf.

Zur Herftellung von Streutorf eignen fich nur die noch wenig zerfetzten jüngeren Torfichichten (Fafertorf), die als Brennmaterial von geringem Werte find. Man hat diefelben, foweit fie nicht fchon früher an einzelnen Orten in primitiver Weife als Streufurrogat benutzt wurden, vielfach als läftigen Abraum bei der Brenntorfbereitung betrachtet, bis in neuerer Zeit deren Verarbeitung zu einem wertvollen Streumaterial aufkam. Das befte Rohmaterial liefern die oberen Schichten der Hochmoore mit den Reften von Torfmoofen (Sphagnum) und Wollgras (Eriophorum); von etwas geringerem Werte find die aus Gräfern und Halbgräfern (Phragmites, Carex, Juncus u. f. w.) entftandenen Schichten der Niederungsmoore. Bei geeignetem Rohmaterial und forgfältiger Herftellung kommen alle Vorzüge, die von einer guten Einftreu gefordert werden können, dem Streutorf in höherem Grade als den meiften übrigen Streumitteln zu, nämlich: infolge des außerordentlichen Waffera uffaugungsvermögens der noch wenig zerfetzten Pflanzenfafer (gut lufttrockener Streutorf nimmt das 10- bis 20fache feines Volumens an Flüffigkeit auf) bleibt das Lager der Tiere trocken, reinlich und warm, und die flüffigen Abgänge derfelben (Gülle) werden vor dem Verluft durch Ablaufen bewahrt; das aus der Zerfetzung der tierifchen Abfallftoffe fich entwickelnde Ammoniakgas wird durch den Torf gebunden und hierdurch nicht bloß der Wert des Stalldüngers erhöht, fondern auch die Stalluft verbeffert und die Gefundheit der Tiere gefördert. Damit der Streutorf diefe guten Eigenfchaften befitze, wird vorausgefetzt, daß er aus möglichft langfaferigem, von erdigen Beimengungen freiem Rohtorf gewonnen, daß er durch die mafchinelle Behandlung gut verarbeitet und nicht mit harten Stücken untermengt, fowie daß er vollftändig lufttrocken fei (der Waffergehalt foll höchftens 25 % betragen). — Bei der Herftellung des Streutorfes erfolgt das Stechen und Trocknen des Materials in gleicher Weife

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wie beim Stichtorf, mit dem Unterſchied jedoch, daß das Gefrieren des Torfes für die Beſchaffenheit des Fabrikates günſtig iſt, weil dadurch der Zuſammenhang gelockert und die Streu weicher und auffaugungsfähiger wird; der Torfſtich kann mit Rückſicht hierauf auch im Spätjahr und Winter betrieben werden. Die getrockneten Torfſoden werden in die Zerreißmaſchine, den ſogenannten Reißwolf, verbracht. Beim Trommelreißwolf werden die aus einer rotierenden Trommel hervorſtehenden eiſernen Zähne zwiſchen den feſtſtehenden Zähnen der Trommelhülle hindurchbewegt; beim Scheibenreißwolf befinden ſich die Zähne an einer um eine horizontale Achſe rotierenden Scheibe bezw. an einer feſtſtehenden Gegenſcheibe. Aus dem Reißwolf fällt das zerriſſene Material auf ein Siebwerk (entweder Schüttel- oder Trommelſieb), durch welches das gröbere Produkt (die Streu) von dem feineren (Mull) geſchieden wird. Um verſandfähig zu ſein, werden beide Produkte in Ballenform gepreßt; die Torfpreſſe beſteht in der Regel aus einem parallelepipediſchen ſtehenden Kaſten, in den das lockere Material von oben eingefüllt wird; der kolbenartig ſich bewegende Boden des Kaſtens preßt hierauf unter dem Druck eines Kniehebels die Füllung nach oben gegen den feſtverſchloſſenen Deckel und die Seitenwände, bis das Volumen auf etwa ein Drittel vermindert iſt. Das ſo zuſammengepreßte Material iſt konſiſtent genug, um mittels ſechs bis acht ſeitlich angelegter Lattenſtücke von der Länge des Torfballens und vier quer zu den Latten herumgeſchlungener Drähte zum Verſand verpackt zu werden. Die Größe der Torfballen beträgt bei den meiſten Torfwerken nach der Länge 1,2 m bei einem Querſchnitt von 60 cm auf 80—90 cm. Das Gewicht eines Ballens ſchwankt für Streu zwiſchen 180 und 280 kg, für Mull zwiſchen 250 und 310 kg. — Torfſtreu wird mit Vorteil ebenſowohl in Rindvieh- wie in Pferdeſtallungen verwendet. Nach gemachten Erfahrungen ſind Erkrankungen des Viehs ſeltener als bei Strohſtreu; insbeſondere ſoll die Zahl huflahmer Pferde um 30% geringer ſein. Auch mit dem aus Torfſtreu gewonnenen Dünger ſind gute Erfahrungen gemacht worden. Steht er auch in der Fähigkeit, Humus zu bilden und den Boden zu lockern, hinter dem Strohdünger zurück, ſo hat er anderſeits den Vorzug, die wichtigen Stickſtoffbeſtandteile des Harns und der Exkremente weit beſſer zu erhalten und nutzbar zu machen. — Auch Torfmull findet mancherlei nützliche Verwendung. Vorab für die Behandlung menſchlicher Entleerungen in Abortgruben, Tonnen, Torfklofetts u. ſ. w. Durch Ueberſtreuen mit Torfmull werden die obigen Stoffe geruchlos gemacht, außerdem wird das als Dungmittel wertvolle Ammoniak durch den Torf gebunden und vor Verluſt bewahrt. Ferner wird Torfmull und Torfſtreu mit Vorteil verwendet als Verbandſtoff, als Wärmeſchutzmittel (z. B. bei Eiskellern), als Auffaugungsmittel, zum Verpacken und Aufbewahren von Früchten, Gemüſen, Fleiſch u. ſ. w.

C. Induſtrielle Verwertung des Torfes.

1. Zu Geweben. Zur Verarbeitung als Spinnfaſer eignet ſich nur der aus Wollgras (Eriophorum vaginatum) gebildete Torf, der in den Hochmooren nicht ſelten eine eigne Torfſchicht — Wollgrastorf — bildet. Die Torffaſer wird zunächſt durch eine ziemlich komplizierte chemiſche und mechaniſche Behandlung gereinigt und geſchmeidig gemacht [1] und liefert eine als Verbandmittel ſehr geſchätzte Watte (Torfwatte); dieſe kann zu den feinſten Garnen verſponnen werden. Mit Wolle, Baumwolle, Leinen oder dergl. gemiſcht, werden hieraus Kleiderſtoffe, Teppiche, Decken und andre Gebrauchsgegenſtände hergeſtellt, die allen Anſprüchen genügen. Allein die Herſtellung iſt wirtſchaftlich nicht lohnend, und ſo hat die Torfwollinduſtrie trotz der Aufwendung erheblicher Kapitalien für Neuanlagen noch keinen ſicheren Boden gewinnen können.

2. Zu Papier und Pappe. Die Verſuche, aus Torf Papier und Pappe herzuſtellen, ſind im großen ganzen nicht günſtig ausgefallen; teils war das Erzeugnis nicht brauchbar, teils die Herſtellung zu koſtſpielig. Als Zuſatzmittel zu Lumpen hat ſich der Torf bei der Papierfabrikation als brauchbar erwieſen; allein in weitaus den meiſten Fällen erfüllt Holzſtoff oder Stroh dieſen Zweck billiger.

3. Sonſtige Verwertung des Torfes. Zahlreiche Verſuche und große Kapitalaufwendungen werden ſeit Jahrzehnten gemacht, um eine lohnende Gewinnung der in der Torfſubſtanz enthaltenen wertvollen Stoffe oder der maſſenhaft in den Torflagern aufgeſpeicherten Energie zu ermöglichen, jedoch bis jetzt nirgends mit durchſchlagendem Erfolg. So hat man eine Reihe von Verfahren erfunden zur Herſtellung von Torfkohle, -koks, -gas, Teer, Torföl, Paraffin u. a.; der Erfolg ſcheiterte in der Regel an den zu hohen Herſtellungskoſten. Neueſtens wird Hoffnung auf ein von Frank und Caro in Charlottenburg erfundenes Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak und Kraftgas aus dem Rohtorf geſetzt, das nach den bisherigen im großen durchgeführten Verſuchen ſehr günſtige Ergebniſſe geliefert haben und demnächſt durch eine hannoverſche Geſellſchaft für Moorkultivierung in der Form von Errichtung großer elektriſcher Zentralen und Kultivierung des abgebauten Moores ausgebeutet werden ſoll [15].

Literatur: [1] Hausding, Handbuch der Torfgewinnung und -verwertung, 2. Aufl., Berlin 1904. — [2] Derſ., Die Torfwirtſchaft Süddeutſchlands und Oeſterreichs, Berlin 1878. — [3] Gyßer, Der Torf, Weimar 1864. — [4] Seydel, Der Torf und ſeine rationelle Verwertung, Berlin 1873. — [5] Stiemer, Der Torf und deſſen Maſſenproduktion, Halle 1883. — [6] Schreiber, Der Moostorf, ſeine Gewinnung und Bedeutung, Prag 1898. — [7] Schreiber, Neues über Moorkultur und Torfverwertung (jährlich 1 Heft). — [8] Gayer, Die Forſtbenutzung, 9. Aufl., Berlin 1903, 3. Teil, 4. Abſchn. — [9] Fürſt, Die Torfſtreu und ihre Bedeutung für Stadt und Land, Berlin 1892. — [10] Jünger, Die Torfſtreu in ihrer Bedeutung für die Landwirtſchaft und Städtereinigung, Berlin 1890. — [11] Fleiſcher, Die Torfſtreu, ihre Herſtellung und Verwendung, 2. Aufl., Bremen 1890. — [12] Linsbauer, Die Abſcheidung und die Charakteriſtik der Torffaſer, Dinglers Polyt. Journ. 1900, S. 439. — [13] Bericht über das Torfwerk Schuſſenried in Württemberg, in Baurs Zentralblatt 1881, S. 88. — [14] Verhandlungsberichte der Zentralmoorkommiſſion in Preußen. — [15] Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutſchen Reiche, 1909, Heft 7. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[16] Oeſterr. Moorzeitſchrift. — [17] Zeitſchrift für Moorkultur und Torfverwertung. — [18] Mitteilungen des Heidekulturvereins für Schleswig-Holſtein. — [19] Der Kulturtechniker. — [20] Meddelelse fra Mosindustrie-Föreningen, Viborg. — [21] Meddelelser von „Det norske Myrselskab", Kristiania. — [22] „Finska Mosskulturföreningens Arsbok", Helſingfors. — [23] Druckſchriften von „Föreningen för torfindustriens befrämjande inom Vestergötland och Dalsland", 1901, Tvenne Föredrag. — [24] „Hedeseskabets Tidskrift", Aarhus. — [25] Meddelande från Södra sveriges torfindustriförening. — [26] „Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift", Jönköping.

Drach.

Torfit, Maſſe zum Beſtreichen von Piſſoirs u. ſ. w. Chemiſche Fabrik von Rud. Grevenberg & Co., A.-G., Hemelingen b. Bremen.

Torgament, beſteht im weſentlichen aus unverbrennlicher Holzmaſſe und Aſbeſt, Torgamentfabrik Franz Lehmann & Co., Leipzig.

Torpedo, ein Unterwaſſergeſchoß, mit Sprengſtoff — Dynamit oder Schießbaumwolle — geladen, verfolgt den Zweck, in den Schiffsrumpf eines feindlichen Schiffes unterhalb der Schwimmebene durch Exploſion des Sprengſtoffes große Löcher zu reißen und hierdurch das Schiff zum Sinken zu bringen.

Man gliedert die Torpedos in Wurftorpedos (Ericſontorpedo), welche nach Art eines Geſchoſſes aus dem Lancierrohr hinausgeſchoſſen werden; Raketentorpedos, welche mittels eines Raketenſatzes durch Reaktion getrieben werden; lenkbare Torpedos und automobile Torpedos. Die Schleppmine oder der Schlepptorpedo von Harvey bildet einen Uebergang von der Seemine zum automobilen Torpedo. Die lenkbaren Torpedos, welche ſich vorzugsweiſe für die Küſtenverteidigung eignen, werden vom Lande aus durch ein Kabel elektriſch geſteuert, ſo daß man dem Feinde folgen kann. Die Treibkraft der lenkbaren Torpedos iſt eine mannigfache. Der Torpedo von Lay ſowie der von Patrick wird durch flüſſige Kohlenſäure getrieben, der Berdan-Torpedo durch eine Turbine, in welche das durch Verbrennung einer Zündmaſſe entſtehende Gas ſtrömt. Der Sims-Ericſontorpedo [3], welcher aus einem Schwimmkörper und dem etwa 1,8 m darunter befeſtigten Torpedo beſteht, wird durch Elektrizität getrieben, und enthält das Kabel, welches ſich von dem Torpedo abwickelt, dementſprechend zwei iſolierte Leitungen. Der Nordenfeld-Torpedo beſitzt zum Antrieb der Maſchine Akkumulatoren. Eigenartig iſt der Brennantorpedo, welcher durch zwei ſich abwickelnde Drähte bewegt und geſteuert wird. Neuerdings verſucht man einen automobilen Torpedo durch Hertzſche Wellen ohne mechaniſche Verbindung mit der Lancierſtelle zu ſteuern [9]; wir verweiſen auf [1], [3], [5]. Die automobilen Torpedos beſchränkten ſich anfangs auf die ſogenannten Spierentorpedos, an langen Stangen befeſtigte Minengefäße, welche von kleinen, ſchnellaufenden Dampfbooten aus gegen das feindliche Schiff vorgeſchoben und vom Boote aus entzündet wurden.

Der 1868 erfundene Whitehead- oder Fiſchtorpedo, die verbreitetſte und zuverläſſigſte Torpedowaffe aller Kriegsmarinen, von dem Erfinder ſelbſt aus Stahl, von Schwartzkopff aus Phosphorbronze hergeſtellt, hat die Form einer Zigarre. Er nimmt je nach ſeiner Größe und Ausdehnung eine Sprengladung von 30—120 kg auf und erreicht bei einem Gewicht von 300—600 kg eine Länge von 5 m bei 45 cm größtem Durchmeſſer. Die treibende Kraft des Torpedos iſt komprimierte Luft von 90 Atmoſphären; ſie erteilt demſelben mit Hilfe von zwei zweiflügeligen Schrauben mit entgegengeſetzter Drehrichtung eine Geſchwindigkeit bis zu 32 Seemeilen pro Stunde bis auf eine Entfernung von 500—800 m. Zur Erhöhung der Schußweite bis auf 3000 m ſowie der Steigerung der Geſchwindigkeit bis auf 38 Seemeilen in der Stunde hat man allmählich den Luftkeſſel vergrößert und die Luftſpannung bis auf 150 Atmoſphären geſteigert; zugleich iſt man dazu übergegangen, die Luft anzuwärmen, um eine größere Leiſtung zu erzielen und zugleich die Eisbildung bei geringen Waſſertemperaturen (5—10° C.) zu vermeiden. Die Anwärmung von Bliß erfolgt durch Aethylalkohol mittels Zündvorrichtung im Luftkeſſel, Tebal und Fuchs haben Termit verwandt, während die Anwärmung der Luft mittels Benzin, welches als Sprühregen in einen beſonderen Verbrennungsraum, durch welchen die Luft ſtreicht, befördert wird — Syſtem Armſtrong, Whitworth & Co. ſowie Gesztesy — ſich am beſten bewährt hat. Durch Erwärmung der Luft auf 500—700° C. hat man folgende Geſchwindigkeiten und Laufweiten erhalten:

43 Seemeilen pro Stunde . . .	1000 m,	31,2 Seemeilen pro Stunde . .	3000 m,
36,4 „ „ „ . . .	2000 m,	26,0 „ „ „ . .	4000 m [7].

Der Torpedo enthält fünf waſſerdicht abgeſchloſſene Kammern. Näheres in [1]—[4]. Die vorderſte Abteilung bildet der Gefechtskopf mit der Gefechtspiſtole, dann folgt die Schwimmkammer, der Luftkeſſel und die Maſchinenkammer, welche die Dreizylinderantriebmaſchine, den Tiefenapparat nebſt Pendel, die Verzögerungsvorrichtung nebſt Waſſerſchlagplatte, die Sink- und Stoppvorrichtung, die Entkupplung des Pendels ſowie den Obryſchen Gradlaufapparat enthält. An Stelle der Dreizylindermaſchine iſt in einzelnen Marinen eine vierzylindrige Maſchine in Gebrauch; auch ſind Verſuche im Gange, die Kolbenmaſchine durch eine Turbine zu erſetzen — Bliß-Leavitt-Torpedo [10].

Der wichtigſte Teil des Torpedos iſt der Tiefenapparat. Er beruht auf dem wechſelnden Waſſerdruck in verſchiedenen Tiefen und beſteht aus einem hydrauliſchen Kolben, auf welchen von außen der Waſſerdruck, von innen eine Feder wirkt, welche für beſtimmte Waſſertiefen eingeſtellt werden kann. Geht z. B. der Torpedo tiefer, wie nach der Federſpannung beabſichtigt, ſo treibt der überwiegende Waſſerdruck den Kolben nach einwärts; das Horizontalruder wird nach oben gedreht und bewirkt ein Aufſchwimmen des Torpedos. Läuft der Torpedo zu flach, ſo überwiegt der Federdruck und treibt den Kolben nach außen, das Horizontalruder wird dann nach unten bewegt und bewirkt ein Tiefergehen des Torpedos. Die Bewegung des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kolbens wird nun auf die Schieberwelle der Steuermaſchine durch Einſchaltung des Schwingehebels eines Pendels übertragen. Das Pendel hat den Zweck, die Bewegung des Tiefendruckkolbens zu regulieren. Da der Torpedo eine verhältnismäßig geringe Maſſe bei einer hohen Geſchwindigkeit beſitzt, ſo bewirken die Bewegungen des Horizontalruders ſehr kräftige Ablenkungen. Um nun die auf und nieder gehenden Bewegungen des Torpedos zu vermindern und demſelben einen möglichſt horizontalen Lauf in beſtimmter Waſſertiefe zu geben, kommt die Wirkung des Pendels hinzu. Liegt der Torpedo horizontal, ſo übt das Pendel keine Wirkung aus. Neigt ſich der Torpedo nach unten, ſo ſchwingt das Pendel nach vorne und bewegt das Horizontalruder nach oben; ſteigt der Torpedo nach oben, ſo geht das Pendel nach hinten und dreht das Horizontalruder nach unten. Die Bewegungen des Kolbens und des Pendels gleichen ſich nun beinahe aus, doch bleibt die Wirkung des Pendels auf die Betätigung des Horizontalruders immer etwas überwiegend. Die kombinierte Bewegung von Kolben und Pendel wird durch ein Syſtem von Hebeln und Stangen zur Steuermaſchine und von dort auf das Horizontalruder übertragen ([1]—[3], [5]). Um beim Lanzieren des Torpedos die Bewegung des Pendels infolge ſeiner Trägheit zu verhindern, da ſonſt der Torpedo im Anfang eine große Tiefenlage annehmen würde, wird dasſelbe anfangs arretiert und kommt erſt zur Wirkung, wenn der Torpedo eine möglichſt horizontale Lage angenommen hat. Die Steuermaſchine wird durch komprimierte Luft getrieben und dient dazu, die Wirkung des Tiefenapparats zu verſtärken und zugleich einen größeren Ausſchlag in der Bewegung der Uebertragung zum Ruder zu erhalten. Der Kolben der Steuermaſchine iſt hohl und trägt in der zentralen Bohrung den durch den Tiefenapparat betätigten Verteilungsſchieber. Die Luft tritt durch eine Ausdrehung des Kolbens in den Zylinder ein und gelangt durch Bohrungen im Kolben bis zum Verteilungsſchieber und von dort auf die eine oder andre Seite des Kolbens und ſchließlich durch die hohle Kolbenſtange in die Maſchinenkammer ([1], [2], [5]).

Den hinterſten Teil des Torpedos bildet das Tunnel- und Schwanzſtück. Das erſtere iſt eine Schwimmkammer und trägt den Bleiballaſt zur Erhaltung des Torpedos in der aufrechten Lage. Das Schwanzſtück ſchließt den Torpedo hinten ab und trägt die Horizontal- und Verikalfloſſen mit den Lagern für die beiden Schraubenpropeller ſowie für die Horizontal- und Vertikalruder. Da die beiden Schrauben entgegengeſetzte Drehrichtung haben, um eine Ablenkung des Torpedos durch die Propeller auszugleichen, ſo iſt die hintere, linksgängige Schraube auf der Welle befeſtigt, während die vordere, rechtsgängige Schraube auf einer hohlen Welle ſitzt, welche mittels koniſchen Rädergetriebes von der Hauptwelle angetrieben wird [1].

Während anfänglich die Seitenablenkungen des Torpedos durch feſtes Einſtellen eines kleinen Vertikalruders nach Möglichkeit ausgeglichen wurden, iſt neuerdings von dem Ingenieur Obry ein Apparat erdacht, welcher ein Vertikalruder betreibt und ſo dem Torpedo einen möglichſt flachgeſtreckten und geraden Kurs gibt. Der Apparat beſteht aus einem Gyroſkop, deſſen Achſe in der Längsachſe des Torpedos liegt. Das Schwungrad wird durch eine ſtarke Feder mittels eines Zahnſektors in Bewegung geſetzt, ſobald durch den Oeffnungshebel die Feder freigegeben wird. Da bei großen Laufſtrecken die Umdrehung des Kreiſels allmählich abnimmt und ſeine Wirkung auf die Vertikalruder geringer wird, hat man bei dem amerikaniſchen Torpedo verſucht, die Kreiſelumdrehung durch Einſchaltung einer Luftturbine auf 18000 pro Minute zu halten. Auch hat man verſucht, durch Einſtellen des Kreiſels dem Torpedo eine beliebige Richtung zu geben und damit eine Laufrichtung zu erzielen, welche von der Achſe des Ausſtoßrohres abweicht — Winkeltorpedo.

Von den automobilen Torpedos kommt neben dem Whitehead-Torpedo nur der Howell-Torpedo in Frage [6]. Die Treibkraft desſelben bildet ein Schwungrad, welches vor dem Lanzieren durch eine am Ausſtoßrohr gelagerte Dampfturbine eine Umdrehungszahl von 10000 pro Minute erhält. Das Schwungrad treibt mit der ihm verliehenen lebendigen Kraft mittels koniſcher Räderüberſetzung zwei nebeneinander liegende Schrauben. Zur Erzielung einer möglichſt gleichmäßigen Geſchwindigkeit wird die Steigung der Schraubenflügel vergrößert in dem Maße, als die Winkelgeſchwindigkeit des Schwungrades abnimmt. Der Tiefenapparat iſt nach Art des Whiteheadſchen. Der Howell-Torpedo ſoll infolge ſeines Beſtrebens, die Richtung der Drehachſe des Schwungrades beizubehalten, eine große Richtkraft beſitzen und einen guten Gradlauf erzielen. Da ein Krängen des Torpedos letzteren beeinträchtigt, iſt ein Aufrichteapparat eingebaut. Der Howell-Torpedo war nur in der Marine der Vereinigten Staaten in Gebrauch [6].

Literatur: [1] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [2] Engineering, The Whitehead Torpedo, London 1898. — [3] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [4] Sleeman, Torpedo and Torpedo Warfare, London 1889. — [5] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Veſſels, London 1901. — [6] Heinz, Howells automobiler Torpedo, Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, Pola 1891, 1893. — [7] Heinz, Ueber die Anwärmung der Betriebsluft des automobilen Torpedos, ebend., Pola 1909. — [8] Nauticus, Die neuſte Entwicklung der Torpedowaffe, Berlin 1907. — [9] Engineering, The Control of Torpedoes by Hertzian waves, 1907, I, S. 66. — [10] Ebend., The Bliß-Leavitt Turbine Torpedo, 1906, II, S. 496. *T. Schwarz.*

Torpedoarmierung eines Schiffes umfaßt alle Apparate und Einrichtungen, welche dazu dienen, vorzugsweiſe Whiteheadtorpedos an Bord zu lagern und zu transportieren, gefechtsbereit zu machen und zu lanzieren.

Die wichtigſten Teile ſind die Rohre bezw. Kanonen zum Lanzieren oder Ausſtoßen der Torpedos, die Luftkompreſſionspumpen nebſt Luftſammlern zur Erzeugung der komprimierten Luft ſowie die Zielapparate und Kommandoelemente zum Einſtellen der Torpedorohre. Je nach der Lage des Lanzierrohrs über oder unterhalb der Schwimmebene des Schiffes unterſcheidet man Ueberwaſſer- und Unterwaſſerrohre. Erſtere ſind meiſt auf den kleineren Kriegsſchiffen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Torpedofahrzeugen und Aviſos in Gebrauch; ſie werden entweder im Schiffskörper feſt eingebaut, Bug- und Heckrohr, oder zum Einſtellen mit Seitenrichtung in der Breitſeite aufgeſtellt. In letzterem Falle ſind ſie entweder auf dem Oberdeck auf einem Mittelpivot mit Schwenkbahn montiert oder unter dem Oberdeck an Laufſchienen aufgehängt und an der Bordwand zum waſſerdichten Abſchluß mit einem Kugelgelenk verſehen. Die Ueberwaſſerrohre beſitzen nach außen eine löffelförmige Verlängerung, damit der Torpedo mittels der T-förmigen Hängewarze, welche über dem Schwerpunkt des Torpedos angebracht iſt, ſo lange im Rohre geführt wird, bis er horizontal frei herabfallen kann. Da die Ueberwaſſerrohre durch die Geſchoſſe feindlicher Schnellfeuerkanonen leicht zerſtört bezw. der zum Lanzieren fertige Torpedo zur Exploſion gebracht werden kann, ſuchte man die Rohre mit leichtem Panzerſchutz zu verſehen. Neuerdings zieht man es vor, auf Panzerſchiffen und auf Kreuzern nur Unterwaſſerrohre zu verwenden; ſie werden teilweiſe im Bug, teilweiſe in der Breitſeite eingebaut. Das Unterwaſſerbugrohr ſoll in der Hauptſache den Rammſtoß erſetzen, welcher für das eigne Schiff meiſt mit erheblichen Havarien verknüpft iſt; es wird ſtets feſt eingebaut und ſo weit zurückgelagert, daß es beim Rammen keinen Schaden erleidet. Die Unterwaſſerbreitſeitrohre ſind teils feſt eingebaut, teils zum Schwenken eingerichtet und in ihrer Bauart ſehr kompliziert und ſchwer. Da der Torpedo, ſobald er aus dem Breitſeitrohr heraustritt, von den an der Schiffswand entlang gleitenden Waſſerfäden abgelenkt wird, ſo muß er eine feſte Führung erhalten, bis das Schwanzende des Torpedos frei von der Schiffswand iſt. Zu dieſem Zweck werden, wenn der Torpedo in das Rohr eingebracht iſt, entweder ſtarke Führungsſtangen oder ein entſprechend gebautes Rohr mittels beſonderer Luftmaſchine aus dem Schiffsrumpf hinausgeſchoben, und der Torpedo wird beim Lanzieren an den Führungsſtangen bezw. dem Rohre ſo lange geführt, bis er frei von der Schiffswand iſt. Auf dieſe Weiſe wird es ermöglicht, daß der Torpedo das Rohr in der Zielrichtung verläßt und von ſeinem Kurs nur unbedeutend abgelenkt wird. Das Einrennen der Führungsſtangen bezw. des Rohrs nach dem Schuß erfolgt teilweiſe automatiſch. Die Unterwaſſerrohre beſitzen nach außenbords beſondere Schleuſenſchieber, welche beim Einführen des Torpedos geſchloſſen ſind. Das im Rohr befindliche Waſſer wird vor dem Laden durch ein Entwäſſerungsrohr nach der Bilge oder der Drainageeinrichtung entfernt. Ein Lanzieren des Torpedos kann durch eine beſondere Verblockung der Abzugsſtange nur dann erfolgen, wenn die Schleuſe wieder geöffnet iſt. Das Ausſtoßen des Torpedos erfolgt entweder durch komprimierte Luft oder durch Pulverpatronen; letztere finden vorzugsweiſe bei den Ueberwaſſerrohren Verwendung. Zur Erzeugung der komprimierten Luft zum Auffüllen der Torpedos, zum Lanzieren derſelben ſowie zum Betrieb ſonſtiger Hilfsmaſchinen dienen Luftkompreſſionspumpen mit Waſſerkühlung von Brotherhood, Whitehead, Thirion u. a.; dieſelben erzeugen einen Luftdruck von 120—150 Atmoſphären. Die Luftſammler, beſtehend aus ſtählernen Mannesmannrohren, bilden einen Akkumulator, um den Luftdruck auszugleichen. Der Howelltorpedo erfordert zum Antrieb des Schwungrades eine Dampfturbine. — Die Torpedozielſtellen, von welchen aus die Ueber- und Unterwaſſerrohre eingeſtellt und abgezogen werden, erfordern ein freies Geſichtsfeld und ſind demnach in den oberen Decks eingerichtet. Finden ſie in den Kommandotürmen keinen Platz, ſo werden ſie mit leichtem Panzer geſchützt. Die Torpedozielſtellen enthalten den Torpedozielapparat und die nötigen Kommando- und Uebertragungsapparate. Der Zielapparat ergibt beim Zielen auf das feindliche Schiff die Richtachſe des Torpedorohres unter Berückſichtigung der Fahrtrichtung und der Geſchwindigkeit des feindlichen Schiffes ſowie der Geſchwindigkeit des Torpedos, welche in dem Apparat vorher eingeſtellt werden müſſen; er gibt daher im allgemeinen das ſogenannte Abkommdreieck wieder.

Literatur: [1] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [2] Sleeman, Torpedo and Torpedo Warfare, London 1889. — [3] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. — [4] Croneau, J., Canon, torpille, cuirasse, Paris 1904. — [5] Dredge, Modern French Artillery, London 1893. — [6] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. *T. Schwarz.*

Torpedobatterie, ein Ponton, welches zum Lancieren von automobilen Torpedos eingerichtet iſt, zur Verteidigung von Hafeneinfahrten und Flußmündungen. Das Lanzieren erfolgt meiſt unter Waſſer ohne Ausſtoßrohr durch Ingangſetzen der Antriebsmaſchine des Torpedos. *T. Schwarz.*

Torpedoboote älteſter Form waren kleine Dampfboote mit Einrichtungen für Spierentorpedos. Erſt die Erfolge, welche Thornycroft mit der von ihm erbauten kleinen Dampfjacht „Miranda“ errang — dieſelbe lief bei einem Deplacement von 16 t 16 Seemeilen die Stunde —, führten zum Bau von kleinen Torpedobooten, welche bedeutende Geſchwindigkeit — zunächſt bis zu 18 Seemeilen — mit großer Manövrierfähigkeit vereinigten und infolge der geringen Abmeſſungen eine kleine Zielfläche für die feindlichen Geſchoſſe bildeten. Das von Thornycroft 1878 erbaute Torpedoboot „Lightning“ diente als Vorbild für die nunmehr in allen Kriegsmarinen auftretenden Torpedoboote. An Stelle der Spierentorpedos erhielten dieſelben Einrichtungen zum Lanzieren von Whiteheadtorpedos, und zwar durchweg Ueberwaſſerrohre im Bug ſowie auf dem Oberdeck.

Neben Thornycroft traten alsbald in England Yarrow, in Frankreich Normand und in Deutschland Schichau mit beſonderen Torpedobootstypen in den Wettbewerb mit ein. Anfänglich begnügte man ſich mit zwei Klaſſen von Torpedobooten: I. Klaſſe für die hohe See, II. Klaſſe für die Küſten- und Hafenverteidigung beſtimmt. Letztere erreichen ein Deplacement bis zu 30 t und eine Geſchwindigkeit bis zu 16 Seemeilen, und dieſelben wurden in einzelnen Marinen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Panzerſchiffen mitgegeben. Die Torpedoboote I. Klaſſe entwickelten bei einem Deplacement von 80—150 t Geſchwindigkeiten von 17—22 Knoten. Später wurde in Deutſchland das Torpedodiviſionsboot mit einem Deplacement von 180—350 t und in England die Torpedobootszerſtörer in ähnlicher Größe eingeführt. Erſtere bilden das Flaggſchiff für eine Diviſion von ſechs Torpedobooten; letztere ſind für den Angriff und die Verfolgung von Torpedobooten mit hoher Geſchwindigkeit und mit Schnellfeuerkanonen ausgerüſtet, neben entſprechender Torpedoarmierung. Neuerdings iſt der Unterſchied zwiſchen Torpedoboot und Zerſtörer allmählich verſchwunden, nachdem die Torpedoboote zur Erweiterung der Aktionsfähigkeit und Steigerung der Seefähigkeit und Geſchwindigkeit bis zu 36 Knoten weit über das Deplacement der Diviſionsboote gewachſen ſind (bis zu 900 t) [9].

Die Torpedoboote und Torpedobootszerſtörer oder Torpedojäger, engliſch Deſtroyer, franzöſiſch Contre-torpilleur, werden als Ein- oder Zweiſchraubenboote gebaut; für hohe Geſchwindigkeiten zieht man zwei Schrauben vor. Die Maſchinen ſind dreifache Expanſionsmaſchinen. Neuerdings hat die Dampfturbine die Kolbenmaſchine faſt gänzlich verdrängt. Die anfänglich allgemein gebräuchlichen Lokomotivkeſſel ſind bei der ſteten Steigerung der Fahrgeſchwindigkeit bis zu 30 und 36 Seemeilen pro Stunde durch die verſchiedenſten Arten engrohriger Waſſerrohrkeſſel erſetzt. Um die Höchſtgeſchwindigkeit unabhängig zu machen von der körperlichen Kraft und Ausdauer des Heizerperſonals und die Leiſtung der Keſſel bei längerer Forcierung zu ſteigern, iſt man in verſchiedenen Marinen von der Kohlenfeuerung zur reinen Oelfeuerung übergegangen (vgl. Schiffskeſſel). Um die Steuerfähigkeit zu erhöhen, beſitzen alle Torpedoboote neben dem Heckruder ein Bugruder (ſ. Ruder). Die Torpedoboote haben durchweg nur geringen Freibord (0,8—1,5 m); das Deck iſt ſtark gewölbt und läuft vorn vom Vorſteven bis zum Kommandoturm ſtark auf. Vielfach befindet ſich auf dem Achterdeck ein zweiter Kommandoturm. Die Türme dienen als Kommando- und Steuerſtellen ſowie als Niedergänge zu den Offiziers- und Mannſchaftsräumen. Die letzteren ſind ſehr beſchränkt, da der größte Teil des Schiffsraumes von der Maſchinen- und Keſſelanlage nebſt Kohlenbunker in Anſpruch genommen wird. Die Armierung der Torpedoboote beſteht außer einigen Schnellfeuer- oder Maſchinenkanonen meiſt aus drei Ueberwaſſerlanzierrohren mit Pulverausſtoß für Whiteheadtorpedos, und zwar ein Rohr feſt im Bug und zwei auf Oberdeck zum Schwenken eingerichtet. Ueber die Bauweiſe der Torpedoboote ſ. [5].

Literatur: [1] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. — [2] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [3] Braſſey, The Naval Annual, Portsmouth (jährlich). — [4] Engineering, London 1878—1908. — [5] Croneau, Conſtruction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [6] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1890. — [7] Ueber die Entwicklung der Torpedofahrzeuge, Mitteil. a. d. Gebiet d. Seew., Pola 1892. — [8] Nauticus, Die neueſte Entwicklung der Torpedowaffe, Berlin 1907. — [9] Thornycroft, J. E., Modern Torpedoboats and Destroyers, Engineering 1908, I, S. 487.

T. Schwarz.

Torpedodepotſchiff, Kreuzer mit 18—19 Seemeilen Geſchwindigkeit pro Stunde, welcher als Operationsbaſis für einen Torpedobootsangriff dient.

Zu dieſem Zweck iſt das Schiff mit ſchweren Kranen verſehen, um 6—10 Torpedoboote II. Klaſſe bei jedem Wetter ausſetzen ſowie an Bord nehmen zu können; ferner ſind beſondere Reparaturwerkſtätten ſowie Stauräume für Torpedos, Kohlen und andre Materialien für die Torpedoboote vorgeſehen. Die engliſche Marine beſitzt in dem „Vulcan“, die franzöſiſche in dem „Foudre“ ein Torpedodepotſchiff.

Literatur: Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1896. *T. Schwarz.*

Torpedoſchutznetze, dienen zum Schutz der Kriegsſchiffe gegen automobile Torpedos. Sie halten den Torpedo in einer Entfernung von etwa 6 m von der Schiffswand auf und bringen ihn zur Exploſion.

Die Netze, welche in ihrer verbeſſerten Form zuerſt von Bullivant gefertigt wurden, beſtehen aus aneinander gefügten Ringen von verzinktem Stahl, welche an den Rändern durch Stahldrahtlieks begrenzt werden. Sie werden durch beſondere Spieren derartig gehalten, daß ſie in einer Entfernung von 6 m von der Bordwand vertikal herunterhängen. Um ein Auftreiben der Netze zu verhindern, iſt das Unterliek derſelben meiſt ein ſtarker Stahldraht oder eine Kette; beim Nichtgebrauch werden die Netze an der Bordwand in Käſten gelagert und die Spieren beigeklappt. Die Torpedoſchutznetze teilt man in drei Teile, das Hauptnetz an den Schiffsſeiten mittſchiffs zum Schutz der Maſchinen- und Keſſelräume und den Bug- und Heckſchutz. Letztere kommen in der Hauptſache nur bei vor Anker liegendem Schiff zur Aktion, während ſie bei Schiffen in Fahrt fortgenommen werden, um die Manövrierfähigkeit und Fahrtgeſchwindigkeit des Schiffes nicht zu beeinträchtigen; auch können die hinteren Netze leicht in die Schrauben geraten. — Nachdem zur Zerſtörung der Netze die Torpedos mit Netzſcheren ausgerüſtet werden, welche imſtande ſind, die Netze zu durchſchneiden und dem Torpedo demnach freien Durchgang zu verſchaffen, ſind die Torpedoſchutznetze vielfach beſeitigt worden, zumal ſie die freie Bewegung des Schiffes ſehr beeinträchtigen und das Setzen und Wiedereinholen der Netze umſtändliche Manöver bedingt.

Literatur: [1] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [2] Croneau, Canon, torpille, cuirasse, Paris 1904. — [3] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. *T. Schwarz.*

Torricelliſche Leere, Röhre, ſ. Queckſilberbarometer.

Torſion = Drehung, Drillung, Verdrehung (von torquere, drehen, oder dem ſpätlateiniſchen torsio, das Drehen); in der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre die Drehung paralleler Schichten eines Körpers gegeneinander um eine ſenk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

recht zu ihnen gedachte Achse, insbesondere der Querschnitte eines Stabes um die Stabachse; s. Torsionselastizität, Torsionsfestigkeit, Torsionsarbeit, Torsionsschwingungen, Drehwage unter Wage. *Weyrauch.*

Torsionsarbeit wird meist die Arbeit T zur Ueberwindung der inneren Kräfte (Verschiebungsarbeit, s. d.) während der im Artikel Torsionselastizität besprochenen Torsion prismatischer Stäbe genannt. Virtuelle Torsionsarbeit $\mathfrak{T}$ ist die Arbeit, welche die Ueberwindung der inneren Kräfte hierbei erfordern würde (virtuelle Verschiebungsarbeit), wenn diese Kräfte konstant wie am Ende der Torsion wären.

Bezeichnen M das Torsionsmoment, ϑ den Torsionswinkel, l die Länge des Stabs zwischen Einspannungsquerschnitt und durch M ergriffenem Endquerschnitt, so hat man fürs Gleichgewicht [2], S. 73: $2T = \mathfrak{T} = \vartheta l M$. 1.

Nach den Beziehungen für die Torsionselastizität (s. d.) kann hierin ϑ durch M, oder M durch ϑ, ausgedrückt werden. Beispielsweise hat man in dem gewöhnlichen Falle eines kreisförmigen Querschnitts vom Radius R:

$$T = \frac{l M^2}{\pi G R^4} = \frac{\pi}{2} G l \vartheta^2 R^4, \qquad 2.$$

und für beliebige Querschnitte vom Inhalt F und polaren Trägheitsmoment J:

$$T = \frac{k l J M^2}{2 G F^4} = \frac{G l \vartheta^2 F^4}{2 k J}, \qquad 3.$$

worin bei vollen Querschnitten (nicht aber bei ringförmigen Querschnitten) vielfach genügend genau $k = 40$ gesetzt werden kann.

Mitunter wird auch für Torsion über die Elastizitätsgrenze hinaus die nötige Arbeit als Torsionsarbeit bezeichnet. Die Torsionsarbeit bis zum Bruche hat z. B. Tetmajer bei Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von Draht zu Drahtseilen herangezogen [3], 4. Heft.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, S. 394. — [2] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elastischer Körper, Leipzig 1885, S. 72. — [3] Tetmajer, Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 4. Heft, 1890, S. 242, 251 (Drähte); 9. Heft, 1900, S. 41, 48, 92, 144 (Aluminium und seine Legierungen). — [4] Derf., Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 340. — [5] Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 227. — [6] Bach, Elastizität und Festigkeit, Berlin 1905, S. 388. *Weyrauch.*

Torsionselastizität, die Elastizität (s. d.) bei der Beanspruchung fester Körper auf Torsion (s. d.).

Ein prismatischer Stab sei an einem Endquerschnitt derart festgehalten (Fig. 1), daß die Flächenelemente des letzteren keine Drehung um die Achse vornehmen können, während die Mantelfläche von äußeren Kräften frei ist. In den Elementen des andern Endquerschnitts wirkt lediglich ein Kräftepaar M um die Stabachse. Hierdurch wird eine Drehung des Endquerschnitts und der andern Querschnitte gegen den Einspannungsquerschnitt entstehen (Fig. 1), deren Winkel wir für einen Querschnitt in Entfernung z von der Einspannungsstelle durch φ und speziell für $z = 1$ durch ϑ bezeichnen. Das der Torsion entgegenwirkende Moment, welches im Zustand des Gleichgewichts gleich M ist, wird Torsionsmoment genannt, während ϑ der Torsionswinkel heißt. Es handelt sich darum, eine Beziehung zwischen M und φ, ϑ, sowie die Beanspruchungen des Stabmaterials unter den gewöhnlichen Voraussetzungen der Elastizitätslehre (Bd. 3, S. 389, 392) fürs Gleichgewicht nach so kleinen Verdrehungen abzuleiten, daß $\sin\varphi = \varphi$, $\cos\varphi = 1$ gesetzt werden dürfen. Im folgenden mögen G den konstant vorausgesetzten Schubelastizitätsmodul (Bd. 3, S. 393, 395; Bd. 7, S. 819) des isotropen Stabmaterials, F den Stabquerschnitt und J dessen polares Trägheitsmoment in Hinsicht seines Schwerpunkts bedeuten,

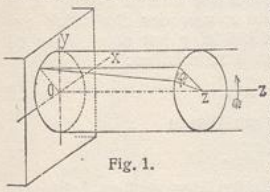


Fig. 1.

φ, ϑ aber in Bogenmaß ausgedrückt werden (Gradzahl mal $\frac{\pi}{180}$). Die resultierende Beanspruchung pro Flächeneinheit eines Querschnittselements soll durch τ und ihr größter Wert im Querschnitt durch $\max\tau$ bezeichnet sein, sie bedeuten stets Schub [17], S. 175.

a) Kreisquerschnitt, Kreisringquerschnitt. Für diese wichtigsten Fälle hat schon Coulomb das Problem gelöst [1]. Er fand die Verdrehungswinkel: $\varphi = \vartheta z, \qquad \vartheta = \frac{M}{GJ}$, 1.

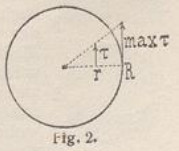


Fig. 2.

und die Spannungen in beliebiger Entfernung r sowie in der größten Entfernung R von der Stabachse in jedem Querschnitt:

$$\tau = G\vartheta r = \frac{M}{J} r, \qquad \max\tau = G\vartheta R = \frac{M}{J} R. \qquad 2.$$

Speziell für den Kreisquerschnitt vom Radius R (Fig. 2) hat man:

$$J = \frac{\pi}{2} R^4, \qquad \vartheta = \frac{2M}{\pi G R^4} \qquad 3.$$

und für den Kreisringquerschnitt vom äußeren Radius R und inneren Radius R_i (Fig. 3): $J = \frac{\pi}{2}(R^4 - R_i^4), \qquad \vartheta = \frac{2M}{\pi G (R^4 - R_i^4)}$. 4.

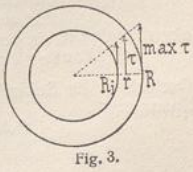


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber Stäbe mit veränderlichem Kreisquerſchnitt (Wellen u. ſ. w.) ſ. [26], [27], V, S. 177, und [29].

b) Beliebige Querſchnitte. Die Gleichungen 1., 2. ergeben ſich unter der Vorausſetzung, daß die Querſchnitte bei der Verdrehung eben bleiben, für beliebige prismatiſche Stäbe [1], [17], S. 176. Sie wurden auch früher als allgemein giltig angenommen, bis Saint-Venant nachwies, daß jene Vorausſetzung im Widerſpruche mit den allgemeinen Elaſtizitätsgleichungen iſotroper feſter Körper ſteht, und auf Grund dieſer Gleichungen (Bd. 3, S. 389) eine neue Löſung gab [2], [4]. Nach derſelben erleiden die Querſchnittselemente neben Drehungen φ um die Stabachſe auch Verrückungen ζ parallel derſelben. Die φ ſind proportional z, die ζ hängen nicht von z, ſondern nur von der Querſchnittsform und den Lagen der in Frage kommenden Querſchnittselemente gegen die Stabachſe ab, ſo daß für jeden Querſchnitt hinſichtlich eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems durch den Einſpannungsquerſchnitt mit der Stabachſe als z-Achſe geſetzt werden können:

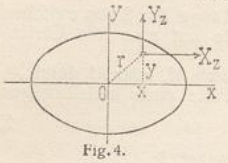


Fig. 4.

$$\varphi = \vartheta z, \qquad \zeta = f(x, y). \tag{5.}$$

Für dieſe Funktion f ergibt ſich die allgemeine Bedingung:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0, \tag{6.}$$

und ſpeziell an der Oberfläche, wenn $(n\,x)$, $(n\,y)$ die Winkel beliebiger Normalen n zur Mantelfläche mit den Richtungen x, y bezeichnen:

für $n \perp z$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x} - \vartheta y\right)\cos(n\,x) + \left(\frac{\partial f}{\partial y} + \vartheta x\right)\cos(n\,y) = 0. \tag{7.}$$

Iſt hiernach $f(x, y)$ beſtimmt, ſo folgen für ein bei x, y, z gelegenes beliebig geformtes Querſchnittselement dF (Fig. 4) die Spannungskomponenten in den Richtungen x, y:

$$X_z = G\left(\frac{\partial f}{\partial x} - y\right), \qquad Y_z = G\left(\frac{\partial f}{\partial y} + \vartheta x\right), \tag{8.}$$

und die reſultierende Spannung (Beanſpruchung pro Flächeneinheit) im fraglichen Querſchnittselement wie in einem Flächenelement ſenkrecht zu demſelben:

$$\tau = \sqrt{X_z^2 + Y_z^2}. \tag{9.}$$

Dies iſt zugleich die größte Spannung, welche für beliebig gerichtete Flächenelemente bei x, y, z vorkommt, da ſich die Hauptſpannungen (ſ. d.) gleich $+\tau$, $-\tau$, und 0 ergeben. Das Torſionsmoment läßt ſich ausdrücken: $M = \int (x\,Y_z - y\,X_z)\,dF$, (10.)

wobei die Integration auf den ganzen Querſchnitt zu erſtrecken iſt. Ableitungen vorſtehender Gleichungen ſ. [4], S. 237, [16], S. 178. Auf dieſen beruhen u. a. die folgenden Löſungen:

c) Elliptiſcher Querſchnitt [4], S. 274, [17], S. 180. Bezeichen a, b die größere und kleinere Halbachſe der Ellipſe, ſo ergeben ſich der Torſionswinkel und die größte Spannung, welche am meiſten intereſſieren:

$$\vartheta = \frac{M}{G\pi}\,\frac{a^2 + b^2}{a^3\,b^3}, \qquad \max\tau = \frac{2M}{\pi\,a\,b^2} = 2G\vartheta\,\frac{b\,a^2}{a^2 + b^2}. \tag{11.}$$

$\max\tau$ tritt an den Enden der kleinen Achſe ein, während es nach der älteren Formel 2. an den Enden der großen Achſe liegen ſollte (dem größten Abſtand r von der Stabachſe entſprechend). Für ein beliebiges Querſchnittselement bei x, y hat man, wenn die Koordinatenachſen x, y mit den Halbachſen a, b zuſammenfallen:

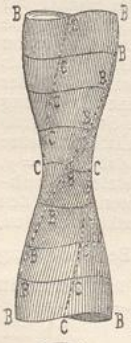




Fig. 5.

$$\tau = \frac{2G\vartheta}{a^2 + b^2}\sqrt{a^4 y^2 + b^4 x^2}, \tag{12.}$$

und ſpeziell für ein beliebiges Querſchnittselement am Rande

$$\tau = \frac{2G\vartheta\,b}{a^2 + b^2}\sqrt{a^4 - (a^2 - b^2)\,x^2}, \tag{13.}$$

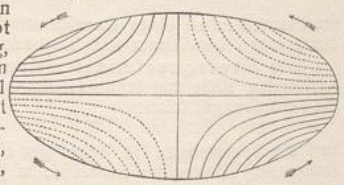
woraus $\max\tau$ für $x = 0$ folgt, während an den Enden der großen Achſe mit $x = a$:

$$\tau = \frac{2M}{\pi\,b\,a^2} = 2G\vartheta\,\frac{a\,b^2}{a^2 + b^2}. \tag{14.}$$

Die Form der Querſchnitte nach der Verdrehung iſt beſtimmt durch

$$\zeta = -\vartheta\,x\,y\,\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}, \tag{15.}$$

wonach für $x = 0$ und für $y = 0$, d. h. in beiden Ellipſenachſen, $\zeta = 0$. Fig. 5 gibt nach Saint-Venant ein Bild der Verdrehung, der Deutlichkeit halber in vergrößertem Maße (die Annahmen $\sin\varphi = \varphi$, $\cos\varphi = 1$ würden für ſo große Verdrehungen nicht mehr zuläſſig ſein), während in Fig. 6 verſchiedene Linien gleicher ζ angedeutet ſind, wobei ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Für $a = b = r$ gehen alle Formeln in die oben für den Kreis gegebenen über. Bezüglich des elliptiſchen Ringquerſchnitts ſ. [4], S. 368, 371.


Fig. 6.

d) Dreieckquerſchnitt [4], S. 283, [17], S. 182. Bezeichnen für ein gleichſeitiges Dreieck a die Seitenlänge, $h = \frac{a}{2}\sqrt{3}$ die Höhe, ſo ſind die Torſionswinkel und die größte Spannung:

$$\vartheta = \frac{5M}{3GJ} = \frac{80}{\sqrt{3}}\,\frac{M}{G\,a^4}, \qquad \max\tau = \frac{20M}{a^3} = \frac{\sqrt{3}}{4}G\vartheta\,a = \frac{G\vartheta h}{2}. \tag{16.}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\max \tau$ tritt in den Mitten der Seiten ein, während es nach der älteren Formel 2. an den Enden derſelben liegen ſollte. Für ein beliebiges Querſchnittselement bei x, y hat man, wenn die Koordinatenachſen wie in Fig. 7 gelegt werden und r die Entfernung vom Schwerpunkt bedeutet ($r^2 = x^2 + y^2$):

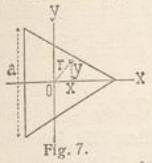


Fig. 7.

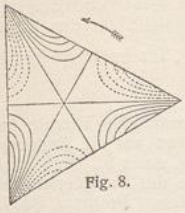
$$\tau = \frac{G\vartheta}{a}\sqrt{(a^2 + 3r^2)\,r^2 + 2\sqrt{3}\,(3r^2 - 4x^2)\,a\,x}, \qquad 17.$$

und ſpeziell für ein beliebiges Querſchnittselement am Rande:

$$\tau = \sqrt{3}\,\frac{G\vartheta}{a}\left(\frac{a^2}{3} - r^2\right), \qquad 18.$$

woraus $\max \tau$ für $r = \frac{h}{3} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$ folgt, während ſich an den Enden der Seiten mit $r = \frac{2h}{3}$ ergibt $\tau = 0$. Die Form des Querſchnitts nach der Verdrehung iſt beſtimmt durch:

$$\zeta = \vartheta\, y\,\frac{y^2 - 3x^2}{a\sqrt{3}}, \qquad 19.$$


Fig. 8.

ſo daß für $y = 0$ und damit für alle Elemente in den drei Symmetrieachſen des Querſchnitts $\zeta = 0$ iſt. In Fig. 8 ſind wieder Linien gleicher ζ angedeutet, wobei ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Bezüglich des dreieckigen Ringquerſchnitts ſ. [4] S. 368.

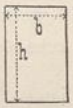


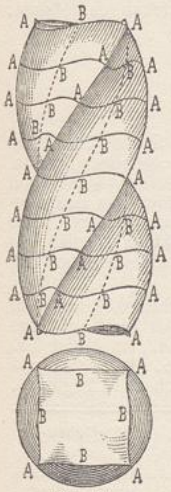
Fig. 9.

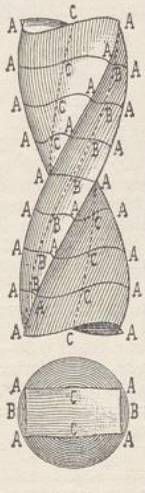
e) Rechtecksquerſchnitt [4] S. 291, [17] S. 184. Bezeichnen b und h die kürzere und längere der beiden Seiten (Fig. 9), ſo folgen der Torſionswinkel und die größte Spannung, welche in den Mitten der Längsſeiten eintritt,

$$\vartheta = \frac{m\,M}{G\,h\,b^3}, \qquad \max \tau = m\,n\,\frac{M}{h\,b^2} = n\,G\,\vartheta\,b, \qquad 20.$$

worin m, n auf Grund der Beziehungen unter b genau nur durch tranſzendente Funktionen darſtellbar ſind. Man erhält danach

für $\frac{h}{b} =$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5	10	20	∞
$m =$	7,1134	6,0197	5,3505	4,9082	4,5992	4,3729	3,7977	3,5611	3,4323	3,2018	3,0976	3
$n =$	0,6753	0,7587	0,8221	0,8694	0,9044	0,9300	0,9854	0,9970	0,9993	1,0000	1,0000	1
$m\,n =$	4,8037	4,5671	4,3986	4,2672	4,1595	4,0668	3,7423	3,5504	3,4299	3,2018	3,0976	3


Fig. 10.

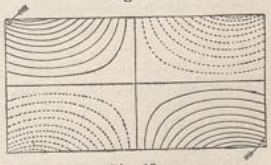

Fig. 11.

während man häufig nach Grashof [7] S. 140 zu allgemein geſetzt findet:

$$\max \tau = 4{,}5\,\frac{M}{h\,b^2}, \qquad 21.$$

alſo in 20. $m\,n = 4{,}5$. Die Verrückungen ζ und damit die ſchließliche Form des Querſchnitts ſind ebenfalls durch tranſzendente Funktionen beſtimmt. Für die Symmetrieachſen des Querſchnitts, alſo für Achſen durch den Schwerpunkt parallel den Seiten, und beim Quadrat auch in den Richtungen der Diagonalen hat man $\zeta = 0$. Fig. 10 und 11 geben nach Saint-Venant je ein Bild der Verdrehung für quadratiſche und rechteckige Stäbe in vergrößertem Maße, während in Fig. 12 und 13 Linien gleicher ζ dargeſtellt ſind, wobei wieder ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Bezüglich des rechteckigen Ringquerſchnittes ſ. [4], S. 368.


Fig. 12.


Fig. 13.

f) Weitere Querſchnitte. Saint-Venant hat die Löſung der Gleichungen 5. bis 10. noch für eine Reihe andrer Querſchnitte gegeben (Kreisſektoren, Ringquerſchnitte, krummlinig begrenzte Querſchnitte u. ſ. w.) [4], S. 302, 305, 364, 368, [6], [16], S. 216, 217, 221, 240 u. ſ. w., und auch Fälle aniſotropen Materials berückſichtigt [4], S. 345, 358, [16], S. 220. Setzt man für iſotropes Material

$$\vartheta = \frac{k\,M\,J}{G\,F^4}, \qquad M = \frac{G\,\vartheta\,F^4}{k\,J}, \qquad 22.$$

ſo gelten für den Kreis- und Ellipſenquerſchnitt $k = 4\,\pi^2 = 39{,}5$, für das Quadrat $k = 42{,}7$, für Rechtecke der Seitenverhältniſſe $h : b = 2, 4, 8$ bezw. $k = 42{,}0,\ 40{,}2,\ 38{,}5$, für Kreisſektoren der Zentriwinkel 45, 90, 180° bezw. $k = 42{,}9,\ 42{,}4,\ 40{,}8$, dagegen für das gleichſeitige Dreieck $k = 45$. Saint-Venant ſchloß daraus, daß für die meiſten Querſchnitte in 22. mit genügender Genauigkeit $k = 40$ geſetzt werden könne [10], S. 142, [16], S. 219, doch iſt zu beachten, daß dies nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ohne Nachweis im einzelnen Falle gilt und beiſpielsweiſe für Hohlzylinder zu ſehr unrichtigen Ergebniſſen führen kann [24], S. 349. Bezüglich der größten Beanſpruchungen ſ. [4], S. 356, [16], S. 220. Dieſelben treten auch in andern als den obenerwähnten Fällen, z. B. bei regulären Vielecken, an derjenigen Stelle des Randes auf, welche der Stabachſe am nächſten liegt. Herrmann fand durch eine genügende Näherungsrechnung für das reguläre Sechseck von der Seitenlänge a (Fig. 14):

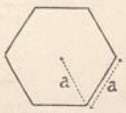


Fig. 14.

$$\vartheta = 0{,}976\,\frac{M}{G\,a^4}, \qquad \max\tau = 1{,}09\,\frac{M}{a^3} = 1{,}117\,G\,\vartheta\,a, \tag{23.}$$

wonach in 21. $k = 41{,}07$ wäre. Für eine Reihe von Querſchnitten läßt ſich ausdrücken:

$$\max\tau = \alpha\,c\,\frac{M}{\Theta}, \tag{24.}$$

worin c die kleinſte Entfernung des Randes vom Schwerpunkt, Θ das kleinſte Trägheitsmoment für Achſen durch den letzteren, α eine Konſtante, wonach in dieſen Fällen unter den Vorausſetzungen der Theorie $\max\tau$ mit wachſendem $\Theta : c$ abnimmt, alſo die Widerſtandsfähigkeit mit zunehmendem $\Theta : c$ wächſt (vgl. Torſionsfeſtigkeit). Man hat beiſpielsweiſe für den Kreis, Kreisring und die Ellipſe $\alpha = \frac{1}{2}$, für das gleichſeitige Dreieck $\alpha = \frac{5}{2\sqrt{3}}$, für beliebige Rechtecke $\alpha = \frac{m\,n}{6}$, für das reguläre Sechseck $\alpha = 0{,}6812$.

g) Verſuche. Schon die älteren Verſuche haben die Saint-Venantſche Theorie im allgemeinen beſtätigt [4], S. 617. Zwar ſollten nach letzterer die Spannungen auf die Endquerſchnitte in gleicher Weiſe verteilt ſein wie auf alle übrigen Querſchnitte (vgl. unter b), doch zeigt ſich, daß die Abweichungen hiervon bei beſtimmtem M nur in der Nähe der Endquerſchnitte von erheblichem Einfluß ſind (vgl. den analogen Fall beim Saint-Venantſchen Problem, Bd. 7, S. 556), wo bei Verſuchen meiſt mit Hohlkehle anſchließende Verſtärkungen der Stäbe ſtattfinden. Bei ſcharfen Abſätzen fand Wöhler die Widerſtandsfähigkeit bedeutend geringer (Zeitſchr. f. Bauweſen 1870, S. 95, vgl. [26]). Zu beachten iſt, daß ſich durch Erſchwerungen der Verrückungen ζ an den Endquerſchnitten die Torſionsverhältniſſe dafelbſt den von der älteren Theorie angenommenen nähern ($\zeta = 0$), und daneben neue Spannungen auftreten. Baufchinger hat die Theorie durch Meſſung der Torſionswinkel $\vartheta = \varphi : l$ verſchiedener Gußeiſenſtäbe von $l = 1$ m Länge zu kontrollieren geſucht [12], bei welchen allerdings die Vorausſetzung konſtanter Elaſtizitätsmoduln E, G für Zug (oder Druck) und Schub nicht erfüllt iſt. Entſprechen ϑ_1 dem Kreiſe vom Inhalt F, ϑ_2 der Ellipſe vom Inhalt F und Achſenverhältnis 1 : 2, ϑ_3 dem Quadrat vom Inhalt F, ϑ_4 und ϑ_5 Rechtecken von den Inhalten F und $F/2$ bei Achſenverhältniſſen 1 : 2 und 1 : 4, ſo ſollten nach den theoretiſchen Gleichungen 3., 11., 20. bei gleichem M die Beziehungen beſtehen:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}25 : 1{,}13 : 1{,}40 : 9{,}1,$$

und nach 21. mit $k = 40$ annähernd:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}25 : 1{,}05 : 1{,}31 : 8{,}9,$$

während Baufchinger für je zwei Stäbe im Mittel fand [12], S. 122:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}245 : 1{,}196 : 1{,}472 : 9{,}65.$$

Das Verhältnis $G : E$ zeigte ſich unabhängig von der Querſchnittsform [12], S. 126. Für Stäbe kreisförmigen Querſchnitts vom Durchmeſſer a ſollen nach 3., 20. die ϑ bei gleichem Material und gleichem M im Verhältnis 1 : 0,698 ſtehen. Baufchinger erhielt für derartige Wellen von $l = 0{,}66$ m, $a = 0{,}10$ m aus Siemens-Martin-Stahl 6 verſchiedener Härtegrade, aus Beſſemerſtahl 5 verſchiedener Härtegrade, aus Feinkorneiſen und ſehnigem Eiſen Werte zwiſchen 0,650 und 0,747, im Mittel 0,696, [12], S. 124. Bei Verſuchen von Voigt mit rechteckigen Glasſtäbchen von $h : b = 1$ bis 11 und verſchiedenen Längen ergaben ſich die ϑ in guter Uebereinſtimmung mit 20. ([13], S. 509, 513).

Das Verhältnis $G : E$ iſt nach der Theorie für Eiſen und Stahl zwiſchen 0,38 und 0,40 zu erwarten (Bd. 3, S. 395). Bei Verſuchen auf Torſion und Zug erhielt Wöhler für Kruppſches Gußſtahlblech 0,39, Baufchinger für Neuberger Siemens-Martin-Stahl 0,38—0,42, im Mittel 0,40 (je 10 Verſuche, [9], S. 83), für Teſchener Beſſemerſtahl 0,38 (je 2 Verſuche, [9], S. 85), und für den auch in den Art. Biegungselaſtizität, Druckelaſtizität, Schubfeſtigkeit, Zugelaſtizität erwähnten Ternitzer Beſſemerſtahl von verſchiedenem Kohlenſtoffgehalt die in nebenſtehender Tabelle angeführten Werte [9], S. 83. Die Elaſtizitätsgrenzen (ſ. d.) ſind beigeſetzt, abſolut und im Verhältnis zu den entſprechenden Werten für Zug (ſ. Zugelaſtizität), die Elaſtizitätsgrenzen wurden jedoch damals von Baufchinger noch etwas über der Proportionalitätsgrenze angenommen. Mit dem Ueberſchreiten der letzteren treten für Schweißeiſen und Flußeiſen ähnliche Verhältniſſe wie im gleichen Falle bei Zug, Druck und Biegung ein (Bd. 2, S. 4; Bd. 3, S. 116, 396). Vgl. Torſionsfeſtigkeit und [5], [8].

Kohlenſtoff %	Elaſtizitätsmoduln, kg pro qcm		$G : E$	Elaſtizitätsgrenze
	G	E		
0,19	878 000	2 050 000	0,40	1525 = 0,46
0,46	853 000	2 060 000	0,38	1470 = 0,43
0,54	856 000	2 030 000	0,40	1500 = 0,43
0,57	837 000	2 060 000	0,39	1583 = 0,48
0,66	869 000	2 260 000	0,38	1650 = 0,44
0,78	851 000	2 120 000	0,36	1750 = 0,47
0,80	893 000	2 320 000	0,42	1970 = 0,49
0,87	850 000	2 140 000	0,39	2030 = 0,47
0,96	876 000	2 060 000	0,40	2665 = 0,55
		Mittel	0,39	0,47

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Coulomb, Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion et sur l'élasticité des fils de métal etc., Histoire de l'Acad. des sciences 1784, Mémoires S. 229. — [2] de Saint-Venant, Mémoires sur la torsion des prismes, avec des considérations sur leur flexion ainsi que sur l'équilibre intérieur des solides élastiques en général, et des formules pratiques pour le calcul de leur résistance à divers efforts s'exercant simultanément, Mémoires des savants étrangers 1855, XIV, S. 233—560 (insbeſondere S. 323—528). — [3] de Saint-Venant, Etablissement élémentaire des formules de la torsion des prismes élastiques, Compt. rend. 1858, XLVI, S. 34. — [4] Navier, Resumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864 (Auszug und teilweiſe Ergänzung von [2]). — [5] Tresca, Etude sur la torsion prolongée au delà de la limité de l'élasticité, Compt. rend. 1871, LXXIII, S. 1104. — [6] de Saint-Venant, Sur la torsion des prismes à base mixtilique etc., Compt. rend. 1878, LXXXVII, S. 849, 893. — [7] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 133, 247, 394. — [8] Wiedemann, Ueber die Torſion, Wiedemanns Annalen 1879, VI, S. 485 (Drähte). — [9] Bauſchinger, Ueber die Querkonſtruktion und Dilatation bei der Längsausdehnung und Zuſammendrückung prismatiſcher Körper, Civilingenieur 1879, S. 81. — [10] de Saint-Venant, Sur une formule donnant approximativement le moment de torsion, Compt. rend. 1879, LXXXVIII, S. 142. — [11] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques etc., Turin 1879, S. 81 (deutſch von Hauff, Wien 1886, S. 75). — [12] Bauſchinger, Experimentelle Prüfung der neueren Formeln für die Torſion prismatiſcher Körper, Civilingenieur 1881, S. 115. — [13] Voigt, Ueber das Verhältnis der Querkontraktion zur Längsdilatation für Stäbe aus iſotropem Glas, Wiedemanns Annalen 1882, XV, S. 497. — [14] Herrmann, Die Torſionsſpannung regelmäßiger Vielecke, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 189. — [15] Thomſon and Tait, Treatise on Natural Philosophie, II, Cambridge 1883, S. 236 (deutſch von Helmholtz und Wertheim, Braunſchweig 1874, S. 222). — [16] Clebſch, Théorie de l'élasticité des corps solides, avec des notes entendues de Saint-Venant, Paris 1883, S. 210. — [17] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, A. 69—73 (auch A. 24, 36, 68, 81). — [18] Kowalski, Elaſtizität und Feſtigkeit des Glaſes, Wiedemanns Annalen 1890, XXXIX, S. 155. — [19] Bredt, Kritiſche Bemerkungen zur Drehungsfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 785, 813, 943. — [20] Schulz, Beitrag zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Architektur u. Ingenieurweſen 1899, S. 201, 569. — [21] Prandtl, Eine neue Darſtellung der Torſionsſpannungen bei prismatiſchen Stäben von beliebigem Querſchnitt, Jahresbericht der Deutſchen Mathematikervereinigung 1904, XIII, S. 31. — [22] Henneberg, Zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik 1904, LI, S. 225, 242. — [23] Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 334, 540. — [24] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 302. — [25] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 43 (Torſionsmoduln). — [26] Föppl, Ueber die Torſion von runden Stäben mit veränderlichem Durchmeſſer, Sitzungsber. d. math.-phyſ. Klaſſe d. bayr. Akad. d. Wiſſenſchaften 1905, S. 249, 504 (ſ. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1032 und [27], V, S. 177). — [27] Föppl, Vorleſungen über Techniſche Mechanik, III, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 384; V, Die wichtigſten Lehren der höheren Elaſtizitätslehre, Leipzig 1907, S. 145. — [28] Love, Lehrbuch der Elaſtizität, deutſch von Timpe, Leipzig und Berlin 1907, S. 360. — [29] Willers, Die Torſion eines Rotationskörpers um ſeine Achſe, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik 1907, LV, S. 225 (Wellen veränderlichen Querſchnitts). — [30] Goetzke, Zur Theorie der Torſion rechteckig-prismatiſcher Stäbe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 935. — S. a. Torſionsarbeit, Torſionsfeſtigkeit und Torſionsſchwingungen. *Weyrauch.*

Torſionsfeſtigkeit heißt der Widerſtand der Körper gegen Trennung ihrer Teile durch Torſion (vgl. Feſtigkeit, Torſionselaſtizität).

Bei Verſuchen in dieſer Hinſicht pflegen prismatiſche Stäbe möglichſt ſo beanſprucht zu werden, wie dies in dem Art. Torſionselaſtizität vorausgeſetzt iſt. Obſchon die dort angeführten Beziehungen nur für elaſtiſche Torſion bei konſtanten Elaſtizitätsmoduln G, E abgeleitet wurden, pflegt doch die daraus folgende größte Spannung beim Eintritt der Trennung, $\max \tau = t$, als Maß der Torſionsfeſtigkeit angeſehen zu werden. Setzt man:

$$t = \alpha z = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} z,$$

unter z die Zugfeſtigkeit in der Richtung der Stabachſe verſtanden, ſo würde für iſotropes Material bei Proportionalität zwiſchen Spannungen und Verſchiebungen bis zum Bruche nach den Anſchauungen, auf welchen die gebräuchliche Feſtigkeitsbedingung beruht (Bd. 3, S. 716), ε den Elaſtizitätsquotienten bedeuten (unter gewiſſen Vorausſetzungen $\varepsilon = 4$, $\alpha = 0{,}8$, ſ. Bd. 3, S. 395) und damit die Torſionsfeſtigkeit auch als Schubfeſtigkeit zu gelten haben (ſ. deren Ausdruck, Bd. 7, S. 819). Doch wird dies nicht genügend durch die Erfahrung beſtätigt, da ſich t insbeſondere auch von der Querſchnittsform abhängig ergab.

So fand Bauſchinger für die oben unter Torſionselaſtizität g) erwähnten fünf Paar Gußeiſenſtäbe ([5], S. 127): beim Kreis $t_1 = 1950$, bei der Ellipſe vom Achſenverhältnis 1 : 2 $t_2 = 2540$, beim Quadrat $t_3 = 2450$, bei Rechtecken von den Seitenverhältniſſen $h : b = 2$ und 4 bezw. $t_4 = 2740$ und $t_5 = 3260$ kg pro Quadratzentimeter, wonach ſtets $\alpha > 1$ und

$$t_1 : t_2 : t_3 : t_4 : t_5 = 1 : 1{,}30 : 1{,}26 : 1{,}41 : 1{,}67.$$

Bauſchinger ſchrieb dieſe Abſtufung dem Umſtande zu, daß die Maximalſpannung beim Kreis am ganzen Umfang zugleich, bei den andern Querſchnitten aber zunächſt nur in einzelnen Punkten eintritt (vgl. Torſionselaſtizität), ſo daß nach entſprechenden bleibenden Deformationen an den Maximalſtellen die übrigen Teile ſtärker zur Mitwirkung herangezogen werden. Der Bruch werde um ſo ſpäter eintreten, je raſcher die Spannungen von den Maximalſtellen aus nach andern Querſchnittselementen hin abnehmen ([5], S. 127). Hieraus erklärt ſich auch, daß die Torſionsfeſtigkeit meiſt größer als die Schubfeſtigkeit gefunden wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bach zog aus ſeinen Verſuchen für unbearbeitete Gußeiſenſtäbe von $z = 1580$ und 1680 kg Zugfeſtigkeit (zäher, feſter Maſchinenguß) folgende Mittelwerte von $\alpha = t : z$ ([6], S. 165, [12], S. 355): für den Kreis reichlich 1, für den Kreisring 0,8 (Verhältnis vom inneren zum äußeren Durchmeſſer etwa 0,7), für die Ellipſe 1—1,25 (je näher dem Kreis, um ſo näher an 1), für den Ellipſenring 0,8—1 (je näher dem vollen Kreis, um ſo näher an 1), für das Rechteck 1,4—1,6 (je näher dem Quadrat, um ſo näher an 1,4), für den rechteckigen Ring 1—1,25, wobei für Rechtecke im Ausdruck 20. unter Torſionselaſtizität mit Grashof $mn = 4{,}5$ geſetzt iſt. Die Reſultate für volle Querſchnitte und Ringquerſchnitte zeigen, daß das Material nach der Stabachſe hin verhältnismäßig gut ausgenutzt wird, was aus dem angeführten Bauſchingerſchen Geſichtspunkte ſeine Erklärung findet. Für Gußeiſenſtäbe mit I-, ⊣⊢-, ⊏-, L-Querſchnitt hat Bach empiriſche Formeln gegeben ([6], S. 165, [12], S. 355). Da den Verſuchsſtäben Platten zum Einſetzen in die Maſchinen angegoſſen waren, wodurch ungünſtige Spannungen entſtehen können (vgl. Torſionselaſtizität, g), ſo haben ſich für einige Fälle die t eher kleiner als ohne dieſe mit Hohlkehlen angeſchloſſenen Anſätze ergeben. Quadratiſche Gußeiſenſtäbe zeigten bearbeitet etwas größere Torſionsfeſtigkeit als mit Gußhaut verſehene (durchſchnittlich 6,4 %), bei weſentlich größerer entſprechender Verdrehung ([12], S. 341). Die Torſionsfeſtigkeit gußeiſerner Stäbe mit ſymmetriſchen Trapezquerſchnitten und Dreiecksquerſchnitten der Höhe h konnte Bach [14] auf die nach der Grashoffſchen Formel 21. unter Torſionselaſtizität angenommene Torſionsfeſtigkeit von Stäben rechteckigen Querſchnitts zurückführen, wenn darin als Breite b die Entfernung der Punkte geſetzt wurde, welche die Senkrechten aus dem Schwerpunkte des Querſchnitts auf die ſymmetriſchen Seiten treffen.

Weiter erhielt Bach folgende Werte in Kilogramm pro Quadratzentimeter für Rundſtäbe [7]:

Material	für Zug		für Torſion	
	Streckgrenze	Feſtigkeit z	Streckgrenze	Feſtigkeit t
gewöhnliches weiches Schweißeiſen	2398	3409	$1358 = 0{,}57$	$3918 = 1{,}15$
gezogene Schweißeiſenſtangen	3611	4182	$1771 = 0{,}49$	$4067 = 0{,}97$
Flußeiſen	2364	3952	$1876 = 0{,}79$	$4632 = 1{,}17$
Schweißeiſen	1972	3695	$1558 = 0{,}79$	$3853 = 1{,}04$

Den Zahlen für Torſion iſt das Verhältnis zu den entſprechenden Werten für Zug beigefügt. Von Intereſſe iſt, daß die durch Torſion gebrochenen Stäbe Verlängerungen zeigten, welche in den vier Fällen auf 100 mm durchſchnittlich betrugen: 2,4 mm, 0,93 mm, 2,4 mm, 1,6 mm. Die Durchmeſſer hatten um ein Geringes abgenommen.

Für andre Materialien als Eiſen und Stahl liegen wenig neuere Verſuche über t vor. Bach erhielt für Granit von $d = 1006$ kg Druckfeſtigkeit und $z = 45{,}4$ kg Zugfeſtigkeit die Torſionsfeſtigkeit zweier kreiszylindriſcher Stäbe im Mittel $t = 77{,}6$ kg pro Quadratzentimeter. Betonkörper vom Miſchungsverhältnis 1 : 4, plaſtiſch hergeſtellt, Alter 2—3 Monate, ergaben im Mittel bei $z = 8$—9 kg als Vollzylinder $t = 17{,}1$ kg, als Hohlzylinder $t = 8{,}9$ kg, [15], S. 43.

Während die bisher erwähnten Verſuche ſich auf einmalige ruhende Beanſpruchung bezogen, ſetzte Wöhler Stäbe aus Eiſen, Stahl und Kupfer häufig wiederholten Beanſpruchungen auf Torſion aus ([2], S. 95, [3], S. 485), wobei ſich ähnliche Verhältniſſe wie im gleichen Falle bei Zug und Biegung ergaben (ſ. Arbeitsfeſtigkeit, Dauerverſuche). Sehr ungünſtig erwieſen ſich bei Wöhler ſcharf abgeſetzte Stäbe gegenüber mit Hohlkehlen verſehenen Stäben; vgl. hierüber [26] unter Torſionselaſtizität.

Literatur: [1] Morin, Résistance des matériaux, Paris 1853, S. 432 (ältere Verſuche). — [2] Wöhler, Ueber die Feſtigkeitsverſuche mit Eiſen und Stahl, Zeitſchr. f. Bauweſen 1870, S. 73. — [3] Spangenberg, Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anſtrengungen, ebend. 1874, S. 473. — [4] Navier, Mechanik der Baukunſt, deutſch von Weſtphal und Föppl, Hannover 1879, S. 95, 97, 101, 102 (ältere Verſuche). — [5] Bauſchinger, Experimentelle Prüfung der neueren Formeln für die Torſion prismatiſcher Körper, Zivilingenieur 1881, S. 115. — [6] Bach, Verſuche über die Drehungsfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1889, S. 137, 162 (Verſuche mit Gußeiſen; Granit f. 1897, S. 241). — [7] Derſ., Verſuche mit Schrauben aus Schweißeiſen und Flußeiſen gegenüber Drehung und gegenüber Zug, ebend. 1895, S. 854, 889. — [8] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, I, Berlin 1898, S. 142, 221, 400, 403, 416 u. f. w. — [9] Schulz, Beitrag zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Architektur und Ingenieurweſen 1899, S. 201, 569. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 9. Heft, 1900, S. 41, 48, 92, 144 (Aluminium und ſeine Legierungen). — [11] Derſ., Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 344. — [12] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 328. — [13] Divis, Einige Beiträge zu Biegungs-, Torſions- und Stoßverſuchen mit Seildrähten, Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- und Hüttenweſen 1905, S. 311, 329, 341. — [14] Bach, Verſuche über die Drehungsfeſtigkeit von Körpern mit trapezförmigem und dreieckigem Querſchnitt, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 481 (Gußeiſen). — [15] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 43, 60. *Weyrauch.*

Torſionsmodul oder Torſionselaſtizitätsmodul wird mitunter der in den Formeln für die Torſionselaſtizität (ſ. d.) auftretende Schubelaſtizitätsmodul G (Bd. 3, S. 393, 395) genannt. *Weyrauch.*

Torſionsmoment, ſ. Torſionselaſtizität.

Torſionsſchwingungen ſind elaſtiſche Schwingungen (ſ. d.), welche durch Torſion (ſ. d.) entſtehen.

Es handelt ſich meiſt um folgendes Problem (vgl. Drehwage unter Wage): Ein Stab (Draht u. ſ. w.) mit gerader Achſe iſt am oberen Ende derart feſtgeſpannt, daß eine Drehung daſelbſt nicht möglich iſt. Mit dem unteren Ende ſteht in feſter Verbindung eine Maſſe, deren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwerpunkt um l vom Einſpannungsquerſchnitt in der Stabachſe liegt, während ihr Trägheitsmoment (ſ. d.) hinſichtlich der letzteren K ſein mag. Die Maſſe wird durch Drehung um die Stabachſe aus der Gleichgewichtslage gebracht und nach Eintritt der Ruhe ſich ſelbſt überlaſſen. Es entſtehen Schwingungen um die Gleichgewichtslage, deren Dauer t für einen Hingang oder Hergang und deren Anzahl n (von dieſer Dauer) in der Zeiteinheit beſtimmt ſind durch

$$t = \pi \sqrt{\frac{K}{D}} = \frac{1}{n}, \qquad 1.$$

wenn $M = \varphi D$ das der Verdrehung entgegenwirkende Moment (Torſionsmoment, ſ. Torſionselaſtizität) bei Verdrehung des unteren Endes um einen Winkel $\varphi = \vartheta l$ bedeutet ([7], S. 282), wobei ϑ der Torſionswinkel heißt. Auf Grund der Beziehungen für die Torſionselaſtizität laſſen ſich in dem gewöhnlichen Falle eines kreiszylindriſchen Stabes vom Radius R ausdrücken:

$$D = \frac{\pi}{2l} G R^4, \qquad t = \frac{\pi}{R^2} \sqrt{\frac{2lK}{\pi G}} = \frac{1}{n}, \qquad G = 2\pi \frac{lK}{t^2 R^4}, \qquad 2.$$

unter G den Schubelaſtizitätsmodul verſtanden (Bd. 3, S. 393, 395), der hiernach durch Beobachtung der Zeit für eine Anzahl Schwingungen beſtimmt werden kann. Werte von D für andre Stabquerſchnitte ſ. Torſionselaſtizität.

Die Schwingungen ſind zufolge 1., 2. bei konſtantem D oder G von gleicher Dauer (iſochron) und t, n unabhängig von der Größe der anfänglichen Verdrehung, was zahlreiche Verſuche von Coulomb bis zur Gegenwart mit gewiſſen Beſchränkungen beſtätigen. Die Abweichungen erklären ſich daraus, daß bei Ableitung obiger Gleichungen iſotropes Material von vollkommener Elaſtizität (ſ. d.) vorausgeſetzt und die Maſſe des Stabs, Längenänderungen desſelben durch Gewichte und Temperaturänderungen ſowie Widerſtände der Luft u. ſ. w., vernachläſſigt wurden. Zufolge äußerer und innerer Widerſtände nehmen die Ausſchläge fortwährend ab, und es tritt ſchließlich Ruhe ein (vgl. Elaſtiſche Schwingungen, Bd. 3, S. 380). Bezüglich der Berückſichtigung der erwähnten Einflüſſe ſ. die angeführte Literatur, z. B. über Schwingungen mit Widerſtänden [7], S. 282, [8], [13], S. 312, Berückſichtigung der Längenänderung [4], [6], elaſtiſche Nachwirkung (ſ. d.) und Ueberſchreitung der Elaſtizitätsgrenze [3], [5]. Torſionsſchwingungen von Stäben ohne angehängte Maſſe [2], S. 634, [7], S. 326, [13], S. 814, Torſionsſchwingungen in Wellenleitungen von Schiffsmaſchinen [12].

Literatur: [1] Coulomb, Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion etc., Histoire de l'Académie des sciences, 1784, Mémoires, S. 229. — [2] Navier, Résumé des leçons sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. 631, 686. — [3] Kohlrauſch, Ueber die elaſtiſche Nachwirkung bei der Torſion, Poggendorffs Ann., 1863, CXIX, S. 337. — [4] Kohlrauſch und Loomis, Ueber die Elaſtizität des Eiſens, Kupfers und Meſſings, insbeſondere ihre Abhängigkeit von der Temperatur, Poggend. Ann., 1870, CXLI, S. 481. — [5] Wiedemann, Ueber die Torſion, Wiedemanns Ann., 1879, VI, S. 485. — [6] Baumeiſter, Experimentelle Unterſuchung über Torſionselaſtizität, Wied. Ann., 1883, XVIII, S. 578. — [7] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 282, 326. — [8] Koch, Ueber die Dämpfung der Torſionsſchwingungen von verſchiedenen Metalldrähten, Wied. Ann., 1889, XXXVI, S. 122. — [9] Violle, Lehrbuch der Phyſik, I, Mechanik, Berlin 1892, S. 416. — [10] Peddie, On torsion oscillations of wires, Phil. Mag. 1894 (5), XXXVIII, S. 36. — [11] Berſon et Bonaſſe, Sur l'élasticité d'un fil oscillant, Comptes rendus 1894, CXIX, S. 48 (plötzliche Entfernung aus der Gleichgewichtslage). — [12] Frahm, Neue Unterſuchungen über die dynamiſchen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaſchinen, mit beſonderer Berückſichtigung der Reſonanzſchwingungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 797, 880. — [13] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, I, Allgem. Phyſik und Akuſtik, Leipzig 1907 S. 251, 259, 296, 312, 814.

Weyrauch.

Torſionsverſuch, Feſtſtellung des Widerſtandes eines ſtabförmig angeordneten Materials gegen Verdrehen.

Spannt man einen geraden zylindriſchen Stab an dem einen Ende feſt ein, und läßt man an dem andern Ende ein Kräftepaar $P\,P$ (Fig. 1) einwirken, deſſen Ebene die Achſe ſenkrecht ſchneidet, ſo erzeugt das Kräftepaar an dem Stabe das Drehmoment $Md = 2\,Pr$, wenn r den Abſtand der Kräfte P von der Stabachſe bedeutet. Hierbei werden die einzelnen Querſchnitte des Stabes innerhalb der freien Länge L um die Achſe und gegeneinander verdreht derart, daß z. B. alle Punkte der Staboberfläche, die urſprünglich in der Spurgeraden $o\,a$ einer durch die Achſe gelegten Ebene lagen, nach oben aus dieſer Spurgeraden herausrücken. Nur der Endpunkt o behält ſeine Lage bei. In allen Stabquerſchnitten bis zu dem Endquerſchnitt im Abſtande L werden zugleich Gegenkräfte $P_1\,P_1$ erzeugt, die den Kräften $P\,P$ das Gleichgewicht halten und beſtrebt ſind, den als Einſpannung dienenden Körper A ebenfalls mit dem Moment Md zu drehen. Dieſer Umſtand wird beim Torſionsverſuch zur Beſtimmung des Drehmomentes benutzt, indem man die Verdrehung des Probeſtabes an deſſen einem Ende durch äußere Kräfte (den Antrieb) einleitet und das erzeugte Moment an dem andern Ende mißt, d. h. hier den Kraftmeſſer anſchließt. Die Einſpannvorrichtungen beider Stabenden müſſen hierzu drehbar gelagert werden. Die Lagerung der mit dem Antrieb verbundenen Einſpannvorrichtung kann in gewöhnlichem Gleitlager erfolgen, da die hier auftretenden Reibungswiderſtände wohl den Kraftaufwand vergrößern, aber auf das Verſuchsergebnis, insbeſondere auf die Ermittlung des Torſionsmomentes und der Torſionsſpannung im Probeſtabe, ohne Einfluß ſind. Dagegen machen Reibungswiderſtände in der Lagerung der mit dem Kraftmeſſer verbundenen Einſpannvorrichtung

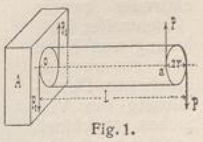


Fig. 1.

die Beſtimmung der Torſionsſpannung fehlerhaft, indem der Probeſtab in Wirklichkeit um das Reibungsmoment höher beanſprucht wird, als die Kraftmeſſung angibt.

Für die Art der Einſpannung iſt neben der Geſtalt des Probeſtabes die Bedingung maßgebend, daß nur Drehmomente, aber keine andern Spannungen, d. h. Nebenſpannungen, durch Biege-Zug- und -Druckbeanſpruchungen im Probeſtab erzeugt werden. Um Biegungsbeanſpruchungen zu vermeiden, müſſen die Achſen beider Einſpannvorrichtungen in derſelben Geraden liegen, und der Stab iſt dann ſo einzulegen, daß ſeine Achſe mit dieſer Geraden zuſammenfällt. Druck- und Zugbeanſpruchungen können dann noch dadurch entſtehen, daß einfache Stäbe ſich beim Verdrehen längen, zuſammengeſetzte ſich verkürzen. Um dieſe Nebenbeanſpruchungen zu vermeiden, muß daher wenigſtens eine der beiden Einſpannvorrichtungen in der Achsrichtung leicht verſchiebbar angeordnet ſein.

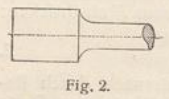


Fig. 2.

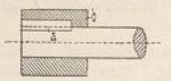


Fig. 4.



Fig. 3.

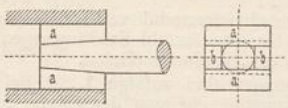


Fig. 5.

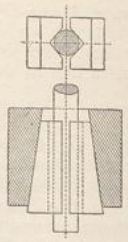


Fig. 6.

Die zur Vermeidung von Biegungsſpannungen genannte Bedingung, daß die Achſe des Probeſtabes in der gemeinſamen Drehachſe der beiden Einſpannvorrichtungen liegen ſoll, iſt am leichteſten zu erfüllen mit Stäben von prismatiſchem Querſchnitt oder mit zylindriſchen Proben, deren Enden zu quadratiſchen Köpfen ausgebildet ſind (Fig. 2). Dieſe Stabform wird man daher ſtets wählen, wenn die Stäbe beſonders gegoſſen oder aus dem Vollen herausgearbeitet werden können. Die Seitenflächen der Köpfe ſind dann ſymmetriſch und parallel zur Stabachſe herzurichten, und die Einſpannvorrichtungen erhalten zentriſch zur Achſe quadratiſche Löcher, die entweder unmittelbar zum Querſchnitt der Stabköpfe paſſen oder, wenn ſie größer ſind, nach Fig. 3 durch vier gleichſtarke Beilagen a—d ausgefüllt werden. Das Einſpannen zylindriſcher Stäbe ohne verſtärkte Köpfe bereitet beſondere Schwierigkeiten. Die zuverläſſigſte Zentrierung erreicht man durch Feſtlegen mittels Nut und Feder a nach Fig. 4, wenn die Bohrung im Einſpannkopf b gleich dem Durchmeſſer des Probeſtabes iſt. Die Stäbe brechen aber hierbei in der Regel im Querſchnitt am Ende der Feder. Der gleiche Mangel haftet der Einſpannweiſe nach Fig. 5 an, bei der die Enden des Stabes etwas abgeflacht und mit Keilbeilagen a feſtgelegt werden. Hierbei ſind zwecks guter Zentrierung ſowohl die beiden Abflachungen am Stabe ſymmetriſch zur Achſe anzuordnen, als auch die Keile a genau gleichſtark zu machen und ferner noch die beiden prismatiſchen Beilagen b anzuwenden. Bei dünnen Proben (Drähten u. ſ. w.) hat ſich das Einſpannen mittels Keilen mit Dreiecksnut (Fig. 6) gut bewährt. Die zu härtenden Keile ſind möglichſt lang zu machen und die Flächen der Nut aufzurauhen, damit die Probe ſich nicht zwiſchen den Keilen dreht. Hohle Proben (Rohre) ſind bei der Einſpannvorrichtung nach Fig. 4 oder 6 an den Enden mit ſtramm eingetriebenen Stopfen auszufüllen. Miller [1] hat ſeine Torſionsmaſchine mit Einſpannvorrichtungen nach Fig. 7 ausgerüſtet. Der Probeſtab ſteckt zwiſchen drei Streben a, die ihn mit den gehärteten und gezahnten Einſätzen b erfaſſen und ſich ſelbſttätig anziehen, indem ſie ſich bei Linksdrehung des Stabes auf ihren Wälzflächen w in dem Umfaſſungsrahmen R gleichzeitig drehen.

Die Erzeugung des Momentes, der Antrieb, erfolgt in der Weiſe, daß man die Einſpannvorrichtung mit einem Zahnradvorgelege — Maſchinen von Miller [1] und von Rudeloff — oder beſſer mit einem Schneckenradvorgelege — Maſchinen von Wickſteed [2], [3], Amsler-Laffon, Deely [4] — verbindet, das dann entweder zwecks ſtufenweiſer Belaſtung von Hand oder zur ununterbrochenen Durchführung des Verſuches maſchinell betätigt wird. Der Antrieb mittels Schneckenrad hat den Vorzug gleichmäßiger Kraftſteigerung und leichteren Innehaltens gleichbleibenden Momentes beim Stillſtellen des Antriebes. — Zum Meſſen der Kräfte oder des Momentes dienen mit der Einſpannvorrichtung verbundene Hebelwagen mit Gewichtsbelaſtung — Maſchine von Rudeloff — oder mit Laufgewicht — Maſchinen von Riehlé, Ohlſen [2], von Wickſteed, Larard [3] — oder mit Federwage — Maſchinen von Miller [1] und von Deely [4] — ſowie Neigungs- oder Pendelwagen — Maſchine von Thurſton und Amsler-Laffon. Eine ſehr gute Neigungswage iſt die kleine Maſchine von Amsler-Laffon. Bei ihr ruht die mit der

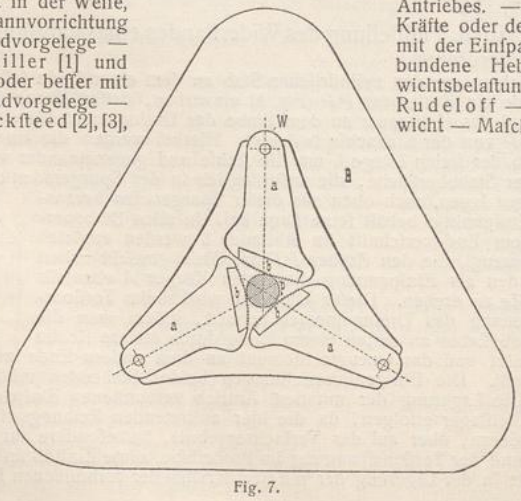


Fig. 7.

Einſpannvorrichtung verbundene Drehachſe des Pendels zur Vermeidung ſchädlicher Reibungswiderſtände in einem Kugellager. Für Hebelwagen mit Gewichtsbelaſtung oder Laufgewicht, die naturgemäß nur einen ſehr geringen Ausſchlag zu machen haben, hat Rudeloff eine ſehr empfindliche, nahezu reibungsfreie Lagerung der Hebelachſe auf Schneiden angegeben. Die Welle A (Fig. 8), auf die bei B der Wagehebel aufgekeilt iſt, und die am rechten Ende den Einſpannkopf trägt, iſt mit einer bis zur Mitte reichenden Dreiecksnut verſehen, deren Grund die Stützlinie der beiden Trageſchneiden C bildet. Die Stützlinie, d. h. die Schwingungsachſe des Hebels fällt auf dieſe Weiſe mit der Achſe des Probeſtabes zuſammen. Zur Sicherung gegen Herausſpringen beim Bruch der Probe kann die Welle über den Schneiden mit geringem Zwiſchenraum von Bügeln überſpannt werden. Die Grundplatte D der Schneiden C und das Kugellager bei der Maſchine von Amsler-Laffon ruht auf einem Wagen, ſo daß der Kraftmeſſer ſich der Längenänderung des Probeſtabes entſprechend leicht ſelbſttätig verſchieben kann.

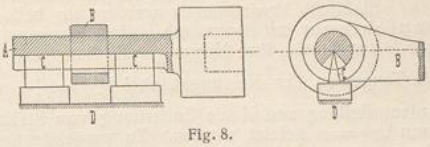


Fig. 8.

Eine ſehr ſinnreiche, ebenfalls von Amsler-Laffon ſtammende Einrichtung zum Meſſen des Momentes beſteht im weſentlichen aus zwei Scheiben, deren gemeinſame Achſe den Einſpannkopf trägt. Die eine Scheibe iſt kreisrund, die andre dagegen nach der archimediſchen Spirale geformt (Fig. 9). An beiden ſind an dünnen Seilen oder Stahlbändern gleichgroße Gewichte P, P_1 aufgehängt. In der Anfangsſtellung ſind die Scheiben Halbmeſſer r und r_1 gleich und demgemäß iſt auch das Moment $Pr = P_1 r_1$. Beim Verſuch werden die Scheiben vom Probeſtab in der Pfeilrichtung gedreht. Hierbei bleibt das Moment Pr an der Kreisſcheibe unverändert, dagegen wächſt $P_1 r_1$ entſprechend dem zunehmenden Halbmeſſer der Spirale proportional dem Drehungswinkel. Das Drehmoment im Probeſtabe $P_1 r_1 - Pr$ iſt demnach aus dem Drehungswinkel der Scheiben ohne weiteres zu entnehmen.

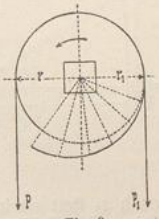


Fig. 9.

Ganz beſonders empfindlich ſind ſpröde Materialien gegen Biegungsbeanſpruchungen. Um letztere ſicher zu vermeiden, hat Mesnager folgende Einrichtung für Torſionsverſuche angegeben. Die Probe A (Fig. 10) iſt ſenkrecht ſtehend am unteren Ende feſt eingeſpannt, am oberen trägt ſie die zentrierte Scheibe B. Von dieſer führen Seile über die Rollen C_1, C_2 zu dem Balken D, an deſſen Mitte die Kraft P angreift. Auch die in Fig. 11 ſchematiſch dargeſtellte Anordnung nach Brauer [5] gewährleiſtet bei ſachgemäßer Ausführung reine Torſionsbeanſpruchung. Der Probeſtab A iſt mit ſeinen Enden in den Mitten der beiden gleichlangen Hebel B_1 und B_2 feſtgelegt, die bei C_1 und C_2 in Spitzen unterſtützt und bei D_1 und D_2 durch gleiche Kräfte P belaſtet ſind. Hierdurch wirkt auf jeden der beiden Arme CD ein Kräftepaar. Dieſe Kräftepaare ſind einander gleich, aber entgegengeſetzt gerichtet und ſtehen durch die Torſionsſpannung im Probeſtabe im Gleichgewicht. Die beiden Stützpunkte C_1, C_2 ſind durch gehärtete Schraubenſpitzen gebildet, von denen die eine in einer gehärteten Pfanne drehbar gelagert,

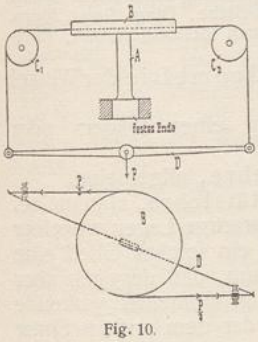


Fig. 10.

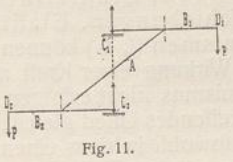


Fig. 11.

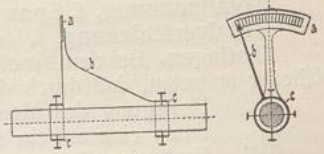


Fig. 12.

die andre frei beweglich anzuordnen iſt. Hempelmann [5] hat letztere hierzu in eine Winkelrinne geſtellt. Beſſer erſcheint es, ſie durch eine auf Kugeln ruhende Platte mit wagerechter Bahn zu unterſtützen, um möglichſt jeden Zwang zu vermeiden. Das Eigengewicht der belaſtenden Teile erzeugt ein Anfangsmoment, das bei den Verſuchen in Rückſicht zu ziehen iſt, ebenſo bei der Einrichtung von Mesnager.

Die Verdrehung des Probeſtabes wird in der Regel innerhalb einer beſtimmten Meßlänge, die auf dem prismatiſchen Teil abzugrenzen iſt, gemeſſen. Die einfachſte, aber auch am wenigſten feine Meßweiſe iſt die mittels Zeigerapparat nach Fig. 12. Hierbei wird in der einen Endmarke der Meßlänge die Bogenſkala a, in der andern der Zeiger b angebracht. Die Befeſtigung beider Teile erfolgt am beſten mit Ringen oder Bügeln, die den Stab umfaſſen und ſich mit Schrauben gegen ihn ſtützen. Miller [1] benutzt ſtatt der Bogenſkala einen zweiten Zeiger und mißt die Bewegung der beiden Zeigerenden gegeneinander mittels Mikrometerſchraube in Verbindung mit einem Galvanometer zur Anzeige des Schraubenkontaktes. Coker [6] verwendet eine um die Achſe des Probeſtabes drehbare Bogenſkala. Ihre Drehung erfolgt dem Torſionswinkel entſprechend mittels Einſtellſchraube von Hand bis zur Wiederherſtellung entweder des Kontaktes mit dem Zeiger oder der Anfangsableſung an dem vom Zeiger getragenen Ableſe-

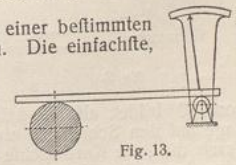


Fig. 13.

fernrohr. Empfindlicher iſt die Meſſung mittels Rollenapparaten bei der Anordnung Fig. 13. Mit jedem Endquerſchnitt der Meßlänge iſt ein Apparat zu verbinden und die Verdrehung aus der Differenz beider Anzeigen zu berechnen. Bedingung zur Erzielung zuverläſſiger Werte iſt, daß die Probe völlig gerade iſt und keine Durchbiegung erleidet, ſo daß der Abſtand der Stabachſe von den im Raum feſt aufgeſtellten Rollenapparaten ſich nicht ändert.

Elaſtiſche Verdrehungen werden am beſten mit optiſchen Hilfsmitteln gemeſſen. Nach Baufchinger mit Fernrohren F (Fig. 14) gegen feſte Latten L. Die Fernrohre ſind am Probeſtab P angebracht, ihre Neigung entſpricht ſomit dem Verdrehungswinkel φ. Abgeleſen werden die Tangenten der Neigungswinkel $\operatorname{tg}\varphi = \frac{a}{A}$, wenn a der Ableſungsunterſchied gegen die Anfangsſtellung und A die Entfernung von Stabmitte bis zur Latte iſt. Bei kleinen Winkeln kann $\operatorname{tg}\varphi = \varphi$ geſetzt werden. Zu berückſichtigen iſt, daß das Fernrohr nicht nur um den Verdrehungswinkel φ ſich neigt, ſondern im Raum auf einem Kreisbogen wandert. Der Beobachtungsfehler, der hiermit verbunden iſt, ergibt ſich aus Fig. 14 zu Δa.

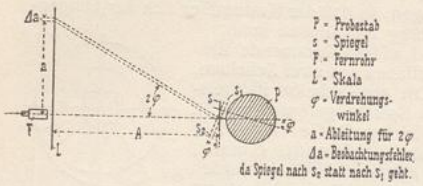
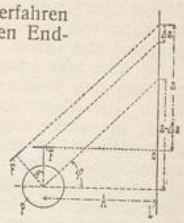


Fig. 15.

Ein zweites optiſches Verfahren beſteht darin, daß man in den Endpunkten der Meßlänge kleine Spiegel an dem Stabe ſo befeſtigt, daß ſie parallel zur Stabachſe ſtehen, und dann ihre Drehung mit Fernrohren F und Ableſeſkalen L beobachtet (vgl. Fig. 15). Auch hier bringt der Umſtand, daß der Spiegel im Raum wandert, nach s_2 ſtatt nach s_1 geht, einen geringen Beobachtungsfehler Δa mit ſich. Der Fehler iſt geringer, wenn der Spiegel vor dem Stabe angebracht wird, als wenn er ſenkrecht über ihm ſteht. Sehr geeignet ſind zu dieſem Zweck die Spiegelträger der Martensſchen Apparate (ſ. Dehnungsmeſſer, S. 698, Fig. 14). Sie laſſen ſich leicht mit Wachs am Probeſtabe befeſtigen und bequem ſo einſtellen, daß ſie das Bild der Skala in das Fernrohr reflektieren.


Fig. 14.

Literatur: [1] Miller, A New Torsion Machine, The Technology Quarterley 1893, S. 342. — [2] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, Berlin 1898. — [3] Larard, An Electrically Controlled Single Lever Testing Machine and some torsion tests, Engineering 1907, Bd. 2, S. 474. — [4] Deely, Testing Locomotive Materials, Engineering 1898, Bd. 2, S. 647. — [5] Hempelmann, Verſuche über Torſion rechteckig-prismatiſcher Stäbe, Dingl. Polyt. Journ. 1907, Bd. 322, S. 722. — [6] Coker, Instruments for measuring small torsional strains, Engineering 1898, Bd. 2, S. 503.

Rudeloff.

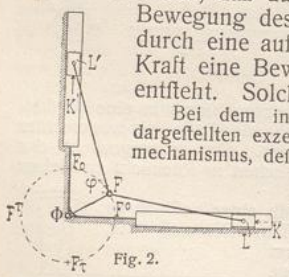
Torſionswinkel, ſ. Torſionselaſtizität; in der Geometrie der Winkel zweier aufeinander folgender Schmiegungsebenen.

Totalbelaſtung = Vollbelaſtung, die Belaſtung eines Trägers oder Trägerteils durch Eigengewicht und Verkehrslaſt.

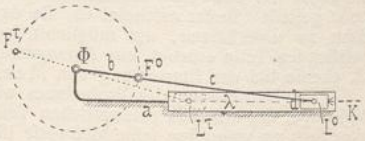
Totalſpannung, ſ. Spannungen, Elaſtizitätslehre, allgemeine.

Totalverſchiebung, ſ. Verſchiebungen, Elaſtizitätslehre, allgemeine.

Totlagen. Bei den Mechanismen (ſ. d.) können derartige Lagen einzelner Glieder auftreten, daß durch die Wirkung einer Kraft auf ein ſolches Glied eine Bewegung des Mechanismus nicht erfolgen kann, daß dagegen aber durch eine auf ein betreffendes Glied gleichzeitig, momentan wirkende Kraft eine Bewegung ſowohl in dem einen oder dem andern Sinne entſteht. Solche Lagen werden Totlagen genannt.


Fig. 2.

Bei dem in Fig. 1 beiſpielsweiſe dargeſtellten exzentriſchen Schubkurbelmechanismus, deſſen Glied a feſt iſt und der dann auch Schubkurbelgetriebe heißt, tritt eine Totlage ein, wenn die Kurbel ΦF^0 mit der Schubſtange $F^0 L^0$ einen Winkel von 180° bildet, alſo die Achſenpunkte Φ, F^0, L^0 in einer Geraden liegen. Denn wirkt in dieſer Lage auf den Schieber d eine Kraft K, ſo wird die in der Richtung $L^0 F^0$ wirkende Komponente durch die feſte Kurbelachſe Φ aufgehoben. Wird nun aber auf die Kurbel ΦF^0 von der einen oder der andern Seite her eine momentane Wirkung einer Kraft ausgeübt, ſo entſteht dementſprechend durch die Kraft K, welche auf den Schieber d wirkt, eine Drehung der Kurbel in dem einen oder dem andern Sinne. Eine zweite Totlage tritt ein, wenn, wie in der punktiert gezeichneten Lage, die Kurbel ΦF^τ mit der Schubſtange $F^\tau L^\tau$ den Winkel 0° bildet und die Achſenpunkte F^τ, Φ, L^τ ſich alſo in einer Geraden befinden. Die Punkte F^0, F^τ werden die Totpunkte genannt; die Punkte L^0, L^τ ſind die Endpunkte der von dem geradlinig bewegten


Fig. 1.

Achsenpunkt beschriebenen Bahn λ. Bezeichnen b, c resp. die Länge der Kurbel und die Länge der Schubstange, so werden die Punkte L^0, L^π auf der Geraden λ bestimmt, indem man die Strecke $\Phi L^0 = c + b$ und die Strecke $\Phi L^\pi = c - b$ macht.

Ein stetiges Ueberschreiten der Totlagen kann vermittelst eines auf der Welle Φ befestigten Schwungrades bewirkt werden. In manchen Fällen werden aber zu diesem Zwecke behufs einer weiteren Kraftwirkung geeignete Glieder an dem Mechanismus angebracht (vgl. Kinematische Kette). In Fig. 2 sind z. B. zwei zentrische Schubkurbelgetriebe verbunden, um ein stetiges Ueberschreiten der Totlagen zu bewirken. Dem Schubkurbelgetriebe $\Phi F L$ entsprechen die Totpunkte $F^0 F^\pi$, dem Schubkurbelgetriebe $\Phi F L'$ entsprechen die Totpunkte F_0, F_π. Wenn also das eine Schubkurbelgetriebe sich in einer Totlage befindet, so bewirkt das andre die stetige Drehung der Kurbel ΦF; und wenn die Kräfte K, K' in den eingezeichneten Richtungen wirken, so erfolgt diese Drehung im Sinne des Pfeiles φ. *Burmester.*

Touage, s. Seilschleppschiffahrt.

Tourenzähler, s. Geschwindigkeitsmesser, Bd. 4, S. 434.

Tournesol, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Tourniquet (Drehkreuz), s. Wegeschranken.

Tow, Towgarn, s. Wergspinnerei.

Townsche Träger, s. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 343.

Trace, Tracierung, s. Trasse, Trassierung.

Trachyt, jüngere, nachtertiäre, porphyrische Eruptivgesteine, welche vorzugsweise Feldspat- und besonders Sanidineinsprenglinge in einer ähnlich beschaffenen oder glasigen Grundmasse zeigen. Außerdem enthalten sie noch Hornblende oder Augit (Augittrachyt) oder dunkeln Glimmer, auch wohl Quarz, untergeordnet aber oft Magneteisen, Apatit, Titanit, Hauyn u. a.

Die Trachyte sind meist sehr hell gefärbt, ihre Grundmasse vielfach glasartig oder sogar bimsteinartig und die Steine daher porös und leicht. Das spez. Gew. beträgt 2,5—2,6, die Härte selten über 6. Chemisch sind sie an Eisen, Kalk und Magnesia arme, an Natron, Kali und Kieselsäure reiche Gesteine, welche teils kuppen-, teils lavaförmig in der Tertiärzeit zum Ausbruch gelangten. Die Absonderung ist selten regelmäßig; meist sind es plumpe Säulen- oder Prismenformen. Beim Verwittern geben sie helle, eisenarme Tone. Vorkommen im Siebengebirge, Westerwald, Ungarn, Umgebung des Vesuvs u. s. w. Verwendung als Straßenbaumaterial (Pflaster und Kleinschlag) in großem Maße, ferner zu Hochbauten (Kölner Dom). Druckfestigkeit des an großen Sanidintafeln reichen Trachyts von der Wolkenburg im Siebengebirge 522 kg pro 1 qcm, desjenigen vom Stenzelberg (ebenda) 883,5 kg pro 1 qcm. Die Wasserfassung beträgt 2%.

Literatur: Zirkel, F., Lehrb. d. Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, B. 3, S. 357. *Leppla.*

Träger. Ein Träger ist ein materielles System (s. Bd. 6, S. 333), welches zur Aufnahme und Uebertragung von Lasten und andern äußeren Aktivkräften auf außerhalb desselben gelegene Stützen dient (vgl. Spannweite, Aktivkräfte, Belastung der Träger, Eigengewicht, Verkehrslast, Winddruck, Lastäquivalente u. s. w.).

Unter dem Einflusse jener äußeren Kräfte und andrer Ursachen entstehen bei allen Trägern innere Kräfte und als weitere äußere Kräfte (Bd. 1, S. 103; Bd. 6, S. 333) Stützenreaktionen. Der Träger S kann aus mehreren Trägerstücken oder Scheiben bestehen, solchen Teilsystemen s (Bd. 6, S. 333), zwischen welchen infolge konstruktiver Mittel resultierende Kräfte von bekanntem Angriffspunkte, bekannter Richtung oder bekannter Größe wirken. Je nach der Anzahl und Anordnung der Auflager (Bd. 1, S. 354) und Scheiben unterscheidet man verschiedene Trägerarten (vgl. Balken, Bogen, Ketten, Gelenkträger, Hängebrücken, Hängewerke, Sprengwerke u. s. w.); der Verlauf der Begrenzung oder Achse gibt Veranlassung zur Unterscheidung verschiedener Trägerformen (vgl. Parallelträger, Dreieckträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipsenträger, Schwedlerträger u. s. w.) und die Gliederung der Scheiben zur Unterscheidung verschiedener Trägersysteme (vgl. Blechträger, Gitterträger, Fachwerke einfachen und mehrfachen Systems, Ständerfachwerke, Strebenfachwerke, Gewölbe u. s. w.) Ebene Träger sind dadurch charakterisiert, daß sämtliche äußere Kräfte und die mit ihnen ins Gleichgewicht tretenden Resultanten der inneren Kräfte (z. B. die Stabkräfte eines Fachwerks) in einer Ebene liegen. Alle statischen Untersuchungen lassen sich dann auf diese Trägerebene beschränken, welche bei Berücksichtigung des Eigengewichts nur eine Vertikalebene sein kann. In letzterem Falle heißen die Horizontalabstände zwischen unmittelbar aufeinander folgenden Stützpunkten Spannweiten (s. d.) oder Oeffnungen (s. d.), die Zwischenstützen Pfeiler, die Endstützen Widerlager. Der Träger ist ein einfacher Träger oder ein durchlaufender Träger (kontinuierlicher Träger), je nachdem er sich nur über eine Oeffnung oder aber ungetrennt über zwei und mehr Oeffnungen erstreckt (vgl. Balken, einfache und durchlaufende, Bd. 1, S. 503, 507, 518; Bogen, einfache und durchlaufende, Bd. 2, S. 141, 153, 155). Ueber räumliche Träger s. Fachwerk (Bd. 3, S. 533), Pfeiler der Brücken (Bd. 7, S. 83), Kuppeldach (Bd. 2, S. 496), Klostergewölbe (Bd. 4, S. 500, 508), Kreuzgewölbe (Bd. 4, S. 500, 507) u. s. w. Auch ganze Brückenjoche, Dachstühle u. s. w. sind als räumliche Träger anzusehen.

Eine Trägerart heißt statisch bestimmt oder statisch unbestimmt, je nachdem bei bekannten äußeren Aktivkräften (Lasten u. s. w.) und Gleichgewichtslagen der Scheiben

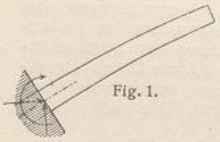
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

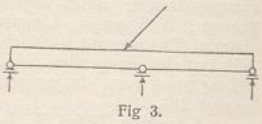
ſämtliche äußere Kräfte der letzteren durch die Statik allein beſtimmt ſind oder nicht; ſie heißt ſtabil oder labil, je nachdem, abgeſehen von elaſtiſchen Formänderungen, die relative Lage der Scheiben zueinander und zu den Stützen eine feſte oder mit den äußeren Kräften veränderliche iſt. Im allgemeinen hat der Ingenieur ſtabile Konſtruktionen herzuſtellen, ſo daß bei Anwendung labiler Träger (z. B. Ketten) beſondere Verſteifungsträger nötig werden (vgl. Hängebrücken, Bd. 4, S. 710, 718). — Die Stützenreaktionen eines Trägers mit n Stützen ſind vollſtändig beſtimmt durch ihre Angriffspunkte, Richtungen und Größen, alſo für die im folgenden vorausgeſetzten ebenen Träger durch je zwei Komponenten und ein Moment. Zur Ermittlung dieſer $3n$ Größen hat man zunächſt die drei Gleichgewichtsbedingungen der Ebene, welchen die am ganzen Träger wirkenden äußeren Kräfte genügen müſſen (Bd. 6, S. 333). Soll nun die Trägerart ſtatiſch beſtimmt ſein, ſo ſind konſtruktive Anordnungen bezüglich der Auflager und Zerfällung in Scheiben derart zu treffen, daß die übrigen $3(n-1)$ Größen bekannt oder durch neue ſtatiſche Gleichungen beſtimmt werden. Dies iſt durch verſchiedene Mittel erreichbar; die gewöhnlichſten ſind Gelenke (Schnittmoment in Hinſicht des Gelenkmittelpunkts gleich Null) und Gleitungen (Reaktionskomponente ſenkrecht zur Bahn gleich Null). Vgl. Auflager (Bd. 1, S. 354), Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen (Bd. 4, S. 358) und Schnittkräfte, Schnittmomente (Bd. 7, S. 768). Bei ſtatiſch unbeſtimmten Trägerarten ſind die Stützreaktionen nur unter Mitverwendung außerſtatiſcher Beziehungen beſtimmbar, welche die Elaſtizitätslehre liefert. Vgl. Balken und Bogen, Fachwerke (ſtatiſch unbeſtimmte), Hängewerke, Sprengwerke, Träger (zuſammengeſetzte), Verſchiebungsarbeit u. ſ. w.

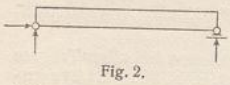
Für einen beliebigen ebenen Träger von s Scheiben mögen die Stützenreaktionen durch r, die Zwiſchenreaktionen (der Scheiben gegeneinander) durch z voneinander unabhängige Größen beſtimmt ſein. Dann beſtehen folgende Bedingungen ([12], S. 6):

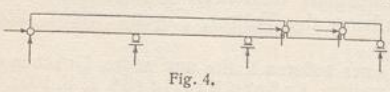
für ſtabile Trägerarten $3s < r+z$ 1.
„ ſtatiſch beſtimmte Trägerarten $3s \geq r+z$ 2.
alſo „ ſtatiſch beſtimmte und ſtabile Trägerarten $3s = r+z$. 3.

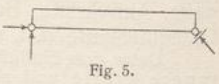
Zur Feſtlegung des Trägers gegen die Stützen muß mindeſtens $r=3$ ſein (Beiſpiele Fig. 1, 2, 5 u. ſ. w.). Die Erfüllung der Bedingung 1. oder 2. genügt jedoch nicht, eine Trägerart ſtabil oder ſtatiſch beſtimmt zu machen, es kommt nicht nur auf die Anzahl, ſondern auch auf die Anordnung jener unabhängigen Reaktionselemente an. So entſprechen ſowohl Fig. 1 und 2 als Fig. 3 wegen $s=1$, $r=3$, $z=0$ der Bedingung 3.; trotzdem ſind nur die Trägerarten Fig. 1 und 2 ſtatiſch beſtimmt und ſtabil, die Trägerart Fig. 3 dagegen ſtatiſch unbeſtimmt und labil, jede nicht vertikale Kraft würde den Träger Fig. 3 über die Stützen wegſchieben. Auch die Trägerart Fig. 4 erfüllt mit $s=3$, $r=5$, $z=4$ die Bedingung 3., während der Träger rechts labil, links ſtatiſch unbeſtimmt iſt. Es gilt nun der Satz: Eine Trägerart, welche bei s Scheiben $r+z=3s$ wirkſame Reaktionskomponenten beſitzt, die ſich für die vorkommenden Belaſtungen u. ſ. w aus ſtatiſchen Bedingungsgleichungen beſtimmen laſſen, iſt für dieſe Belaſtungen u. ſ. w. ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Vgl. [12], S. 7, und Bd. 3, S. 535. So iſt z. B. die Trägerart Fig. 2 für die gewöhnlichen (vertikal nach abwärts gerichteten) Aktivkräfte ſtabil, ſie wäre aber labil für Aktivkräfte, welche rechts eine von oben nach unten wirkende Reaktion erforderten, es ſei denn, daß durch geeignete Verankerung des Trägerendes die Möglichkeit ſolcher Reaktionen geboten würde. Der Fall kommt beiſpielsweiſe bei dem Träger Fig. 2 als Verſteifungsbalken von Hängebrücken vor (Bd. 4, S. 713).


Fig. 1.

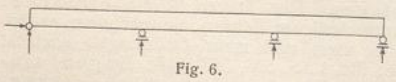

Fig 3.

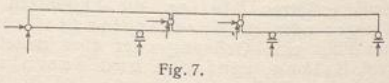

Fig. 2.


Fig. 4.


Fig. 5.

Faſſen wir nun noch einige ſpezielle Fälle ins Auge, wobei auch ſolche berückſichtigt werden ſollen, welche nicht in beſonderen Artikeln behandelt ſind. Die Trägerart mit einem feſten und einem in beliebiger Richtung frei verſchiebbaren Gelenkauflager Fig. 2, 5 iſt ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Gewöhnlich iſt die Verſchiebung horizontal (Fig. 2, vgl. Balken, Bd. 1, S. 519; Balkenfachwerke, Paralleträger, Dreieckträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipſenträger, Schwedlerträger, Pauliſche Träger, Polonceauträger, Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Hängewerke u. ſ. w.), doch wurde behufs Materialerſparnis auch der Träger mit ſchief verſchiebbarem Auflager unter gewiſſen Vorausſetzungen empfohlen ([6], S. 25, [8], S. 127), über ſeine Berechnung


Fig. 6.


Fig. 7.

ſ. [12], S. 289, 291, 295; [13], S. 464, 466, 469. Sind außer dem feſten Gelenkauflager mehrere in gleicher Richtung frei verſchiebbare vorhanden (Fig. 6), ſo iſt die Trägerart zwar ſtabil, aber ebenſo vielfach ſtatiſch unbeſtimmt (man hat ebenſoviel Reaktionselemente zuviel), als Zwiſchenſtützen vorhanden ſind (vgl. Balken, Bd. 1, S. 505, 508, Paralleträger u. ſ. w.). Werden jedoch an geeigneten Stellen (z. B. entſprechend Fig. 7, nicht Fig. 4) eine Anzahl Zwiſchen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelenke gleich der Zahl der Zwiſchenſtützen eingeſchaltet, ſo entſteht eine ſtatiſch beſtimmte Trägerart (vgl. Gelenkträger, Bd. 4, S. 361). Auch die Trägerarten Fig. 8 und 9 ſind ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Die Trägerart Fig. 10 iſt einfach ſtatiſch unbeſtimmt und diejenige Fig. 11 zweifach ſtatiſch unbeſtimmt (vgl. Balken, Bd. 1, S. 505, 520), während von den Trägerarten Fig. 12—15 die erſte dreifach, die zweite zweifach, die dritte einfach ſtatiſch unbeſtimmt, die vierte aber mit $s=2$, $r=4$, $z=2$ ſtatiſch beſtimmt iſt (vgl. Bogen, Bd. 2, S. 155, Bogenfachwerke, Bd. 2,

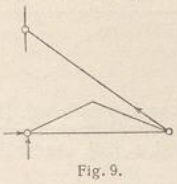


Fig. 9.

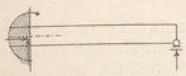


Fig. 10.



Fig. 11.

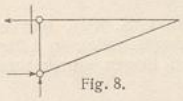


Fig. 8.

S. 161; bezüglich Fig. 13 [30] u. ſ. w. Anſtatt des reellen Zwiſchengelenks in Fig. 15 kann, wie in andern Fällen, auch ein imaginäres Gelenk angeordnet werden (Fig. 16, vgl. Bd. 4,

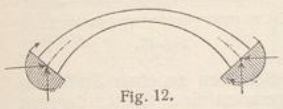


Fig. 12.

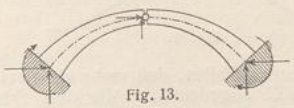


Fig. 13.

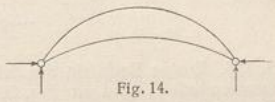


Fig. 14.

S. 368, [7], [8], S. 40), Berechnung des ſo entſtehenden Trägers ſ. [12], S. 296, [13], S. 471, 472 über andre Träger mit imaginären Gelenken ſ. Bd. 4, S. 357, 363; [8], S. 40, 115, 123, 131). Im

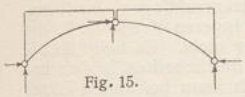


Fig. 15.

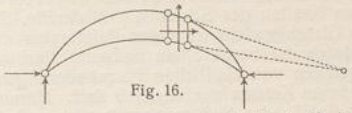


Fig. 16.

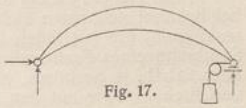


Fig. 17.

Gegenſatz zu der Trägerart Fig. 14, deren Horizontalſchub (ſ. d.) mittels der Elaſtizitätslehre beſtimmt werden muß, iſt der Träger mit konſtantem Horizontalſchub (Fig. 17), welcher für die Elbbrücke bei Riesa (Techn. Blätter 1880, S. 86) zur Ausführung kam, bezüglich der äußeren Kräfte ſtatiſch beſtimmt ([1], [4], [10], II, S. 216), ſeine Berechnung ſ. [12], S. 268, 271, [13], S. 411. Auch der Bogen mit Zugſtange Fig. 18 (Bd. 2, S. 175), Bogenſehnenträger (Bd. 2, S. 176) und Mittengelenkbalken (Bd. 6, S. 449) ſind von ſtatiſch beſtimmter Art, ſie beſitzen wie Fig. 2 bei $s=1$ ein feſtes und ein horizontal verſchiebbares Gelenkauflager

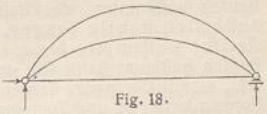


Fig. 18.

Während alle bisher angeführten Trägerarten ſtabil waren, ſtellen Fig. 19 und 20 einfach labile Trägerarten und Fig. 21 bei s Stäben mit $r=4$, $z=2$ $(s-1)$ eine $(s-2)$-fach labile

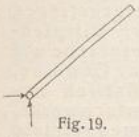


Fig. 19.

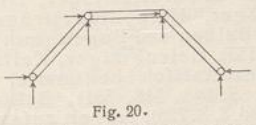


Fig. 20.

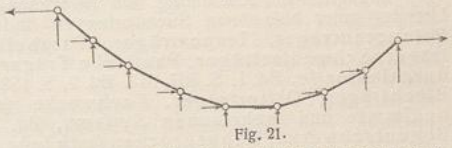


Fig. 21.

Trägerart dar (man hat $s-2$ Reaktionselemente zu wenig), welche dabei ſtatiſch beſtimmt ſind. Für $s=2$ führt Fig. 21 auf die ſtabile Trägerart Fig. 15, 22, für $s=1$ auf die einfach ſtatiſch unbeſtimmte Trägerart

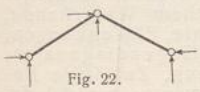


Fig. 22.

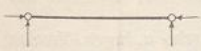


Fig 23.

Fig 14, 23. Wenn im Falle der Fig 21 die Gelenke ſtetig aufeinander folgen, ſo hat man trotz ∞-facher Labilität noch immer eine ſtatiſch beſtimmte Trägerart (vgl. Ketten, Kettenlinien, Bd. 5, S. 448, Navierſche Kettenbrückenlinie, Bd. 6, S. 589, Hängebrücken, Bd. 4, S. 710, u. ſ. w.). Von den Trägerarten Fig. 24—26 iſt die erſte ſtatiſch beſtimmt ſtabil

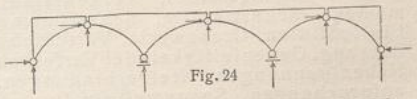


Fig. 24.

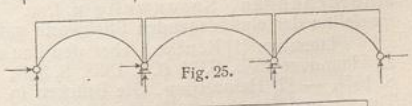


Fig. 25.

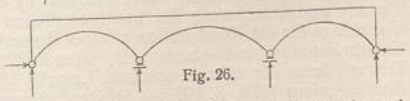


Fig. 26.

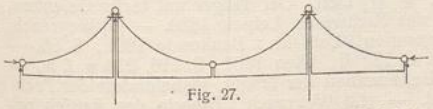


Fig. 27.

($s=4$, $r=6$, $z=6$), die zweite ſtabil und einfach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=3$, $r=6$, $z=4$), die dritte ſtabil und dreifach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=1$, $r=6$, $z=0$, vgl. Bogen, durchlaufende, Bd. 2, S. 153, Bogenfachwerke, Bd. 2, S. 167, und Hängebrücken, feſte, Bd. 4, S. 726). Bei m Zwiſchenſtützen iſt die Trägerart Fig. 26 $(m+1)$-fach ſtatiſch unbeſtimmt, gegenüber Fig. 6 kommt nur der Horizontalſchub hinzu. Fig. 27 und 28 ſtellen ſtatiſch beſtimmte Trägerarten dar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

($s=4$, $r=6$, $z=6$), der erſten entſpricht z. B. eine Mainbrücke in Frankfurt [42], II, 5, S. 264, der letzten die Viaurbrücke der Eiſenbahn Carmaux-Rodez in Frankreich mit dem größten Bogen (220 m) in Europa [32], [42], II, 5, S. 417. Die Trägerart Fig. 29 iſt dreifach ſtatiſch unbeſtimmt

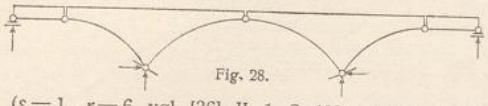


Fig. 28.

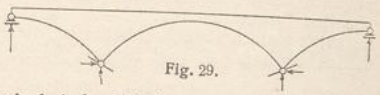


Fig. 29.

($s=1$, $r=6$, vgl. [36], II, 1, S. 402), würde jedoch wie bei der Mirabeaubrücke in Paris [29] in der Mitte ein Gelenk eingeſchaltet, ſo hätte man eine zweifach ſtatiſch unbeſtimmte Trägerart. Vgl. a. [26]. Andre Fälle ſ. Bogen, durchlaufende, Bd. 2, S. 153, und Hängebrücken, feſte, Bd. 4,

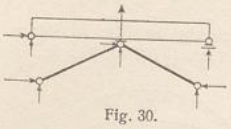


Fig. 30.

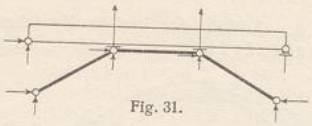


Fig. 31.

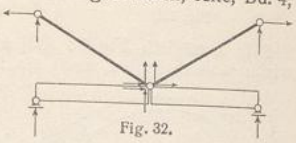


Fig. 32.

S. 726. Einige Beiſpiele des ſeltneren Falles, daß mehr als zwei Scheiben an einer Stelle zuſammenſtoßen, ſind in Fig. 30—32 angedeutet. Alle drei Trägerarten ſind ſtabil, dagegen Fig. 30 und 31 einfach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=3$, $r=7$, $s=3$ bezw. $s=4$, $r=7$, $z=6$, vgl. Sprengwerke, S. 227), Fig. 32 ſtatiſch beſtimmt ($s=4$, $r=6$, $z=6$).

Ein Trägerſyſtem heißt ſtatiſch beſtimmt oder ſtatiſch unbeſtimmt, je nachdem bei bekannt gedachten äußeren Kräften der Scheiben (Aktivkräfte, Stützenreaktionen, Zwiſchenreaktionen) die mit ihnen ins Gleichgewicht tretenden Reſultanten der inneren Kräfte (z. B. die Stabkräfte eines Fachwerks) durch die Statik allein beſtimmt ſind oder nicht. Es heißt ſtabil oder labil, je nachdem, abgeſehen von elaſtiſchen Formänderungen, die Scheiben in ſich unverſchiebbar oder mit den äußeren Kräften veränderlich ſind. Demnach kann bei einem Träger die Art ſtatiſch beſtimmt oder ſtabil, das Syſtem aber ſtatiſch unbeſtimmt oder labil ſein und umgekehrt. Fig. 2 beiſpielsweiſe zeigt einen Träger von ſtatiſch beſtimmter Art, während bei Herſtellung mit voller Wand oder Gitterwerk das Syſtem ſtatiſch unbeſtimmt wäre. Träger von ſtatiſch beſtimmter oder ſtabiler Art heißen auch äußerlich ſtatiſch beſtimmte bezw. äußerlich ſtabile Träger, Träger von ſtatiſch beſtimmtem oder ſtabilem Syſtem innerlich ſtatiſch beſtimmte bezw. innerlich labile Träger. Damit ein Träger ohne Einſchränkung ſtatiſch beſtimmt ſtabil ſei, muß ſowohl ſeine Art wie ſein Syſtem ſtatiſch beſtimmt und ſtabil ſein, womit der ganze Träger innerhalb der üblichen Beanſpruchungsgrenzen nur durch elaſtiſche Formänderungen und Temperaturänderungen bedingte Verſchiebungen erleidet und alle äußeren und inneren Kräfte durch die Geſetze der Statik allein beſtimmt werden können. Vgl. Fachwerk, Bd. 3, S. 535.

Bezüglich der Anordnung und Berechnung der wichtigſten Träger ſind Angaben und Literatur unter beſonderen Stichworten zu finden. S. Paralleträger, Dreieckträger, Polonceauträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipſenträger, Schwedlerträger, Pauliſche Träger, Balken und Bogen (auch einfache und durchlaufende, Bd. 1, S. 507, 518, Bd. 2, S. 153, 155), Gelenkträger, Ketten, Gewölbe, Blechträger, Gitterträger, Fachwerke (auch ſtatiſch beſtimmte, ſtatiſch unbeſtimmte und mehrfachen Syſtems, Bd. 3, S. 543, 548, 551), Balkenfachwerke, Bogenfachwerke, Hängebrücken (auch feſte, Bd. 4, S. 726), Träger, zuſammengeſetzte (kombinierte), Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Mittengelenkbalken, Hängewerke, Sprengwerke, eventuell auch Auflager, Einſpannung, Belaſtung der Träger, Eigengewicht, Verkehrslaſt, Winddruck, Laſtäquivalente, Angriffsmoment, Schnittkräfte, Schnittmomente, Körper von gleichem Widerſtande, Einflußlinien, Grenzwerte, Verſchiebungsarbeit, Elaſtiſche Linie, Einſenkungen, Biegung, Gegenſeitigkeit der Verſchiebungen, Knickfeſtigkeit, Gegendiagonalen, Nebenſpannungen, Nietverbindungen, Dimenſionenberechnung, Zuläſſige Beanſpruchungen, Spannweite u. ſ. w. Es empfiehlt ſich im allgemeinen, zunächſt das ſpeziellſte der einſchlagenden Stichworte aufzuſuchen.

Literatur: [1] Köpcke, Ueber den Bau eiſerner Brücken, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Vereins zu Hannover 1865, S. 71 (ſ. a. 1865, S. 346; 1861, S. 231; 1880, S. 112; 1888, S. 30, 373; 1889, S. 167). — [2] Heinzerling, Die Brücken in Eiſen, Leipzig 1870. — [3] Weyrauch, Allgemeine Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, Leipzig 1873. — [4] Foeppl, Vorſchläge für die Konſtruktion eiſerner Bogenbrücken, Deutſche Bauztg. 1875, S. 91. — [5] Ržiha, Eiſenbahnunter- und -oberbau, II, Wien 1877, S. 125, 141, 211, 455. — [6] Foeppl, Die neuen Trägerſyſteme für eiſerne Brücken, Leipzig 1878. — [7] Derſ., Der Träger mit ſechs Gelenken, Zivilingenieur 1879, S. 197. — [8] Derſ., Theorie des Fachwerks, Leipzig 1880. — [9] Weyrauch, Kennzeichen ſtatiſch beſtimmter und ſtabiler Trägerarten, Zeitſchr. f. Baukunde 1881, S. 55. — [10] Winkler, Theorie der Brücken, I, Wien 1886, S. 17; II, Wien 1881, S. 216, 218 u. ſ. w. — [11] Land, Ueber die ſtatiſche und geometriſche Beſtimmtheit der Träger, insbeſondere der Fachwerkträger, Zentralbl. der Bauverw. 1887, S. 363. — [12] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887. — [13] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888. — [14] Land, Kinematiſche Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger, Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ingen.-Ver. 1888, S. 11, 162. — [15] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, I—IV, Zürich 1888—1906. — [16] Häfeler, Der Brückenbau, I, Die eiſernen Brücken, Braunſchweig 1888—1908. — [17] Lang, Zur Entwicklungsgeſchichte der Spannwerke des Bauweſens, Riga 1890. — [18] Hübner, Durchgehende Träger mit Querkraftnullfeldern, Zeitſchr. f. Bauw. 1891, S. 549. — [19] Foeppl, Das Fachwerk im Raume, Leipzig 1892. — [20] Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie des räumlichen Fachwerks, Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 201, 225, 244, 256. — [21] Seefehlner, Beiträge zu den bei eiſernen Balkenbrücken vorkommenden Berechnungen, Allg. Bauztg. 1893, S. 25, 33, 49, 57, 73, 83. — [22] Zſchetzſche, Theorie laſtverteilender Querverbände, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver 1893, S. 553, 573, 588, 607. — [23] Labes bezw. Thullié, Zur Anwendung verzahnter und verdübelter Träger, Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 197 bezw. 296 (ſ. a. Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891, S. 21, 30, 46, 174, 203, 279, 299, 328, 349, 357; 1892, S. 405, 557; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1892, S. 100, 639). — [24] Hauger, Belaſtung und Berechnung eiſerner Brücken, Allg. Bauztg. 1896, S. 110. — [25] v. Leibbrand, Gewölbte Brücken, Leipzig 1897. — [26] Melan, Bogenträger mit vermindertem Horizontalſchub, Oeſterr. Monatsſchrift f. d. öffentl. Baudienſt 1897, 7. Heft. — [27] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entſprechend den Bedürfniſſen der Praxis, München 1897 (neue Auflage in Vorbereitung). — [28] Müller-Breslau, Ueber die Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Auslegerbrücken, Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 501, 513. — [29] Die Mirabeaubrücke in Paris, ebend. 1897, S. 241, 257. — [30] Bohny, Der Eingelenkbogen, Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1898, S. 147. — [31] Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie der Kuppel- und Turmdächer und verwandter Konſtruktionen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1898, S. 1205, 1233. — [32] Théry, Notes sur la construction du viaduc du Viaur, Ann. des ponts et chaussées 1898, I, S. 215, und II, S. 329; 1899, I, S. 57, und IV, S. 79; 1901, III, S. 244. — [33] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen, Stuttgart 1899 (aus dem Handbuch der Architektur). — [34] Mehrtens, Der deutſche Brückenbau im 19. Jahrh., Berlin 1901 (auch Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1900). — [35] Weyrauch, Ueber die Zunahme der Brückenſpannweiten im 19. Jahrhundert, Zeitſchr. f. Bauweſen 1901, S. 465, 617. — [36] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I—II, Leipzig 1901/08. — [37] Zimmermann, Ueber Raumfachwerke, Berlin 1901. — [38] Barkhauſen, Die Balkendecken, Stuttgart 1901. — [39] Foerſter, Die Eiſenkonſtruktionen der Ingenieurhochbauten, Leipzig 1903. — [40] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, I—III, Leipzig 1903/05. — [41] Freitag, Geſetzmäßigkeiten in der Trägertheorie, Berlin 1904 (Diſſertation). — [42] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, Leipzig, 1. Die Brücken im allgemeinen, ſteinerne Brücken, 1904; 2. Die eiſernen Brücken im allgemeinen, Theorie der eiſernen Balkenbrücken, 1901; 3. Die Konſtruktion der eiſernen Balkenbrücken, 1907; 4. Bewegliche Brücken, 1907; 5. Eiſerne Bogenbrücken und Hängebrücken, 1906; 6. Eiſerne Brückenpfeiler 1903. — [43] Schütz, Beiträge zur Bewegungslehre der ebenen ſtatiſch beſtimmten Fachwerkträger, Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1905, S. 154. — [44] Bohny, Theorie und Konſtruktion verſteifter Hängebrücken, Leipzig 1905. — [45] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906. — [46] Schlink, Statik der Raumfachwerke, Leipzig und Berlin 1907. — [47] Foerſter, Das Material und die ſtatiſche Berechnung der Eiſenbetonbauten, Leipzig 1907. — [48] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, ſeine Theorie und Anwendung, Stuttgart 1908. — [49] v. Emperger, Handbuch für Eiſenbetonbau, I, Berlin 1908. — [50] Haberkalt und Poſtuvanſchitz, Die Berechnung der Tragwerke aus Betoneiſen oder Stampfbeton bei Hochbauten und Straßenbrücken, Wien 1908. — S. a. die Literatur unter den oben im letzten Abſatze erwähnten Stichworten.

Weyrauch.

Träger, armierte (Poutres armées, von armer, bewaffnen) = verſtärkte Träger. Der Name wurde urſprünglich für Holzbalken verwendet, deren Tragfähigkeit durch andre, insbeſondere eiſerne Konſtruktionsteile, erhöht worden war [1]—[3].



Fig. 1.

Für die in Bd. 4, S. 734, berechneten armierten Balken Fig. 1, 2 beiſpielsweiſe beſtand der obere durchlaufende Balken (Bd. 1, S. 507) aus Holz, die darunterliegende Zugſtange aus Schmiedeeiſen. An Stelle des Holzes traten ſpäter mitunter zunächſt Gußeiſen und dann Schweiß- oder Flußeiſen. Die Zugſtange kann auch nach oben gerückt ſein (Fig. 3); bei nach oben gekrümmten Balken (Drehbrücken u. ſ. w.) liegt ſie ſelbſtverſtändlich über dem Balken (Fig. 4). Die in Fig. 5 angedeutete, in Amerika häufig vorkommende Anordnung ([5], S. 114) gehört hiernach ebenfalls zu den armierten Balken. In neuerer Zeit ſpricht man auch von armierten Betonträgern (Eiſenbetonkonſtruktionen, Bd. 1, S. 737, 739).

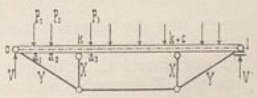


Fig. 2.

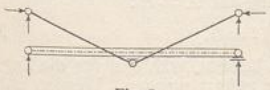


Fig. 3.

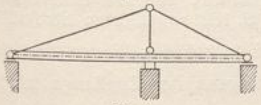


Fig. 4.

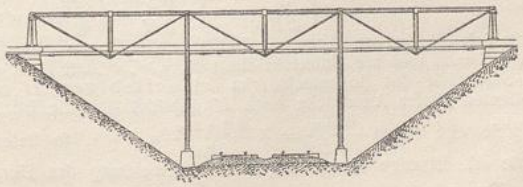


Fig. 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, Paris 1826, S. 281, 283. — [2] Emy, Traité de l'art de la charpenterie, I, Paris 1837, S. 401; II, Paris 1841, S. 287, 384, 401. — [3] Wiegmann, Ueber eine Konſtruktion ſich frei tragender Brücken aus Holz und Eiſen, Allg. Bauztg. 1842, S. 267. — [4] Fairbairn, Die eiſernen Träger, deutſch von Brauns, Braunſchweig 1859, S. 44. — [5] Steiner, Ueber Brückenbauten in den Vereinigten Staaten, Wien 1878, S. 113, 138. — [6] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, III, Zürich 1900, S. 201. — [7] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II 1, Leipzig 1903, S. 245; II 2, Leipzig 1908, S. 341. — [8] Müller, S., Beiträge zur Theorie hölzerner Tragwerke des Hochbaues, I, Hänge- und Sprengwerke, Zeitſchr. f. Bauweſen 1906, S. 678. — [9] Hailer, Statiſche Berechnung von Hängewerken (armierten Balken) für bewegliche Belaſtung, Der Eiſenkonſtrukteur 1907, S. 124. — [10] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Brückenbau, 2. Abt., Hölzerne Brücken u. ſ. w., Leipzig 1904, S. 27; 4. Abt., Bewegliche Brücken, Leipzig 1907, S. 17, 152.

Weyrauch.

Träger, ebener, einfacher und kontinuierlicher (durchlaufender), ſ. Träger. — Träger, kombinierte, ſ. Träger, zuſammengeſetzte. — Träger mit frei ſchwebenden Stützpunkten, ſ. Gelenkträger, durchlaufender.

Träger, zuſammengeſetzte (kombinierte) oder kombinierte Syſteme nannte man früher häufiger als jetzt Tragwerke, welche aus zwei oder mehreren ungleichartigen Teilen, wie Kette und Verſteifungsbalken, Bogen und Zugſtange, Bogen und Balken u. ſ. w., beſtehen (vgl. Hängebrücken, Bogen mit Zugſtange, Bogenfehnenträger, Hängewerke und armierte Balken, Sprengwerke, Träger, armierte).

Die meiſten bisher ausgeführten oder vorgeſchlagenen Konſtruktionen dieſer Art ſind ſtatiſch unbeſtimmt, d. h. ſie laſſen ſich nicht durch die Statik allein, ſondern nur mit Hilfe der Elaſtizitätslehre berechnen, und es kommt dann vor allem darauf an, die ſtatiſch unbeſtimmten Größen X (Stützenreaktionen, Stabkräfte u. ſ. w., vgl. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Verſchiebungsarbeit) zu berechnen, worauf die gewöhnlichen Beziehungen für die auftretenden Balken, Bogen, Ketten, Fachwerke u. ſ. w. (ſ. d. und bei veränderlicher Belaſtung Grenzwerte, Einflußlinien) zum Ziele führen. Eine Berechnungsart der X ſoll im folgenden angedeutet werden, während die unten angeführte Literatur auch andre Verfahren aufweiſt.

Der Träger beſtehe zu einem Teile I aus lediglich axial beanſpruchten geraden Stäben (z. B. Fachwerkſtäben), für welche s, F, E, S, α, τ Länge, konſtanten Querſchnitt, Elaſtizitätsmodul, Stabkraft, Ausdehnungskoeffizient und Temperaturänderung bezeichnen, zu einem Teile II aus geraden oder einfach gekrümmten Stäben, für welche $F, J, E, G, k, M_x, N_x, T_x, \alpha, \tau, ds$ Querſchnitt, Trägheitsmoment, Elaſtizitätsmodul, Schubelaſtizitätsmodul, Koeffizient der Schubwirkung (Bd. 1, S. 797), Angriffsmoment, Normalkraft, Transverſalkraft (Bd. 1, S. 197), Ausdehnungskoeffizient, Temperaturänderung und Achsdifferential beim Querſchnitt der Abſziſſe x vertreten. Die S, N_x ſeien poſitiv für Zug, die M_x, wenn ſie, wie der Zeiger der Uhr, rechts um den Achspunkt des Querſchnitts x drehen. U möge die Arbeit der mit ihren Endwerten konſtant gedachten ſtatiſch unbeſtimmten Reaktionen gegen den betrachteten Träger oder Trägerteil während der eingetretenen Verrückungen (Formänderungen vom ſpannungsloſen Zuſtande aus gerechnet) und ∂U die Aenderung von U bei konſtanten Verrückungen infolge irgend einer mit den ſtatiſchen Bedingungen verträglichen Aenderung einer beliebigen ſtatiſch unbeſtimmten Größe X bezeichnen (vgl. Bd. 3, S. 553, und Verſchiebungsarbeit). Dann hat man unter den gewöhnlichen Vorausſetzungen der Lehren von Zug-, Druck- und Biegungselaſtizität (ſ. d.) zur Berechnung der Größe X:

$$\sum_I \left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right) s \frac{\partial S}{\partial X} + \sum_{II} \int \left[\frac{M_x}{EJ}\frac{\partial M_x}{\partial X} + \left(\frac{N_x}{EF}+\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial X} + \frac{k T_x}{GF}\frac{\partial T_x}{\partial X}\right] ds = \frac{\partial U}{\partial X}, \quad 1.$$

worin ſich die Summen vom Index I und II auf alle Stäbe der Gruppen I und II beziehen. Für Stäbe der letzteren Gruppe kann auch $M_x = 0$ (vgl. Ketten) oder $N_x = 0$ (vgl. Balken) ſein. Da ebenſoviel Gleichungen 1. als unbekannte Größen X angeſetzt werden können, ſo laſſen ſich alle X daraus berechnen. Der Einfluß der Transverſalkräfte T_x auf die Beanſpruchungen iſt meiſt ſo gering, daß er gewöhnlich vernachläſſigt wird, womit das Glied mit T_x wegfällt. Ausdrücke entſprechend 1. für beliebige iſotrope Körper und andre Fälle ſ. Verſchiebungsarbeit und [8].

Es handle ſich beiſpielsweiſe um ein beliebiges Bogenfachwerk (ſ. d.) einfachen Syſtems (ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 534) mit Endgelenken, bei welchem der Horizontalſchub H, anſtatt durch die Widerlager, durch eine horizontale Zugſtange zwiſchen den Endgelenken aufgenommen wird. Gleichung 1. liefert mit $\mathfrak{U} = 0$ als Bedingung für $X = H$:

$$\Sigma\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right) s \frac{\partial S}{\partial H} + \left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'\right) l = 0, \quad 2.$$

worin ſich die Summe Σ nur auf die Stäbe des Bogenfachwerks bezieht, während für die Zugſtange $S = H$ und zur Unterſcheidung $\mathfrak{E}, \mathfrak{F}, \alpha', \tau'$ ſtatt E, F, α, τ geſetzt wurden. Werden nun die Stabkräfte des Bogenfachwerks bei beliebigem H ausgedrückt und die Differentialquotienten dieſer Ausdrücke nach H gebildet (für die Bd. 2, S. 162 angeführten Stabkräfte beiſpielsweiſe wären $\frac{\partial X_m}{\partial H} = \mp \frac{n_{3m} x_m}{l h_m}$ u. ſ. w.), ſo liefert 2. mit dieſen Werten das geſuchte H. Etwaige Hängeſtangen zur Vermeidung des Durchhängens der Zugſtange haben keinen Einfluß auf H, weil für ſie $\frac{\partial S}{\partial H}$ in 2. gleich Null iſt. Im vorliegenden Falle konnte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Träger auch als Fachwerk mit einem überzähligen Stabe angeſehen und X nach Bd. 3, S. 555, Formel 16 berechnet werden.

Beſteht der Träger aus einem ſtabförmigen Bogen mit Endgelenken, deſſen Horizontalſchub durch eine horizontale Zugſtange anſtatt durch die Widerlager aufgenommen wird (ſ. Bogen mit Zugſtange), ſo liefert 1. mit $\mathfrak{U}=0$ unter Vernachläſſigung des bei Bogen ſtets ſehr geringen Einfluſſes von T_x zur Beſtimmung von $X=H$:

$$\left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'\right)l+\int_0^l\left[\frac{M_x}{EJ}\frac{\partial M_x}{\partial H}+\left(\frac{N_x}{EF}-\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial H}\right]ds=0, \qquad 3.$$

wobei $-N_x$ an Stelle von N_x geſetzt wurde, ſo daß, wie bei Sprengbogen üblich, drückende N_x als poſitiv gelten. Für beliebige Belaſtung hat man im vorliegenden Falle die ſtatiſchen Beziehungen (ſ. Bogen):

$$M_x=Vx-Hy-\sum_0^x P(x-a), \qquad V=\frac{1}{l}\sum_0^l P(l-a),$$

$$N_x=\left(V-\sum_0^x P\right)\sin\varphi+H\cos\varphi, \qquad ds=\frac{dx}{\cos\varphi},$$

wonach in 3. $\frac{\partial M_x}{\partial H}=-y$, $\frac{\partial N_x}{\partial H}=\cos\varphi$, und nach 3. die Bedingungsgleichung für H lautet:

$$\left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'-\alpha\tau\right)-\int_0^l\left(\frac{y\,M_x}{EJ\cos\varphi}-\frac{N_x}{EF}\right)dx=0. \qquad 4.$$

Die Integration iſt erſt ausführbar, wenn Beſtimmung über y, φ, F, J, d. h. über die Form der Bogenachſe und die Veränderlichkeit des Querſchnitts, getroffen iſt. Werte von H für paraboliſche Bogen von konſtantem $J\cos\varphi$ (Mittelwert), Halbkreisbogen von konſtantem F und Bogen mit beliebiger Achſe und beliebigen Querſchnitten ſ. [12], S. 157, 222.

Für eine Kette mit Verſteifungsfachwerk (vgl. Hängebrücken), bei welcher wie gewöhnlich freie Horizontalbewegung der Kabelſättel angenommen, eine Bewegung der Kabel über letztere hinweg ausgeſchloſſen und der Einfluß der Längenänderungen von Pylonen und Tragſtangen vernachläſſigt ſein ſoll, hat man nach 1. zur Berechnung von $X=H$ aus den Verhältniſſen einer Oeffnung l, mit $\mathfrak{U}=H\Delta l$ ($\mathfrak{U}$ iſt poſitiv, wenn die Verrückung, hier Δl, in der Richtung der Reaktion, hier H, erfolgt) und $\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial H}=\Delta l$:

$$\sum_l\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial H}+\int^l\left(\frac{N_x}{EF}+\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial H}ds=\Delta l, \qquad 5.$$

oder wegen $N_x=\frac{H}{\cos\varphi}$, $\frac{\partial N_x}{\partial H}=\frac{1}{\cos\varphi}$, $ds=\frac{dx}{\cos\varphi}$:

$$\sum_l\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial H}+\int_0^l\left(\frac{H}{EF\cos\varphi}+\alpha\tau\right)\frac{dx}{\cos^2\varphi}=\Delta l. \qquad 6.$$

In 5., 6. iſt $\sum_l$ auf alle Fachwerkſtäbe zu erſtrecken. Wenn Δl nicht gleich Null (feſte Kabelenden) oder ſonſt bekannt iſt (Beobachtung, Schätzung), ſo muß Gleichung 6. für jede Oeffnung ausgedrückt und H aus der Bedingung $\Delta l_1+\Delta l_2+\ldots+\Delta l_n=\Delta L=0$ berechnet (vgl. Bd. 4, S. 715), oder ſchon 6. anſtatt für eine Oeffnung für den ganzen Träger angeſetzt werden.

Auf Grund von 1. ſind auch die in den Art. Sprengwerke und Hängewerke vorkommenden ſtatiſch unbeſtimmten Größen X vom Verfaſſer ermittelt. In vielen Fällen wird man die in 1. auftretenden Größen, ſoweit möglich, bei beliebigen X numeriſch ausdrücken und dementſprechend auch die Differentiale nach den X bilden.

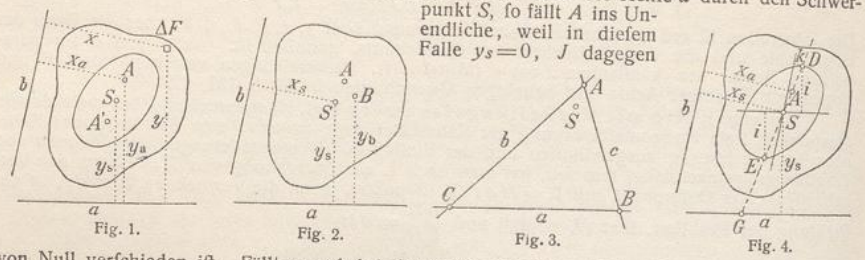
Literatur: [1] Langer, Theorie der kombinierten Brückenſyſteme und Dachſtühle, Prag 1873—74 (1. Aufl. 1862). — [2] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1880, S. 287, 315, 321, 328, 352, 362, 377, 390, 398 (deutſche Ausgabe, Wien 1886, S. 286, 316, 323, 330, 354, 364, 379, 391, 399). — [3] Krohn, Berechnung der durch einen Balken (Fachwerk) verſteiften Hängebrücke auf Grund der Deformation der einzelnen Fachwerkſtäbe, Zivilingenieur 1881, S. 347. — [4] Brik, Die neue Ferdinandsbrücke in Graz (Bogen mit untenliegendem Verſteifungsfachwerk), Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 43. — [5] Müller-Breslau, Theorie des durch einen Balken verſtärkten ſteifen Bogens, Zivilingenieur 1883, S. 13. — [6] Derſ., Beitrag zur Theorie der Verſteifung labiler und flexibler Bogenträger, Zeitſchr. f. Bauweſen 1883, S. 312. — [7] Derſ., Beitrag zur Theorie des durch einen Balken verſteiften Bogens, ebend. 1884, S. 323. — [8] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 211, 213, 221 (vgl. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 290). — [9] Winkler, Theorie der Brücken, 1. Heft, Wien 1886, S. 185 (Verbindung des Balkens mit dem Stabpolygon, S. 233, 256). — [10] Höch, Berechnung der doppelten Häng- und Sprengwerke bei einſeitiger Belaſtung, Zentralblatt der Bauverwaltung 1888, S. 474. — [11] Landsberg, Berechnung freitragender Wellblechdächer (Bogen mit Zugſtange), Zeitſchr. f. Bauweſen 1891, S. 387. — [12] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entſprechend den Bedürfniſſen der Praxis, München 1897, S. 157, 190, 222 (neue Auflage in Vorbereitung). — [13] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, III, Zürich 1900, S. 201 (Hänge- und Sprengwerke). — [14] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II, 1, Leipzig 1903, S. 243, 265, 286, 290, 295, 418, 433; II, 2, Leipzig 1908, S. 341, 392, 429, 525. — [15] Derſ., Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 21, 55, 195. — [16] Bohny, Theorie und Konſtruktion der Hängebrücken, Leipzig 1905. — [17] Müller, S., Beiträge zur Theorie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hölzerner Tragwerke des Hochbaues, I, Hängewerke und Sprengwerke, Zeitſchr. f. Bauweſen 1906, S. 678. — [18] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, 4. Abt.: Bewegliche Brücken, Leipzig 1907, S. 17, 152; 5. Abt.: Eiſerne Bogenbrücken und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 17, 180. — S. a. Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Hängebrücken, Hängewerke, Sprengwerke, Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Träger, armierte, Verſchiebungsarbeit. *Weyrauch.*

Trägheitsellipſe, geometriſch abgeleitet.

Es ſei F der Flächeninhalt einer ebenen Figur, S ihr Schwerpunkt und ΔF ein unendlich kleines Element der Figur; a und b ſeien zwei in der Ebene gelegene Achſen und x und y ihre Abſtände vom Elemente ΔF. Das Produkt $\Delta F \cdot y$ nennt man das ſtatiſche Moment des Elementes in bezug auf die Achſe a. Nach der Theorie des Schwerpunktes iſt das ſtatiſche Moment der ganzen Fläche $\Sigma(\Delta F \cdot y) = F \cdot y_s$. Erſetzt man nun die Flächeninhalte ΔF durch die ſtatiſchen Momente $\Delta F \cdot y$ und beſtimmt deren Schwerpunkt, ſo findet man einen von S verſchiedenen Punkt A. Mit Hilfe dieſes Punktes kann der Wert $Z = \Sigma(\Delta F \cdot y \cdot x)$, das „Zentrifugalmoment“ der Figur in bezug auf die Achſen a und b berechnet werden. Da A der Schwerpunkt der ſtatiſchen Momente $\Delta F \cdot y$ iſt, ſo iſt nämlich das Zentrifugalmoment gleich der Summe der ſtatiſchen Momente multipliziert mit x_a oder $Z = x_a \Sigma(\Delta F \cdot y) = F \cdot y_s \cdot x_a$. Läßt man b mit a zuſammenfallen, ſo geht das Zentrifugalmoment in das Trägheitsmoment J für die Achſe a über und es iſt $J = \Sigma(\Delta F \cdot y^2) = F \cdot y_s \cdot y_a$. Der Punkt A iſt von der Lage der Achſe a abhängig; zu jeder Achſe a gehört ein beſtimmter Punkt A. Geht die Achſe a durch den Schwerpunkt S, ſo fällt A ins Unendliche, weil in dieſem Falle $y_s = 0$, J dagegen



von Null verſchieden iſt. Fällt umgekehrt die Achſe a ins Unendliche, ſo haben alle Elemente gleiche Hebelarme; der Punkt A als Mittelpunkt der ſtatiſchen Momente fällt daher mit dem Schwerpunkt S zuſammen. Gleich wie A der Schwerpunkt der auf a bezogenen ſtatiſchen Momente iſt, ſo ſei B der Schwerpunkt der auf b bezogenen ſtatiſchen Momente (Fig. 2). Dann iſt das Zentrifugalmoment Z auch gleich $y_b \Sigma(\Delta F \cdot x) = F \cdot x_s \cdot y_b$. Fällt A mit b zuſammen, ſo wird $Z = 0$; folglich iſt auch $y_b = 0$, und es fällt auch B mit a zuſammen (Fig. 3). Dreht ſich b um A, ſo bewegt ſich B auf a; dem Punkte A entſpricht ſomit umgekehrt (und zwar eindeutig) die Linie a. Dem Schnittpunkte C von a und b entſpricht ferner die Verbindungslinie c von A und B. Da dieſe Beziehungen allgemein gültig ſind, ſo folgt, daß die Achſen und die ihnen entſprechenden Punkte ein Polarſyſtem bilden, deſſen Mittelpunkt der Schwerpunkt S iſt. Erſetzt man die Punkte A durch die ſymmetriſch zu ihnen gelegenen Punkte A' (Fig. 1), ſo beſitzt das Polarſyſtem eine reelle Ordnungskurve, und zwar eine Ellipſe, die man „Trägheitsellipſe“ oder „Zentralellipſe“ der Figur nennt. Heißt man A den „Antipol“ (ſ. d.) von a, ſo ergeben ſich folgende Sätze: Das Zentrifugalmoment einer Figur in bezug auf zwei Achſen iſt gleich dem Flächeninhalte multipliziert mit dem Abſtande des Schwerpunktes von der einen Achſe und mit dem Abſtand des Antipols dieſer Achſe von der zweiten ($Z = F \cdot y_s \cdot x_a$). Das Trägheitsmoment einer Figur in bezug auf eine Achſe iſt gleich dem Flächeninhalte multipliziert mit den Abſtänden des Schwerpunktes und des Antipols von der Achſe ($J = F \cdot y_s \cdot y_a$). Sind die Achſen in bezug auf die Ellipſe zueinander konjugiert, d. h. geht die eine durch den Pol der andern, ſo wird $Z = 0$. Wird die Figur durch zwei aufeinander ſenkrecht ſtehende Achſen ſymmetriſch geteilt, ſo ſind dieſe Achſen die Ellipſenachſen.

In der Fig. 4 bilden die Punktepaare AG, DE und $S\infty$ eine Involution (ſ. d.). Folglich iſt $SA \cdot SD = SE : SG$. Hieraus folgt $x_a - x_s : k = i : y_s$ oder $y_s \cdot x_a = y_s \cdot x_s + i \cdot k$. Das Zentrifugalmoment iſt daher auch $Z = F(y_s \cdot x_s + i \cdot k)$ und das Trägheitsmoment $J = F(y_s^2 + i^2)$, da $i^2 = (y_a - y_s) y_s$, alſo $y_s \cdot y_a = i^2 + y_s^2$ iſt. Gehen beide Achſen durch den Schwerpunkt, ſo wird $Z = F \cdot i \cdot k$ und $J = F \cdot i^2$, womit die Uebereinſtimmung unſrer Ellipſe mit der analytiſch abgeleiteten Trägheitsellipſe nachgewieſen iſt.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1875; Guidi, Lezioni di Statica graf., Torino 1886/87; Ritter, W., Schweiz. Bauzeitung 1888, Bd. 11, S. 121. *(† W. Ritter) Mörſch.*

Trägheitsellipſoid, geometriſch abgeleitet.

Gleichwie die Trägheitsellipſe einer ebenen Figur, ſo läßt ſich auch das Trägheitsellipſoid eines Körpers geometriſch ableiten. Iſt V das Volumen des ganzen Körpers und ΔV dasjenige eines Elementes, und nennt man y und x die Abſtände des Elementes von zwei Ebenen α und β, ferner y_s den Abſtand des Schwerpunktes von der Ebene α, ſo iſt $\Sigma(\Delta V \cdot y) = V \cdot y_s$. Erſetzt man die ΔV durch ihre ſtatiſchen Momente $\Delta V \cdot y$ und beſtimmt deren Schwerpunkt A, ſo iſt, wenn y_a und x_a die Entfernungen des Punktes A von den beiden Ebenen bezeichnen, das Zentrifugalmoment $Z = V \cdot y_s \cdot x_a$ und das Trägheitsmoment $J = V \cdot y_s \cdot y_a$. Die weiteren Betrachtungen zeigen, daß die Ebenen α und die Punkte A zuſammen ein räumliches Antipolarſyſtem bilden, deſſen Ordnungsfläche das Trägheitsellipſoid iſt. *(† W. Ritter) Mörſch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Trägheitsfläche, f. Trägheitsmoment (graphiſche Berechnung).

Trägheitskreis, Mohrſcher. Der von Mohr (1888) angegebene Trägheitskreis bietet eine überſichtliche Darſtellung der Trägheits- und Zentrifugalmomente beliebiger Flächen auf Achſen, die durch einen Punkt gehen. Er erſetzt daher in vorteilhafter Weiſe die Trägheitsellipſe bei allen die Biegungslehre betreffenden Aufgaben.

Durch einen beliebigen Punkt O (Fig. 1) ſeien zwei Achſen (x) und (y) gelegt, die miteinander irgend einen Winkel einſchließen. Die lotrechten Abſtände des Flächenelements dF einer beliebigen Figur von dieſen Achſen ſeien x und y. Die Entfernung des Teilchens dF von O ſei ϱ, ferner ſeien α und β die Winkel, welche der von O nach dF führende Strahl mit den Achſen (x) und (y) bildet. Alsdann iſt das Zentrifugalmoment von dF in bezug auf die beiden Achſen:

$$dZ_{xy} = dF \cdot \varrho^2 \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta.$$

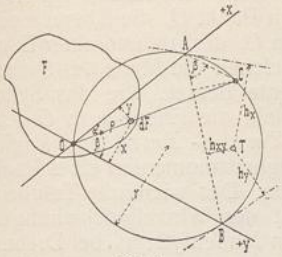


Fig. 1.

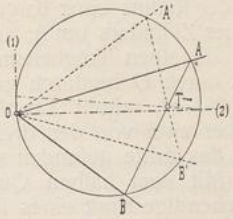


Fig. 2.

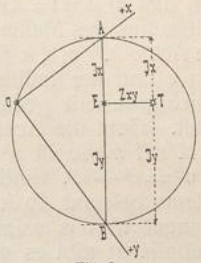


Fig. 3.

Legt man nun durch den Achſenſchnittpunkt O einen beliebigen Kreis mit dem Radius r, dann iſt die Sehne $AC = 2r \cdot \sin\alpha$, und der Abſtand des Punktes C von der Kreisſehne AB iſt $= 2r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta$. Wenn man daher dem Punkt C eine Maſſe von der Größe $\frac{dF \cdot \varrho^2}{2r}$ beilegt, ſo iſt das ſtatiſche Moment dieſer Maſſe in bezug auf die Sehne $AB = \frac{dF \cdot \varrho^2}{2r} \cdot 2r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta = dZ_{xy}$.

Denkt man ſich nun zu jedem Flächenelement dF der ebenen Figur den zugehörigen Kreispunkt und die letzterem beizulegende Maſſe beſtimmt und ſchließlich den Schwerpunkt T aller dieſer Maſſenpunkte ermittelt, ſo erhält man, wenn T von der Sehne AB den Abſtand h_{xy} hat,

$$Z_{xy} = h_{xy} \int \frac{dF \cdot \varrho^2}{2r} = \frac{h_{xy} \cdot J_p}{2r},$$

wo J_p das polare Trägheitsmoment der Fläche in bezug auf den Punkt O bedeutet. Den Punkt T bezeichnet man als Trägheitsſchwerpunkt der Fläche F in bezug auf den Trägheitskreis OAB. Fallen die beiden Achſen (x) und (y) zuſammen, ſo wird aus dem Zentrifugalmoment ein Trägheitsmoment und aus der Kreisſehne AB eine Tangente. Bezeichnen alſo h_x und h_y die Abſtände des Trägheitsſchwerpunktes T von den in A' und B an den Kreis gelegten Tangenten, ſo iſt:

$$J_x = \frac{h_x \cdot J_p}{2r}, \qquad J_y = \frac{h_y \cdot J_p}{2r}.$$

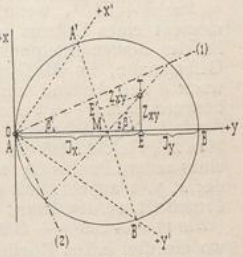


Fig. 4.

Wenn alſo die drei Flächenmomente $J_x J_y Z_{xy}$ auf irgend eine Art beſtimmt wären, ſo könnte man die Lage des Punktes T auf Grund der Bedingung beſtimmen, daß ſich die Abſtände $h_x : h_y : h_{xy} = J_x : J_y : Z_{xy}$ verhalten müſſen. Iſt dann der Trägheitsſchwerpunkt T bekannt, ſo iſt man imſtande, die Trägheits- und Zentrifugalmomente für alle durch den Punkt O gehenden Achſen ſehr ſchnell anzugeben. Geht die Kreisſehne AB durch den Punkt T, ſo iſt das Zentrifugalmoment $Z_{xy} = 0$; die Achſen (x) und (y) heißen dann zugeordnete oder konjugierte Achſen (Fig. 2). Stehen die Achſen (x) und (y) ſenkrecht aufeinander und macht man den Durchmeſſer des Trägheitskreiſes $2r = J_p = J_x + J_y$, dann wird die Sehne AB zum Durchmeſſer, und es iſt dann $J_x = h_x$, $J_y = h_y$, $Z_{xy} = h_{xy}$. Sind alſo in dieſem Fall die J_x, J_y und Z_{xy} gegeben, ſo beſtimmt ſich der Trägheitsſchwerpunkt T wie in Fig. 3 angegeben iſt. Noch einfacher geſtalten ſich die Verhältniſſe, wenn der Trägheitskreis mit dem Durchmeſſer $2r = J_p$ ſo gelegt wird, daß er in O die x-Achſe berührt (Fig. 4). Alsdann iſt die Sehne AB identiſch mit der (y)-Achſe, es iſt dann $AE = J_x$ und das Lot $ET = Z_{xy}$ zu machen, wobei als Regel gilt, daß man das poſitive Zentrifugalmoment nach der Richtung der poſitiven x abträgt. Für zwei beliebige aufeinander ſenkrechte Achſen $(x'\,y')$ erhält man dann die Trägheits- und Zentrifugalmomente, indem man auf die Sehne (Durchmeſſer) $A'B'$ von T aus ein Lot TE' fällt, und zwar iſt $A'E' = J_{x'}$, $B'E' = J_{y'}$, $T'E' = Z_{xy'}$. Die durch O gehenden Hauptträgheitsachſen der Fläche erhält man, indem man durch T den Kreisdurchmeſſer legt. Die Trägheitsmomente J_1 und J_2 ſind die größten bezw. kleinſten Werte für die durch O gelegten Achſen; in bezug auf die Achſen (1) und (2) iſt das Zentrifugalmoment gleich Null, alſo ſind auch die Hauptträgheitsachſen einander zugeordnet. Der Mohrſche Trägheitskreis findet hauptſächlich Anwendung bei Berechnung der Biegungsſpannung in unſymmetriſchen Querſchnitten. Die für

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Trägheitsmomente geltenden Formeln $J_x + J_y = J_1 + J_2$, $J_{45^0} = \frac{J_x + J_y}{2} - Z_{xy}$, $\operatorname{tg} 2\beta = \frac{2 Z_{xy}}{J_x - J_y}$ können leicht aus Fig. 4 abgeleitet werden.

Literatur: Mohr, Zivilingenieur 1887, S. 43, und Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik, Berlin 1906; Land, R., Zivilingenieur 1888, S. 123, und Zeitschr. f. Bauwesen 1892, S. 550; Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstr., Bd. 1, Stuttgart 1905. *Mörsch.*

Trägheitsmoment eines Punktes von der Masse m in bezug auf einen Punkt O (polares T.), eine Ebene ε (planares T.) oder eine Achse h (axiales T.) heißt das Produkt mp^2, mq^2 oder mr^2 aus der Masse m und dem Quadrate des Abstandes p, q, r des Punktes von O, ε oder h. Trägheitsmoment eines Punktsystems in bezug auf O, ε oder h heißt die Summe Σmp^2, Σmq^2 oder Σmr^2 der Trägheitsmomente aller Punkte des Systems. Drei Längen $\sigma, \iota, \varkappa$ der Art, daß $\sigma^2 \Sigma m = \Sigma mp^2$, $\iota^2 \Sigma m = \Sigma mq^2$, $\varkappa^2 \Sigma m = \Sigma mr^2$ ist, heißen der Trägheitsradius des Massenpunktsystems in bezug auf den Punkt O, die Ebene ε oder die Achse h. $\sigma, \iota, \varkappa$ sind der Radius einer Kugel um O, der Abstand einer Ebene von ε und der Radius eines Zylinders um h, auf welchen die Masse des Systems beliebig verteilt gedacht, dieselben Trägheitsmomente besitzt, wie das System selbst. Geht die Achse h durch O hindurch und steht die Ebene ε in O senkrecht auf h, so ist $p^2 = q^2 + r^2$, mithin $\Sigma mp^2 = \Sigma mq^2 + \Sigma mr^2$, und folglich ist $\sigma^2 = \iota^2 + \varkappa^2$. Sind daher zwei von den drei Trägheitsmomenten eines Punktsystems bekannt, so kann das dritte gefunden werden. Das wichtigste Trägheitsmoment ist das axiale. Mit dem halben Quadrat der Winkelgeschwindigkeit multipliziert gibt es die lebendige Kraft eines starren Massensystems bei Drehung um die Achse.

Die Aufgabe, die Trägheitsmomente eines Punktsystems für alle Punkte, Ebenen und Achsen des Raumes zu finden, kann durch Zurückführung auf die Aufgabe gelöst werden, die Trägheitsmomente für den Massenmittelpunkt, alle Ebenen und Achsen desselben zu bestimmen. Ist nämlich p der Abstand der Masse m eines Punktes vom Massenmittelpunkte S, p' sein Abstand von einem Punkte O und $SO = \delta$, so wird $p'^2 = p^2 + \delta^2 - 2p\delta \cos(p\,\delta)$ und mithin $\Sigma mp'^2 = \Sigma mp^2 + \delta^2 \cdot \Sigma m - 2\delta \Sigma mp \cos(p\,\delta)$ und da $p \cos(p\,\delta)$ der Abstand x der Masse m von einer auf δ senkrechten, durch S gehenden Ebene und mithin das Moment ersten Grades des Systems in bezug auf diese Ebene des Massenmittelpunktes, nämlich $\Sigma mx z = 0$ ist, so wird $\Sigma mp'^2 = \Sigma mp^2 + M\delta^2$, wenn M die Gesamtmasse des Systems ist, d. h. das (polare) Trägheitsmoment eines Systems in bezug auf einen Punkt O wird aus dem polaren Trägheitsmoment für den Massenmittelpunkt S gefunden, indem man zu diesem das Trägheitsmoment $M\delta^2$ der Gesamtmasse, im Massenmittelpunkt vereinigt gedacht, in bezug auf O addiert. Ebenso ist, wenn δ den Abstand einer Ebene ε' von der ihr parallelen Ebene ε des Massenmittelpunktes bedeutet, $\Sigma mq'^2 = \Sigma mq^2 + M\delta^2$ und wenn δ der Abstand einer Achse h' von der parallelen Achse h durch S bezeichnet $\Sigma mr'^2 = \Sigma mr^2 + M\delta^2$, wo q' und r' sich auf ε' und h' beziehen. Man zeigt leicht, daß das Trägheitsmoment für eine Achse h des Massenmittelpunkts S (oder auch eines andern Punkts O), wenn man diesen als Ursprung eines rechtwinkligen Koordinatensystems der x, y, z ansieht, mit dessen Achsen die Achse h die Winkel α, β, γ bildet, unter der Form dargestellt werden kann:

$$\Sigma mr^2 = A\cos^2\alpha + B\cos^2\beta + C\cos^2\gamma - 2D\cos\beta\cos\gamma - 2E\cos\gamma\cos\alpha - 2F\cos\alpha\cos\beta,$$

wo die drei ersten Koeffizienten $A = \Sigma m(y^2 + z^2)$, $B = \Sigma m(z^2 + x^2)$, $C = \Sigma m(x^2 + y^2)$ die Trägheitsmomente des Systems bezüglich der Achsen der x, y, z bedeuten, während die drei letzten $D = \Sigma myz$, $E = \Sigma mzx$, $F = \Sigma mxy$ die sogenannten Deviationsmomente des Systems in bezug auf die Koordinatenachsen sind. Während A, B, C stets positive sind, können D, E, F positiv oder negativ sein, je nach der Lage des Koordinatensystems. Ebenso zeigt man leicht, daß das Trägheitsmoment Σmq^2 für eine Ebene ε des Punktes S (oder O), deren Normale die Richtungswinkel α, β, γ besitzt, und das polare Trägheitsmoment für diesen Punkt die Werte hat: $\Sigma mq^2 = A'\cos\alpha^2 + B'\cos\beta^2 + C'\cos\gamma^2 + 2D\cos\beta\cos\gamma + 2E\cos\gamma\cos\alpha + 2F\cos\alpha\cos\beta^2$ und $\Sigma mp^2 = A + B + C$, wo $A' = \Sigma mx^2$, $B' = \Sigma my^2$, $C' = \Sigma mz^2$ die Trägheitsmomente des Systems für die Koordinatenebenen der yz, zx, xy sind.

Trägt man auf jeder Achse h eines Punktes O den reziproken Wert des zu ihr gehörigen Trägheitsradius $\varkappa$ von O aus nach beiden Seiten ab, so liegen die Endpunkte dieser Strecken auf einem Ellipsoid, dessen Mittelpunkt O ist (Trägheitsellipsoid). Die Gleichung $A\cos\alpha^2 + B\cos\beta^2 + C\cos\gamma^2 - 2D\cos\beta\cos\gamma - 2E\cos\gamma\cos\alpha - 2F\cos\alpha\cos\beta = \Sigma m \cdot \varkappa^2$ geht durch die Substitution $\varrho\varkappa = 1$ und $\varrho\cos\alpha = x$, $\varrho\cos\beta = y$, $\varrho\cos\gamma = z$ über die Gleichung der Mittelpunktsfläche zweiter Ordnung $Ax^2 + By^2 + Cz^2 - 2Dyz - 2Ezx - 2Fxy = \Sigma m$. Wählt man die Hauptachsen dieser Fläche zu den Koordinatenachsen der x, y, z, so verschwinden die Deviationsmomente D, E, F und bleibt $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = \Sigma m$, welches die Gleichung eines Ellipsoids ist, da die Trägheitsmomente A, B, C positive Größen sind. Die Hauptachsen dieses Ellipsoids heißen die Hauptträgheitsachsen des Punktes O, und für sie sind die drei Deviationsmomente $D = E = F = 0$. Das Ellipsoid selbst heißt das Trägheitsellipsoid des Punktes O und insbesondere für den Massenmittelpunkt S des Systems das Zentralellipsoid. Cauchy und Poinsot haben das Trägheitsellipsoid eingeführt. Mit Hilfe der Trägheitsmomente A, B, C für die Hauptachsen kann das Trägheitsmoment für eine beliebige Achse h ($\alpha\,\beta\,\gamma$) einfach durch $\Sigma m \cdot \varkappa^2 = A\cos^2\alpha + B\cos^2\beta + C\cos^2\gamma$ und sein Durchschnittsradius durch die Trägheits-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

radien der Hauptachfen a, b, c, wofür $A = \Sigma m \cdot a^2$, $B = \Sigma m \cdot b^2$, $C = \Sigma m \cdot c^2$, nämlich durch $\varkappa^2 = a^2 \cos^2\alpha + b^2 \cos^2\beta + c^2 \cos^2\gamma$ dargeſtellt werden. Errichtet man in den Endpunkten der Längen $\varkappa$ Ebenen ſenkrecht zu ihnen, ſo umhüllen ſie ein zweites Ellipſoid mit denſelben Hauptachſen, deſſen Gleichung $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ iſt, während $a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2 = 1$ die des Cauchy-Poinſotſchen Ellipſoids iſt. Dieſes Ellipſoid wurde zuerſt von Mac Cullagh angegeben und zur Konſtruktion der Trägheitsradien benutzt. Seine Halbachſen ſind die Hauptträgheitsradien a, b, c ſelbſt, während die Halbachſen des erſteren α, β, γ den Gleichungen genügen $a\alpha = b\beta = c\gamma = 1$. Beide Ellipſoide ſind reziproke Figuren zueinander. Auch für die Trägheitsmomente für Ebenen können in ähnlicher Weiſe derartige Ellipſoide konſtruiert werden. — Die Hauptachſen für einen Punkt O können als die Normalen dreier durch O gehenden um den Maſſenmittelpunkt S beſchriebenen konfokaler Flächen zweiter Ordnung, worunter das Ellipſoid von der Gleichung: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ iſt, gefunden werden. Die Achſen eines Punktes O gleichen Trägheitsmomentes bilden eine Kegelfläche zweiten Grades um O als Mittelpunkt. In jedem Punkt O gibt es eine Achſe des größten und eine des kleinſten Trägheitsmomentes. Sie ſind die Hauptachſen, deren Achſenlänge im Cauchy-Poinſotſchen Ellipſoid die kleinſte und größte ſind. Das Trägheitsellipſoid eines Punktes O kann in eine Kugel übergehen und es können für einen ſolchen Punkt die Trägheitsmomente aller Achſen gleich werden. Solcher Punkte gibt es im allgemeinen höchſtens zwei, und zwar nur dann, wenn das Zentralellipſoid ein Rotationsellipſoid um die Achſe des größten Trägheitsmomentes iſt, im Abſtande $\pm\sqrt{a^2 - c^2}$ vom Maſſenmittelpunkt S (Kugelpunkte).

Die Auswertung der Trägheitsmomente geſchieht mit Hilfe der Integralrechnung. Daneben gibt es ſynthetiſche Methoden, welche von den Verwandtſchaften der Figuren, der Kongruenz, Aehnlichkeit, Affinität, Kollimation und Reziprozität Gebrauch machen. Für ebene Flächenräume konſtanter Maſſe gleich 1, wie ſie in der Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit eine große Rolle ſpielen, liefern die Lehrbücher der graphiſchen Statik wertvolle zeichnende Methoden (ſ. den Art. Trägheitsmoment, graphiſche Berechnung). Trägheitsmomente für verſchiedene, häufiger vorkommende Querſchnitte ſ. Biegung, Bd. 1, S. 794—796.

Literatur: Hâton de la Goupillière, Mémoire sur une Théorie nouvelle de la géométrie des masses, Journ. de l'école polytechnique, Cah. XXXVII; Moigno, Leçons de Mécanique analytique, Statique, Paris 1868; Jullien, Problèmes de mécanique, 2. Aufl., Paris 1866; Reye, Beitrag zu der Lehre von den Trägheitsmomenten, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik, Bd. 10, S. 433, und einfache Darſtellung der Trägheitsmomente ebener Figuren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Bd. 29, S. 401; Schlömilch, Ueber die Beſtimmung der Maſſen und Trägheitsmomente ſymmetriſcher Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit; Abhandl. der math.-phyſ. Klaſſe der Königl. ſächſ. Geſellſch. der Wiſſenſchaften, Bd. 2, S. 377 (1855); Somoff, Theoretiſche Mechanik, überſetzt von Ziwet, Leipzig 1878, Bd. 2; Routh, The elementary part of the treatise on the dynamics of a System of rigid bodies, Bd. 1, 5. Aufl., London 1891; auch in autoriſierter deutſcher Ausgabe von Schepp, Leipzig 1898; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 100—143, woſelbſt auch auf rein geometriſche Methoden Rückſicht genommen wird.

(† Schell) Finſterwalder.

Trägheitsmoment, graphiſche Berechnung.

Während das Trägheitsmoment bei einfachen oder rechtwinklig begrenzten Figuren mittels Formeln berechnet wird, empfiehlt ſich bei unregelmäßigen Figuren das graphiſche Verfahren. Soll z. B. das Trägheitsmoment eines Schienenprofils beſtimmt werden, ſo teilt man es durch wagerechte Linien in eine Anzahl gleich breiter Streifen (Fig. 1), betrachtet deren Flächeninhalte als Kräfte, läßt ſie in wagerechter Richtung wirken und ſetzt ſie durch ein Seilpolygon S_1 (ſ. d.) zuſammen. Die Flächeninhalte der Streifen werden hierbei unter Einhaltung eines beſtimmten Flächenmaßſtabes als Strecken ΔF zu einem Kräftepolygon K zuſammengetragen, deſſen Geſamtlänge $F = \Sigma(\Delta F)$ iſt. Die erſte und letzte Seite des Seilecks S_1 beſtimmen den Schwerpunkt (ſ. d.) der Figur, und die einzelnen Seilabſchnitte Δs auf der Schwerlinie

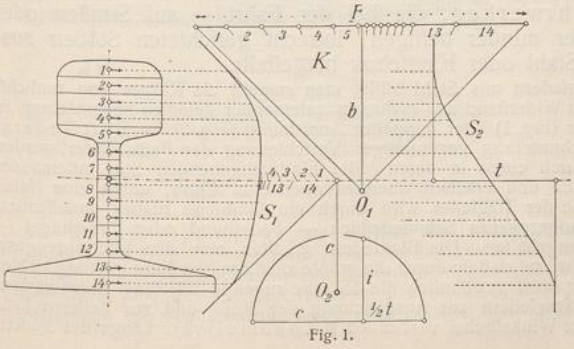


Fig. 1.

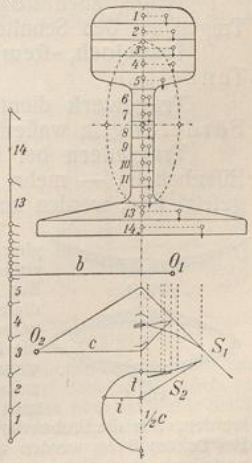


Fig. 2.

ſtellen mit der Polweite b multipliziert die ſtatiſchen Momente der Flächenſtreifen dar (vgl. Parallelkräfte). Betrachtet man jetzt dieſe Abſchnitte wiederum als Kräfte und ſetzt ſie durch ein zweites Seilpolygon S_2 zuſammen, ſo bekommt man die Trägheitsmomente der Flächenſtreifen bezogen auf die horizontale Schwerpunktsachſe des Schienenprofils als die einzelnen Seilabſchnitte von S_2 auf jener Schwerlinie. Dieſe Abſchnitte ſind aber noch mit der Polweite c des zweiten Kräftepolygons zu multiplizieren. Es iſt alſo das Trägheitsmoment:

$$J = \Sigma \Delta F \cdot y \cdot y = t \cdot b \cdot c.$$

Hierbei ſind die Größen t und c im Längenmaßſtab, b im Flächenmaßſtab abzumeſſen.

Will man die ſenkrechte Halbachſe i der Trägheitsellipſe (ſ. d.) beſtimmen, ſo ſetzt man $J = F \cdot i^2$ und bekommt $i = \sqrt{\frac{b \cdot c\, t}{F}}$. Macht man, was ſtets ratſam iſt, $b = \frac{1}{2} F$, ſo wird einfacher $i = \sqrt{\frac{1}{2} c \cdot t}$. Man findet daher i, indem man c und $\frac{1}{2} t$ nebeneinander aufträgt und über der Summe einen Halbkreis zeichnet (Fig. 1 unten). — Handelt es ſich darum, das Widerſtandsmoment W (ſ. d.) des Schienenquerſchnitts zu finden, ſo macht man c gleich der Entfernung der äußerſten Faſer und hat dann $W = b \cdot t$. — Ferner wird mit $b = \frac{F}{2}$ der Kernradius k (ſ. Kern), da $W = F \cdot k$ iſt, gleich $\frac{1}{2} t$.

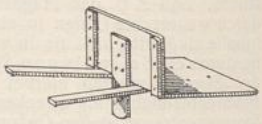
Die zwiſchen dem Seileck S_1 und ſeinen Endtangenten eingeſchloſſene Fläche iſt, wie man leicht erkennt, $F_1 = \Sigma \left(\frac{1}{2} \Delta s \cdot y \right)$, oder, da $b \cdot \Delta s = \Delta F \cdot y$, iſt $F_1 = \Sigma \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta F \cdot y^2}{b}$ oder $J = \Sigma \Delta F \cdot y^2 = 2 F_1 \cdot b$. Macht man $b = \frac{1}{2} F$, ſo wird $J = F \cdot F_1$. Die Fläche F_1 wird „Trägheitsfläche“ genannt; wenn man in großem Maßſtabe zeichnet, ſo kann der Inhalt von F_1 genau genug mit dem Planimeter (ſ. d.) gemeſſen werden; das zweite Seileck fällt hierbei weg.

Soll das Trägheitsmoment auch für die ſenkrechte Achſe der Schiene beſtimmt werden, ſo läßt man die Kräfte ΔF lotrecht wirken und zwar tangential an die Trägheitsellipſen der einzelnen Flächenſtreifen (Fig. 2). Die Ellipſen ſelbſt brauchen nicht gezeichnet zu werden; es genügt, deren wagerechte Halbachſen zu beſtimmen. Meiſtens verfährt man genau genug, wenn man die wagerechte Halbachſe gleich der Streifenlänge mal 0,289 $\left(= \sqrt{\frac{1}{12}} \right)$ macht. Man zeichnet nun wie oben ein erſtes Seileck S_1, betrachtet deſſen Abſchnitte auf der Schienenachſe als Kräfte und zeichnet hierauf das zweite Seileck S_2. Dann iſt wie oben $J = b \cdot c \cdot t$ und $i = \sqrt{\frac{1}{2} c \cdot t}$. Auch die Wiederholung des in Fig. 1 gezeigten Verfahrens mit lotrechter Streifeneinteilung führt zum Ziel. Andre Verfahren zur graphiſchen Berechnung von Trägheitsmomenten haben Vojacek, Nehls u. a. angegeben.

Literatur: Culmann, Graphiſche Statik, Zürich 1866, 2. Aufl. 1875; Bauſchinger, Elemente der graphiſchen Statik, München 1880; v. Ott, K., Das graphiſche Rechnen und die graphiſche Statik, Prag 1884—85; Vojacek, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1869, S. 182; Mohr, Zeitſchr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, S. 41; Nehls, Zivilingen. 1874, S. 295; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Stuttgart 1905; Lauenſtein, Graphiſche Statik, Stuttgart 1898; zahlreiche andre Werke über graphiſche Statik.

Mörſch.

Tragant, ſ. Gummi, Bd. 4, S. 675.



Trage, auch Vogel, leiterähnliches Gerät zum Tragen auf den Schultern (ſ. die Figur).

Tragejoch, -ſtempel, ſ. Grubenzimmerung, Tunnelbau.

Tragewerk dient beim Bergbau zur Fahrung (vgl. Bd. 3, S. 576) und Förderung in waſſerführenden Strecken.

Tragfedern bei Fuhrwerken, die bei der Fahrt — auf Straßen oder Eiſenbahnen — mehr oder minder heftigen, lotrecht gerichteten Stößen ausgeſetzt ſind, werden aus Stahl oder Kautſchuk hergeſtellt.



Fig. 1.



Fig. 2.

Tragfedern aus Stahl bildet man zumeiſt als Körper von tunlichſt gleichem Widerſtand aus mehreren aufeinander gelegten Federblättern in einfacher (Fig. 1) oder doppelter Anordnung (Fig. 2). — Blattfedern. Zur Verhinderung gegenſeitiger Verſchiebung der Federblätter werden dieſe durch einen in deren Mitte hindurchgehenden Stift miteinander verbunden und erhalten überdies oben eine Rippe, unten eine Nute; die Mitte der Tragfeder wird durch ein ſämtliche Blätter umfaſſendes, warm aufgezogenes Schmiedeſtück — Federbund oder Federbügel — zuſammengehalten. Die Blattfedern erhalten eine derartige Sprengung nach aufwärts, daß ſie durch die größte zuläſſige Belaſtung geradegerichtet werden. Für die Probebelaſtung wird gewöhnlich die 1½fache ruhende Belaſtung angenommen. Bei Lokomotiven werden die Tragfedern zur Ausgleichung der Stöße und zur beſſeren Laſtverteilung durch Balanciers oder Winkelhebel verbunden (ſ. Lokomotive). Länge der Federn

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

750—1100 mm, Breite 90 mm, Stärke 13 mm, Pfeil 10 mm (Normalien der preußiſchen Staatsbahnen). Perſonen- und Güterwagen, mit Ausnahme der nur in Arbeitszügen laufenden Wagen, müſſen mit Tragfedern verſehen ſein (Techn. Vereinb. d. Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen); Länge der geſtreckten Federn bei Güterwagen mindeſtens 1000 mm, bei Perſonen-, Poſt- und Gepäckwagen 1700 bis 2000 mm; Breite 90 mm, Stärke 13 mm; Anzahl der Lagen 7—12, je nach Belaſtung und Länge. Material beſter Flußſtahl, der behufs Erhöhung der Elaſtizitätsgrenze gehärtet wird. Für Laſtwagen, Truckgeſtelle, Tramwaywagen, auch für Lokomotiven haben mehrfach die Baillieſchen Schneckenfedern, auch Schraubenfedern (Fig. 3) Anwendung gefunden; mit Rückſicht auf die große Belaſtung der Achſen ſind aber in der Regel mehrere ſolche Federn für eine Achsbüchſe nötig. Tragfedern aus Kautſchuk oder Gummi, die zur Erhöhung ihrer Widerſtandsfähigkeit gegen Witterungseinflüſſe galvaniſiert werden müſſen, finden vornehmlich bei Tramwayfahrzeugen Anwendung, bei Lokomotiven und Eiſenbahnwagen zumeiſt nur in Amerika, vereinzelt in England (Fig. 4). — Vgl. a. Federaufhängung, Motorwagen (Bd. 6, S. 517).

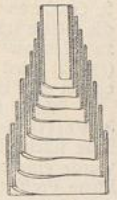


Fig. 3.



Fig. 4.

A. Birk.

Tragfeſtigkeit, ſ. Arbeitsfeſtigkeit, Bd. 1, S. 285.

Tragketten, ſ. Hängebrücken, Bd. 4, S. 720 ff.

Trajektanſtalt, auch Fähranſtalt, Eiſenbahnfähre (ſ. Fähren) genannt, iſt die Einrichtung jenes Schiffsverkehrs quer über Ströme, Seen, Meeresbuchten u. ſ. w., durch welchen insbeſondere Eiſenbahnwagen von einem Ufer zum andern im direkten Anſchluſſe an beſtehende Schienenwege übergeführt werden. Selten und nur bei kurzen Wegen iſt die Trajektanſtalt als Seil- oder Kettenfähre ausgebildet [1]; zumeiſt iſt das zum Ueberführen oder Trajektieren dienende Fahrzeug (Trajektſchiff) freifahrend. Die Anlande- oder Verladeeinrichtung ermöglicht den bequemen Uebergang der Eiſenbahnwagen aufs Boot oder umgekehrt.

I. Das freie Trajektſchiff war anfänglich als Schaufelraddampfer gebaut, wobei man beide Räder voneinander unabhängig mit je einer eignen Maſchine herſtellte; hierdurch wurde das ſchwierige Manöver des Anlandens erleichtert. Später kombinierte man den Raddampfer noch mit einer Schiffsſchraube. Jetzt ſind faſt nur Schraubendampfer, und zwar ſolche mit je einer Schraube hinten (achter) und vorne, d. i. mit einer Heck- und Bugſchraube *s* bezw. *s'* (Fig. 1), in Verwendung, welche auch an jedem Ende ein Steuerruder *r*, *r'* beſitzen [2]. Eine Beſonderheit iſt der Trajektdampfer „St.-Ignace“ am Detroitfluſſe in Nordamerika, deſſen vordere Schraube kleiner und mit einer ſchwächeren, ſeparaten Maſchine verſehen iſt als die hintere. Wenn nun der Fluß im Winter eine Eisdecke hat, ſo läßt man die hintere, ſtärkere Schraube nach vorwärts, die andre aber nach rückwärts arbeiten; durch die ſo am Bug hervorgerufene ſtarke Wellenbewegung wird das Eis gebrochen, und der Dampfer geht mit der Differenz der beiden Schraubenleiſtungen vorwärts. Auf dem Hauptdeck des Trajektſchiffes befinden ſich, gehörig unterſtützt, je nach der Größe des Schiffes und des Verkehrs entweder ein oder mehrere (bis 4) ſymmetriſch zur Schiffsmittellinie verteilte Gleiſe. Auf dieſe können die Eiſenbahnwagen, bei einigen Ausführungen nur einſeitig, über Heck, bei den meiſten aber von jeder Seite, d. i. ſowohl über Heck als über Bug, auffahren und ebenſo abfahren; dieſe letztere Art der Trajektſchiffe iſt als ſogenannter Doppelender (Fig. 1) vorne und achter gleich gebaut und bietet den Vorteil, daß kein Wenden des Schiffes nötig wird. Behufs Feſthaltens der Eiſenbahnwagen wird jeder derſelben beiderſeits mittels Tauen an die im Deck befeſtigten Sorringe angebunden und überdies noch je ein Rad mit einem Doppelhemmſchuh verſehen. Außer den ſelbſttragenden Trajektdampfern hat man zuweilen, wie z. B. auf dem Bodenſee, auch Trajektkähne, die geſchleppt werden [4], [5].

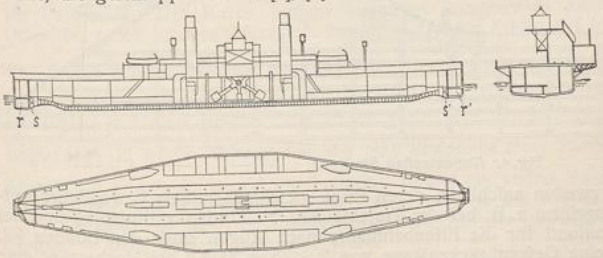


Fig. 1. Däniſcher Trajektdampfer „Kopenhagen“.

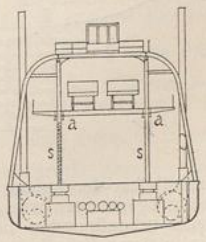


Fig. 2. Querſchnitt des Trajektdampfers „Finnieſton“.

II. Anlandevorkehrungen. Um das Deckgleiſe in gleich hohen Anſchluß mit dem Landgleiſe zu bringen, kann einerſeits die bezügliche Einrichtung auf dem Schiffe allein angebracht ſein, und zwar: 1. Bei nur geringem Steigem des Waſſerſtandes über das tiefſte Schifffahrtsniveau genügt ein Tiefertauchen des Schiffes durch Anfüllen entſprechender Schiffsabteilungen mit Waſſerballaſt; nach dem Beladen wird daſſelbe Waſſer wieder ausgepumpt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Größeren Waſſerſtandsunterſchieden vermag man zu entſprechen, wenn das Deck, welches die Gleiſe trägt, beweglich, zum Heben und Senken eingerichtet iſt, wie z. B. bei dem im Hafen zu Glasgow verkehrenden Trajektdampfer „Finnieſton“. Ein ſolches ſogenanntes Hebedeck *a* (Fig. 2) wird hier von ſechs, mittels Stirnradgetriebe drehbaren Schraubenſpindeln *s* getragen; es hat 23,7 m Länge, 9,75 m Breite und 4,25 m größte Hubhöhe [4], S. 130.

Anderſeits gibt es auch am Ufer angeordnete einſtellbare Ladeeinrichtungen, und zwar: 3. Vertikale Hebewerke, Aufzüge, mit turmförmigem Aufbau, als Hebeturm bezeichnet. Eine ſolche Konſtruktion war bei der Trajektanſtalt Homberg-Ruhrort in Anwendung. Hierbei wurde eine mit drei, je für einen Waggon geeigneten Gleiſe verſehene Plattform durch hydrauliſche Preſſen im Maximum um 8,46 m gehoben bezw. geſenkt bis zur Uebereinſtimmung mit dem Boots- oder dem Landgleiſe [1], Tafel 41. 4. Schiefe Ebenen oder Slipanlagen auf dem Anlandeufer. Dabei läßt ſich ein auf entſprechendem Gleiſe fahrbarer Verbindungswagen *a a* (Fig. 3) derart richtig einſtellen, daß das Auf- bezw. Abfahren der Wagen möglich iſt. Daſelbſt iſt noch eine Zugbrücke *b* vorhanden, welche eine Verlängerung des Uebergangswagens bildet und noch kleinere Höhenunterſchiede zwiſchen dieſem und dem Fährſchiffe vermittelt; für den vollkommenen Anſchluß der Schienen dienen die Zungenſtücke *c c*. 5. Trajektbrücken (Landebrücken). Dieſe ſind in neuerer Zeit am meiſten angewendet. Sie erſcheinen gleich den Zugbrücken an einem, dem landſeitigen Ende *d* (Fig. 4a) feſt, aber in vertikaler Ebene drehbar aufgelagert, während das waſſerſeitige Ende *e* gewöhnlich durch eine Aufhängevorrichtung *f g* (Fig. 4b) getragen wird und ſich entſprechend dem jeweiligen Waſſerſtande auf die Höhe des Deckgleiſes einſtellen läßt. Um dieſe letztere Bewegung, beſonders das Heben, leicht bewirken zu können, iſt das Eigengewicht der Trajektbrücke durch Gegengewichte *h* an der Aufhängeſtelle ausgeglichen. Ein Nachteil entſteht bei Benutzung der Trajektbrücke, wenn der Waſſerſtand eine große Veränderung erfährt, weil dann die Neigung ihrer Brückenbahn eine beträchtliche wird und die ſtarken Gefällsbrüche am Anfangs- und Endpunkte der Brücke den Betrieb erſchweren. Um die erwähnte Neigung geringer zu machen, iſt an einigen Orten die Trajektbrücke gleichſam verlängert, indem an das bewegliche Ende der erſten Brücke ſich

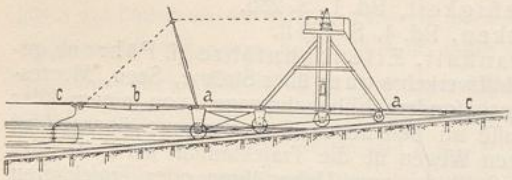


Fig. 3. Verbindungswagen.

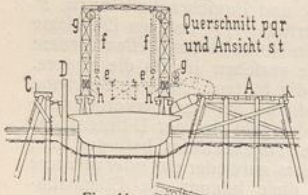


Fig. 4b.

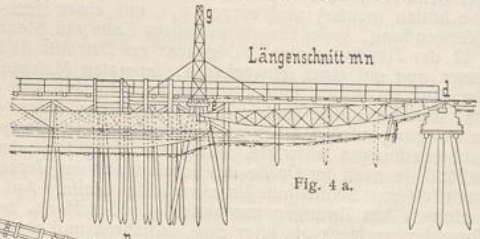


Fig. 4a.

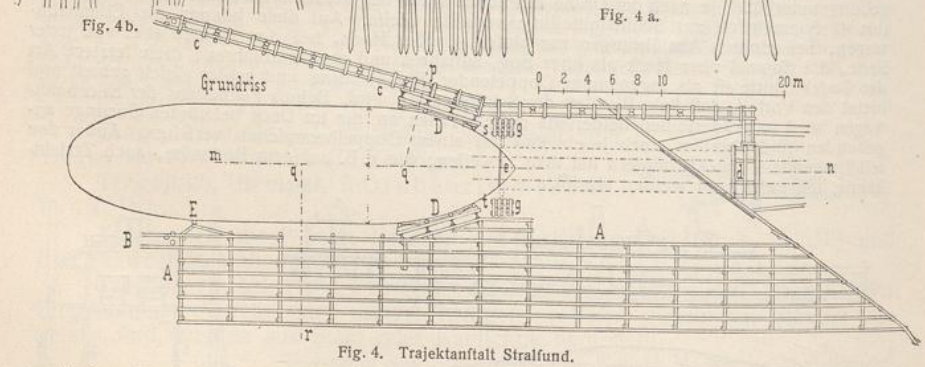


Fig. 4. Trajektanſtalt Stralſund.

unmittelbar der Anfang der zweiten anſchließt, deren Ende gleichfalls mittels beweglicher Aufhängung getragen wird, ausgeführt z. B. bei der Trajektanſtalt zu Lindau a. Bodenſee und bei jener rekonſtruierten zu Stralſund für die Eiſenbahnfähre nach Rügen über den Bodden [6]. Im letzteren Falle hat man eine Geſamtbrückenlänge von $2 \times 25 = 50$ m, bei Hochwaſſer eine größte Steigung von 1 : 40, bei Niederwaſſer hingegen ein größtes Gefälle von 1 : 34 zum Trajektſchiffe, ſo daß auch Perſonenwagen anſtandslos übergeſetzt werden können. Fig. 4 zeigt die Landungsſtelle des Fährdampfers; an einer Längsſeite desſelben befindet ſich die Gerüſtlandungsbrücke *A A*, die ſich waſſerſeits noch in einen Laufſteg *B* fortſetzt. Auf der andern Längsſeite iſt nur ein Laufſteg *C C*. Die Innenſeiten der genannten Stege und der Brücke ſind mit ſtarken Bohlen verkleidet, um hierdurch die Strömung von der Landungsſtelle abzuhalten. Der Vorderteil des gelandeten Bootes wird durch eine Klemmvorrichtung, die Bufferwände *D*,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feſtgehalten, welche mittels Kolbenbuffer gegen die feſten Brücken abgeſtützt ſind; der Hinterteil wird bei E vertaut. — Bei Flußtrajektanſtalten iſt die in das Uferland hinein ausgeführte Landungsſtelle oder Landungsbucht wegen erleichterter Ein- und Ausfahrt gegen das Land hin ſtets etwas flußaufwärts gerichtet [7].

Das Be- und Entladen der Fährkähne geſchieht, indem die Waggons entweder mittels Seiltrieb oder, wie jetzt zumeiſt, mittels eines Trajektzuges bewegt werden; bei dieſem verbleibt die Lokomotive ſtets auf dem Landgleiſe, und die Verbindung zwiſchen derſelben und den zu trajizierenden Wagen wird durch mehrere eingeſchaltete Lowries bewirkt, deren erſte und letzte mit Ballaſtladung und Bremſen verſehen ſind.

Eine Trajektanſtalt beſonderer Art iſt die von Alberto Palacio erbaute Fährbrücke oder Luftfähre zu Bilbao (Spanien). Hierbei iſt über einen Mündungsarm eine 160 m weite, leichte Hängebrücke, 40 m über dem Waſſerſpiegel hergeſtellt. Auf einem Gleiſe derſelben iſt fahrbar ein herunterhängendes Rahmengerüſt angebracht, welches unten die für Perſonen und Wagen geeignete Plattform der Fähre trägt. Die Fortbewegung derſelben kann mit Hand- oder Dampfbetrieb erfolgen [8]. — Die modernſte und bedeutendſte Trajektanſtalt ihrer Art iſt die 1909 der Benutzung übergebene von Saßnitz—Trelleborg für den Verkehr zwiſchen Deutſchland und Schweden.

Literatur: [1] Heuſinger, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 1, Leipzig 1877. — [2] Engineer 1897/II, S. 89, 345. — [3] Ebend. 1895/II, S. 284; 1896/II, S. 385; 1897/I, S. 132. — [4] Glaſers Annalen 1891, S. 86. — [5] Génie civil 1897/II, S. 423. — [6] Zentralblatt der Bauverwaltung 1897, S. 202; Zeitſchr. f. Bauweſen 1885, S. 357. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 451. — [8] Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 76.

Trajektorien, ſolche Kurven, welche die Kurven einer gegebenen Schar $f(x, y; \lambda) = 0$ überall, wo ſie dieſelben treffen, unter dem konſtanten Winkel α ſchneiden.

Die Differentialgleichung der Trajektorien erhält man durch Elimination von λ aus:

$$f(x, y; \lambda) = 0 \text{ und } \left(\operatorname{tg}\alpha \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{dy}{dx} + \frac{\partial f}{\partial x} - \operatorname{tg}\alpha \frac{\partial f}{\partial y} = 0.$$

Beiſpiel: Die Trajektorien der Geradenſchar $x - \lambda y = 0$ ſind die logarithmiſchen Spiralen $r = \mu e^{\vartheta \cdot \cot\alpha}$. Iſt α ein rechter Winkel, ſo entſtehen die Orthogonaltrajektorien, deren Differentialgleichung man erhält, wenn man in der Differentialgleichung der gegebenen Kurvenſchar y' durch $-\frac{1}{y'}$ erſetzt. Beiſpiel: Geradenſchar $x - \lambda y = 0$; Differentialgleichung $xy' - y = 0$; Differentialgleichung der Orthogonaltrajektorien $x + yy' = 0$; durch Integration $x^2 + y^2 = \mu^2$ konzentriſche Kreisſchar. Die Evolventen einer Kurve ſind Orthogonaltrajektorien ihrer Tangenten.

Literatur: [1] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, Bd. 2, 2. Aufl., Leipzig 1874, § 42. — [2] Novak, Beſtimmung von Trajektorien ebener Kurven, Pr. Wiener-Neuſtadt 1868. — [3] Steinworth, Ueber Linien, welche eine Schar gegebener Kurven unter konſtantem Winkel ſchneiden, Pr. Löwenberg 1877. *Wölffing.*

Trajektorien des größten Zugs, Drucks, Schubs, ſ. Spannungstrajektorien.

Traktorien (Aequitangentialkurven) heißen Kurven der Art, daß das Stück der Tangente vom Berührungspunkt bis zu einer feſten Kurve (Direktrix) konſtant iſt.

Die Traktorie der Geraden (Traktrix, Traktorie von Huygens, Antifriktionskurve) hat, wenn die x-Achſe Direktrix iſt und die Tangente die konſtante Länge c beſitzt, die Gleichung $x = \frac{c}{2} l \frac{c + \sqrt{c^2 - y^2}}{c - \sqrt{c^2 - y^2}} - \sqrt{c^2 - y^2}$ oder auch $x = c\left(l \cot \frac{w}{2} - \cos w\right)$; $y = c \sin w$, wo w ein Parameter. Die Kurve beſteht aus zwei kongruenten Zweigen zu beiden Seiten der Direktrix, welch letztere Aſymptote beider iſt. Jeder Zweig hat in Punkt $(0, c)$ bezw. $(0, -c)$ eine Spitze mit der y-Achſe als Tangente. Der Krümmungsradius iſt $\frac{c\sqrt{c^2 - y^2}}{y}$; ſeine Projektion auf die x-Achſe fällt mit der Subtangente zuſammen. Die Evolute iſt eine Kettenlinie. Die Fläche zwiſchen beiden Zweigen iſt gleich der Fläche eines Kreiſes mit Radius c. Die Bogenlänge iſt $c\, l \frac{y}{c}$. Bewegt ſich der eine Endpunkt einer Strecke auf einer Geraden, ſo beſchreibt ihr andrer Endpunkt die Traktrix, irgend ein andrer Punkt der Strecke dagegen eine andre Kurve, welche Syntraktrix heißt. Die Traktorie des Kreiſes ſ. Polartraktrix.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 377/378. *Wölffing.*

Tram, ſ. v. w. Balken (ſ. d., Bd. 1, S. 506).

Trambahnen, ſ. Eiſenbahnen, elektriſche, Straßeneiſenbahnen.

Tran, die von Seetieren gewonnenen flüſſigen Fette. Nach ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung ſcheiden ſie ſich in echte Fette, welche aus Fettſäuren in Form von Glyzeriden beſtehen, und in flüſſige Wachſe, die keine Glyzeride, ſondern Eſter der höheren Fettalkohole enthalten [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu letzteren gehören der Pottwaltran, der Haifiſchtran und nach Benedikt wahrſcheinlich alle Seetieröle, deren ſpez. Gew. bei 75° unter 0,880 liegt. Nach der Abſtammung gliedert man ſie folgendermaßen (Schädler): 1. Robbentrane, Walroßtran, Robbentran. 2. Waltrane, Pottwal-, Dögling-, Walfiſchtran. 3. Lebertrane, Dorſchleber-, Sej-, Haifiſch-, Rochentran. 4. Fiſchtrane, Härings-, Sprotten-, Sardinen-, Sardellentran. Die techniſche Verwendung iſt eine höchſt umfangreiche. Trane bilden wichtige Beſtandteile der Maſchinenſchmiermittel, werden als Lederſchmieren (ſ. Dégras), zur Darſtellung von Seifen u. ſ. w. verwendet. Nur der Lebertran findet als diätetiſches Mittel und in der Heilkunde Anwendung.

Literatur: [1] Benedikt-Ulzer, Analyſe der Fette und Wachsarten, 5. Aufl., Berlin 1908.

T. F. Hanauſek.

Transformation, gewöhnlich ſo viel wie Subſtitution (ſ. d.).

Zwiſchen Scharen von Transformationen und von Subſtitutionen beſteht jedoch der Unterſchied, daß bei erſteren die Parameter ſtetig veränderliche Größen ſind, während ſie bei letzteren nur einzelne diskrete Werte annehmen. Man redet daher in der Theorie der Gleichungen meiſtens von Subſtitutionen, während die Transformationen bei den Differentialgleichungen eine Rolle ſpielen; ſ. a. Gruppentheorie.

Literatur: Doehlemann, R., Geometriſche Transformationen, Bd. 1—2, Leipzig 1902—1908.

Wölffing.

Transformatoren, ſ. Umformer.

Tranſitinſtrument, ſ. Durchgangsinſtrumente.

Translation iſt die Bewegung eines Punktſyſtems, bei welcher alle Punkte kongruente parallele Bahnen gleicher Länge in demſelben Sinne beſchreiben.

Eine unendlich kleine Translation kann als ſpezieller Fall der Rotation aufgefaßt werden und geht aus dieſer hervor, wenn die Rotationsachſe ins Unendliche rückt und die Amplitude verſchwindet, ſo daß, wenn die Amplitude der Rotation mit ϑ und der Abſtand eines Punktes von der Achſe mit r bezeichnet wird, die Bahnſtrecke $r\vartheta = \infty \cdot 0 =$ conſt. wird. Iſt ds das Bahnelement irgend eines Syſtempunktes, ſo iſt $v = ds : dt$ die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit aller Punkte oder die Translationsgeſchwindigkeit des Syſtemes. Ebenſo haben alle Punkte geometriſch gleiche Beſchleunigung. — Ueber die Aequivalenz der geradlinigen Translationen ſ. den Art. Aequivalenz der Bewegungen, Bd. 1, S. 83.

(† Schell) Finſterwalder.

Transmiſſion, die Kraftleitungs- und Verteilungsanlage von einer Kraftmaſchine zu den Arbeitsmaſchinen, insbeſondere die Anlage der Wellen mit Lagern, Kupplungen, Seil- und Riemſcheiben, Zahnrädern, Schmiervorrichtungen u. ſ. w.

Transmiſſionsaufzüge, Aufzüge (ſ. d.), deren Windewerke oder Windemaſchinen durch Riemen angetrieben werden.

Sie werden vorwiegend zum Transport von Laſten (500—1000 kg und mehr) bei großen Hubhöhen, ſelten für Perſonenbeförderung verwendet; in beſonderen Fällen, z. B. in Brauereien, kommen auch erheblich größere Laſten, meiſt aber mit geringer Hubhöhe, vor. Die Windewerke haben Vorgelege, entweder von Stirnrädern oder Reibungsrädern, oder ſie beſitzen Schneckenradgetriebe. Näheres über Transmiſſionsaufzüge ſ. in Ernſt, A., Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Specht, K., Die gebräuchlichſten Bauarten der Perſonen- und Laſtenaufzüge, Berlin 1891, ſowie die Kataloge der verſchiedenen Maſchinenfabriken.

K. Specht.

Transmiſſionsräder, Triebwerksräder, ſ. Zahnräder.

Transmiſſionsſeile, ſ. Baumwoll-, Draht-, Hanfſeile.

Transmitter, ſ. v. w. Sender, Geber, ſ. Telegraph, Telephon.

Transparentdruck, die Erzeugung von Diaphanien (ſ. d.)

Transport, Transportweſen, ſ. Eiſenbahnverkehr, Maſſentransport.

Transportband, -gurten, -ſchnecken, ſ. Gurtförderer, Maſſentransport, Schnecken.

Transporteinheit, im Straßenbau, das Tonnen- oder Perſonenkilometer.

Transporteur, 1. ſ. Zeichnen, techniſches; 2. Hilfseinrichtung zum Uebergang von Eiſenbahnwagen von Normal- auf Schmalſpur, ſ. Rollſchemel. Ueber Alhidadentransporteur ſ. Bd. 1, S. 133.

Transverſalkraft (Querkraft, Bd. 7, S. 326), ſ. Angriffsmoment, Bd. 1, S. 197, Balken, Bd. 1, S. 504, Bogen, Bd. 2, S. 142.

Transverſalmaßſtäbe, ſ. Zeichnen, techniſches.

Transverſalſpannung (Querſchubſpannung, Bd. 1, S. 798), ſ. Schubſpannungen, Bd. 7, S. 822.

Tranſzendente Funktionen, ſolche Funktionen, bei welchen zwiſchen Argument und Funktion keine algebraiſche Gleichung beſteht, z. B. $\sin x$, e^x, lx.

Trapez, Viereck mit zwei parallelen und zwei nichtparallelen Seiten; Trapezoid, Viereck, bei dem keine Seite der andern parallel iſt.

Trapezträger ſind Fachwerke (ſ. d., Bd. 3, S. 533), bei welchen die Achſen der begrenzenden Stäbe Trapeze einſchließen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 1—4 ſind Balkenfachwerke (Bd. 1, S. 526), in Fig. 5 und 6 Bogenfachwerke (Bd. 2, S. 161) ſolcher Formen angedeutet. Fig. 1 könnte z. B. einer Bergbahnbrücke angehören. Durch Träger der Anordnung Fig. 2 und 3 hat man bei Brücken gegenüber Parallelträgern (Bd. 7, S. 34) Material zu erſparen geſucht (Brigittabrücke und Sophienbrücke in Wien, vgl. [1], [2]), doch kommen Fig. 1—4 auch für Dächer in Frage, wie Fig. 6 ſelbſtverſtändlich einen Dachbinder darſtellt. Wenn im

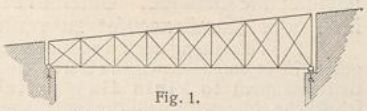


Fig. 1.

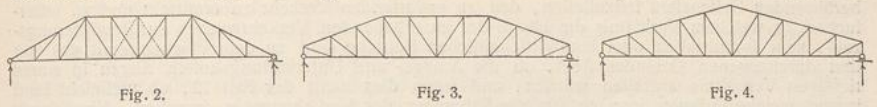


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Falle der Fig. 1 eine Endvertikale, im Falle von Fig. 4 beide Endvertikalen, im Falle von Fig. 2 der mittlere Teil (mit parallelen Gurtungen) die Länge Null erhalten, dann entſtehen Dreiecksträger (Bd. 3, S. 101).



Fig. 5. Fig. 6.

Literatur: [1] Winkler, Die Gitterträger und Lager gerader Träger, Wien 1875, S. 10. — [2] Derſ., Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 206. — [3] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 62, 125, 127, 128, 257, 260, 261, 332. — [4] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 388, 390, 416, 420. — [5] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen (aus dem Handbuch der Architektur), Stuttgart 1899, S. 201, 218. — [6] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 208.

Weyrauch.

Die graphiſche Berechnung eines trapezförmigen Fachwerkes wird am einfachſten nach demſelben Verfahren durchgeführt, das für den Halbparabelträger erklärt worden iſt (Bd. 4, S. 758).

Trapp, alte Bezeichnung für dunkle, dichte Eruptivgeſteine der älteren Formationen, zumeiſt für Diorite, Diabaſe, Melaphyre u. ſ. w.

Trappeiſenerz, ſ. Magnetit.

Traß, ein Bimsſteintuff aus der Umgebung des Laacher Sees, beſonders bei Plaidt, Brohl und Tönnisſtein (hier Tuffſtein) zwiſchen Bonn und Koblenz.

Von hellgraulichgelber Farbe beſteht die erdige oder wenig feſte, in dicken Bänken geſchichtete, teils dichte, teils poröſe, bis über 20 m mächtige Maſſe zumeiſt aus Bruchſtücken von Bimsſtein neben größeren und kleineren Brocken von Trachyt, Trachytbimsſtein, Grauwacke und Tonſchiefer, Sandſtein, Quarzit, Kriſtallen von Sanidin, Augit, Hornblende, Glimmer u. ſ. w. Die Füllmaſſe beſteht aus rundlichen ſchaumigen Glaskörnern von Bimsſteinnatur. Meiſt iſt er ſtark verwittert zu einer feinerdigen Subſtanz (amorpher Kieſelſäure oder waſſerhaltigem Silikat). Die gelben bis grauen, ziemlich feſten Tuffe liegen im Nettetal meiſt unter dem Waſſerſpiegel und werden als die techniſch wertvollſten angeſehen. Die oberen weichern Lagen ſind weniger verwertbar (Berg- oder wilder Traß, im Nettetal Aſche genannt). Für die Technik wichtig gilt der Gehalt an waſſerhaltigen Silikaten, die äußerſt feine Verteilung derſelben und der Kieſelſäure in dem feinmaſchigen Gewebe des Bimsſteins und der Gehalt an waſſerhaltiger Kieſelſäure, der eine leichte Verbindung mit Kalkhydrat begünſtigt. Das Geſtein klebt an der Zunge, ſchmilzt ziemlich leicht vor dem Lötrohr und enthält etwa 53—60% SiO_2, 18—21% Al_2O_3, 3—5% Fe_2O_3, 1—3% CaO, 1—2% MgO, 3—5% K_2O, 3—6% Na_2O. Der Traß von Tönnisſtein enthält: 51,43% SiO_2, 17,36% Al_2O_3, 2,20% CaO, 2,82% MgO, 4,28% Na_2O, 4,22% K_2O, 3,26% Waſſer unter 108° und 7,58% Waſſer über 108°, 5,43° F_2O_3. Löslich in Salzſäure ſind 40—70% der Maſſe. Das ſpez. Gew. beträgt etwa 1,2—2,0. In großen Mengen abgebaut, wird er in der Hauptſache gemahlen und mit Zement zur Mörtelbereitung, vornehmlich zu Waſſerbauten, in ganz Mitteleuropa mit großem Erfolg angewendet. Ein geringer Teil wird zerſägt und bearbeitet für Hochbauten. Druckfeſtigkeit 100—105 kg pro 1 qcm. Waſſeraufnahme bis 25%. Die feſten Traſſe vom Brohltal erſcheinen gleichwertig mit denen des Nettetales, ſoweit in ihnen dieſelben chemiſchen Veränderungen an dem urſprünglichen Bimsſteintuff unter dem Waſſer vor ſich gegangen ſind. Die Traſſe des Brohltales ſind zumeiſt abgebaut.

Literatur: v. Dechen, Geogn. Führer zum Laacher See, S. 393, Bonn 1864; Chatoney und Rivot, Annales des mines, Paris 1856, Bd. 9, S. 629; Bruhns, W., Verhandl. naturhiſtor. Ver. preuß. Rheinlande, 1891, S. 302; Völzing, Der Traß des Brohltales, Jahrbuch der geol. Landesanſtalt Berlin 1907, Bd. 28; Wolffram, H., Mitteilungen über Tuffſtein, Traß u. ſ. w., Dies a. Lahn 1885; Ritzmann, F., Unterſuchungen über Traß-, Kalk- und Sandmörtel, Heidelberg 1907; Hambloch, A., Was lehrt uns die Literatur über Traß?, Leipzig 1908.

Leppla.

Traſſe, Traſſierung. Traſſe bezeichnet die Lage der Mittellinie einer Straße oder Eiſenbahn in bezug auf das von ihr durchſchnittene oder zu durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchneidende Gelände. Unter Traſſierung iſt alſo die Feſtlegung dieſer Mittellinie oder „Straßenachſe“ zu verſtehen.

Die Feſtſtellung der zweckmäßigſten Führung dieſer Achſe für ein beſtimmtes Geländegebiet iſt ſo vorzunehmen, daß die Geſamtverkehrskoſten (Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskoſten) ſo klein als möglich ausfallen. Dieſe Aufgabe teilt ſich in eine wirtſchaftliche (die wirtſchaftliche oder kommerzielle Traſſierung) und eine rein techniſche (die techniſche Traſſierung).

Die wirtſchaftliche Traſſierung hat die von der Straße oder Eiſenbahn zu berührenden Ortſchaften feſtzuſtellen, den zu erwartenden Verkehr zu ermitteln und zu unterſuchen, in welchem Verhältnis die Länge des zu erbauenden Verkehrsweges zur Bevölkerungszahl, zum induſtriellen oder landwirtſchaftlichen Betriebe und zu dem Flächeninhalt des von ihm durchzogenen Geländes ſteht, ob die Anlage- und Unterhaltungskoſten hierzu in einem richtigen Verhältnis ausfallen würden, und wenn dies nicht der Fall iſt, ob vielleicht ſonſt irgend welche Gründe dennoch für die Erbauung des Verkehrsweges ſprechen. Eine ſtreng mathematiſche Behandlung dieſer Aufgabe iſt wegen der großen Anzahl der unbekannten Größen nicht allgemein möglich; daher berückſichtigt man nach Launhardt [1] zunächſt nur die Verkehrsverhältniſſe und ſucht, unter Vorausſetzung einer vollkommen ebenen, gleichartigen Geländebeſchaffenheit, denjenigen Linienzug, „Verkehrstraſſe“ genannt, für welchen die Geſamtverkehrskoſten möglichſt niedrig werden [1], [2], S. 89, [3], S. 135, [4], S. 34.

Die techniſche Traſſierung hat die aus techniſchen Gründen (Geländegeſtaltung, Entwäſſerungsverhältniſſe, Kreuzung beſtehender Verkehrswege und Waſſerläufe, Erdarbeiten, Grunderwerb u. ſ. w.) notwendig werdenden Abweichungen von der nach Launhardt ermittelten „Verkehrstraſſe“ und damit die eigentliche Baulinie feſtzuſtellen [2], S. 98, [3], S. 154, [4], S. 39. Die Krümmungshalbmeſſer und Steigungen dürfen bei den Straßen innerhalb weiterer Grenzen ſchwanken als bei den Eiſenbahnen; deshalb kann und muß ſich die Straße mehr dem Gelände anſchmiegen, wodurch größere Erdarbeiten und Kunſtbauten vermieden, alſo die Anlagekoſten vermindert werden, wenn auch die Länge der Straße ſich dabei etwas vergrößert. — Als „Traſſierungselemente“ kommen für den Straßenbau in Betracht: 1. für das Längenprofil oder für den Längenſchnitt: die Höhenlage des Planums mit Bezug auf Hochwaſſerſtände und auf die Ausgleichung der Auf- und Abträge (ſ. Maſſenverteilung) ſowie die Steigungsverhältniſſe (ſ. Straßenbau, S. 346), 2. für das Querprofil oder den Querſchnitt: die Wahl der Breite des Planums (ſ. Straßenbau, S. 343), das Quergefälle, die Böſchungsverhältniſſe und Grabenanlagen, 3. für den Grundriß: die Krümmungshalbmeſſer (ſ. Krümmungshalbmeſſer der Straßen). Zur Feſtſtellung der endgültigen Traſſe wird nach Eintragung der ermittelten Verkehrstraſſen in die Ueberſichtskarten, unter Berückſichtigung der „Traſſierungselemente“ und der Natur des Geländes diejenige Richtungslinie aufgeſucht, welche techniſch möglich iſt und die ſich der Verkehrstraſſe am meiſten nähert, wobei in hügeligem und bergigem Gelände nicht ausgeſchloſſen iſt, daß ſich zwei oder mehrere ſcheinbar gleich günſtige Traſſen ergeben. Unter dieſen iſt dann diejenige auszuwählen, welche die geringſte Anſtrengung der Zugtiere und damit die geringſten Betriebskoſten bedingt, wobei nach der Methode von Léchalas verfahren werden kann [5] und [6], S. 9 (vgl. a. Konkurrenzſtraßen).

Literatur: [1] Launhardt, W., Theorie des Traſſierens, Heft 1: Die kommerzielle Traſſierung, Hannover 1887, 2. Aufl., und Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 198; 1880, S. 345. — [2] Loewe, Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906, S. 97—156. — [3] Neſſenius, Der Straßenbau, Handb. d. Baukunde, Berlin 1892, Abt. 3, Heft 4, S. 133. — [4] Laißle, Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wiſſ., 3. Aufl., Leipzig 1903, Bd. 1, Abt. 4, Kap. VIII, S. 33—62. — [5] Léchalas, Mémoire sur le roulage, Ann. des ponts et chaussées 1879, I, S. 364. — [6] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchr. d. Ing.-Wiſſ., Leipzig 1895, 2. Gruppe, 4. Heft, S. 3. — [7] Anlage von Gebirgsſtraßen, Oeſterr. Monatsſchr. f. d. öffentl. Baudienſt 1899, S. 311; Neue Anweiſungen für Vermeſſungen im Hochgebirge, Schweiz. Bauztg. 1902, I, S. 8.

L. v. Willmann.

Traſſierung der Eiſenbahnen, ſ. Vorarbeiten.

Traſſierung (Linienführung) der Schiffahrtskanäle bildet einen Teil der Vorarbeiten für die Veranlagung der künſtlichen Waſſerſtraßen.

Im weſentlichen beſtehen die Vorarbeiten zur Ermittlung einer vorläufigen Linienführung zwiſchen zwei gegebenen Endpunkten in dem Entwerfen aller techniſch möglichen Linien in den Ueberſichts- und Generalſtabskarten, in der Entwicklung der zugehörigen Längenprofile und Kanalhaltungen, in der Ermittlung des Waſſerbedarfes für die Speiſung des Kanales und der Art und Weiſe der Waſſerverſorgung und ſchließlich in der Aufſtellung der überſchlägigen Bau- und Betriebskoſten, um einen Vergleich der einzelnen Varianten zu ermöglichen. Die folgende Begehung des Geländes gibt zumeiſt ſchon einen Aufſchluß, inwiefern die gewählten Linienführungen allen techniſchen Forderungen entſprechen und Aenderungen wünſchenswert ſind. Nach Durchführung dieſer techniſchen Vorunterſuchungen und einem vergleichenden Studium der Wirtſchaftlichkeit der einzelnen Varianten kann eine Wahl für die in Ausſicht zu nehmende endgültige Linienführung getroffen werden. Die weiteren techniſchen Vorarbeiten erſtrecken ſich auf die Detailaufnahme des Geländes, auf eingehende Erhebungen und hydrometriſche Meſſungen für die Waſſerverſorgung, auf die Durchführung zahlreicher Bodenunterſuchungen, um einen genügenden Aufſchluß über die geologiſchen Verhältniſſe und die für Bauzwecke zur Verfügung ſtehenden Bauſtoffe zu erlangen und ferner auf die Erhebung der Grundwaſſerverhältniſſe. Die Feſtlegung der endgültigen Traſſe erfolgt dann in den nach den Detailaufnahmen ausgefertigten Schichtenplänen. Hierbei iſt auf eine günſtige Kreuzung des Kanales mit den Waſſerläufen und Verkehrswegen Rückſicht zu nehmen und iſt auch anzuſtreben, den Haltungswaſſerſpiegel tunlichſt in Geländehöhe zu legen. Von Vorteil iſt es, den Kanal in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Talfohle zu führen und feine Führung an Lehnen zu vermeiden. Für die Feſtlegung der endgültigen Linie iſt die Wahl und die Anzahl der Schiffshebeeinrichtungen — Schleuſen oder mechaniſche Hebewerke — und deren Gefälle von beſonderer Bedeutung und iſt deren Lage ſo zu beſtimmen, daß einerſeits ein günſtiger Ausgleich der Erdbewegung ſtattfindet, anderſeits aber auch möglichſt lange Haltungen entſtehen. Iſt die Mittellinie des Kanales im Schichtenplane feſtgelegt, ſo kann dieſe im Felde abgeſteckt und hierauf das endgültige Detaillängenprofil aufgenommen werden. Erſt nach Durchführung aller dieſer Vorarbeiten kann die Verfaſſung des Detailprojektes und die Aufſtellung des Detailkoſtenvoranſchlages erfolgen. *Pachnik.*

Traubenvitriol, ſ. Eiſenvitriol.

Traubenzucker, ſ. Kohlehydrate, Stärkezuckerfabrikation.

Traufbühne, -dach, ſ. Waſſerloſung.

Traufe, der unterſte Rand der Dacheindeckung, an welchem der Ablauf des Regenwaſſers erfolgt. Nur bei den einfachſten Gebäuden wird hier die Anbringung einer Dachrinne (ſ. d.) unterbleiben. *Weinbrenner.*

Trauflatte, eine ſtärkere Latte zum Auflager der Trauffchar (ſ. d.).

Da die gewöhnlichen Ziegelfcharen (ſ. Dachdeckung Bd. 2, S. 506) an ihrem untern Ende die nächſtuntere Schar als Auflager haben, ſolche aber an der Trauffchar fehlt, ſo muß hier zum Ausgleich entweder eine ſtärkere profilierte Latte oder eine zweite Latte aufgenagelt werden, damit die Richtung der Ziegelſchar die gleiche bleibt und die Deckung nicht klafft. *Weinbrenner.*

Traufleiſte, 1. ſ. v. w. Ueberſchlaggeſims; 2. profilierte Leiſte, welche, an einem Sparrengeſimſe unter der Dachrinne hingeführt, dieſe ſtützt, die Sparrenköpfe abdeckt und die Traufkante ſcharf betont, ſ. Dachrinne (Bd. 2, S. 508, Querſchnitt, Fig. 3) und Hauptgeſims (Bd. 4, S. 789, Fig. 5). *Weinbrenner.*

Traufplatte, Blech- oder Bleiſtreifen unterhalb einer auf das Steingeſims aufgelegten Dachrinne (ſ. d. Bd. 2, S. 509, Fig. 5—9).

Trauffchar, die auf der Trauflatte (ſ. d.) aufliegende unterſte Doppelreihe Ziegel einer Dachdeckung (ſ. d. Bd. 2, S. 506 I), Biberſchwänze (Bd. 1, S. 770) und Dachrinne (Bd. 2, S. 508, Fig. 3).

Traufſims, das obere, abſchließende Geſims des Gebäudes; ſ. Hauptgeſims (Bd. 4, S. 788).

Traumaticin, ſ. Guttapercha, Bd. 4, S. 701.

Trautzls Pulver, ein dem gewöhnlichen Dynamit naheſtehendes Gemenge von Nitroglyzerin, Schießbaumwolle und Kohle.

Traverſe, Querſtück, entweder als feſtes Verbindungsglied zweier Ständer an einem Geſtell oder als parallel bewegter Träger zur ſeitlichen Verlegung von Kräften, z. B. in der Gebläſemaſchine, Bd. 4, S. 328, Fig. 1, wo zwei Dampf- und eine Gebläſekolbenſtange, zwei Pleuelſtangen und die Geradführungsbacken an einer Traverſe angeſchloſſen ſind. *Lindner.*

Traverſe (Schlickfang, ſ. d.), buhnenartiger Flußeinbau behufs Beförderung der Sinkſtoffablagerung; ein Nebenwerk (ſ. d.) bei Flußregulierungen.

Travertin, ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 298.

Treber, ſ. Bierbrauerei, Spiritusfabrikation.

Treibanker (Seeanker) beſteht aus einem Gerippe von Holz- oder Eiſenſtäben, über welches Segeltuch geſpannt iſt, derart, daß beim Fortbewegen durchs Waſſer ein großer Widerſtand erzeugt wird; er kennzeichnet ſich daher als ein ſchwimmender Anker für ein Schiff, gegenüber dem in den Meeresgrund ſich eingrabenden Schiffsanker. — S. a. Abtreibanker. *T. Schwarz.*

Treibbock, im Bergbau das über einem Förderſchachte (ſ. Schachtförderung) errichtete Gerüſt, welches die Seilſcheiben trägt. *Trebtow.*

Treiben, Bearbeitung von Blechen oder aus Blech beſtehenden Gegenſtänden durch Hämmern in der Art, daß durch jeden Hammerſchlag das getroffene Material aus der Fläche herausgetrieben wird. Das Verfahren dient dazu, Verzierungen an Gegenſtänden anzubringen oder Hohlkörper aus ebenen Platten herzuſtellen. S. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 767.

Gröbere Treibarbeiten können mit Hand- oder mechaniſch betriebenen Hämmern (in der Regel Schwanz- oder Aufwerfhämmer) ausgeführt werden; die Hämmer haben flache oder gewölbte Bahn, abgerundete oder kantige Finne; als Unterlage dienen für einfache Treibarbeiten Amboße (ſ. d.) und Fauſteiſen. Für feinere Treibarbeiten wendet man Stahlſtäbchen (Punzen) verſchiedener Form und Größe an; als Unterlage gebraucht man hierbei für härtere Metalle (Meſſing, Eiſen) Blei, für weichere Metalle in der Regel das aus ſchwarzem Pech, Ziegelmaſſe und etwas Wachs oder Terpentin zuſammengeſchmolzene Treibpech (Treibkitt), mit dem die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite des Arbeitsſtücks überzogen wird, welche erhaben werden ſoll. Beim Arbeiten ruht das Arbeitsſtück auf einer ſteinernen oder gußeiſernen Halbkugel auf, deren ebene Fläche gleichfalls mit Treibpech überzogen iſt. Die leicht nach allen Richtungen drehbare Kugel liegt mit ihrem gekrümmten Teil in einem ringförmig zuſammengelegten Tuch. *A. Widmaier.*

Treiben, Treibehaus, ſ. Schachtförderung, Bd. 7, S. 582.

Treiber, bei beweglichen Hauen derjenige Teil, welcher die Drehung des Mühleiſens auf den Stein überträgt. S. Balancierhaue und Haue.

Treibhaus, ſ. Gewächshaus.

Treibprozeß, ſ. Silber, S. 117.

Treibriemen, ſ. Lederriemen, Riementrieb; -ſeil, ſ. Förderſeile.

Treideln, ſ. Leinenzug; Treidelweg (Leinpfad, Treppelweg), ſ. Flußſchiffahrt und Kanalſchiffahrt, Bd. 5, S. 362.

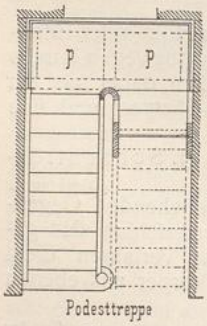
Trennungsweiche, Weiche zur Abzweigung einer Bahnrichtung von einer andern auf Trennungsſtationen, im Gegenſatz zu den Anſchlußweichen, d. h. den Weichen, durch welche die Hauptgleiſe zweier Richtungen ſich vereinigen (vgl. Bahnhöfe). *H. Kübler.*

Trenſing, Schiemannsgarn, das um ein Tau ſpiralförmig derart gewickelt iſt, daß es die Vertiefungen desſelben ausfüllt.

Trepanierbohrer, ſ. Tiefbohren, S. 546.

Treppen (Stiegen) haben den Zweck, übereinander liegende Räume gangbar zu verbinden, hauptſächlich den Zugang zu den Stockwerken eines Gebäudes zu vermitteln. Bezüglich der Lage unterſcheidet man 1. äußere oder Freitreppen (ſ. d. Bd. 4, S. 191); 2. innere oder Stocktreppen, dieſe wieder in a) Haupttreppen, dem Grundriſſe nach ſo anzuordnen, daß ſie die Beleuchtung der Gänge, überhaupt des Innern, vermitteln, was durch Außenlicht, d. h. Fenſter, meiſt an der Rückſeite des Hauſes gelegen, oder durch Oberlicht erreicht wird; b) Nebentreppe, auch Lauf- oder Dienſttreppe, Hintertreppe, welche von der Dienerſchaft für Hauswirtſchaftszwecke benutzt wird; c) geheime Treppe, welche zwiſchen Wänden oder Schränken verborgen liegt, und meiſt nur zwei Stockwerke miteinander verbindet; d) Kellertreppe, der Haltbarkeit wegen nur aus Stein zu erſtellen; e) Speicher- oder Bodentreppe.

I. **Allgemeines.** Die Treppe beſteht in einer Aufeinanderfolge von gleich hohen Tritten oder Stufen, welche in einer beſtimmten Anzahl zu Läufen oder Armen gruppiert werden, wodurch einarmige, zweiarmige, dreiarmige Treppen entſtehen. Dieſe Arme ſind gerade oder biegen durch eine Wendung auf ihren Ausgang zurück. Zur Bequemlichkeit ſind nach einer Anzahl Stufen (10—15) Ruheplätze oder Podeſte *p* (Fig. 1) angelegt, meiſt von der Tiefe einer Laufbreite und auf die Breite des Treppenhauſes durchgreifend. Bei ganz niederen Stockwerken genügt ein einziger Treppenlauf; für Stockwerke über 2,5 m Höhe iſt eine Treppe mit zwei Läufen anzuordnen, bei genügendem Grunde als Podeſttreppe (Fig. 1); bei ſehr beengter Anlage als halbgewundene Treppe (um 180°, Fig. 2). Ganz gewundene, d. h. im Kreis geführte Treppen, ſogenannte Wendeltreppen (Fig. 3), können über kreisrundem, ovalem oder viereckigem Grunde errichtet und dabei auf einen Mittelpfeiler oder Pfoſten, ſogenannte Spindel, geſtützt oder ohne ſolche gebildet werden. — Für den Lauf und deſſen Breite gibt die menſchliche Größe den Maßſtab, indem für ſolche, auf welchen nur eine Perſon verkehrt (geheime Treppe) 0,70 m genügt; wo mindeſtens zwei Perſonen bequem aneinander vorübergehen ſollen (in einfachem Wohnhauſe), ſind 1,20 bis 1,60 m, bei großem Andrange 1,80—2,50 m und mehr zu geben, wobei die Breite der anſchließenden Gänge mitbeſtimmend iſt. Die Höhe des Raumes über den Läufen iſt meiſt die der Stockwerke; als Minimum, wie z. B. bei Wendeltreppen, iſt 2,10—2,30 m (Türhöhe) anzuordnen. Der Lauf iſt meiſt begrenzt und getragen durch die Treppenwange oder Zarge, welche als innere oder äußere (Wand-) Zarge bezeichnet wird. Ueber der inneren erhebt ſich zum Schutze beim Begehen das Geländer. — Beſonders wichtig für die Zweckmäßigkeit und das bequeme Begehen der Treppe iſt die richtige Geſtaltung der Stufen in ihrem Verhältnis von Steigung zu Auftritt, d. h. der Höhe



Podesttreppe
Fig. 1.

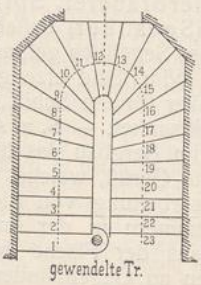


Fig. 2.

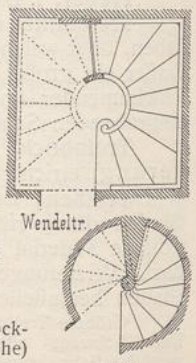


Fig. 3.

zur Breite der Stufen. — Die Treppen im Altertum und Mittelalter waren meiſt höchſt unbequem. Vitruv gibt für das Steigungsverhältnis: Höhe = 3 Teile, zu Auftritt = 4 Teile an. In den heutigen Schriften [2], [3] finden ſich verſchiedene Regeln oder Formeln, wovon die bewährteſte: $2h + b = 60$ cm (auch 63 cm) zu folgenden Ergebniſſen führt: bei $h = 14$ iſt $b = 32$ cm (für Prachttreppen); bei $h = 15$ iſt $b = 30$ cm (für Wohnhäuſer); bei $h = 16$ iſt $b = 28$ cm; bei $h = 17$ iſt $b = 26$ cm (bei beſchränktem Raum); bei $h = 18$ iſt $b = 24$ cm (ſchon unbequem). Zur Feſtſtellung der Stufenzahl dient die Formel: Grund $= b\,(n - 1)$, weil der Austritt in Bodenhöhe fällt. Zu beachten iſt, daß die Anzahl der Steigungen genau in dem Maße der Stockwerkshöhe aufgehe, ſowie daß eine Aenderung der Tritthöhe in den bewohnbaren Geſchoſſen, weil ſtörend, zu vermeiden iſt. Die Einteilung der Stufen erfolgt auf der Mittellinie des Laufes (Fig. 2), was beſonders bei gewundenen (gewendelten) Treppen in Betracht kommt, bei welchen durch ſogenannte verzogene Stufen eine gleichmäßige Abnahme der Trittbreite an der inneren Wange herbeizuführen iſt, wodurch in der Abwickelung der äußeren Stufenkanten ein allmählicher Uebergang von der normalen bis zur geringſten Stufenbreite und wieder zurück zur normalen erreicht wird. Es gibt mehrfache graphiſche Verfahren, um dies feſtzuſtellen; das einfachſte iſt die Methode des perſpektiviſchen Maßſtabes (ſ. Fig. 4); ein andres zeigt Fig. 5. — Hinſichtlich des Bauſtoffes ſind die Treppen einzuteilen in ſolche aus Stein, Holz, Eiſen oder aus mehreren dieſer Stoffe.

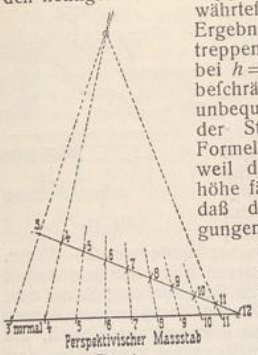
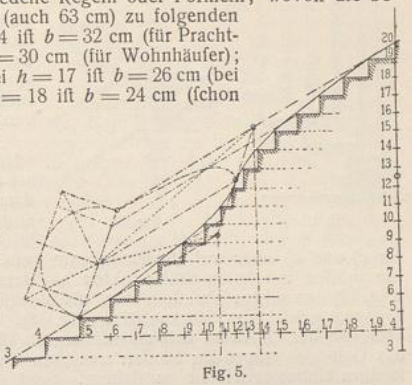
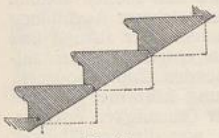


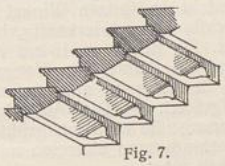
Fig. 4.

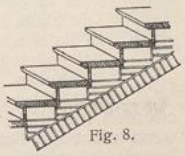

Fig. 5.

II. Die **ſteinernen Treppen** haben den Vorzug der Feuerſicherheit und großer Haltbarkeit; ſie beſtehen aus Werkſteinen, Backſteinen oder in Nachahmung der erſteren aus Zementkunſtſtein.

a) Bei den Treppen aus Werkſteinen ſind die Tritte, welche nur aus den zäheſten Steinen, als Granit, Marmor, Sandſtein (Kunſtſtein), zu nehmen ſind, aus einem Stücke gearbeitet. Sie liegen entweder auf einer Unterlage auf oder ſind mit dem einen Ende eingemauert, mit dem übrigen Teile aber bei geringerer Laufbreite freitragend, bei größerer Breite von anſteigenden Steinzargen, Bögen oder Gewölben, oder auch von Walzeiſenträgern unterſtützt. Dabei ſind die oberen Tritte jeweils auf die unteren ca. 5 cm breit aufgelegt und überfalzt. An der Unterſeite aber erſcheinen ſie je nach dem Orte rauh, abgefaſt, gegliedert oder geſchalt (Fig. 6 und Fig. 7). Die reichſte Ausbildung zeigen hierin die Wendeltreppen zu Ausgang des Mittelalters, durch mannigfaltigſte Geſtaltung der Unterſicht wie der Spindelbildung [7], [9].


Fig. 6.


Fig. 7.


Fig. 8.

b) Treppen aus Backſteinen ſind über Gewölbekappen auszuführen; dabei bilden die Stufen ſcheitrechte Bogen oder Rollſchichten, die mit Marmor- oder Schieferplatten belegt oder mit einer Zementglättſchicht bedeckt werden (Fig. 8) [13]. In dieſer Weiſe können auch Reittreppen in Form von Rampen oder über ſchraubenförmigen Ringgewölben in Türmen zur Ausführung gelangen.

III. **Hölzerne Treppen** ſind nicht feuerſicher, jedoch leichter und wohlfeiler als die ſteinernen, ſowie auch elegant und bequem. Je nach den Stufenbildungen unterſcheidet man:

a) Blocktreppen, welche, eine Nachbildung der Steintreppen, wohl als älteſte Art gelten können (Fig. 9); ſie haben den Nachteil, daß die aus vollem Stamme gebildeten Stufen beim Schwinden aufreißen ſowie daß an den Enden Hirnholz erſcheint.

b) Eingeſchobene oder Leitertreppen. Die auf den Grat in die Wangen eingeſchobenen, 3 cm ſtarken Tritte ſind meiſt ſchmal (Fig. 10); der hierdurch leichte Treppenlauf kann daher beweglich, d. h. tragbar oder um einen feſten Punkt drehbar ſein. Im Wohnhausbau kommen ſie zur Anwendung als Speicher- oder Bodentreppe, welche ſo anzuordnen iſt, daß ſie zwiſchen zwei Kehlbalken aufſteigt, ſo daß keine Auswechſlung oder Ausſchneiden der Hölzer ſtattfindet.


Fig. 10.

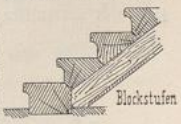


Fig. 9.

c) Geſtemmte Treppen, bei welchen die etwa 5 cm ſtarken profilierten Stufen 2 cm in die Wangen eingeſtemmt ſind (ſ. Bd. 3, S. 239). Die Unterſeite der Stufen kann ſichtbar oder durch eine Bretterſchalung, am beſten durch Verputz verdeckt ſein; letzteres hat den Vorzug, daß die Feuersgefahr weſentlich vermindert und der Lichteinfall verſtärkt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

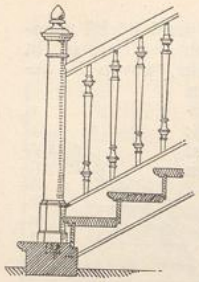


Fig. 12.

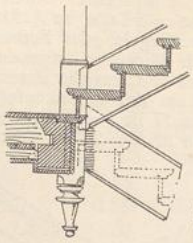


Fig. 13.

d) Aufgefattelte Treppen. Die Stufen ſind auf den ſägeförmig ausgeſchnittenen Wangen aufgeſchraubt (Fig. 11). An der inneren Wange ſtehen ſie über und iſt das Profil der Stufenkante verkröpft, wobei das Hirnholz durch eine in Gehrung geſchnittene Profilleiſte verdeckt wird.

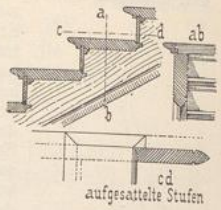


Fig. 11.

Die Zargen, Wangen oder Treppenbäume liegen bei a) unter den Stufen, welche darauf mit Holznägeln befeſtigt ſind; für b) ſind ſie tunlichſt leicht (4/12 cm) zu nehmen, für c) und d) aber auf die Hochkante geſtellt, 5–8 cm ſtark, in einer Breite von 27—35 cm. Sie müſſen auf feſten Stützpunkten aufſetzen, und zwar 1. am unteren Ende auf dem Antritt (Fig. 12) aus einem Werkſtein oder als Blockſtufe gebildet; 2. auf den Podeſtbalken; 3. auf dem Treppenwechſel des Stockgebälks (Fig. 13). Da jedoch mit den Enden der (inneren) Zargen auch die der Geländer zuſammenfallen, ſo iſt es zur Haltbarkeit der letzteren von Vorteil, die das Geländer tragenden Pfoſten zwiſchen den Zargen und den Anfallpunkten einzuſetzen und ſo ihre Unbeweglichkeit zu ſichern. Sind keine Pfoſten angeordnet, ſo ſind an den Zargenenden und Wendungen der Läufe ſogenannte Krümmlinge (Bd. 5, S. 716) auszuführen. — Bei geraden Treppenläufen und gleichen Stufenbreiten ſind die Zargen gerade. Bei gewendelten Treppen aber werden ſie geſchweift und ſind aus breiteren Holzſtücken auszuſchneiden. Bei im Kreis geführter Wendeltreppe und gleichmäßiger Steigung der Stufen wird die Wange als Schraubenlinie aufſteigen und iſt dann in ſchickliche Längen zu teilen, damit das Stück, aus welchem die Wange herauszuarbeiten iſt, nicht zu ſtark ſein muß. Die Zuſammenſetzung der Zargen an den Stößen, ſowohl bei Krümmlingen wie auch mit den Pfoſten, erfolgt durch Verzinkung, Verzapfung oder den Geißfuß; bei Verlängerung der Zargen ſind Hilfsverbindungen wie Eiſenſchienen, verſenkte Schraubenbolzen nötig. Auch die ſich gegenüberliegenden Wangen eines Laufes ſind durch Eiſenſtangen mit Verſchraubung zuſammenzuhalten.

Das Geländer dient zur Sicherheit beim Begehen; es erhält eine Höhe von 0,80 m über Stufenkante und beſteht aus 3 Teilen, welche am beſten aus Hartholz erſtellt werden: 1. dem Pfoſten oder Mäkler (ſ. d.), 2. dem Handgriff oder Handleiſten, und 3. den Stäben. — Der Handgriff von rundem oder profiliertem Querſchnitte (Fig. 14) ſoll kräftig und bequem ſein.



Fig. 14.

Hierfür iſt von Wichtigkeit, daß er an den Wendungen ohne Unterbrechung durchläuft oder in Schneckenform endigt, und nicht im ſpitzen Winkel an den Pfoſten abſtößt. Die Stäbe ſind 3–5 cm ſtark, in einfachſter Form vierkantig, bei reicherer Ausbildung in Baluſterform gedreht oder geſchnitzt. Sie ſtehen ca. 15 cm voneinander ab und ſind bei geſtemmten Treppen (Fig. 9) in der Oberkante der Wangen eingezapft; bei aufgefattelten aber entweder ſeitlich an den Zargen auf vorſtehenden Zapfen oder in ungleicher Länge auf die Stufen aufgeſetzt. — Die Anfertigung hölzerner Treppen erfordert techniſche Geſchicklichkeit und Erfahrung; ſie muß mit größter Genauigkeit erfolgen, wenn nicht ein Setzen und Senken in den Verbindungen eintreten ſoll, was die Tragfähigkeit beeinträchtigt und zu gänzlicher Unbrauchbarkeit führt.

IV. **Eiſerne Treppen** werden aus Guß- oder Schmiedeeiſen erſtellt, wobei die Trittſtufen ſowohl aus demſelben Material oder aus Holz, dünnen Steinplatten gebildet ſein können. Feuerſicher ſind ſie nur dann, wenn das Eiſen mit einem Mantel von Gips oder Zement umgeben iſt.

A. Aus Gußeiſen eignen ſich nur Treppen von geringer Laufbreite, welche in der Form von Wendeltreppen in engem Raume dienen; ſie beſtehen aus den Tritten, aus der Futterſtufe, welche mit einem gleichhohen Stücke der Spindel aus einem Stücke gegoſſen iſt, und einem äußeren Träger, welcher in einer Tülle den Geländerſtab aufnimmt. — Eine in der Spindel aufſteigende, an den Enden verſchraubte Eiſenſtange ſichert die Treppe nach der Höhenrichtung [2], S. 703 ff., [10].

B Schmiedeeiſerne Treppen können ebenfalls freitragend konſtruiert werden; dabei ſind die Wangen voll aus Blech oder als Gitterwerk gebildet, wobei oft das Treppengeländer als mittragend hinzugezogen werden kann [11], ſ. Jolytreppe, Bd. 5, S. 236. Solche

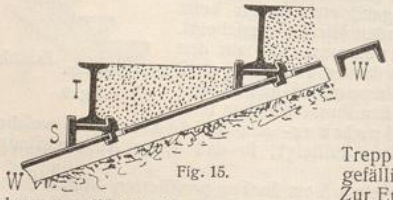


Fig. 15.

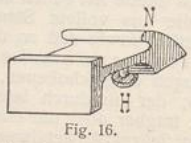


Fig. 16.

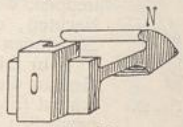


Fig. 17.

Treppenkonſtruktionen zeichnen ſich vor allen andern durch gefällige formale Ausbildung und große Zierlichkeit aus [12]. Zur Erhöhung der Feuerſicherheit dient hierbei die Anwendung von Wellblech mit Zementausfüllung unter den Läufen und Ruheplätzen oder die Monierkonſtruktion [13]. — Die Kolumbustreppe, eine durch D.R.P. Nr. 56 228 geſchützte Treppenkonſtruktion, welche zur Anlage von Treppen im Freien geeignet und infolge der Verwendung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Eifens als Hauptkonftruktionsmaterial billiger, dauerhafter und wenig reparaturbedürftig ift. Nachdem man die Böfchung in dem für die Treppe gewählten Steigungsverhältniffe abgefchrägt hat, werden die aus U-Eifen hergeftellten Wangen *W* (Fig. 15) parallel zueinander feitlich auf die Böfchung gelegt, wobei fehr breite Treppen auch eine mittlere Wange erhalten. In den Wangen befinden fich, dem Steigungsverhältnis entfprechend, in gewiffen Abftänden Löcher, die zur Aufnahme der an den Schemeln *S* befindlichen Haken *H* (Fig. 16) dienen. Diefe Schemel nehmen ihrerfeits die aus T-Eifen beftehenden Stufeneifen *T* auf, wobei die Nafen *N* der Schemel über die Flanfchen der Stufeneifen greifen. Werden nun die zwifchen den einzelnen Stufeneifen liegenden Zwifchenräume mit Befchotterungsmaterial (Kies, Kohlenafche u. f. w.) ausgefüllt, fo bewirkt der Erddruck ein Hinunterfchieben der Stufeneifen, wodurch die bis dahin lofen Teile zu einem feften unverrückbaren Schluß kommen. Soll die Treppe mit einem Geländer verfehen werden, fo kommen Treppenfchemel mit einer angegoffenen Oefe *O* (Fig. 17) zur Verwendung. In diefe Oefen werden die mit einer Nafe verfehenen Geländerftäbe eingefteckt, wobei fich diefe Nafe in eine Ausfparung des Schemels hineinlegt; das aufgelegte Stufeneifen drückt mit feiner unteren Flanfche auf die Nafe und hält dadurch das Geländereifen feft. Für Freitreppen empfiehlt fich eine Steigung von 150 mm bei einem Auftritt von 370 mm. Bezugsquelle: Kunftfchlofferei Richard Hermanns & Co. in Elberfeld.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 3, Heft 2, Darmftadt 1898. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1893, Steintreppen, S. 296 ff.; Holztreppen, S. 80 ff. — [3] Breymann, Allgemeine Baukonftruktionslehre, Bd. 1, Leipzig 1896, Steintreppen, S. 274 ff. — [4] Ebend., Bd. 2, Leipzig 1885, Holztreppen, S. 179 ff. — [5] Ebend., Bd. 3, Leipzig 1890, Eifentreppen, S. 177 ff. — [6] Manger, Baukonftruktionslehre der Treppen, Berlin 1859. — [7] Raufcher, Bau fteinerner Wendeltreppen, Berlin 1889. — [8] Menzel, Der Gewölbebau, Halle 1866. — [9] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Bd. 5, Paris 1881, Escalier, S. 287 ff. — [10] Fink, F., Schule des Baufchloffers, 2. Teil, Leipzig 1861, S. 119. — [11] Mufterbuch der Jolytreppen, Eifenwerk Joly-Wittenberg, Halle, o. J. — [12] Mufterbuch von Ed. Puls, Berlin, o. J. — [13] Wayß u. Freytag, Bauten in Stampfbeton, Monierbeton etc., Berlin 1895, S. 19—22. — [14] Hochbau-Lexikon von Schönermark u. W. Stüber, Berlin 1904, Treppe, S. 834 ff.

Weinbrenner.

Treppengiebel, ein treppenförmig anfteigender Steingiebel, der fich im Backfteinbau entwickelt hat, f. Giebel, Bd. 4, S. 525, Fig. 3 und 4.

Treppenhaus (Treppenmantel), Gebäudeteil, feltener ein befonderes Gebäude, in welchem die Treppe liegt.

Bei Wohngebäuden ift es meift von länglich viereckigem Grundriß in einer Minimalbreite von 2,5—3,0 m mit Seitenlicht, welches den Gang im Innern des Haufes beleuchtet.



Fig. 1.

Bei öffentlichen oder Prachtbauten bildet es eine Anlage, bei welcher malerifche oder großartige Wirkung durch Weiträumigkeit und reiche bildnerifche Ausfchmückung fich erzielen läßt. Die Beleuchtung erfolgt auch hier durch feitliche Fenfter oder durch Oberlicht (f. d.), in welchem Falle die Treppenarme um eine breite mittlere Oeffnung herumliegen. Die Treppen der antiken und mittelalterlichen Wohngebäude waren von einfachfter Art, entweder in geraden Läufen zwifchen Mauern eingefchloffen, oder nur in lofem Zufammenhang als Wendeltreppe (Fig. 1) [2]. Bei Beginn der Renaiffance wird zuerft im italienifchen Palaftbau die Treppe zu einem feftlichen Teil desfelben, und zumeift in Verbindung mit den Hallen der

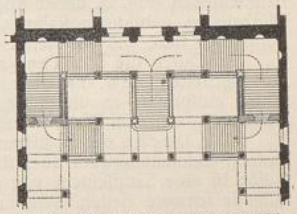


Fig. 2. Vom Spital degli Incurabili zu Genua.

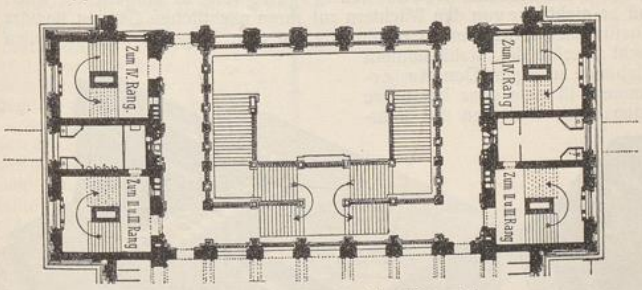


Fig. 3. Im Opernhaus zu Frankfurt a. M.

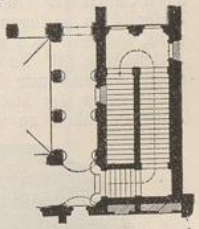


Fig. 4. Vom Palaft Negroni zu Rom.

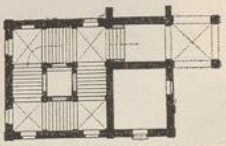


Fig. 5. Vom Palaft Grimani zu Rom.

Höfe (Fig. 2) [3] zu reicher Ausbildung gebracht, welche in der Folgezeit bei Prachtbauten wie z. B. Akademien, Theatern u. f. w. (f. Fig. 3) eine Nachahmung und glänzende Entwicklung fand. Als weitere Beifpiele feien hier eine zweiarmige Treppe (Fig. 4) und eine vierarmige (Fig. 5) gegeben.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 1. Halbbd., 3. Aufl., Stuttgart 1904; Wagner, H., Treppenanlagen, S. 302 ff. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1861, Bd. 5, Escalier, S. 287 ff. — [3] Burckhardt, J., Geſchichte der Renaiſſance in Italien, Stuttgart 1868, §§ 91 u. 99.

Weinbrenner.

Treppenriegel, Balkenlage unter dem Treppenpodeſt zur Aufnahme des Bodenbelags, ſ. Treppe, Fig. 1.

Trefor. Treſoranlagen ſind gemauerte, mit Eiſen armierte Räume, welche zur Aufbewahrung großer Geld- und Wertvorräte dienen; ſie müſſen nicht nur feuer- und einbruchſicher ſein, ſondern auch der Einwirkung von Erdbeben einen gewiſſen Widerſtand entgegenſetzen [1].

Das Bindeglied zwiſchen den Geldſchränken und Stahlkammern bilden die ſogenannten **Mauerſchränke**, welche aus ſtarkem Eiſen hergeſtellt und in Mauern von genügender Stärke verſetzt werden; an der ſchwächſten Stelle ſoll das Mauerwerk noch mindeſtens anderthalb Steine ſtark ſein.

Bei den **Stahlkammern** müſſen die Umfaſſungsmauern bei einer Stärke von mindeſtens zwei Steinen in Zementmörtel ausgeführt werden und erhalten eine Panzerung:

1. Durch Einmauern von Eiſen- oder Stahlſchienen; die Flacheiſenſchienen, etwa 60 : 8 mm, werden in jede Ziegelſchichte hochkantig (Fig. 1) eingelegt; ſtatt der ebenen Flacheiſenſchienen verwendet man auch ſchraubenartig gewundene Stahlſchienen (wie an der Tür in Fig. 6) oder gewundene Kreuzſchienen, wobei zweckmäßig die glasharten gewundenen Kreuzſtäbe in Abſtänden von 10 bis 20 cm in eine 20—50 cm ſtarke Betonſchicht eingebettet werden.



Fig. 1.

2. Durch die ſogenannte Gitterpanzerung, bei welcher die Eiſenſchienen 60 : 8 mm kreuzweiſe übereinander genietet werden (vgl. den Fußboden in Fig. 1), ſo daß quadratiſche Maſchen von etwa 100 mm Länge und Breite entſtehen. Dieſe Gitterfelder werden entweder eingemauert oder beſſer, der Treſorraum wird innen mit denſelben ausgekleidet; in beiden Fällen erhalten die Gitterfelder kräftige Rahmen und werden zweckentſprechend mit dem Mauerwerk verankert. Beſonders wirkſam iſt eine Panzerung beſtehend aus zwei Reihen ineinander geſchobener Eiſenbahnſchienen (Fig. 2), deren Köpfe vor der Verwendung gehärtet werden und durch einen aus Winkeleiſen gebildeten Rahmen ſowie durch Winkellaſchen und Bolzen ſo feſt miteinander verbunden ſind, daß ein Herausreißen einzelner oder mehrerer Stäbe unmöglich wird.

3. Durch die Plattenpanzerung, bei welcher zunächſt ein Gerippe aus Winkeleiſen und Flacheiſen bezw. -ſtahl hergeſtellt wird (Fig. 3), das genau der Größe und Form des Treſorraums entſpricht; in dieſes Gerippe werden die Panzerplatten 1—2 m und 6—10 mm ſtark in zweckentſprechender Weiſe ſo befeſtigt, daß die geſchliffenen Plattenkanten dicht aneinander ſtoßen.

Die Decke der Stahlkammern muß in ſtarken Gewölben oder mit Rollſchichten oder ſtarkem Betonmauerwerk über ſtarken eiſernen I-Trägern ausgeführt werden. Ueber dem Gewölbe iſt eine Sandſchicht von mindeſtens 30 cm Stärke anzuordnen, um Stöße durch herabfallende ſchwere Gegenſtände zu mildern und die Hitze bei Bränden nicht ſo ſchnell durchzulaſſen. Außerdem muß die Decke wie auch der Fußboden eine kräftige Eiſen- oder Stahlarmierung erhalten, welche nach denſelben Regeln ausgeführt wird wie die Panzerung der Seitenwände. — Der Fußboden muß, falls die Stahlkammer nicht auf gewachſenem Boden aufgeführt iſt, ebenſo wie die Decke gewölbt werden. Befindet ſich unter der Stahlkammer ein freier Raum, ſo wird derſelbe zweckmäßig mit Schutt und Sand ausgefüllt, falls nicht ein alle Seiten der Treſoranlage umſchließender Beobachtungsgang (Fig. 4) eingerichtet wird; dieſer iſt ſo zu legen, daß er nicht nur von den Wächtern auf ihren nächtlichen Gängen benutzt wird, ſondern auch von beſtimmten Oberbeamten regelmäßig auf dem Wege zu ihrer täglichen Arbeitsſtelle [4]. Es iſt nicht zweckmäßig, Stahlkammern an die Außenwände der Gebäude zu legen. Den Maueröffnungen der Stahlkammern iſt eine ganz beſondere Aufmerkſamkeit zu widmen, weil dieſelben die natür-

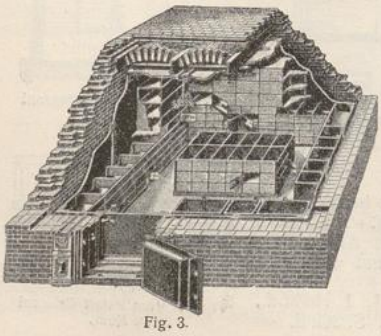


Fig. 3.

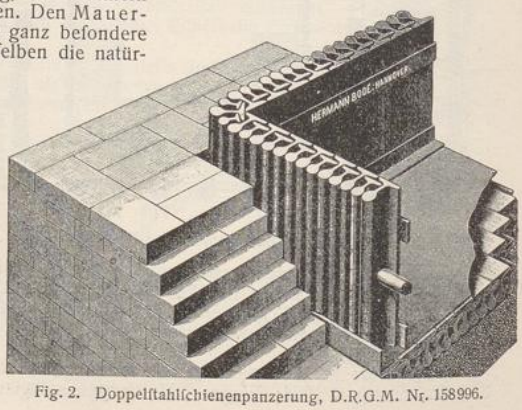


Fig. 2. Doppelſtahlſchienenpanzerung, D.R.G.M. Nr. 158996.

lichſten Angriffspunkte für deren Zerſtörung abgeben. Etwaige Fenſteröffnungen müſſen durch Fenſterrahmen mit ſtarker Spiegelverglaſung geſchloſſen werden. Außerdem wird außen ein ſtarkes, nicht zu weitmaſchiges Fenſtergitter, innen aber ein nach den Grundſätzen der Geldſchranktüren gebauter Fenſterladen (Fig. 5) anzubringen ſein.

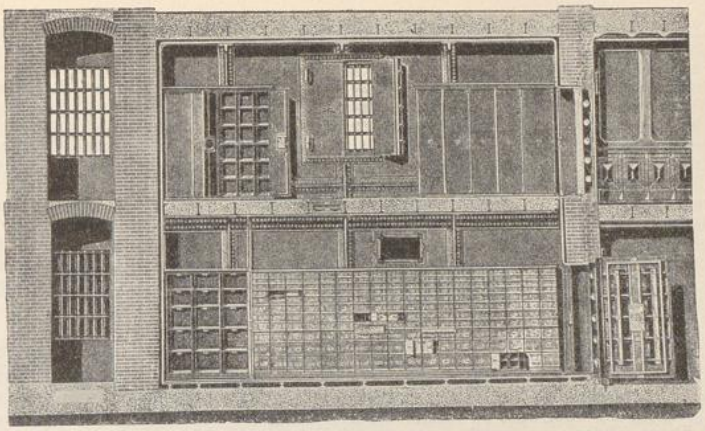


Fig. 4.

Der zuverläſſige Verſchluß dieſer Fenſterladen kann auch durch kräftige Vorlageſtangen erhöht werden. Zu empfehlen iſt zum Schutz bei geöffneten Fenſtern und offenſtehenden Fenſterladen ein Gitter aus ſtarkem Drahtgeflecht. Die Stahlkammertüren müſſen ebenſo wie jede Geldſchranktür beſonders ſtark gebaut ſein (Fig. 6). In der Ebene der inneren Wandfläche wird zweckmäßig ein ſtarkes Eiſengitter angeordnet, ſo daß bei geöffneter Treſortür das Innere der Stahlkammer bequem überſehen werden kann.

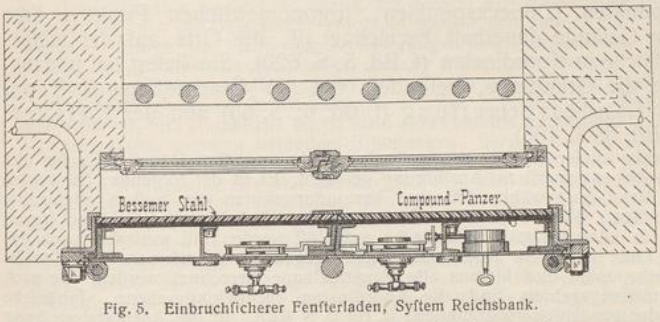


Fig. 5. Einbruchſicherer Fenſterladen, Syſtem Reichsbank.

Selbſtverſtändlich muß auch die Türleibung eine ebenſo ſtarke Panzerung erhalten wie die übrigen Wände der Stahlkammer. Der Türverſchluß muß ein ganz hervorragend ſicherer ſein, weshalb hier niemals nur ein einziges Schloß angewendet, ſondern ein mehrfacher Verſchluß in der Weiſe angeordnet wird, ſo daß nur bei gleichzeitiger Anweſenheit der berechtigten Schlüſſelinhaber (oder zu einer beſtimmten Stunde bei Betätigung eines Zeitſchloſſes) ein Oeffnen der Türe ſtattfinden kann; ſehr häufig werden hier auch Kombinationsſchlöſſer verwendet.

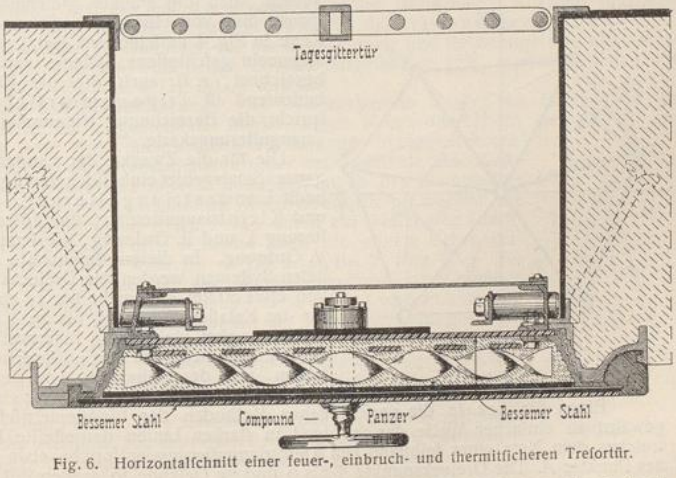


Fig. 6. Horizontalſchnitt einer feuer-, einbruch- und thermitſicheren Treſortür.

Sollen Luftſchächte angeordnet werden, ſo empfiehlt es ſich, denſelben keinen größeren Durchmeſſer als 70 mm zu geben und dieſe nur in mindeſtens zwei Steine ſtarken Mauern zu verlegen [2]. Noch beſſer aber iſt es, dieſe Luftſchächte nicht gerade, ſondern in gebrochener Linienführung durch die Mauer zu leiten und außerdem den freien Durchgang durch ſtarke eingemauerte Eiſenſtäbe zu verhindern. Die Beleuchtung wird ſchon der beſchränkten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lüftungsverhältniſſe wegen nur elektriſch eingerichtet, und zwar wird ein ſelbſttätiges Inkrafttreten derſelben beim Oeffnen und ein ſelbſttätiges Abſtellen beim Schließen der Tür das zweckmäßigſte ſein. Geeignete Alarm- und Signalvorrichtungen können bei dem Vorhandenſein eines genügend ſtarken elektriſchen Stromes leicht angebracht werden und fehlen daher bei den neuzeitlichen Anlagen faſt niemals. Die innere Einrichtung der Stahlkammern iſt ebenſo wie deren Größe dem jeweiligen Zwecke entſprechend ſehr verſchieden; doch ſind faſt alle Banktreſors immer mit vermietbaren Stahlfächern (Safes) ausgerüſtet, welche einen Doppelverſchluß in der Weiſe erhalten, daß der eine Schlüſſel in der Bank dem Beamten zur Verfügung ſteht, während den zweiten der Mieter des Stahlfaches erhält; der Mieter kann dann erſt ſein Fach öffnen, wenn der Bankbeamte ſein Schloß betätigt hat, während beim Schließen durch den Mieter beide Schlöſſer gleichzeitig geſchloſſen werden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, III. Teil, Bd. 6, Darmſtadt 1891. — [2] Baukunde des Architekten, I. Teil, Berlin 1891. — [3] Hoch, Technologie der Schloſſerei, I. Teil, Leipzig 1899. — [4] Derſ., Der praktiſche Schloſſer, 3. Aufl., Leipzig 1907. — Kataloge von H. Bode in Hannover, C. Ade in Stuttgart u. a.

Y. Hoch.

Treſſen (Bandſtreifen, Borten), ſ. Weberei.

Tretgöpel, ſ. v. w. Tretwerk, bei dem Tiere auf eine ſchiefe Ebene ſteigen, die ſich bewegen kann, und die ganze beim Steigen geleiſtete Arbeit aufnimmt.

Gewöhnlich beſteht der Tretgöpel aus zwei endloſen und durch Querbohlen verbundenen Ketten, die über zwei in verſchiedener Höhe gelagerte Rollen gehen und dadurch eine ſchiefe Ebene bilden, auf welche man innerhalb eines Verſchlages das angebundene Zugtier ſtellt. Tretgöpel ſind in Deutſchland nur noch wenig in Anwendung. *Wrobel.*

Tretwerk, beim Bergbau, in Oeſterreich, ſ. v. w. Tragewerk (ſ. Fahren).

Triangulierung (Triangulation, Dreiecksmeſſung, trigonometriſche Punktbeſtimmung), geodätiſche Beſtimmungsmethode. Sie beſtimmt für ein Syſtem von Feſtpunkten (Dreieckspunkten, trigonometriſchen Punkten oder Stationen), das im Gelände dauerhaft bezeichnet iſt, die Orte auf der mathematiſchen Erdoberfläche in Koordinaten (ſ. Bd. 5, S. 620). Sie liefert bei umfangreichen Meſſungen die Grundlage, beſonders bei der Gradmeſſung (ſ. Erde, Bd. 3, S. 482), der Landesvermeſſung (ſ. Bd. 6, S. 65) und der Kataſtervermeſſung (ſ. Bd. 5, S. 406).

Der Grundgedanke dieſer Beſtimmungsmethode wurde von Snellius 1615 bei der Meſſung eines Meridianbogens zuerſt zur Ausführung gebracht. Er iſt der folgende: Es werden Punkte im Gelände derart ausgewählt, daß ihre Verbindungslinien ein Syſtem aneinander hängender Dreiecke bilden. Werden in dieſen Dreiecken die Winkel und die Länge irgend einer Linie gemeſſen, ſo können ſämtliche Dreiecke aufgelöſt werden; iſt weiterhin noch das Azimut irgend einer Linie in einem Koordinatenſyſtem gegeben, ſo können die Koordinaten ſämtlicher Dreieckspunkte und hieraus alle Punktabſtände berechnet werden. Je nach Ausdehnung des Vermeſſungsgebiets ſind die Koordinaten rechtwinklig-ebene, -ſphäriſche bezw. -ſphäroidiſche oder geodätiſch-geographiſche (ſ. Bd. 5, S. 620). Iſt die Aneinanderreihung der Dreiecke derart, daß ſie in Geſtalt einer Kette nach einer Richtung hin ſich erſtrecken oder ein Gebiet umrahmen, wie z. B. die ſtark gezeichneten Dreiecke der Fig. 4, ſo ſpricht man von einer Dreieckskette; bilden die Dreiecke in einem gegebenen Gebiet ein derart geſchloſſenes Syſtem, daß die Punkte gleichmäßig verteilt ſind, ſo ſpricht man von einem Dreiecksnetz (vgl. das von der Kette in Fig. 4 umſchloſſene Netz), womit man auch ganz allgemein geſchloſſene Syſteme verſchiedener Anordnung bezeichnet, z. B. auch die der Fig. 5 und 6. Gleichbedeutend iſt trigonometriſches Netz; dem entſpricht die Bezeichnung trigonometriſche Netzkarte oder Triangulierungskarte.

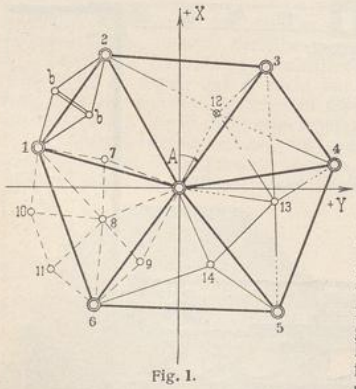


Fig. 1.

Die für die Zwecke der Landesvermeſſung über ein ganzes Staatsgebiet einheitlich durchgeführte Triangulierung heißt Landestriangulierung. Sie zerfällt in Haupt- und Kleintriangulierung; die erſtere wieder in Triangulierung I. und II. Ordnung, die letztere in III., IV. bis zu V. Ordnung. In dieſen ſtufenweiſe einander untergeordneten Syſtemen werden die Dreiecksſeiten nach und nach von etwa 50 km und mehr bis zu einigen Kilometern und für die Kataſtervermeſſung bis zu 1 km, ja 0,5 km herabgeführt, wobei gleichzeitig ſtufenweiſe die Meſſungs- und Berechnungsmethoden eine entſprechende Modifikation erfahren, und der Uebergang von der ſphäroidiſchen Vermeſſungsfläche (ſ. Bd. 3, S. 483) zur ebenen vollzogen wird.

Einen Einblick in die verſchiedenen Methoden der trigonometriſchen Punktbeſtimmung gewährt in einfacher Weiſe das in Fig. 1 in ſtarken Linien dargeſtellte ſchematiſche Beiſpiel, welches dem Netz einer ſelbſtändigen Kleintriangulierung entſpricht, etwa für den Geſichtskreis des Punktes *A*. Die Dreieckspunkte 1 bis 6 ſind im Gelände ſo ausgewählt (Erkundung, Rekognoſzierung des Netzes), daß ſie gleichmäßig im Umkreis um *A* verteilt und nach den eingezeichneten Linien gegenſeitig ſichtbar ſind. Eine derartige Anordnung bezeichnet man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

als Zentralſyſtem. Die Punkte werden mit dauerhaften Marken bezeichnet (Vermarkung, Feſtlegung) und durch Signale gegenſeitig ſichtbar gemacht (Signaliſierung). Auf allen Punkten A und 1 bis 6 werden alle Winkel der Figur oder alle von den einzelnen Punkten ausgehenden Richtungen mit dem Theodolit gemeſſen (Winkel- bezw. Richtungsmeſſung). Nun iſt für irgend eine Seite des Netzes, z. B. 1—2, die Länge zu beſtimmen. Da die unmittelbare Längenmeſſung für eine Dreieckſeite ſelten ausführbar iſt, wird eine paſſend gelegene, ſicher zu meſſende Linie, die Baſis (bb, Fig. 1), aufgeſucht und gemeſſen. Hieraus wird wieder durch Anordnung einiger Dreiecke (Baſisnetz) die geſuchte Linie, alſo 1—2, berechnet (vgl. Baſismeſſung, Bd. 1, S. 561). Hierauf können, wenn zunächſt vorausgeſetzt wird, daß die Ausdehnung eine beſchränkte iſt und die Fehler der Meſſung außer acht gelaſſen werden ſollen, alle Dreiecke aufgelöſt werden. Wird nun weiterhin ein Punkt, z. B. A, als Anfangspunkt eines ebenen rechtwinkligen Koordinatenſyſtems betrachtet und irgendeiner Linie, z. B. A—3, ein beſtimmtes Azimut (Richtungs-, Neigungswinkel) beigelegt, ſo können mit Hilfe der Dreieckswinkel die Azimute der übrigen Linien berechnet werden, z. B. $Ra.4 = Ra.3 + w3.4$ u. ſ. w. Ferner können mit Hilfe der berechneten Dreieckſeiten s die Koordinaten y, x aller Punkte beſtimmt werden, z. B. $y_3 = s_3 \sin Ra.3$; $x_3 = s_3 \cos Ra.3$ u. ſ. w.

Um auf Grund des bisher betrachteten einfachen Netzes weitere Punkte zu beſtimmen (einzuſchalten), können verſchiedene Verfahren zur Anwendung kommen. So z. B. zeigt Fig. 1 eine Ausfüllung des Gebietes des Dreiecks A—1—6 mit einem dieſem untergeordneten Dreiecksnetz der Punkte 7 bis 11, in der Figur mit geſtrichelten Linien bezeichnet. Die im Gebiete des Polygons A—2—3—4—5—6 eingezeichneten Punkte 12, 13 und 14 zeigen die Punkteinſchaltung durch Einſchneiden, d. h. eine wiederholte Anwendung des einfachen und vereinten Vorwärts- und Rückwärtseinſchneidens (ſ. d.).

A. Die trigonometriſchen Feldarbeiten.

1. **Erkundung des Netzes.** Zur ſachgemäßen Auswahl und gleichmäßigen Verteilung der Dreieckspunkte im Gelände derart, daß ſowohl der geometriſche Zuſammenhang des Netzes gewahrt als auch die Beſtimmung möglichſt günſtig und einfach wird, dient die Erkundung des Netzes. — Einige der wichtigſten Anforderungen ſind: Gegenſeitige Sichtbarkeit benachbarter Punkte; Möglichkeit des Anſchluſſes weiterer Meſſungen, exakter Vermarkung und Erhaltung des Punktes, ſicherer Ausführung der Winkelmeſſung; Erzielung günſtiger Beſtimmungsfiguren bei möglichſt geringem Arbeitsaufwand. — Zur gegenſeitigen Sichtbarmachung ſind häufig Ausholzungen und Durchhaue durch Wald oder Gebüſch notwendig. Für die Punkte der Haupttriangulierungen kommen beſonders Erhöhungen, Berge, und im Flachlande auch Kirchtürme in Betracht. Bei der Kleintriangulierung iſt die Möglichkeit eines guten Anſchluſſes der Kleinmeſſungen (Polygoniſierung und Stückvermeſſung) von beſonderer Bedeutung. — In einfachen Ketten und Netzen ſind ſehr ſpitze Winkel zu vermeiden. Das gleichſeitige Dreieck iſt im allgemeinen die zu erſtrebende günſtigſte Figur (vgl. z. B. Fig. 4); bei der Einzelpunktbeſtimmung durch Einſchneiden ſoll der Neupunkt möglichſt im Schwerpunkt des nächſt übergeordneten Syſtems liegen, ſo daß die beſtimmenden Richtungen gleichlang und gleichmäßig im Umkreis verteilt ſind (z. B. Fig. 1, Punkt 12, 13, 14). — Die Erkundung beginnt auf den gegebenen Anſchlußpunkten, wobei auf jedem beſuchten Punkte alle in Frage kommenden Sichten in Handſkizzen verzeichnet werden. Bei der Erkundung für Haupttriangulierungen wird hierbei das ganze Netz vorläufig beobachtet und berechnet. Für ſolche Richtungen, welche durch Durchhaue freigelegt werden müſſen, ſind beſondere, auf dieſe Rechnung geſtützte Abſteckungen erforderlich. In ſchwierigen Fällen kann außerdem der Bau hoher Umſchaugerüſte notwendig werden. — Das Projekt, welches bei der Erkundung unter ſachgemäßer Auswahl und Ausſcheidung der Sichten nach und nach entſteht, wird in der trigonometriſchen Netzkarte dargeſtellt. Sie dient als Unterlage für die Beobachtung und Rechnung. Die allgemeine Anordnung der trigonometriſchen Vorarbeiten iſt kurz dargeſtellt in [24], wertvolle Winke und Erfahrungen geben [25], [26], vgl. a. [1], Bd. 3, und [2].

2. **Vermarkung und Signaliſierung.** Die Dreieckspunkte werden im Gelände in der Regel durch Steinpfeiler mit eingemeißelter Marke, einem Kreuz oder Loch, bezeichnet. Zur weiteren Sicherung wird eine unterirdiſche Vermarkung hinzugenommen. So wird bei der preußiſchen Landesaufnahme unter der Steinſäule eine Platte ſo verſenkt, daß ihre Kreuzmarke lotrecht unter derjenigen des Steinpfeilers liegt [10], vgl. Fig. 2. Bei der preußiſchen Kataſtervermeſſung werden die Punkte der Kleintriangulierung im freien Felde durch ein verſenktes Drainrohr vermarkt, deſſen Stellung durch ſeitwärts verſenkte engere Rohre (exzentriſche Vermarkung) geſichert wird [5]. — Vgl. a. [1], Bd. 2, Kap. 8. — Zudem werden alle Dreieckspunkte bei der Spezialvermeſſung aufgenommen und gegen benachbarte Grenzen oder andre feſte Linien und Punkte eingemeſſen. Die Vermarkung der Dreieckspunkte der Landesvermeſſungen ſteht unter geſetzlichem Schutz. Außerdem wird eine Schutzfläche von einigen Quadratmetern um den Punkt für den Staat erworben, wenn nötig durch Enteignung. Bei denjenigen Dreieckspunkten, welche durch Kirchtürme bezeichnet werden, bildet die Mittellinie der Turmſpitze (Helmſtange) unter dem Knopf oder der Kreuzblume den Punkt. (In Photographien oder Skizzen darzuſtellen.) Daneben kommen bei wichtigen Punkten noch beſondere Marken (Feſtlegungsbolzen, -ſchrauben) für Nebenpunkte, Inſtrumentſtände u. ſ. w. hinzu.

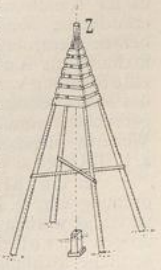


Fig. 2.

Zur gegenſeitigen Sichtbarmachung (Signaliſierung) der Punkte genügen bei der Kleintriangulierung glatt behauene oder abgehobelte Stangen von etwa 5—6 m Länge und 1 dm Dicke. Sie werden etwa meterweiſe mit mattem, nicht glänzendem, ſchwarzweißem Anſtrich und am

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oberen Teile mit Zieltafeln (Fahnen u. f. w.) verfehen. Im Boden werden fie über der Punktmarke durch angenagelte kräftige Streben befeftigt und forgfältig lotrecht gerichtet. Bei ftädtifchen Kleintriangulierungen finden zuweilen weiße Zieltafeln mit fchwarzen Zielftrichen Verwendung; auch eiferne Signale mit konifchen Kappen u. f. w. find hierfür geeignet. Für größere Entfernungen werden regelmäßige, vierfeitige Pyramiden nach Fig. 2 von etwa 5 bis 8 m Höhe erforderlich. Die Dimenfionen find abhängig von der Zielweite. Der Zielpunkt ift die Mittellinie des Zapfens Z; diefe foll in der Lotlinie über dem Vermarkungspunkte liegen. Ift das nicht der Fall, fo ift eine Zentrierung erforderlich (f. weiter unten). — Bei diefer Art der Signalifierung wird der Theodolit unmittelbar auf dem zugehörigen Stativ aufgeftellt; bei Haupttriangulierungen wird ftatt deffen in der Regel ein ftarker, etwa 1,25 bis 1,5 m hoher Holz- oder Steinpfeiler mit Inftrumentplatte errichtet. — Kann die Beobachtung nicht vom Boden aus erfolgen, fo ift ein erhöhter Beobachtungsftand erforderlich. Derartige Beobachtungspfeiler werden bis zu 25 m Höhe errichtet. Man unterfcheidet je nach der Konftruktion Hängepfeiler und Standpfeiler. Die wichtigfte Anforderung ift, daß der Pfeiler einen durchaus feften Inftrumentftand bietet. Dazu ift ein folches Signal aus zwei ineinander gefetzten, vollftändig getrennten Bauwerken aus ftarken Balken herzuftellen, dem eigentlichen Inftrumentpfeiler (Mittelpfeiler) und dem Stand mit den Treppen für Beobachter, Schreiber u. f. w. (Signalgerüft). Derartige Gerüfte koften bis zu 1500 ℳ. Weiteres hierüber f. [26]. Bei den Haupttriangulierungen werden faft ausfchließlich erhöhte Beobachtungsftände aus Stein oder Holz von einigen Metern bis zu 25 m Höhe verwendet. Befondere Einrichtungen der Beobachtungsftände find bei der Benutzung von Kirchtürmen erforderlich. Mitteilungen über den Signalbau und die Einrichtung der Beobachtungsftände (bei der preußifchen Landestriangulation durch befondere Vorfchriften geregelt) finden fich in [24]—[26] und [1], Bd. 3. Vgl. a. [27]. Die fpezielle Anordnung der Vermarkung und Signalifierung bei den verfchiedenen Landesvermeffungen ift gegeben in den betreffenden Veröffentlichungen, z. B. [10]—[15]. Ueber die Verwendung befonderer Signale, wie Signalkugeln, -lampen u. f. w. f. Heliotrop (Bd. 5, S. 35).

3. **Winkel- und Richtungsmeffung.** Die Beftimmung des von einem Dreieckspunkte ausgehenden Richtungsfyftems, z. B. für den Punkt A in Fig. 1, kann entweder gefchehen durch Richtungsmeffung (vgl. Bd. 7, S. 425) oder durch Winkelmeffung.

a) Satzweife Richtungsmeffung. 1. Vollftändige Sätze. Bei feft aufgeftelltem Theodolit, z. B. auf A, Fig. 1, werden die Zielpunkte 1, 2, ... 6 der Reihe nach eingeftellt, und dabei werden die Kreisablefungen gemacht. Die einmalige Meffung einer folchen Reihe 1, 2, 3 ... 6, (1) in rechtsläufiger Folge mit Prüfung der unveränderten Stellung des Inftrumentes durch die Schlußablefung (1) nennt man einen einfachen Richtungsfatz (Satz, Gyrus). Die zur Tilgung der Fehler der Inftrumentachfen und der Stativftellung erforderliche Wiederholung in rückläufigem Sinn 1, 6, 5 ... 2, (1) bildet den zweiten Halbfatz, und das Mittel aus beiden Halbfätzen (Hin- und Rückgang) den vollftändigen Satz. — Zur Erhöhung der Genauigkeit (Herabminderung der Kreisteilungs-, Ablefungs-, Einftellungsfehler u. f. w.) ift eine mehrfache Wiederholung diefer Satzbeobachtungen erforderlich, wobei die einzelnen Sätze derart anzuordnen find, daß alle Ablefungen für eine Richtung gleichmäßig über den Kreis verteilt werden. Dies gefchieht dadurch, daß bei zwei diametralen Zeigern (Nonien oder Mikroftkopen) der Kreis von Satz zu Satz derart verftellt wird, daß bei n Sätzen die Kreislagen um $180^0 : n$ voneinander abftehen. Die Anzahl der Sätze richtet fich nach der zu erzielenden Genauigkeit und der Leiftung des Inftruments. Um hierüber ein Urteil zu erlangen, muß der mittlere Fehler der Richtungsmeffung aus den Beobachtungen abgeleitet werden nach der Formel $m_r = \sqrt{[vv] : (\nu - 1)(n - 1)}$. Hierin bedeuten m_r den mittleren Fehler einer in einem vollftändigen Satz gemeffenen Richtung, $[vv]$ die Quadratfumme der aus den Abweichungen abgeleiteten zufälligen Fehler, ν die Anzahl der Richtungen, n die Anzahl der Sätze. Der mittlere Fehler des aus n Sätzen gebildeten arithmetifchen Mittels ift $M^r = m_r : \sqrt{n}$. — Vgl. [1], Bd. 1, Zahlenbeifpiel in [49]. Für Kleintriangulierungen werden die Sätze je nach dem Inftrument drei- bis fechsmal gemeffen, bei Haupttriangulierungen acht- bis zwölfmal und mehr. Der mittlere Richtungsfehler für eine Satzbeobachtung liegt etwa zwifchen den Grenzen $\pm 10''$ und $\pm 1''$. — Die fatzweife Richtungsmeffung mit fechs bis acht oder auch zehn Richtungen ift für Kleintriangulierungen im allgemeinen das günftigfte, den geringften Arbeitsaufwand erfordernde Meffungsverfahren, und daher zu erftreben. — Aus den Ablefungen in den beiden Fernrohrlagen werden die Mittel gebildet. Danach werden die Sätze auf die erfte Richtung als Anfangs- oder Nullrichtung bezogen durch Subtraktion der Mittel für die erfte Richtung von den nachfolgenden Mitteln, und aus diefen fo reduzierten Sätzen wird wieder das Mittel genommen. Zur Aufichreibung und Berechnung der Beobachtungen dienen befondere, gedruckte Formulare (Winkelbuch), welche bei den amtlichen Arbeiten vorgefchrieben find. Weiteres hierüber fowie über die Anordnung der Rechnung in den amtlichen Anweifungen z. B. [5], vgl. a. [1], [3] und [4].

2. Unvollftändige Sätze. Häufig treten jedoch Störungen diefer einfachen Anordnung ein, z. B. dadurch, daß Ziele unfichtbar werden oder nicht alle Ziele in einer Reihe vereinigt werden können. In diefen Fällen ift die Beobachtung fo anzuordnen, daß aus derartigen unvollftändigen Sätzen auf rechnerifchem Wege (durch Ausgleichung) eine einheitliche Richtungsreihe abgeleitet werden kann. Hierbei ift zu beachten, daß jede Richtung eine entfprechende Genauigkeit erhält, daß die einzelnen Richtungsfätze bei möglichft geringem Arbeitsaufwand einen möglichft innigen Zufammenhang haben, und daß der Einfluß der Kreisteilungsfehler durch zweckmäßige Anordnung der Kreislagen tunlichft vermindert wird. Ift auf einer Station eine große Anzahl von Richtungen zu beobachten, fo ift es empfehlenswert, die Richtungen fymmetrifch bei entfprechender Verteilung der Kreislagen zu gleichartigen Satz-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gruppen zuſammenzufaſſen, vgl. [28]. Die Ausgleichung unvollſtändiger Satzbeobachtungen (ſogenannte Stationsausgleichung) erfolgt nach der Methode der kleinſten Quadrate (ſ. d.), vgl. hierüber [1]—[5], oder einem bei der engliſchen Landesvermeſſung angewendeten Näherungsverfahren, welches in [1], Bd. 1, § 59, [3] und [5] dargeſtellt iſt. Das Näherungsverfahren beſteht im weſentlichen darin, daß die Abweichungen gegen das arithmetiſche Mittel der unvollſtändigen Sätze gebildet, ſatzweiſe die mittleren Abweichungen (Satzverſchiebung, Orientierung) berechnet und danach die einzelnen Sätze ſo verſchoben werden, bis dieſe Verſchiebungen nicht mehr größer ſind als die Beobachtungsfehler. — Ueber beſondere Verhältniſſe der Richtungsmeſſung und deren Ausgleichung, namentlich für Haupttriangulierungen (zuerſt von Struve und Beſſel behandelt), Einführung der ſogenannten Nullmarke u. ſ. w., ſ. [1], Bd. 1—3, ſowie die Publikationen unter [10]—[16], [22]—[24] und [29].

b) Winkelmeſſung. Anſtatt ein Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in eine einzige Beobachtungsreihe zuſammenzufaſſen oder in einige mehrzahlige Reihen zu zerlegen, kann man auch das kleinſte Richtungsſyſtem, d. h. den Winkel, beobachten. Die Zerlegung eines mehrzahligen Richtungsſyſtems in Winkel kann in verſchiedener Weiſe geſchehen. Werden die Richtungen eines Syſtems $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in die Winkel $r_1 \cdot r_2, r_1 \cdot r_3, \ldots r_1 \cdot r_n$ zerlegt, ſo hat man die ſogenannte Einzelbeobachtung der Richtungen. An Stelle einer beliebigen, aus der Reihe der Ziele ausgewählten Anfangsrichtung kann auch eine beſondere, dem Syſtem nicht angehörige Nullrichtung eingeführt werden, ſo daß die Winkel $r_0 \cdot r_1, r_0 \cdot r_2, \ldots r_0 \cdot r_n$ entſtehen. Dieſe Nullrichtung, welche die Beziehung der Richtungen r_1 bis r_n vermittelt, iſt ſo auszuwählen, daß ihre Einſtellung möglichſt günſtig iſt. Die einzelnen Winkel werden der erforderlichen Genauigkeit entſprechend mehrfach in verſchiedenen Kreislagen gemeſſen (Anordnung wie bei der Richtungsmeſſung) oder bei Anwendung eines Repetitionstheodolits repetiert. Vgl. hierzu [3] und [5]. Wird das Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in die aufeinander folgenden Winkel $r_1 \cdot r_2, r_2 \cdot r_3 \ldots r_n r_1$ zerlegt, ſo füllen die Winkel zuſammen den Horizont. Es tritt dann die Bedingung auf: Summe aller Winkel $= 360^0$, und man hat für die Berechnung des Richtungsſyſtems die Aufgabe einer Ausgleichung auf den Sollbetrag; es iſt dies die einfachſte Aufgabe der Stationsausgleichung. Die einzelnen Winkel ſind auch hierbei mit entſprechender Anordnung der Kreislagen zu wiederholen oder durch Repetitionsmeſſung zu beſtimmen. — Werden die Winkel ſo angeordnet, daß beliebige Kombinationen gebildet und überſchüſſige Beſtimmungen erhalten werden, ſo iſt das Richtungsſyſtem nach der Methode der kleinſten Quadrate abzuleiten. Wegen ſolcher Stationsausgleichungen ſ. [1]—[5] ſowie die in Bd. 6, S. 423 genannte Literatur. — Das günſtigſte Verfahren der Winkelmeſſung für Haupttriangulierung iſt das von Schreiber in [29] entwickelte (Schreiberſche Winkelmeſſung). Für das Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3 \ldots r_n$ werden durch Bildung der Kombinationen ohne Wiederholung für je zwei Richtungen die $\frac{1}{2} n (n-1)$ Winkel gebildet, z. B. für $n = 4$ die 6 Winkel $r_1 \cdot r_2, r_1 \cdot r_3, r_1 \cdot r_4, r_2 \cdot r_3, r_2 \cdot r_4, r_3 \cdot r_4$. Dieſe Winkel werden, wenn das Gewicht der ausgeglichenen Richtungen $= P$ (entſprechend P Richtungsſätzen) ſein ſoll, $p = 2P : n$ mal in beiden Fernrohrlagen in $180^0 : p$ voneinander abſtehenden Kreislagen gemeſſen, wobei für die einzelnen Winkel die Kreisſtellungen innerhalb des Intervalles $180^0 : p$ ſo zu beſtimmen ſind, daß die Richtungsableſungen ſymmetriſch über den Kreis verteilt werden. Dazu ſind um $180^0 : pn$, bezw. $180^0 : p\,(n-1)$ voneinander abſtehende Kreisſtellungen erforderlich, je nachdem n eine ungerade oder gerade Zahl iſt. Ein Schema für die Anordnung dieſer Kreisſtellungen ſ. in [29]. Durch dieſes Verfahren wird bei der Ausführung von reinen Winkelmeſſungen unter möglichſt großer Arbeitserſparnis bei Beobachtung und Rechnung erreicht: Das gegebene Beobachtungsgewicht für das Richtungsſyſtem, die Gleichwertigkeit aller Richtungen, die Tilgung der ſyſtematiſchen Kreisteilungsfehler und außerdem die größte Freiheit für die Ausführung der Beobachtung, für die Ausnutzung günſtiger Beleuchtung und für die Verteilung der Heliotropen. Dieſe Beobachtungsmethode iſt bei der preußiſchen Landestriangulation für die Beobachtungen I. Ordnung vorgeſchrieben. Weiteres ſ. [29], [1], Bd. 1, vgl. a. [49].

c) Die Inſtrumente. Für Kleintriangulierungen werden benutzt gute Nonientheodolite mit 25facher Fernrohrvergrößerung, 12—16 cm Kreisdurchmeſſer, Kreisteilung in $\frac{1}{3}^0$ alter Teilung und mit 20″ Nonienangabe (bei neuer Teilung entſprechende Anordnung), oder auch Theodolite gleicher Größe mit Skalenmikroſkop- oder Schraubenmikroſkopableſung. Der mittlere Fehler einer in einem Satze gemeſſenen Richtung iſt bei den erwähnten Nonien- und Skalenmikroſkoptheodoliten bei ſorgfältigem Verfahren erfahrungsgemäß etwa $\pm 5''$, bei Schraubenmikroſkopen etwa $\pm 2{,}5''$. — Die Anzahl der Sätze wird dementſprechend zu etwa 3 bis 6 genommen. Bei der Triangulierung III. und IV. Ordnung der preußiſchen Landesaufnahme werden Schraubenmikroſkoptheodolite von 15 cm Kreisdurchmeſſer angewendet, deren Mikroſkope Doppelſekunden zu ſchätzen geſtatten. — Für die Haupttriangulierungen dienen große Theodolite mit Schraubenmikroſkopen. Die in [10]—[15] erwähnten Veröffentlichungen der Landestriangulierungen geben eine genaue Beſchreibung der verwendeten Inſtrumente; eine Ueberſicht über die bei den Haupttriangulierungen der Erdmeſſungsſtaaten verwendeten Inſtrumente geben die Berichte von Ferrero [18] und [19]. Bei der preußiſchen Landestriangulierung z. B. werden für die Beobachtungen I. Ordnung Theodolite mit 27 cm Kreisdurchmeſſer angewendet; die Mikroſkope geſtatten, 0,1″ zu ſchätzen; der mittlere Richtungsfehler iſt etwa 0,25″; für die Beobachtungen II. Ordnung dienen Inſtrumente mit 21 cm Kreisdurchmeſſer, wobei der genannte Fehler nicht über $\pm 1''$ beträgt. Vgl. [10] und Theodolit.

d) Die Beobachtung. Bei der Ausführung der Richtungs- und Winkelmeſſung iſt neben ſorgſamer Aufſtellung und Behandlung des Inſtruments von großer Wichtigkeit die Ausnutzung günſtiger Beleuchtung und Durchſichtigkeit der Luft. Für Haupttriangulierungen ſind häufig nur die ſpäten Nachmittagsſtunden als Beobachtungszeit brauchbar, weil bei greller Beſonnung die Luft zittert. Auch bei Kleintriangulierungen muß in der Zeit des ſtärkſten Flimmerns

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Beobachtung unterbrochen werden. Ueber Verſuche, bei Haupttriangulierungen durch Nachtbeobachtungen die günſtigen atmoſphäriſchen Verhältniſſe der Nacht auszunutzen und dadurch an Beobachtungszeit zu gewinnen, iſt in [30] berichtet. Nach [20], Bd. 1, S. 187 und 188, ſind in Nordamerika bei den Haupttriangulationen für Sichten bis 51 km mit Erfolg Acetylenlampen verwendet, vor denen je ein Paar fünfzöllige Sammellinſen aufgeſtellt wurde. — Inſtrument und Stativ ſind während der Beobachtung durch ſtarke Sonnenſchirme (Beobachtungsſchirme) oder durch Anbringen von Zeltleinwand an den Signalgerüſten gegen einſeitige Beſonnung zu ſchützen. Einige weitere Regeln für die Technik des Verfahrens gibt [24].

e) Die Zentrierung. In vielen Fällen iſt wegen örtlicher Hinderniſſe, beſonders bei Beobachtungsgerüſten, Stationen auf Gebäuden u. ſ. w., weder die Aufſtellung des Inſtruments über dem eigentlichen Dreieckspunkte, dem Zentrum der Station, noch die Signaliſierung und Anzielung des Dreieckspunktes möglich. Häufig werden ſogar mehrere exzentriſche Standpunkte bezw. Zielpunkte erforderlich. Dieſe von Nebenſtandpunkten und nach Nebenzielpunkten gemeſſenen Richtungen oder Winkel ſind dann auf das Zentrum umzurechnen, zu zentrieren. — Fig. 3 erläutert das Prinzip dieſer Reduktion. Bezeichnet man das auf dem exzentriſchen Standpunkt S gemeſſene, auf die Zentrallinie nach dem Zentrum C als Anfangsrichtung reduzierte Richtungsſyſtem mit $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \ldots \varepsilon_n$ und das zentrierte Richtungsſyſtem mit $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_n$, ſo iſt für den Zielpunkt 1 nach der Figur $\alpha_1 = \varepsilon_1 + \delta_1$, worin $\sin \delta_1 = e \sin \varepsilon_1 \varrho : s$, oder, da δ_1 meiſtens ein ſehr kleiner Winkel iſt, $\delta_1 = e \sin \varepsilon_1 \varrho : s$. Die in dieſer Formel für die Ableitung von δ erforderlichen Größen e, ε und s nennt man die Zentrierungselemente, die Strecke e die Exzentrizität; dieſe iſt möglichſt ſcharf zu meſſen. Für Winkel ergeben ſich die Zentrierungen als Differenzen der entſprechenden Richtungszuſätze. — In ähnlicher Weiſe geſchieht die Zentrierung für Richtungen nach Nebenzielpunkten. Weiteres über die Anordnung der Meſſung und Rechnung in [1] und [3]—[5]. — Iſt die Exzentrizität e oder die zur Berechnung der ε erforderliche Richtung zum Zentrum C nicht direkt meßbar, ſo ſind Hilfskonſtruktionen erforderlich, welche beſonders bei Aufſtellung auf Türmen wie kleine örtliche Triangulierungen zu behandeln ſind; vgl. z. B. [1], Bd. 2, § 78, und [49]. Erwähnt ſei noch, daß in manchen Fällen die Berechnung von Koordinaten im Anſchluß an diejenigen des Stationszentrums zweckmäßig iſt. Bei kurzen Exzentrizitäten e ſind beſondere Vorkehrungen erforderlich. Bei Signalgerüſten kann z. B. nach Ablotung in zwei Inſtrumentaufſtellungen die ganze Meſſung auf der Inſtrument- bezw. Leuchtplatte vorgenommen werden; vgl. hierzu [24] ſowie auch [1], Bd. 2, § 78. — Nach Beilegung ſämtlicher Zentrierungszuſätze, zu deren Ableitung in den meiſten Fällen eine vorläufige Berechnung des ganzen Netzes erforderlich iſt, kann die endgültige Berechnung erfolgen.

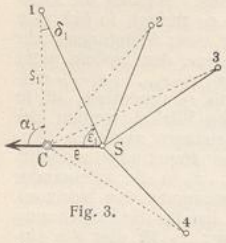


Fig. 3.

B. Die Berechnungsarbeiten.

Der geometriſche Zuſammenhang für das einfache Dreiecksnetz der Fig. 1 ſowie der Grundgedanke der Punktbeſtimmung durch Einſchneiden ſind eingangs angegeben worden. — Eine der hauptſächlichſten Aufgaben der Berechnung iſt die Ausgleichung der unvermeidlichen Meſſungsfehler. Die hierzu entwickelten Rechnungsverfahren gründen ſich auf der Methode der kleinſten Quadrate (ſ. Bd. 6, S. 415), wobei entſprechend der geometriſchen Beſtimmungsmethode hauptſächlich zu unterſcheiden iſt: Ausgleichung nach der Methode der bedingten Beobachtungen für Dreiecksſyſteme (Kette, Netz) und nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen für Punktbeſtimmung in Koordinaten aus Richtungsſchnitten. — Bei dem erſteren Verfahren ſind die aus dem Netzzuſammenhang ſich ergebenden Bedingungen aufzuſuchen und in Gleichungen auszudrücken, nachdem zuerſt die Anzahl dieſer Gleichungen = Anzahl der überſchüſſigen Beſtimmungen ermittelt iſt. Die Bedingungsgleichungen zerfallen in drei Arten: 1. Stationsgleichungen. Für den einfachen Fall der Fig. 1 muß die Winkelſumme der ſechs Winkel um A 360° ſein. Bei der Berechnung umfangreicher Netze werden die Stationsausgleichungen in der Regel für ſich vorgenommen. Wenn Richtungsmeſſungen in vollen Sätzen vorliegen, ſind die Stationsbedingungen von vornherein erfüllt. 2. Dreiecks- oder allgemein Polygongleichungen. Im Beiſpiel der Fig. 1 muß die Winkelſumme in jedem Dreieck 180° ſein. Allgemein iſt die Winkelſumme im Polygon $(n-2)$ 180°, wenn n die Anzahl der Winkel bedeutet. In großen Dreiecken und Polygonen iſt der ſphäriſche Exzeß (ſ. Bd. 3, S. 525) zu berückſichtigen. 3. Seitengleichungen. Wenn von irgendeiner Dreiecksſeite, z. B. 1—2 der Fig. 1, auf irgend einem Wege durch ſämtliche Dreiecke hindurch auf dieſelbe Dreiecksſeite zurückgerechnet wird, ſo muß dieſe Rechnung widerſpruchsfrei abſchließen. Durch Aufſtellung und Auflöſung der entſprechenden Verbeſſerungs- und Endgleichungen (ſ. Beobachtungen, bedingte, Bd. 6, S. 420) ergeben ſich die den beobachteten Werten beizulegenden Verbeſſerungen, wodurch ein widerſpruchsfreier Netzzuſammenhang gewonnen wird, auf Grund deſſen die Koordinatenberechnung vorgenommen werden kann. Den hierdurch angedeuteten Rechnungsgang nennt man eine Netzausgleichung, die aufzuſtellenden Bedingungen die Netzbedingungen.

Entſprechend geſtaltet ſich der Rechnungsgang, wenn ein Dreiecksnetz in ein übergeordnetes Syſtem eingeſchaltet werden ſoll (Netzeinſchaltung), z. B. in das Dreieck A—1—6 der Fig. 1 das durch geſtrichelte Linien angedeutete Dreiecksnetz der Punkte 7 bis 11. Hierbei tritt zu den Bedingungen, welche in der Figur an ſich zu erfüllen ſind, noch die hinzu, daß das grundlegende Dreieck unverändert bleiben muß. Nach Durchführung dieſer Ausgleichung können ſodann aus den im übergeordneten Netz bereits feſtgeſtellten Koordinaten und Richtungswinkeln die Koordinaten der Neupunkte 7 bis 11 berechnet werden, wobei z. B. die Punkte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu Polygonzügen (f. Bd. 7, S. 183) zuſammengefaßt werden können und die genaue Uebereinſtimmung der auf verſchiedenen Wegen gewonnenen Werte eine Probe ergibt.

Für Kleintriangulierungen kann zuweilen ein vereinfachtes Ausgleichungsverfahren gewählt werden. Sind z. B. in Fig. 1 die Punkte 1 und 6 gegeben und die drei Punkte 8, 10, 11, deren Verbindungslinien Dreiecke im Zuſammenhang einer Kette bilden, zu beſtimmen, ſo hat man nach [3] und [5] den Fall des ſogenannten Einkettens. Sind aber z. B. die drei Punkte 1, 8, 6 und die ſie verbindenden Linien als gegeben zu betrachten und die Neupunkte 10 und 11 zu beſtimmen, ſo hat man nach [3] und [5] den Fall des ſogenannten Einſchaltens. Für dieſe Art der bei Kleintriangulierung vorkommenden Punktbeſtimmungen kann dann ein vereinfachter Rechnungsgang zur Erfüllung der Bedingungen angewendet werden; vgl. [1] und [3]—[5].

Bei Haupttriangulierungen iſt die Ausgleichung ſtreng nach der Methode der kleinſten Quadrate unter Berückſichtigung der Beobachtungsgewichte durchzuführen. Der Rechnungsgang iſt im übrigen der gleiche. Zum Beiſpiel ſind für die in Fig. 4 durch ſtarke Linien dargeſtellte rheiniſch-heſſiſche Kette nach Einführung der ihr angehörigen Baſis die Bedingungsgleichungen aufzuſtellen, die ſich aus der Figur ergeben. Hinzu treten die Bedingungsgleichungen aus dem Anſchluß an die ältere hannoverſche Kette, deren Seiten durch dicke Linien dargeſtellt ſind. In ähnlicher Weiſe iſt zu verfahren für das von der Kette umſpannte, in dünnen Linien gezeichnete niederrheiniſche Dreiecksnetz, wobei zu den Bedingungen des Netzes an ſich diejenigen des Randanſchluſſes hinzutreten. Derartige, durch gegebene Syſteme umſchloſſene Netze werden jedoch zweckmäßiger nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen behandelt (vgl. weiter unten).

Bei der Punktbeſtimmung durch Einſchneiden, d. h. durch mehrfache Anwendung des einfachen und vereinten Vorwärts- und Rückwärtseinſchneidens, handelt es ſich darum, den wahrſcheinlichſten Ort des geſuchten Punktes in Koordinaten auszudrücken.

Vorwärtseinſchneiden. Soll z. B. im Gebiet des Vierecks $A-2-3-4$ der Fig. 1 der Neupunkt 12 durch Vorwärtseinſchneiden mit den eingezeichneten Richtungen beſtimmt werden, ſo ſind zunächſt die auf den vier Punkten gemeſſenen Richtungen r nach den aus den Koordinaten berechneten Richtungswinkeln R zu orientieren. Dies geſchieht durch Zulegen des mittleren Richtungsunterſchiedes $[R-r]:m$ zu den Richtungen r. Die eckige Klammer iſt das Summenzeichen, m iſt die Anzahl der orientierenden Richtungen. Wenn z. B. auf Punkt 2 die Richtungen r_3, r_{12} und r_A gemeſſen und die Richtungswinkel R_3 und R_A aus den Koordinaten berechnet ſind, ſo iſt die Zulage $(R_3 - r_3 + R_A - r_A):2$. Zur Ausführung der Rechnung dient ein nach [3] und [5] als Abriß bezeichnetes Schema (vgl. a. Bd. 1, S. 27). Die ſo gewonnenen, im Koordinatenſyſtem orientierten, von gegebenen Punkten ausgehenden Richtungen werden als äußere Richtungen bezeichnet. Aus dem Schnitt zweier Richtungslinien, z. B. von A und 2 aus, ſind nun durch einfaches Vorwärtseinſchneiden (ſ. d.) die genäherten Koordinaten des Neupunktes 12 zu beſtimmen. Danach iſt der wahrſcheinlichſte Punktort entweder durch graphiſche Ausgleichung mit Hilfe einer fehlerzeigenden Figur (ſ. Bd. 4, S. 609) oder durch Ausgleichung nach den Regeln für vermittelnde Beobachtungen nach der Methode der kleinſten Quadrate abzuleiten. Hierbei wird für jede äußere Richtung eine ſogenannte Fehlergleichung aufgeſtellt, welche die Beziehung zwiſchen Richtungs- und Koordinatenänderung ausdrückt. Auf Grund dieſer Fehlergleichungen wird nach Aufſtellung und Auflöſung der ſogenannnten Endgleichungen der geſuchte Punktort ſo beſtimmt, daß die Quadratſumme der nach der Ausgleichung übrigbleibenden Richtungsfehler ein Minimum wird. Dieſer hier kurz angedeutete Rechnungsgang iſt der in der Kleintriangulierung übliche.

Rückwärtseinſchneiden. Es ſoll in Fig. 1 im Gebiet des Rahmens $A-12-3-4-5$ der Neupunkt 13 mit den auf ihm beobachteten ſogenannten inneren Richtungen beſtimmt werden. In die Rechnung eingeführt werden die Koordinaten der fünf gegebenen Punkte und das beobachtete Richtungsſyſtem. Zunächſt werden aus dem Schnitt dreier Richtungen, z. B. r_A, r_4, r_5, durch einfaches Rückwärtseinſchneiden (ſ. d.) genäherte Koordinaten des Neupunktes berechnet. Sodann wird der wahrſcheinlichſte Punktort entweder durch graphiſche Ausgleichung oder beſſer durch Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen gewonnen; im letzten Falle iſt wieder für jede beobachtete Richtung die Fehlergleichung aufzuſtellen und dann weiter zu rechnen, wie oben angedeutet.

Vereintes, vollſtändiges Einſchneiden. Liegen für die Beſtimmung eines Neupunktes ſowohl äußere als innere (zweiſeitige, doppelte) Richtungen vor, ſo hat man vereintes Einſchneiden. Sämtliche Richtungen werden, nachdem die äußeren Richtungen orientiert ſind, zuſammen in die Ausgleichung eingeführt, welche wieder entweder auf graphiſchem Wege oder nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen erfolgen kann. Fig. 1 zeigt in dem Rahmen $A-13-5-6$ die Beſtimmung des Neupunktes 14 durch vereintes Einſchneiden. Sind nicht, wie bisher für dieſe Punktbeſtimmung durch Einſchneiden angenommen, Richtungen beobachtet, ſondern einzelne Winkel, ſo erleidet der Rechnungsgang eine entſprechende Abänderung, [1] und [3]—[5].

Dieſe hier erläuterte Einzelpunktbeſtimmung durch Einſchneiden, wobei, wie angedeutet, vorher beſtimmte Punkte (z. B. 12 und 13) als gegeben in die nachfolgende Rechnung eingeführt werden und der Gewichtsunterſchied zwiſchen äußeren und inneren Richtungen vernachläſſigt wird, iſt die für Kleintriangulierungen übliche. Statt deſſen können aber auch mehrere Punkte oder ſämtliche Punkte eines Netzes gleichzeitig durch einheitliche Ausgleichung unter ſtrenger Berückſichtigung der Richtungsgewichte beſtimmt werden, z. B. in Fig. 5 auf Grund des in ſtarken Linien gezeichneten Rahmens die vier Punkte H, A, G, L oder in Fig. 4 die ſämtlichen Punkte des von der Kette umſchloſſenen niederrheiniſchen Netzes. Dieſes letztere Verfahren wird bei Haupttriangulierungen angewendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Theorie und Praxis der Triangulierungsausgleichung ist behandelt in der bei Methode der kleinsten Quadrate, Bd. 6, S. 415, genannten Literatur sowie besonders in [1]—[5]. Für die amtlichen Kleintriangulierungen gelten die für die Anordnung der Ausgleichungsrechnung erlassenen besonderen Vorschriften und Formulare, vgl. z. B. [5]. Bei den Haupttriangulierungen ist das angewendete Ausgleichungsverfahren (Ansatz der Bedingungsgleichungen, Gewichte u. s. w.) in den Veröffentlichungen [10]—[15] speziell dargestellt.

Während bei der Kleintriangulierung die einfachen Formeln der ebenen Dreiecks- und Koordinatenberechnung Anwendung finden, tritt bei den über große Gebiete ausgedehnten Landes- und Gradmessungstriangulierungen, welche für die Kleintriangulierungen die Unterlage liefern und den wissenschaftlichen Untersuchungen der Erdmessung dienen sollen, an Stelle der ebenen Berechnungsfläche das Erdellipsoid (Bd. 3, S. 483). Es tritt daher an Stelle des ebenen Dreiecks das sphärische, das sphäroidische oder allgemein das geodätische Dreieck (s. d., Bd. 4, S. 379); an Stelle der einfachen, ebenen, rechtwinkligen Koordinaten treten die sphäroidischen und geographischen Koordinaten. — Um eine Triangulierung auf dem Erdellipsoid zu orientieren, müssen mindestens für einen Punkt (z. B. *A*, Fig. 1) auf astronomischem Wege der absolute Ort in geographischen Koordinaten λ, φ (s. Geographische Ortsbestimmung, Bd. 4, S. 386, und Polhöhenbestimmung, Bd. 7, S. 169) und für eine Linie (z. B. *A*—3) das astronomische Azimut (s. Azimutbestimmung, Bd. 1, S. 425) gemessen werden. Alsdann können nach Auflösung der sphäroidischen Dreiecke aus den Dreiecksseiten und Azimuten, von Punkt zu Punkt fortschreitend, die geographischen Koordinaten auf dem Ellipsoid berechnet werden. Das Wesentlichste über diese Aufgabe, die man als geodätische Hauptaufgabe bezeichnet, sowie die grundlegende Literatur s. Bd. 4, S. 383. Der Uebergang von diesen geographischen Koordinaten λ, φ zu den ebenen rechtwinkligen Koordinaten der Kleinmessung wird vermittelt durch die sphärischen bezw. sphäroidischen Koordinaten, welche in Bd. 5, S. 620, behandelt sind. Im übrigen muß wegen der Theorie der sphäroidischen Rechnungen auf der Erdoberfläche verwiesen werden auf [1], Bd. 3, [2] und [7]—[9]. Außerdem geben die Veröffentlichungen der unten genannten Landes- und Gradmessungstriangulierungen [10]—[16] in der Regel die Theorie des angewendeten Rechnungsverfahrens an.

C. Anlage der Triangulierung.

Die Anordnung einer Landestriangulierung wird bedingt durch Form und Ausdehnung des Landes.

Bei der preußischen Landestriangulierung wird das Staatsgebiet durch ein weitmaschiges System von Dreiecksketten überspannt, wie die in Fig. 4 in starken Linien dargestellte rheinisch-hessische Kette; andre Ketten sind z. B. die hannoversche Kette, die hannoversch-sächsische Kette, die Elbkette, die schlesisch-posensche Kette u. s. w. Acht über das Staatsgebiet passend verteilte Grundlinien (s. Basis, Bd. 1, S. 558) liefern das Längenmaß für diese Ketten. Wegen des allmählichen Fortschrittes der Arbeit sind diese Ketten nacheinander zur Ausgleichung gelangt. Die von den Ketten umrahmten Gebiete sind durch sogenannte Füllnetze ausgefüllt, wie das niederrheinische Netz in Fig. 4; andre Füllnetze sind z. B. das schlesische, das märkische, das Wesernetz u. s. w. In die Hauptsysteme der Ketten und Netze, welche für sich geschlossen ausgeglichen werden, werden Gruppen untergeordneter Punkte und Einzelpunkte der Haupttriangulierung stufenweise eingeschaltet. Auf der Haupttriangulierung wird die Kleintriangulierung gegründet, so daß auf 10 qkm etwa zwei trigonometrische Punkte kommen. Die Berechnungsfläche ist das Besselsche Erdellipsoid (Bd. 3, S. 483, vgl. a. [10], Teil I—V), auf dem die Triangulierung durch trigonometrische Uebertragung der absoluten Position der Berliner Sternwarte und eine besondere Azimutmessung orientiert ist. Auf Grund dieser absoluten Positionen werden für sämtliche Punkte I.—IV. Ordnung geographische Koordinaten auf dem Ellipsoid berechnet, wozu die Rechnungsvorschriften amtlich festgestellt sind [43]. Während die Hauptketten und einzelne Netze nach der Methode der bedingten Beobachtungen ausgeglichen sind, werden die untergeordneten Systeme von den Füllnetzen ab, die Punktgruppen und Einzelpunkte nach Koordinaten ausgeglichen. Hierzu dient ein der preußischen Landesaufnahme eigentümliches Rechnungsverfahren. Es werden für diesen Zweck durch eine konforme Doppelprojektion die Messungen von dem Sphäroid auf eine Rechnungskugel und von dieser auf die Ebene und wieder zurück übertragen; vgl. hierüber [44]—[46] sowie Bd. 5, S. 622. Wegen der Landestriangulierungen der andern Staaten s. [10]—[15]. Eine zusammenfassende kritische Darstellung bis 1882 gibt [16], eine gute Uebersicht [1], Bd. 1, Kap. 4. Ueber den Stand der Landestriangulierungen in den zur internationalen Erdmessung (Bd. 3, S. 483) gehörenden Staaten wird fortlaufend berichtet in den Protokollen und Verhandlungen der internationalen Erdmessung. Ausführliche Berichte geben Ferrero in [18] und [19] sowie Helmert und Krüger in [20]. Eine Zusammenstellung der gesamten internationalen Literatur bis 1889 s. in [21]. Eine kurze Uebersicht über die besonderen, für Gradmessungszwecke (Breiten- und

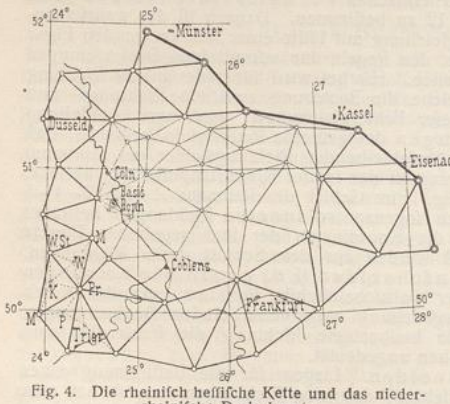


Fig. 4. Die rheinisch hessische Kette und das niederrheinische Dreiecksnetz.

Längengradmeſſungen) ausgeführten Triangulierungen gibt [47], das Weſentlichſte auch [1], Bd. 1 und 3. Einige der wichtigſten älteren Gradmeſſungstriangulierungen in Deutſchland neben den in [10]—[15] genannten ſind die hannoverſche Gradmeſſung von Gauß, vgl. hierzu [25] mit Literaturangaben, die oſtpreußiſche Gradmeſſung von Beſſel und Baeyer [22], das rheiniſche Dreiecksnetz des Preußiſchen Geodätiſchen Inſtituts [23]. Ueber die Bedeutung der Triangulierungen für die Beſtimmung und Unterſuchung der Erdfigur ſ. Erde, Bd. 3, S. 480. Wegen einer kolonialen Grenzvermeſſungstriangulierung ſ. [31].

Die als Unterlage für die Spezialvermeſſungen erforderlichen Kleintriangulierungen ſind eine Fortführung der Landestriangulierung, wobei nur entſprechend ihrem Zweck beſondere Rückſicht auf den ſicheren Anſchluß der Kleinmeſſungen zu nehmen iſt; z. B. iſt beſonders wichtig, daß benachbarte Punkte, welche durch Polygonzüge und Meſſungslinien verbunden werden, im Zuſammenhang beſtimmt werden. Die Einführung zweckmäßig angeordneter Berechnungsflächen ſ. Bd. 5, S. 620. Wegen der die Regel bildenden Einzelpunktausgleichung nach Koordinaten iſt eine zweckmäßige Punktfolge hierbei von großer Wichtigkeit; im allgemeinen ſoll der jeweils zu beſtimmende Neupunkt etwa im Schwerpunkt des ihm unmittelbar übergeordneten feſtſtehenden Rahmens liegen und durch Richtungen nach 3—6 gegebenen Punkten mit etwa 4—12 beſtimmenden (äußeren oder inneren) Richtungen (am beſten Doppelrichtungen) berechnet werden. In [49] iſt ein Schema für die Anordnung des Rechnungsganges mitgeteilt, welches gleichzeitig den Plan für die Richtungsmeſſung, die Punktfolge und die Ausgleichung gibt. Ein Beiſpiel für die Anordnung einer Kleintriangulierung zeigt Fig. 6. Sie zeigt eine für die Zwecke der Spezialvermeſſungen entworfene Triangulierung, welche durch Vermittlung des in Fig. 5 dargeſtellten Netzes ſich auf den in Fig. 4 unten links durch Buchſtaben bezeichneten Teilen der Kette und deren Zwiſchenpunkten gründet. Weiteres über die Anordnung der Kleintriangulierungen ſ. [1] und [3]—[5]. Für die amtlichen Triangulierungen der Kataſtervermeſſungen gelten die betreffenden Vorſchriften in den bei Kataſter (Bd. 5, S. 404) genannten Anweiſungen. Eine Ueberſicht über die Anordnung der amtlichen Kleintriangulierungen gibt [16], Bd. 2. Ueber die Triangulierung des deutſchen Kiautſchougebiets ſ. [32]. Für ſtädtiſche Triangulierungen ſei verwieſen auf [1], Bd. 2, [33]—[39], ſowie die zahlreichen Artikel in den Fachzeitſchriften, worüber die jährlichen Literaturberichte der Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen [6] eine Ueberſicht geben. Beiſpiele beſonderer Triangulierungen für den Bau des Gotthardtunnels und des Simplontunnels finden ſich in [40] und [41]. Wegen der trigonometriſchen Grundlagen für Eiſenbahnvorarbeiten ſ. [1], Bd. 2. Ueber die bei der preußiſchen Landesaufnahme eingeführte Beſtimmung der ſogenannten Leit- und Folgepunkte ſ. [42] und [1], Bd. 1, Kap. 3. — Ueber graphiſche Triangulierung bei der Meßtiſchaufnahme ſ. Bd. 6, S. 394.

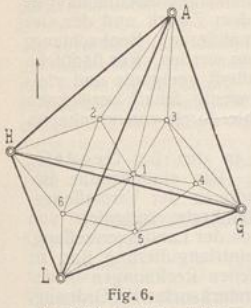


Fig. 6.

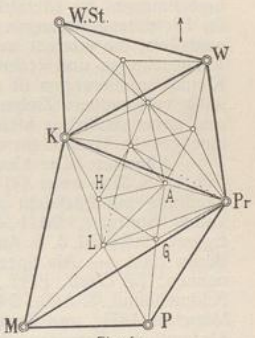


Fig. 5.

D. Ergebniſſe und Genauigkeit der Triangulierungen.

Die Ergebniſſe der Landestriangulierungen ſind die Richtungswinkel auf den Stationen und die Entfernungen nach den benachbarten Punkten, welche aus Beobachtung und Ausgleichung hervorgegangen ſind, d. h. Polarkoordinaten, und die geodätiſch abgeleiteten geographiſchen Koordinaten, Länge λ, Breite φ. Bei der preußiſchen Landestriangulation kommen die konformen Rechnungskoordinaten hinzu, welche jedoch nicht für den öffentlichen Gebrauch ohne weiteres geeignet ſind.

Die Ergebniſſe der Landestriangulierungen ſind veröffentlicht in den unter [10]—[15] und [18]—[23] genannten Werken. Für die Zwecke der amtlichen Spezialvermeſſungen werden aus den geographiſchen Koordinaten, welche für die topographiſchen Arbeiten direkte Verwendung finden, rechtwinklige Koordinaten abgeleitet (ſ. Bd. 5, S. 620), ſo daß die Ergebniſſe der Kleintriangulierungen ſind: rechtwinklige Koordinaten, beobachtete und ausgeglichene Richtungswinkel in dem betreffenden Koordinatenſyſtem und die Entfernungen zu den benachbarten Punkten. Die Ergebniſſe der Triangulierungen für die Spezialvermeſſungen werden bisher nur teilweiſe veröffentlicht, ſind aber ſtets von den betreffenden Behörden zu erfahren.

Die Genauigkeit der Triangulierungen iſt nach älteren Beſtimmungen bei Haupttriangulierungen als genügend zu betrachten, wenn die wahrſcheinlichen Fehler der Seiten nicht über 0,00001 der Länge hinausgehen, während für die Kleintriangulierung die Genauigkeit von 0,00004 der Länge genügt. Zurzeit läßt ſich der Fehler der Baſismeſſung etwa innerhalb 0,000001 der Länge halten und der Fehler einer auf der Station ausgeglichenen Richtung bei Anwendung der erwähnten großen Inſtrumente mit Schraubenmikroſkopableſung unter 0,5″ a. T. Bei der preußiſchen Landestriangulierung iſt der Fehler neuerdings nicht größer als 0,25″. Als Ausdruck für die Genauigkeit einer Triangulierung dient der mittlere (bezw. wahrſcheinliche) Fehler einer Richtung oder eines Winkels, wobei zu unterſcheiden iſt zwiſchen dem aus der Stationsausgleichung berechneten reinen Meſſungsfehler, dem aus den Dreiecks- bezw. Polygonwiderſprüchen abgeleiteten ſowie dem aus der Netzausgleichung mit etwaigem Anſchlußzwang ſich ergebenden Fehler. Als Vergleichswert für die Genauigkeit der internationalen Triangulierungen iſt ſeitens der internationalen Erdmeſſung [48] der aus den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dreiecksschlußwidersprüchen w sich ergebende Wert m nach der sogenannten internationalen Formel $m = \sqrt{[w^2] : 3n}$ eingeführt, worin die eckige Klammer das Summenzeichen und n die Anzahl der Dreiecke bedeuten. In [18], 19] ist für die wesentlichsten Triangulierungen der Erdmessungsstaaten die Genauigkeit angegeben. Für die besten Triangulierungen ist m rund 0,5″. Die aus den Netzausgleichungen sich berechnenden Fehler sind im allgemeinen größer, rund 1,5 mal so groß. In den unter [10]—[15], [22] und [23] genannten Veröffentlichungen sind weitere spezielle Fehlerunterſuchungen enthalten, auf welche hier nur verwiesen werden kann. Eine Uebersicht gibt [1], Bd. 1, S. 526. Der Fehler der Punktabstände auf der Berechnungsfläche ist bei guten Haupttriangulierungen für 30—60 km Abstand nicht über 1 dm, sehr häufig erheblich geringer. Der exakte Ausdruck für den Punktortfehler ist die Fehlerellipse (s. Bd. 3, S. 666). — Für Kleintriangulierungen ist der Fehler der Punktabstände unter der Voraussetzung der erwähnten Genauigkeit für das übergeordnete Netz bei Abständen bis zu 1 km, 0,75 oder 0,5 km auf rund einige Zentimeter bis höchstens 1 dm zu schätzen. Die Innehaltung dieser Genauigkeit wird im allgemeinen gesichert durch Fehlergrenzen für die Abweichung zwischen den endgültig ausgeglichenen und den beobachteten Richtungen. Bei den preußischen Katastervermessungen gilt z. B. für Triangulierung III. Ordnung als Fehlergrenze 15″, für IV. Ordnung 25″, V. Ordnung 35″. Zu diesen Abweichungen tragen etwa je zu einem Drittel bei die Fehler der gegebenen Punkte, die Fehler der Richtungs- bezw. Winkelmessung und die Fehler der Zentrierung der Instrumente und Signale. Wegen der Ausführung dieser Fehlerberechnungen für Kleintriangulierungen s. [49], [50]; Ergebnisse von Genauigkeitsbestimmungen für Kleintriangulierungen sind weiter mitgeteilt in [33]—[39]. Nach dem Zweck und der Genauigkeit, die erreicht werden soll, müssen die Punktbestimmung, Signalisierung, Beobachtung, Ausgleichungs- und Rechnungsverfahren und die Rechnenschärfe bemessen werden. Für städtische Kleintriangulierungen ist z. B. zu beachten, daß Kirchtürme, welche äußerst geeignete und vielseitig verwendbare Zielpunkte abgeben, die Punktorte zum Teil nur wenig scharf bezeichnen und unvermeidlichen kleinen Lageänderungen ausgesetzt sind, so daß hierdurch von vornherein eine gewisse Grenze für die Genauigkeit der Punktorte gegeben ist.

Literatur: Die Grundzüge der Triangulierung sind behandelt in den bei Geodäsie (Bd. 4, S. 378) unter [4]—[10] genannten Lehrbüchern der Geodäsie. Die eingehendste Behandlung mit Rücksicht auf Theorie und Praxis gibt [1] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart, Bd. 1, 5. Aufl., Reinhertz, 1904; Bd. 2, 7. Aufl., Reinhertz, fortgesetzt von Eggert, 1908; Bd. 3, 5. Aufl., Reinhertz, 1907. — [2] Hegemann, Lehrbuch der Landesvermessung, Berlin 1906. — Als Spezialschriften für das Rechnungswesen der Kleintriangulierung sind zu nennen: [3] Gauß, F. G., Die trigonometrischen und polygonometrischen Rechnungen in der Feldmeßkunst, 3. Aufl., 2 Bände, Halle 1906; ferner auch [4] Franke, Dreiecksnetze IV. Ordnung, München 1871, und Franke, Grundlinien der trigonometrischen Vermessung, Leipzig 1879. — Als amtliche Anweisung für das Rechnungswesen der Kleintriangulierung sei verwiesen auf [5], IX. Anweisung für die trigonometrischen und polygonometrischen Arbeiten bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters, 3. Aufl., Berlin 1903 (vgl. auch die Literatur zu Kataster, Bd. 5, S. 409). — Ueber die zahlreichen einschlägigen Aufsätze in den Fachzeitschriften geben eine Uebersicht die [6] jährlichen Literaturberichte der Zeitschr. f. Vermessungswesen, Stuttgart. — Die Theorie der sphärischen und sphäroidischen Triangulierung auf der gekrümmten Erdoberfläche ist behandelt in [7] Helmert, Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, Bd. 1: Die mathematischen Theorien, Leipzig 1880, sowie in [1] Jordan, Bd. 3. — Eine empfehlenswerte übersichtliche Darstellung geben auch [8] Zachariae, Die geodätischen Hauptpunkte, deutsch von Lamp, Berlin 1878. — [9] Clarke, Geodesy, Oxford 1880. — Einige der wichtigsten Veröffentlichungen über die Landestriangulierungen in Deutschland sind [10] Kgl. Preußische Landestriangulation, Hauptdreiecke, Teil I—XI, Berlin 1870—1901; ferner das die Ergebnisse darstellende, in 24 einzelnen Bänden nach Verwaltungsgrenzen erscheinende Werk [11] Kgl. Preußische Landestriangulation, Polarkoordinaten, geographische Positionen und Höhen (Titel der älteren Bände), Abrisse, Koordinaten und Höhen (Titel der neuen Bände), Teil 1—20, Berlin 1874—1908; fortlaufende Berichte über das Erscheinen der Werke in [6]. — [12] Die bayerische Landesvermessung in ihrer wissenschaftlichen Grundlage, München 1873, und Die bayerische Landesvermessung in ihrer geschichtlichen Entwicklung, München 1908. — [13] Kohler, Die Landesvermessung des Königreichs Württemberg in wissenschaftlicher, technischer und geschichtlicher Beziehung, Stuttgart 1858. — [14] Astronomisch-geodätische Arbeiten für die europäische Gradmessung im Königreich Sachsen, 1. Abteil.: Die Großenhainer Grundlinie, Berlin 1882; 2. Abteil.: Das trigonometrische Netz, Berlin 1890. — [15] Großh. Mecklenburgische Landesvermessung, 4 Teile, Schwerin 1882; 5. Teil, 1895. — Weiteres über die deutschen Landesvermessungstriangulierungen gibt bis 1882 [16] Jordan-Steppes, Das deutsche Vermessungswesen, 2 Bde., Stuttgart 1882. — Ueber diese sowie die internationalen Arbeiten geben Auskunft [17] die Veröffentlichungen der internationalen Erdmessung bezw. der europäischen Gradmessung, Verhandlungen, Protokolle u. s. w., sowie auch [18] Internationale Erdmessung, Verhandl. zu Brüssel 1892; Ferrero, Rapport sur les triangulations (besonderer Band). — [19] Ebend., Berlin 1895, Bd. 2, A. 3. — [20] Ebend., Kopenhagen 1903, Bd. 2, B. 13. — [21] Internationale Erdmessung, geodätische Literatur, zusammengestellt von Börsch, Berlin 1889. — [22] Bessel u. Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen, Berlin 1838. — [23] Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts, Das rheinische Dreiecksnetz, Heft 1, Berlin 1876; Heft 2, 1878; Heft 3, 1882. — [24] Kgl. Preußische Landestriangulation, Triangulation II. Ordnung der Umgegend von Berlin, Berlin 1867. — [25] Gaede, Beiträge zur Kenntnis von Gauß' praktisch-geodätischen Arbeiten, Zeitschr. f. Verm. 1885, S. 113. — [26] Erfurth, Technischer Betrieb der Feldarbeiten der Triangulation I. Ordnung, Zeitschr. f. Verm. 1887, S. 377. — [27] Paschen, Astronom. Nachr., Nr. 1492/93. — [28] Vogler, Stationsbeobachtungen in sym-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

metriſcher Anordnung, Zeitſchr. f. Verm. 1885, S. 49. — [29] Schreiber, Anordnung der Horizontalwinkelbeobachtungen auf der Station, Zeitſchr. f. Verm. 1878, S. 209; Derſ., Richtungsbeobachtungen und Winkelbeobachtungen, ebend. 1879, S. 97. — [30] Werner, Winkelmeſſung bei Tag und Nacht, Zeitſchr. f. Inſtrumentenk. 1883, S. 225. — [31] Bericht über die Grenzvermeſſung zwiſchen Deutſch-Südweſtafrika und Britiſch Bechuanaland, Berlin 1906. — [32] Die Vermeſſung des deutſchen Kiautſchougebiets, Berlin 1901. — Für ſtädtiſche Triangulierungen ſei verwieſen auf [33] Jordan, Triangulierung des Stadtbezirks Hannover, Zeitſchr. f. Verm. 1892, S. 1. — [34] Harkſen, Haupttriangulation für den Stadtkreis Remſcheid, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 153. — [35] Händel, Vermeſſung der Stadt Leipzig, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 100; vgl. a. die bei Stadtvermeſſung genannte Literatur. — [36] Gerke, Triangulation und Polygoniſierung der Stadt M.-Gladbach, Hannover 1885. — [37] Stück, Das hamburgiſche Vermeſſungsweſen, 3. Teil, Hamburg 1886. — [38] Vermeſſung der Freien Hanſeſtadt Bremen; Geißler, Triangulation II. Ordnung, Bremen 1890; III. Ordnung, 1891; IV. Ordnung, 1894. — [39] Das Vermeſſungsweſen der Kgl. Haupt- und Reſidenzſtadt Dresden, Triangulation I., II., III. Ordnung, Dresden 1896. — [40] Koppe, Beſtimmung der Achſe des Gotthardtunnels, Zeitſchr. f. Verm. 1875, S. 369; 1876, S. 86, 129 u. f. f. — [41] Roſenmund, Spezialberichte der Direktion der Jura-Simplonbahn an das ſchweizeriſche Eiſenbahndepartement über den Bau des Simplontunnels, Bern 1901. — [42] Jordan, Beſtimmung eines Folgepunktes bei der trigonom. Abteilung der Landesaufnahme, Zeitſchr. f. Verm. 1889, S. 1. — [43] Rechnungsvorſchriften für die trigonometriſche Abteilung der Landesaufnahme, Formeln, Tafeln u. ſ. w., I., II., III. Ordnung, Berlin 1878. — [44] Schreiber, Die konforme Doppelprojektion der trigonometriſchen Abteilung der preußiſchen Landesaufnahme, Berlin 1897. — [45] Schreiber, Theorie der Projektionsmethode der hannoverſchen Landesvermeſſung, Hannover 1866. — [46] v. Schmidt, Projektionsmethode der trigonom. Abteilung der Kgl. Preuß. Landesaufnahme, Zeitſchr. f. Verm. 1894, S. 385. — [47] Sadebeck, Der Entwicklungsgang der Gradmeſſungsarbeiten, Berlin 1876. — [48] Internationale Erdmeſſung, Verhandlungen in Nizza 1887, Berlin 1888, S. 54. — [49] Reinhertz, Die Verbindungstriangulation zwiſchen dem rheiniſchen Dreiecksnetz der europäiſchen Gradmeſſung und der Triangulation des Dortmunder Kohlenreviers der preußiſchen Landesaufnahme, Stuttgart 1889. — [50] Derſ., Einige Bemerkungen über Kleintriangulierung, Zeitſchr. f. Verm. 1892, S. 452.

(† Reinhertz) Hillmer.

Triasformation (Trias), ſ. Buntſandſtein-, Muſchelkalk-, Keuperformation.

Tribüne, 1. Rednerbühne, erhöhter Standplatz für Anſprachen bei Volksverſammlungen. 2. Schaugerüſt, meiſt vorübergehend, aus Holz errichtet, offen oder mit Schutzdach verſehen, zur Aufnahme einer großen Zahl von Zuſchauern bei Wettrennen, Volksfeſten, militäriſchen Schauſtellungen u. dergl. 3. Empore oder Galerie in großen Sälen (ſ. d.). 4. Balkon oder Altan am Aeußeren von öffentlichen Gebäuden.

Weinbrenner.

Trichromie, die Erzeugung eines Abbildes in naturwahren Farben durch Kombinierung eines gelben, eines purpurroten und eines grünblauen Teilbildes; ſ. Dreifarbendruck.

A. W. Unger.

Trichterwagen, ſ. Erdförderwagen, Selbſtentlader.

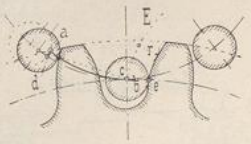
Triebmaß, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Triebräder oder Treibräder an Lokomotiven, die auf der Kurbelwelle ſitzenden Räder, im Gegenſatz zu den Kuppelrädern.

Triebſtahl, ſ. Draht, Bd. 3, S. 16.

Triebſtockverzahnung enthält an dem einen Rade axial ſtehende runde Stifte als Zähne.

Wegen der Einfachheit der Herſtellung iſt dieſe Verzahnung ſehr früh ſchon benutzt worden, z. B. zum Antrieb der Mühlſpindeln mit der ſogenannten Laterne, dem kleinen, aus zwei Scheiben und den Stiften beſtehenden Rade, von der Waſſerradwelle aus mit Pflöcken, die ſeitlich an einem größeren Kranze vorſtehen. Dasſelbe Getriebe, Kronradgetriebe, findet ſich vielfach in größeren Uhrwerken. Ferner bildet man Zahnſtangen mit Triebſtöcken leiterförmig aus. Sonſt wird dieſe Verzahnung nur ſelten benutzt. — Erweitert man den im Teilkreiſe liegenden Punkt c (ſ. die Figur) der Punktverzahnung (Bd. 7, S. 297) zu einem Kreiſe vom Durchmeſſer $2r$ gleich der Zahnſtärke, ſo hat man zu der Epicykloide E, welche den Kopf des Gegenzahnes bildete, eine Aequidiſtante im Abſtande r nach innen zu legen, um die zum Triebſtock paſſende Kopfform zu erhalten. Dieſe geht theoretiſch von dem Punkte e, welcher in der den Teilkreis in c berührenden Tangente liegt, erſt ein kleines Stück nach unten, dann ſcharf umkehrend aufwärts. Der abſteigende Zweig, der bis innerhalb des Teilkreiſes reicht, liegt frei in der Zahnlücke. Der Eingriff beginnt daher eigentlich erſt zwiſchen e und c bei b, im tiefſten Punkte der Kurve $a\,c\,e$.



Zeichnet man den Triebſtock mehrmals auf dem Teilkreiſe etwas verſetzt auf, ſo iſt jedesmal der dem Punkte c am nächſten liegende Punkt der Triebſtockkreiſe ein Punkt der Eingrifflinie; danach iſt $a\,b$ die Eingriffſtrecke, $a\,d$ das ſehr kurze arbeitende Stück des Umfanges, $d\,b$ der Eingriffbogen, welcher $> t$ ſein muß, wonach die Kopfhöhe k

des eingreifenden Rades zu bestimmen ist. Die Fußkurve kann ein die Lücke ausfüllender Halbkreis sein. *Lindner*

Triebwerk, das laufende Zeug an mechanischen Einrichtungen, z. B. die Dampfmaschinenteile der Lokomotive, oder s. v. w. Transmission (s. d.).

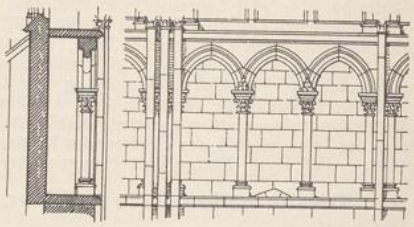
Triebwerksräder heißen die mit höherer Geschwindigkeit laufenden, mit Rücksicht auf Abnutzung und ruhigen Gang zu entwerfenden Zahnräder im Gegensatz zu langsam bewegten Rädern, sogenannten Kranrädern, für reine Kraftübersetzung. v. Bach nennt die ersteren Arbeits-, die letzteren Krafträder. *Lindner.*

Trieur, eine Reinigungsmaschine für Getreide (s. d.), welche bestimmt ist, die kugeligen Unkrautgefäme aus den Getreidekörnern auszulesen.

Ein geneigt liegender, langsam umlaufender Zylinder ist auf seiner Innenseite mit halbkugelförmigen oder etwas einseitig vertieften, taschenartigen Zellen versehen, die durch Stanzen oder Fräsen hergestellt werden. Das zu reinigende Getreide strömt am oberen Ende ein und gleitet während der Drehung des Zylinders nach abwärts, bis es unten wieder austritt. Die kugeligen Gefäme bleiben in den Vertiefungen liegen und werden mit hochgenommen, bis sie aus den Zellen herausfallen und durch eine im Zylinder schwebende Mulde aufgefangen werden. *Arndt.*

Trieuse, s. Aufbereitung, magnetische, Bd. 1, S. 347.

Triforium (Dreibogen), ein Mauergang der in den mittelalterlichen Domen von basikaler Anlage in der Mittelschiffmauer zwischen den Bogenöffnungen des Seitenschiffes und unter den Fenstern des oberen Lichtgadens hinführt. Durch eine vorgestellte zierliche Bogenstellung (s. die Figur) wird die hohe Wandfläche, an welche das Dach des Seitenschiffs sich anlehnt, belebt. *Weinbrenner.*



Triften (Holzschwemmen), Fortschwemmen einzelner Holzstücke, Brennholzscheite oder Baumstammteile (Bloche) in kleineren Wasserläufen erfordert mindestens 0,6 m Wassertiefe. Sollten bei dieser Tiefe die schwimmenden Hölzer zufällig stecken bleiben, so müssen Triftarbeiter, mit langen Hakenstangen ausgerüstet, nachhelfen. Meist wird durch plötzliches Ablassen größerer Wassermengen aus Wasseransammlungen eine hinreichend tiefe Wasserwelle erzeugt (zeitweiser Betrieb).

Die Wasseransammlungen bewirkt man durch Stauwerke; als solche können dienen: 1. ein provisorischer Damm, hergestellt aus Erde, Faschinen u. dergl.; dieser sowie auch das gebildete Bassin heißt ein Keuter; bei jedem Wasserauslassen und Schwemmen wird er durchstochen und dann für späteren Gebrauch wieder instand gesetzt; 2. eine niedrige Holzwand mit einer mittels Falle oder Tor verschließbaren Oeffnung, die bis auf den Grund reicht; der so gebildete Teich wird Wasserstube genannt; 3. ein größerer Damm oder eine Mauer mit Durchlaßöffnungen für Wasser und Holz; hier hat man eine Klause oder Triftklause vor sich, und der zugehörige Wassersammelraum heißt Klausenhof; s. a. Flößereianlagen.

Eine besondere, beim Triften vorkommende Baukonstruktion sind die Rechenwände, welche, im Triftgewässer eingebaut, fürs Wasser durchlässig sind, das schwimmende Holz aber zurückhalten. Solche Wände, die zur Führung während des Schwemmens, zum Abhalten des Holzes von einem abzweigenden Kanale u. s. w. dienen, heißen speziell Triftrechen; solche aber, welche am Ende des Triftens das Holz aufzufangen haben, Fangrechen. Bei all diesen Rechen sind die stauenden Bestandteile die sogenannten Spindeln oder Triftstecken *ss*, Fig. 3, d. h. lotrechte oder schräge Holzstangen, etwa 12 cm dick und zwischen einander ca. 30 cm freie Lichtweite lassend. Dieselben sind durch Löcher im Gurtbaume *mn*, dem oberen Spindelbaume, hindurchgesteckt und ebenso durch den unteren Spindelbaum *m′n′*, welcher etwas über der Flußsohle sich befindet; statt des letzteren ist manchmal nur eine Schwelle in der Sohle, gegen welche sich die unteren Enden der etwas in den Boden eingeschlagenen Spindeln stützen. Zur Bedienung des Rechens gebraucht man den Triftsteg *i*, welcher so wie der obere Spindelbaum entweder

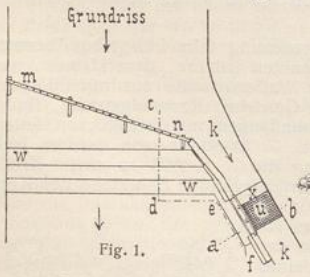


Fig. 1.

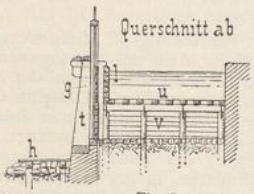


Fig. 2.

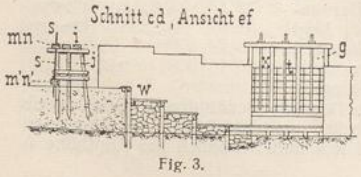


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf in gewiſſen Entfernungen eingerammten Holzböcken (Jochen) *j* oder auf gemauerten Pfeilern aufgelagert iſt. Danach bezeichnet man die erſteren als Jochrechen und die letzteren als Pfeilerrechen oder maſſive Rechen.

Liegt der Holzſammelplatz oder Holzhof abſeits vom Triftgewäſſer, ſo führt man dorthin einen ſogenannten Triftkanal *k k* (Fig. 1), welcher meiſt wegen ſeiner höheren Lage von der Oberſeite eines Wehrs *w w* abzweigt. Um die Strömung und damit auch das ſchwimmende Holz beſſer in den Kanal hineinzulenken, wird das Wehr oder zumindeſt der Fangrechen ſchief über den Bach geſtellt und außerdem im Wehrbacken anſchließend an das Wehrende ein Grundablaß (Freiarche) *g* angeordnet, deſſen Schützen *t* während des Triftens entſprechend geöffnet ſind. — Die Kanalſohle iſt auf die Länge des Grundablaſſes bis zum unteren Schweller der Schützen vertieft und dieſe Vertiefung oben durch ein Holzgitter *u* (Holzroſt, Spiegel) überdeckt, damit wohl Geſchiebe, doch nicht das treibende Holz durch den Grundablaß in den Unterlauf des Baches hinabgeſchwemmt werden können. Sollten auch etwas größere Steine von der Strömung herbeigeführt werden, ſo beläßt man behufs ſicheren Auffangens derſelben in der erſten Abteilung *x* der Grundſchleuſe die Sohlenvertiefung offen, alſo ohne Spiegel. — Endlich dient der Grundablaß auch zur Regulierung des Waſſerſtandes im Triftkanal (Fig. 2 und 3).

Literatur: [1] Pechmann, Anleitung zum Flußbau, München 1832, Bd. 2, S. 29 u. 68. — [2] Hagen, Handbuch der Waſſerbaukunſt, Berlin 1874, 2. Teil, Bd. 3, S. 164. — [3] Strukel, M., Der Waſſerbau, Helſingfors und Leipzig 1904, 4. Teil, S. 49. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1906, 3. Teil, Bd. 5, S. 22. *Pollak.*

Triga, dreiſpännige Streitwagen der antiken Zeit, die in bronzener Nachbildung zumeiſt Triumphbögen und andre Bauten bekrönten (vgl. Quadriga).

Triglyphe (Dreiſchlitz), ſ. Säulenordnung, Bd. 7, S. 552, Fig. 1, 3 und 4.

Trigonometrie, Ausmeſſung der Dreiecke und Berechnung derſelben aus gegebenen Stücken. Zu dieſem Zweck wird von den goniometriſchen Funktionen der Winkel (ſ. Goniometrie) Gebrauch gemacht.

A. Ebene Trigonometrie. Seiten a, b, c, Winkel α, β, γ. $\alpha+\beta+\gamma=180^0$.

I. Rechtwinkliges Dreieck (Fig. 1). α ſei rechter Winkel; $\beta+\gamma=90^0$. Es iſt: $b=a\sin\beta=a\cos\gamma$; $c=a\cos\beta=a\sin\gamma$; $b=c\,\mathrm{tg}\,\beta=c\cot\gamma$; $c=b\,\mathrm{tg}\,\gamma=b\cot\beta$; $a^2=b^2+c^2$.

II. Schiefwinkliges Dreieck (Fig. 2)

Sinusſatz: $a:b:c=\sin\alpha:\sin\beta:\sin\gamma$.

Coſinusſatz: $a=b\cos\gamma+c\cos\beta$ (und die beiden hieraus durch cykliſche Vertauſchung von a, b, c; α, β, γ hervorgehenden Formeln).

Pythagoräiſcher Lehrſatz im ſchiefwinkligen Dreieck: $a^2=b^2+c^2-2bc\cos\alpha$.

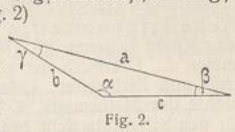


Fig. 2.

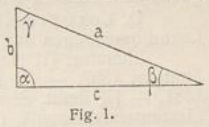


Fig. 1.

Mollweides Formeln: $(b+c)\sin\frac{\alpha}{2}=a\cos\frac{\beta-\gamma}{2}$; $(b-c)\cos\frac{\alpha}{2}=a\sin\frac{\beta-\gamma}{2}$ u. ſ. w.

Neperſche Analogien: $b+c:b-c=\mathrm{tg}\frac{\beta+\gamma}{2}:\mathrm{tg}\frac{\beta-\gamma}{2}$ u. ſ. w.

Höhe $h_a=b\sin\gamma=c\sin\beta$. Fläche: $\frac{1}{2}ab\sin\gamma$. Radius des Umkreiſes $R=\frac{a}{2\sin\alpha}$.

Radius des Inkreiſes $r=\sqrt{\frac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}}$, wo $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$.

Ferner iſt $r=\frac{a\sin\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}}$. Sind α, β, γ die Winkel eines Dreiecks, ſo gelten die Formeln:

$\sin\alpha+\sin\beta+\sin\gamma=4\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}$; $\sin\alpha+\sin\beta-\sin\gamma=4\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}$;

$\cos\alpha+\cos\beta+\cos\gamma=1+4\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}$; $\cos\alpha+\cos\beta-\cos\gamma=4\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}-1$;

$\sin 2\alpha+\sin 2\beta+\sin 2\gamma=4\sin\alpha\sin\beta\sin\gamma$; $\sin 2\alpha+\sin 2\beta-\sin 2\gamma=4\cos\alpha\cos\beta\sin\gamma$;

$\cos 2\alpha+\cos 2\beta+\cos 2\gamma=-4\cos\alpha\cos\beta\cos\gamma-1$; $\cos 2\alpha+\cos 2\beta-\cos 2\gamma=1-4\sin\alpha\sin\beta\cos\gamma$;

$\mathrm{tg}\,\alpha+\mathrm{tg}\,\beta+\mathrm{tg}\,\gamma=\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta\,\mathrm{tg}\,\gamma$; $\cot\frac{\alpha}{2}+\cot\frac{\beta}{2}+\cot\frac{\gamma}{2}=\cot\frac{\alpha}{2}\cot\frac{\beta}{2}\cot\frac{\gamma}{2}$;

$\mathrm{tg}\frac{\beta}{2}\mathrm{tg}\frac{\gamma}{2}+\mathrm{tg}\frac{\gamma}{2}\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}+\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}\mathrm{tg}\frac{\beta}{2}=1$; $\cot\beta\cot\gamma+\cot\gamma\cot\alpha+\cot\alpha\cot\beta=1$.

B. Sphäriſche Trigonometrie. Im ſphäriſchen Dreieck ſind die Seiten ebenfalls Winkelgrößen, nämlich Großkreisbögen; die Dreieckswinkel ſind die Winkel der Ebenen dieſer Großkreisbögen.

I. Rechtwinkliges Dreieck (Fig. 3). α ſei der rechte Winkel. Es iſt $\cos a=\cos b\cos c$; $\sin b=\sin a\sin\beta$; $\sin c=\sin a\sin\gamma$; $\mathrm{tg}\,c=\mathrm{tg}\,a\cos\beta$; $\mathrm{tg}\,b=\mathrm{tg}\,a\cos\gamma$; $\mathrm{tg}\,b=\sin\mathrm{tg}\,\beta$; $\mathrm{tg}\,c=\sin b\,\mathrm{tg}\,\gamma$; $\cos a=\cot\beta\cot\gamma$; $\cos\beta=\cos b\sin\gamma$; $\cos\gamma=\cos c\sin\beta$.

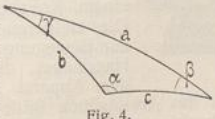


Fig. 4.

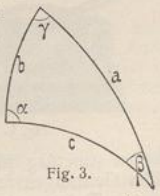


Fig. 3.

II. Schiefwinkliges Dreieck (Fig. 4).

Coſinusſatz: $\cos a=\cos b\cos c+\sin b\sin c\cos\alpha$ u. ſ. w.

Sinusſatz: $\sin a:\sin b:\sin c=\sin\alpha:\sin\beta:\sin\gamma$; $\sin a\cos\beta=\cos b\sin c-\sin b\cos c\cos\alpha$ u. ſ. w.

$\cos\alpha=-\cos\beta\cos\gamma+\sin\beta\sin\gamma\cos a$ u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Delambrefche Gleichungen (Gaußfche Formeln):

$$\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b+c}{2}=\sin\frac{a}{2}\cos\frac{\beta-\gamma}{2};\quad \sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{b+c}{2}=\cos\frac{a}{2}\cos\frac{\beta+\gamma}{2};$$

$$\cos\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b-c}{2}=\sin\frac{a}{2}\sin\frac{\beta-\gamma}{2};\quad \cos\frac{a}{2}\cos\frac{b-c}{2}=\cos\frac{a}{2}\sin\frac{\beta+\gamma}{2}.$$

Neperfche Analogien:

$$\operatorname{tg}\frac{b+c}{2}\cos\frac{\beta+\gamma}{2}=\operatorname{tg}\frac{a}{2}\cos\frac{b-\gamma}{2};\quad \operatorname{tg}\frac{b-c}{2}\sin\frac{\beta+\gamma}{2}=\operatorname{tg}\frac{a}{2}\sin\frac{\beta-\gamma}{2};$$

$$\operatorname{tg}\frac{\beta+\gamma}{2}\cos\frac{b+c}{2}=\cot\frac{a}{2}\cos\frac{b-c}{2};\quad \operatorname{tg}\frac{\beta-\gamma}{2}\sin\frac{b+c}{2}=\cot\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b-c}{2}.$$

Es fei ferner $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$; $S=\sqrt{\sin s\sin(s-a)\sin(s-b)\sin(s-c)}$ der fogenannten Eckenfinus oder die Amplitude des Dreiecks. Alsdann ift $2S=\sin\alpha\sin b\sin c$ u. f. w.; $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{\sin(s-b)\sin(s-c)}{\sin s\sin(s-a)}}$ u. f. w. Die Größe $\varepsilon=\alpha+\beta+\gamma-180^0$ heißt fphärifcher Exzeß. Die Dreiecksfläche verhält fich zur Kugelfläche wie der fphärifche Exzeß zu 720°.

Gleichung von L'Huilier: $\operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{4}=\sqrt{\operatorname{tg}\frac{s}{2}\operatorname{tg}\frac{s-a}{2}\operatorname{tg}\frac{s-b}{2}\operatorname{tg}\frac{s-c}{2}}$.

Ferner ift $\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}-\frac{\varepsilon}{4}\right)=\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\frac{s-b}{2}\operatorname{tg}\frac{s-c}{2}}{\operatorname{tg}\frac{s}{2}\operatorname{tg}\frac{s-a}{2}}}$ u. f. w.

Höhe $\sin h_a=\sin b\sin\gamma=\sin c\sin\beta$. Radius des Umkreifes $\operatorname{tg}P=\frac{2\sin\frac{a}{2}\sin\frac{b}{2}\sin\frac{c}{2}}{S}$.

Radius des Inkreifes $\operatorname{tg}\varrho=\sqrt{\frac{\sin(s-a)(s-b)(s-c)}{\sin s}}$.

Berechnung der ebenen und fphärifchen Dreiecke f. Dreiecksberechnung.

C. Sphäroidifche Trigonometrie heißt die Ausmeffung der Dreiecke, welche von geodätifchen Linien auf Sphäroiden (abgeplatteten Rotationsellipfoiden) gebildet werden [6]–[8].

D. Loxodromifche Trigonometrie heißt die Meffung der Dreiecke, welche aus Loxodromenbögen auf der Kugel beftehen [9], [10].

Literatur: [1] Hammer, E., Lehrbuch der ebenen und fphärifchen Trigonometrie, 2. Aufl., Stuttgart 1897. — [2] Heis und Efchweiler, Lehrbuch der Geometrie, 3. Teil, 7. Aufl., Cöln 1881. — [3] Reidt, Elemente der Mathematik, 4. Teil, 7. Aufl., Berlin 1891. — [4] Kambly, Die Elementarmathematik, für den Schulunterricht bearbeitet, III, Breslau 1895. — [5] Conradt, Lehrbuch der ebenen Trigonometrie, Leipzig 1889. — [6] Grunert, Sphäroidifche Trigonometrie, Berlin 1833. — [7] Gudermann, Fundamenta trigonometriae sphaeroidicae exacta, Berlin 1847. — [8] Ciscato, Sulle formole fondamentali della trigonometria sferoidica, Venedig 1892. — [9] Grunert, Loxodromifche Trigonometrie, Leipzig 1849. — [10] Gustavowicz, Theorie der loxodromifchen Kurve und des loxodromifchen Dreiecks mit Anwendung auf Kartographie und Auflöfung nautifcher Probleme, I und II, Krakau 1891/92. — [11] v. Braunmühl, Vorlefungen über Gefchichte der Trigonometrie, I, Leipzig 1900. — [12] Killmann, P., Lehrbuch der ebenen Trigonometrie, 13. Aufl., Mittweida 1904. — [13] Lübfen, H. B., Ausführliches Lehrbuch der ebenen und fphärifchen Trigonometrie, 19. Aufl., Leipzig 1908.

Wölffing.

Trikot, ein der Buckskingattung angehöriges Tuchgewebe; f. a. Weberei und Wirkerei.

Trilinear, linear in drei Veränderlichenreihen.

Trimetrifche Koordinaten, die fenkrechten Entfernungen eines Punkts von drei in der Ebene gegebenen Geraden.

Trimmer (Beftoßapparat, -mafchinen), zum Beftoßen (glatten Befchneiden) von Holzkanten, zum Herftellen von Gehrungen (f. d.) u. f. w. dienend.



Fig. 1.

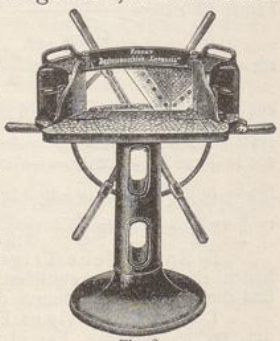


Fig. 2.

Die Trimmer Fig. 1 und 2 befitzen zwei unter rechtem Winkel zufammenftoßende, an einem Schlitten befeftigte Meffer. Die Schlitten find entweder geradlinig (Fig. 1) oder in einem Kreisbogen (Fig. 2) geführt. Die kleineren Ausführungen haben zur Bewegung des Schlittens einen Handhebel, die größeren ein Handrad mit Räderüberfetzung. Bei dem Apparat Fig. 1 ift der Meffcrfchlitten gefchloffen, fo daß er einen Anfchlag für das Arbeitsftück bildet und eine gleichmäßige Spandicke beftimmt wird. Um Gehrungen fchneiden zu können, find verftellbare Anfchläge vorhanden. *A. Widmaier.*

Trimmoment eines Schiffes, das bei Gewichtsverfchiebung in der Längsrichtung auftretende Moment, welches eine Tauchungsänderung des Schiffes

vorn und hinten verurfacht. Iſt p ein Gewicht, das um die Strecke l verfchoben iſt, *Depl.* das Deplacement, L die Schiffslänge und $M_1 G$ die Entfernung des Längenmetazentrums vom Syſtemſchwerpunkt, ſo iſt das Trimmoment $pl = Depl. M_1 G : L$. — Vgl. Metazentrum, Schiffsberechnung. *T. Schwarz.*

Trimmtank, ein waſſerdicht abgeſchotteter Raum im Vor- bezw. Hinterſchiff, welcher durch Füllen mit Waſſer dazu benutzt wird, die Trimmlage des Schiffes zu ändern und eine Tauchungsänderung hervorzubringen. *T. Schwarz.*

Trinkwaſſeruntersuchung, die phyſikaliſche, chemiſche und bakteriologiſche Prüfung ſowie die Feſtſtellung der Herkunft eines zum Trinken beſtimmten Waſſers.

Die phyſikaliſche Unterſuchung ſtellt feſt: Klarheit und Farbe, Geruch und Geſchmack, fremde Beimengungen und Temperatur. Ein gutes Trinkwaſſer ſoll 1. kriſtallhell, 2. farblos, 3. geruchlos, 4. wohlſchmeckend und 5. frei von Suſpenſionen ſein; es darf 6. in unſerm Klima nicht weniger als $+4$—5 und nicht mehr als $+10$—$12°$ C. Temperatur haben. Sind dieſe Bedingungen nicht oder nur teilweiſe erfüllt, ſo iſt vor allem nach der Urſache zu forſchen, die eine Abweichung hervorruft; ergibt ſich dabei, daß kein geſundheitsſchädliches Verhalten aus der Abweichung erfolgt, ſo iſt die Benutzung ſolchen Waſſers auch nicht ausgeſchloſſen. Einzelne der oben verlangten Eigenſchaften (z. B. 1, 2, 3, 5) können durch künſtliche Behandlung des Waſſers hergeſtellt werden (vgl. Filtration, Waſſerreinigung). Makroſkopiſche organiſierte Subſtanz darf ſelbſtverſtändlich in keinem Trinkwaſſer vorkommen.

Die chemiſche Unterſuchung hat alle anorganiſchen und organiſchen Zumengungen zum Waſſer, d. h. den Unterſchied gegenüber H_2O, feſtzuſtellen; die Unterſuchungsmethoden ſ. unter Waſſer und in [1]. Giftige Subſtanzen, Ammoniak, ſalpetrige Säure, Chloride in großen Mengen, ſollen im Trinkwaſſer nicht vorhanden ſein; Salpeterſäure und Chloride in kleinen Mengen ſind — je nach Herkunft — zuläſſig oder zu beanſtanden; letzteres z. B., wenn ſie putrider Natur ſind. Kohlenſäuregehalt iſt erwünſcht; ein geringer Eiſengehalt iſt der Geſundheit nicht nachteilig. Die Härte im Waſſer (ſ. d.) iſt, ſofern ſie 20 deutſche Grade nicht überſteigt, erwünſcht; über dieſe Grenze hinaus iſt ſie der Geſundheit weniger zuträglich. Letzteres trifft auch dann zu, wenn ſie von ſchwefelſauerm Kalk herrührt oder der Magneſia mehr als 4—5 deutſche Härtegrade zufallen. Der Gehalt an organiſchen Zumengungen ſoll ein möglichſt kleiner ſein; er wird an dem Verbrauche von Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) oder von Sauerſtoff (O) gemeſſen, wobei 79 Teile $KMnO_4$ und 20 Teile O dieſelben Mengen organiſcher Subſtanz oxydieren.

Die bakteriologiſche Unterſuchung, wegen deren Vornahme wir auf [2] verweiſen, ſtellt in der Regel die in einem Kubikzentimeter vorhandenen Keime und deren Art feſt. Man findet dabei meiſtens ſogenannte Saprophyten (ſ. Bakterien); pathogene Bakterien dürfen keine vorhanden ſein. Ueber die zuläſſige Grenzzahl an harmloſen Waſſerbakterien (gewöhnlich auf 100 pro Kubikzentimeter angenommen) gehen die Anſichten auseinander. Pathogene Bakterien finden in klarem Waſſer nicht die nötigen Nährſtoffe und ſind deshalb ſelten zu konſtatieren, wenn auch ſonſtige Anzeichen für deren Vorhandenſein ſprechen. Dies gilt beſonders vom Typhusbazillus.

Am wichtigſten iſt die Feſtſtellung der Herkunft des Trinkwaſſers. Quellwaſſer (ſ. Quelle) und ſogenanntes Grundwaſſer (ſ. d.), aus kapillaren Trägern und aus größeren Tiefen unter Bodenoberfläche ſtammend, ſind in der Regel ganz oder nahezu keimfrei. Dort, wo die Zuflüſſe auf nicht kapillaren Wegen erfolgen, ſelbſt wenn dieſe in ſehr große Tiefen hinabreichen, ſtellt ſich meiſt ein bedeutenderer Keimgehalt ein; pathogene Bakterien bleiben in ſolchem Waſſer immerhin noch einige Zeit lebensfähig, ſo daß es ſtets gefährlich iſt, Waſſer aus derart beſchaffenen Bezugsorten zum Trinken zu benutzen. Bei den Forſchungen über die Herkunft des Trinkwaſſers ſind Temperaturbeſtimmungen und Quantitätsmeſſungen neben den örtlichen Beobachtungen über die Beſchaffenheit des Einzugsgebietes die beſten Hilfsmittel. Die äußere Lufttemperatur während des Stattfindens größerer Niederſchläge (Schneeſchmelzen, Beriefelungen der Bodenoberfläche, Verbindungen mit offenen Waſſerläufen u. ſ. w. ſind hier ebenfalls im gleichen Sinne in Betracht zu ziehen) äußert z. B. bei guten Quellen und gutem Grundwaſſer keinen ſofortigen Einfluß auf Waſſertemperatur und Waſſermenge; umgekehrt ſteigt insbeſondere die letztere bei unzuverläſſigen Bezugsorten mit nichtkapillaren Spalten ſehr raſch mit den Infiltrationen. Bei Entnahme von Trinkwaſſer aus Sammelteichen (ſ. d.) und Seen iſt in erſter Linie die Größe des Stauraumes von Bedeutung; bei kleineren Stauräumen ſpielt die Beſchaffenheit des Einzugsgebiets bezw. des zugehenden Rohwaſſers die Hauptrolle. Im übrigen verweiſen wir auf [3].

Literatur: [1] Fiſcher, Das Waſſer, 3. Aufl., Berlin 1902. — [2] Heim, Lehrbuch der bakteriologiſchen Unterſuchung und Technik, Stuttgart 1894; Flügge, Die Mikroorganismen, 3. Aufl., Leipzig 1896; zahlreiche Abhandlungen in Weyls Handbuch der Hygiene, vgl. Hauptregiſter in Bd. X, Stichworte Bazillus und Bakterien; ſ. a. die Literatur unter Bakterien in Bd. 1 des Lexikons. — [3] Lueger, Die Waſſerverſorgung der Städte, Abt. 1, Darmſtadt 1895. *Lueger.*

Trio, -ſtraße, -walzwerk, ſ. Walzen, Walzwerk.

Tripel (Polierſchiefer, Terra tripolitana, roter, gelber, weißer Tripel, Goldtripel, Schiefertripel, Silbertripel), eine äußerſt dünnſchieferige, rötliche, weiße und gelbliche bis gelblichgraue Maſſe, weich, zerreiblich, abfärbend, unter dem Mikroſkop ſich als ein Aggregat von Diatomeenkieſelpanzern darſtellend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Er findet ſich vorzüglich im Gebiete der Tertiärformation, z. B. am ſüdweſtlichen Abhange des Tripelberges bei Kutſchlin, unweit Bilin in Böhmen; ferner in Planitz und Mainsdorf bei Zittau in Sachſen, am Habichtswald bei Kaſſel und im Mentauertal bei Leitmeritz in Böhmen. Von dem eigentlichen Polierſchiefer unterſcheidet man den Saugſchiefer, welcher ebenfalls von graulichweißer, licht- oder dunkelgelblicher Farbe, ſehr ſtark an der Zunge klebend und dabei ſo hart iſt, daß er Glas ritzt; er iſt ein von Opalmaſſe vollſtändig durchdrungener Polierſchiefer. Je nach den Fundorten wechſeln die im Handel vorkommenden, zum Polieren benutzten Tripelſorten in der Farbe; ſie kommen jedoch meiſtens als weißer, grauer, gelber und roter Tripel vor, und ihr Wert als Poliermittel iſt lediglich von dem Feinheitsgrade des Pulvers abhängig (ſ. Polieren). Die Namen Goldtripel, Schiefertripel, Silbertripel ſind willkürlich. Der Tripel kam früher aus den Gegenden um Tripolis, daher der Name. *Andés.*

Triphan, ſ. v. w. Spodumen; ſ. Augit.

Trifaccharide (Saccharotriofen), eine Klaſſe von Zuckerarten, zu welcher die Raffinoſe, Melecitoſe u. a. m. gehören. Näheres ſ. unter Kohlehydrate.

Trifilikate, ſ. Schlacken.

Tritthammer (Fußhammer, Wipper, Wipphammer). Bei den Tritthämmern wird der Hammerbär durch eine Feder emporgehoben, und das Niederfallen erfolgt mittels des Fußes des Arbeiters.



Fig. 1.

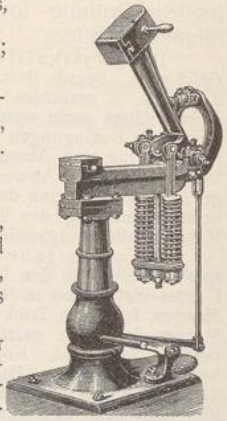

Fig. 2.

Fig. 1 zeigt einen Tritthammer mit einer an der Decke befeſtigten flachen Holzfeder *a* und dem Hammerbär *b*, Fig. 2 einen Hebelhammer, bei dem der Hammerbär durch zwei Schraubenfedern emporgedrückt wird [1].

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1905, Bd. 1. *A. Widmaier.*

Trittſtuhl (Exzenterſtuhl), ſ. Weberei.

Triumphbogen, 1. ſ. a. Ehrenpforte (Bd. 3, S. 223). Ein zu Ehren heimkehrender Sieger errichtetes Tor mit einer oder mehr Oeffnungen. — Die meiſten der monumentalen Triumphtore ſind in der römiſchen Kaiſerzeit errichtet und mit Säulenbildwerken und Inſchriften geſchmückt worden. Sie tragen über der Säulenſtellung eine Attika (ſ. d.) und als Bekrönung ein Triumphgeſpann, meiſt eine Quadriga (ſ. d.), mit dem Standbilde des Feldherrn. Die bedeutendſten Denkmale ſind die Bogen des Druſus, Titus (ſ. die Figur), Septimius Severus und des Konſtantin zu Rom. Außerdem manche in Italien, Frankreich und Spanien. Aus neuerer Zeit ſind zu nennen: L'arc de l'étoile in Paris, L'arco de la pace in Mailand und die als Stadttore errichteten zu Potsdam und München.


Triumphbogen des Titus in Rom.

2. In der altchriſtlichen Baſilika (ſ. d., Bd. 1, S. 555) und in gotiſchen Kirchen der große Bogen zwiſchen Langhaus und Querſchiff. Die Wand darüber iſt mit Gemälden, das Jüngſte Gericht u. dergl. darſtellend, geſchmückt. In der Bogenöffnung ſelbſt iſt oft Chriſtus am Kreuz mit Maria und Johannes zur Seite angebracht. *Weinbrenner.*

Trochitenkalk, ſ. Muſchelkalkformation, Bd. 6, S. 545.

Trochoiden. Rollt ein Kreis vom Radius r auf einem Kreis vom Radius R ohne zu gleiten, ſo beſchreibt ein Punkt im Abſtand b vom Mittelpunkt des beweglichen Kreiſes, und mit dem letzteren feſt verbunden, eine Trochoide:

$$x = (R+r)\cos\vartheta + b\cos\frac{R+r}{r}\vartheta;\quad y = (R+r)\sin\vartheta + b\sin\frac{R+r}{r}\vartheta.$$

Iſt $\frac{R+r}{r}$ rational, ſo iſt die Trochoide eine algebraiſche Kurve. Die doppelte Erzeugungsweiſe der Trochoiden wurde zuerſt von Gildemeiſter [3] angegeben. Weiteres über Trochoiden ſ. Kurven, cykliſche, Bd. 6, S. 17.

Literatur: [1] Zehme, Elementare und analytiſche Behandlung der Cykloiden, Iſerlohn 1854. — [2] Weißenborn, Die cykliſchen Kurven, Eiſenach 1856. — [3] Gildemeiſter, De lineis curvis epicycloidibus et hypocycloidibus, Marburg 1866. — [4] Bellermann, Epicykloiden und Hypocykloiden, Jena 1867. — [5] Holzmüller, Die Haupteigenſchaften der cykloidiſchen Kurven in elementarer Behandlung, Hagen 1875. — [6] Proctor, A treatise on the cycloid and all forms of cycloidal curves, London 1878. — [7] Wetzell, Die cykliſchen Kurven, Kaſſel 1880. — [8] Kaufmann, Theorie und graphiſche Darſtellung der Epicykloiden, Stuttgart 1883. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[9] Reincke, Ueber cykliſche Kurven, Malchin 1892. — [10] Masdea, Studio sulle epicicloidi, Napoli 1892. *Wölffing.*

Trockenapparate, Trockeneinrichtungen, Vorkehrungen zur Entfernung des Waſſers aus Stoffen aller Art.

Abgeſehen von den im großen angewendeten Mitteln zur Trockenlegung (vgl. Entwäſſerung, Drainage) werden Subſtanzen, die viel Waſſer enthalten, je nach ihrer Beſchaffenheit zunächſt durch Ausringen (ſ. Ausringmaſchinen), durch Filter und Filterpreſſen (ſ. d.), durch Kalander (ſ. d.), Nutſchenfilter (ſ. d.), Preſſen (ſ. d.) aller Art, Zentrifugen (ſ. d.) u. ſ. w. von dem größten Teil des Waſſers befreit. Es kann auch durch Abdampfen (ſ. d.), Abklärung und Abgießen (ſ. d.) des über einem zu trocknenden Bodenſatz ſtehenden Waſſers (ſ. Kläranlagen) oder dadurch, daß man die Subſtanz mit einem feſten Körper (Filz, Gips, poröſer Ton, Tuch u. ſ. w.), der das Waſſer in ſich aufnimmt oder weiterleitet (Siebe), in Berührung bringt, dasſelbe Ziel erreicht werden. Die Entfernung der nach ſolcher Behandlung noch vorhandenen unerwünſchten Feuchtigkeit erfolgt durch Austrocknen, wobei das Waſſer durch Verdunſtung (ſ. d.) entweicht, die im übrigen bei einer beſtimmten Lufttemperatur nur bis zu jenem Feuchtigkeitsgehalte möglich iſt, den die Luft ſelbſt bei dieſer Temperatur noch beſitzt. Sobald kein Sättigungsdefizit (ſ. d.) der die Subſtanz umgebenden Luft mehr vorhanden iſt, wird die Verdunſtung behindert. Künſtliche Erwärmung der Subſtanz ſelbſt und der ſie umgebenden Luft (durch welche ihr Sättigungsdefizit anwächſt) befördern die Austrocknung; ebenſo die ohne Temperaturerhöhung erfolgende Auffaugung der Luftfeuchtigkeit durch hygroſkopiſche Subſtanzen (Chlorcalcium, gebrannter Kalk, Phosphorſäureanhydrid u. ſ. w.) und damit die künſtliche Steigerung des Sättigungsdefizits der Luft (vgl. Exſikkator). — Die nachſtehend beſprochenen Trockenanlagen beſchränken ſich auf die Entfernung der Feuchtigkeit und im weſentlichen auf das Trocknen an natürlich oder künſtlich erwärmter Luft. — Im letzteren Falle ſind Feuergaſe oder Dampf die künſtlichen Wärmequellen.

Das Trocknen an der atmoſphäriſchen Luft ohne künſtliche Erwärmung derſelben ſteht immer noch an erſter Stelle. Es erfolgt entweder im Freien (beſonders günſtig ſind hierfür Hochebenen, auf welchen eine ſcharfe trockene Luft das Maximum von Verdunſtung bewirkt) oder in ſogenannten Trockenſchuppen, Geſtellen oder Netzen, in welchen knetbare Maſſen (Torf, Lehmziegel u. ſ. w.) gelagert werden; für Holz iſt das — allerdings ſehr lange Zeit erfordernde — Trocknen ohne künſtliche Erwärmung ſtets noch die vorzuziehende Methode; jedes einzelne Stück muß aber von allen Seiten Luftberührung erfahren. Beſondere Trockeneinrichtungen ſind für Getreide erforderlich (vgl. Bd. 4, S. 457, und [1]). Auf ſtarken natürlichen oder künſtlichen Zug iſt in allen dieſen Fällen Bedacht zu nehmen, damit die über den zu trocknenden Subſtanzen mit Waſſerdämpfen ſich beladende Luft raſch durch die mit größerem Sättigungsdefizit behaftete äußere Luft verdrängt wird. Im allgemeinen eignet ſich für die ebengedachte Lufttrocknung vorzüglich ein heißes oder trockenes Klima, wenn man raſch gute Erfolge erzielen will; im gemäßigten und feuchten Klima erfordert die gewöhnliche Lufttrocknung meiſt eine ſehr lange Zeit.

Für eine ganze Reihe von Subſtanzen iſt aber aus mannigfachen Gründen ein langes Zuwarten bis zur Beendigung der Trocknung ausgeſchloſſen. Man verwendet deshalb für ſolche Bedarfsartikel, die während des Trocknens (in Geſtellen, Hurden u. ſ. w. von Trockenkammern) unverändert an einer Stelle liegen bleiben (z. B. Farben, Holzſtoff, Leder, Leim, Obſt, Pappen u.ſ.w.), künſtlich erwärmte Luft. Die Wärmezufuhr erhöht das Sättigungsdefizit der Luft, d. h. ihre Fähigkeit, Waſſerdampf aufzunehmen. Bei der Luftzufuhr wird zunächſt die Temperatur der Trockenkammer und jene der zu trocknenden Subſtanz gehoben ſowie Waſſer aus der letzteren verdampft; die Abluft entweicht dann in der erſten Zeit in nahezu waſſergeſättigtem Zuſtande. Mit dem Fortſchreiten des Trockenprozeſſes nimmt aber die Feuchtigkeitsabgabe aus der zu trocknenden Subſtanz ab, und es muß deshalb, wenn — was aus ſelbſtverſtändlichen Gründen ökonomiſch geboten iſt — auch ſpäter nur nahezu waſſerdampfgeſättigte Abluft entweichen ſoll, die warme Luft in geringerer Menge zugeführt werden. Man muß alſo zur Vermeidung von Wärmeverluſten das Zuſtrömen der warmen und das Abſtrömen der feuchten Luft zu bezw. von den Trockenkammern ſo regeln, daß den beſonderen Verhältniſſen entſprechend eine allmähliche Minderung der Menge ſtattfindet, die ſich — wenn möglich — ſelbſttätig vollziehen ſollte. Bei großen Trockenräumen ergeben ſich durch ſchweres Anheizen, ungleiche Verteilung der Temperaturen, ungleichmäßiges Trocknen, unbequeme Bedienung und große Zeitverluſte beim Ein- und Ausräumen der zu trocknenden Materialien oft recht hohe Betriebskoſten, die bei einer Zerlegung der Kammern in kleinere Abteilungen und bei richtiger bequemer Anordnung vermieden werden können [2]. Die letztere Dispoſition iſt deshalb in den meiſten Fällen vorzuziehen.

Beſondere Anordnungen zeigen die Obſtdarren, wegen derer wir auf [3] verweiſen; Flachsdarren, ſ. Darre; Malzdarren, ſ. Malz. Die bei der Appretur von Geweben vielfach verwendeten Trockenkammern aus Eiſenblech enthalten eine Reihe von Walzen, über welche der zu trocknende Stoff in ſtetiger Bewegung durch einen Schlitz in die Kammer und durch einen andern aus derſelben herausgezogen wird. — Je höher man im allgemeinen die Temperaturen ſteigert (die Grenzen liegen hier in der Natur der zu trocknenden Subſtanz), deſto günſtiger wird die Verdunſtungsziffer und deſto geringer wird der Kraftverbrauch für die Bewegung der Luft [4], [5]; iſt die Trockenkammer abgeſchloſſen, ſo kann man eine Verdunſtung in derſelben auch dadurch bewirken, daß in dem Rückluftkanal die Luft unter den Taupunkt gekühlt und damit ein Teil des von ihr mitgeführten Waſſerdampfes kondenſiert wird, was bei langſamen Trocknungen (z. B. von Holz) von Wert iſt und eine wiederholte Verwendung der Trockenluft geſtattet. In abgeſchloſſenen Gefäßen kann im übrigen die Trocknung am ſchnellſten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfolgen, wenn durch ein Vakuum die Ableitung des Waſſerdampfes erfolgt (ſ. Vakuumapparate). Theoretiſches über Lufttrocknung ſ. [4]; vgl. a. Brikettieren, Eiſengießerei (Bd. 3, S. 363), Holzkonſervierung, Kerntrockenöfen, Papierfabrikation, Teigwarenfabrikation, Torfgewinnung, Tuchfabrikation, Ziegelfabrikation, und wegen der Feuerungsanlagen Heizung geſchloſſener Räume. — Gaſe trocknet man in langen Rohrleitungen durch Abkühlung bezw. Kondenſation des Waſſerdampfes.

Seither wurde vorausgeſetzt, daß den Trockenkammern die Wärme in Form von erhitzter Luft zugeführt wird. Die Wärmezufuhr erfolgt aber auch durch geſchloſſene lange Kanäle, in welchen Feuergaſe oder Dampf abziehen bezw. zirkulieren (vgl. D.R.P. Nr. 77758 und 148850 ſowie [6]); die zu trocknende Subſtanz wird vielfach in ſolchen Fällen im Luftſtrom der Strömungsrichtung der Gaſe entgegengeführt. Am häufigſten wird die Trockenluft durch mittelbare Einwirkung von Waſſerdampf erzeugt. Man bringt dann entweder die zu trocknenden Subſtanzen in verſchließbare, eventuell mit Rührvorrichtungen u. ſ. w. verſehene, von außen durch Dampf erhitzte Gefäße oder man führt ſie (hauptſächlich pulverförmige Subſtanzen und Gewebe) auf endloſen Tüchern bezw. direkt über im Innern mit Dampf geheizte drehbare Hohlzylinder (Walzen) oder man leitet den Dampf in Heizkörper, die ſich in den Trockenkammern befinden. Die Benutzung der Abwärme gewöhnlicher Dampfkeſſel bezw. das Trocknen über dieſen Keſſeln iſt nur in beſonderen Fällen geſtattet (vgl. Erlaß des preußiſchen Miniſters für Handel und Gewerbe vom 12. Juni 1894), im allgemeinen aber für alle Keſſel mit mehr als 6 Atmoſphären Ueberdruck verboten. — Nahezu alle Fabriken für Heizung und Ventilation befaſſen ſich auch mit Herſtellung von Trockenanlagen; wegen der Details vgl. die Kataloge dieſer Etabliſſements.

Literatur: [1] Trocknen von Getreide, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 165. — [2] Katalog von H. Kori, Berlin W. 9 u. a. — [3] Jahrbuch der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft, 1887, Bericht über die Prüfung von Dörrapparaten; Kataloge der landwirtſchaftlichen Maſchinenfabriken. — [4] Hausbrand, E., Das Trocknen mit Luft und Dampf, 3. Aufl., Berlin 1908. — [5] Pfeifer, Die phyſikaliſchen Grundlagen und die techniſche Ausbildung von Trockenanlagen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 100. — [6] Ebend. 1905, S. 2057.

Trockenbagger, ſ. Grabmaſchinen.

Trockenelement, ſ. Galvanismus, Bd. 4, S. 244, Telephon, S. 480.

Trockengründung kommt vor: 1. bei Hochbauten von untergeordneter Bedeutung und ſolchen, die auf den Baugrund einen nur geringen Druck ausüben; die Fundamente beſtehen alsdann aus Trockenmauerwerk oder gar nur aus einer Steinpackung (ſ. d.); 2. bei Bauten in tiefem, ſtark ſtrömendem oder wellenſchlagendem Waſſer; als Fundament dienen in ſolchen Fällen Steinſchüttungen (ſ. d.) oder verſenkte natürliche oder künſtliche Steine (ſ. Steinverſenkung). *Schmitt-Darmſtadt.*

Trockenmauerwerk, jedes aus unregelmäßigen Steinen ohne Mörtel hergeſtellte Mauerwerk.

Es wird vielfach für Einfriedigungen, Uferbefeſtigungen, Stütz- und Böſchungsmauern verwendet. Da die verbindende Kraft des Mörtels fehlt, müſſen für die Standſicherheit einer ſolchen Mauer die Steine möglichſt groß, lagerhaft und gut zu- und ineinander paſſend gewählt werden. Auch die Dicke der Mauer iſt weſentlich ſtärker anzunehmen als für eine unter gleichen Verhältniſſen mit Mörtel herzuſtellende Mauer (ſ. Feldſteinmauerwerk und Cyklopenmauerwerk). *L. v. Willmann.*

Trockenmittel, ſ. Sikkative.

Trockenſtempel, ein Stempel, der ohne Anwendung von Farbe, lediglich durch Prägung in Papier oder Pappe, einen Abdruck hervorruft.

Anwendung namentlich bei Fahrkarten zur Kennzeichnung ihrer Echtheit und als Datumſtempel (dann verſtellbar), ähnlich in Lochzangen der Bahnſteigſchaffner, ferner zur Herſtellung der Siegel für Urkunden u. ſ. w. *Cauer.*

Trocknung von Gebäuden, iſt für die raſche Nutzung und beſonders für die Geſundheit der Bewohner von Bedeutung. Sie wird erreicht a) durch Abhaltung der äußeren Einflüſſe, b) durch wirkſamen Schutz gegen aufſteigende Feuchtigkeit im Innern; c) durch Abkürzung der natürlichen Trocknung der bei den Mauern, den Decken und Wänden verwendeten Bauſtoffe.

Die frühere Bauweiſe mit langſamer Aufführung des Gebäudes und genügenden Zeiträumen zur Erhärtung und Austrocknung war eine den damaligen Anforderungen entſprechende. Bei den heutigen geſteigerten Bauwerten und Güterpreiſen iſt nun aber eine tunlichſt raſche Ausführung der Bauten mit Beobachtung aller geſundheitlichen Maßnahmen [1] geboten, wobei eine raſche Austrocknung allem voranſteht. Im einzelnen iſt zu erläutern: Zu a). Schon bei der Aufführung der Grundmauern iſt auf Fernhaltung des Tagwaſſers von den Gruben hinzuwirken, um ein Auswaſchen des Mauerwerks ſowie Unterwaſchungen und Senkungen zu vermeiden. Zugleich ſind Vorkehrungen zu treffen, die eine Abhaltung der Feuchtigkeit bezwecken: 1. bei niederen Gebäuden können weitausladende Dächer, erhöhte Lage und ſchwaches Gefäll des Bodens um das Gebäude genügen. 2. Bei durchläſſigem Boden und höheren Gebäuden iſt eine Anpflaſterung oder Belag von Steinplatten, Gußmörtel oder Aſphalt u. ſ. w. von 90 cm bis zu 2,5 m Breite anzuordnen und für Ableitung des Waſſers

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu ſorgen. 3. Gegen das Eindringen der Erdfeuchtigkeit in das Mauerwerk dienen: äußerer Teeranſtrich, Iſolierſchichten aus Klinkern in Aſphalt gemauert, Erdbögen [2] mit dahinter liegendem Hohlraum. 4. Bei etwaigem Waſſerandrang: Lettſchichten von 30—40 cm Stärke, Luftdohlen [3] mit Gefäll und Abfluß. Zu b). Um dem Aufſteigen der Feuchtigkeit durch Anziehung und Saugfähigkeit der Mauerſteine entgegenzuwirken, dienen: Rollſchichten aus Klinkern in Zement gemauert, Iſolierſchichten aus Aſphalt, Blei [9], Tafelglas, aus Aſphalt- oder Teerpappe [5], mehrmaliger Teeranſtrich auf der Oberſchichte ſämtlicher Grundmauern. Bei hohem Grundwaſſerſtand ſind außer den vorgenannten Sicherungen noch ſogenannte Grundbecken unter dem Kellerboden anzuordnen [3 a] und [2], S. 635, Fig. 755—758. Zu c). Die zur Aufführung der Mauern nötigen Bauſtoffe haben alle einen ſtarken Gehalt an Waſſer, das nur allmählich durch die Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft verdunſtet. Dieſer natürliche Vorgang kann abgekürzt werden [3 b] 1. durch Zuführung erwärmter Luft entweder durch Heizkörper (lokal oder zentral) oder durch Gebläſe, welche auf einzelne Stellen einwirken; 2. durch Zuführung von Kohlenſäure mittels offener Koksöfen [3 b], wobei gleichzeitig die frei werdenden Waſſerdämpfe aufgeſaugt werden; 3. durch Verwendung a) von Bauſtoffen, wie z. B. Zementmörtel, welcher zur Bindung das beigemengte Waſſer benötigt und ſo eine raſchere Trocknung herbeiführt; b) von Stoffen, die vor ihrer Verwendung ein Trocknungsverfahren durchgemacht haben und daher nur geringe Mengen Waſſer enthalten. Hierher gehören: Gipsdielen und Spreutafeln, Zementdielen [6], Korkplatten [7], Duroplatten [8] und andre, welche in [4] eingehend aufgeführt ſind.

Literatur: [1] Nußbaum, H. C., Das Wohnhaus und ſeine Hygiene, Leipzig 1909. — [2] Handb. der Architektur, III. Teil, Bd. 2, 1. Heft, Darmſtadt 1891; Marx, E., Raumbegrenzende Konſtruktionen, 12. Kap., Schutz gegen Feuchtigkeit, S. 410 ff. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, a) I. Teil, 5. Aufl., Berlin 1903, Koch, H., I. Maurerarbeiten, IX. Abſchn., Keller und die Iſolierung gegen Feuchtigkeit, S. 45—54; b) Büſing, F. W., VI. Abſchn., Baumaterialien und Baukonſtruktionen u. ſ. w. nach ihren geſundheitlichen Eigenſchaften, 7. Unterkellerung, 8. Feuchtigkeit und künſtliche Trocknung von Neubauten, S. 868 ff.; c) 2. Teil, XV. Abſchn., Büſing, F. W., Materialien und innerer Ausbau vom Standpunkt der Geſundheitspflege, S. 656 ff. — [4] Großmann, Erw., Techn. Bauhandbuch, Hannover 1902, Bd. 2, I. Hochbauweſen, B. Aufbau, Kap. II, Mittel gegen aufſteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk. — [5] Büſcher und Hoffmann, Aſphaltplattenfabrik Bahnhof Eberswalde und Halle a. S. — [6] a) Macks Gipsdielen, Ludwigsburg; b) Dr. Katz, Spreutafeln, Gipsdielenfabrik Cannſtatt bei Stuttgart; c) O. Böcklens Zementdielen, Lauffen a. N.; d) J. Wygaſchs Zementdielenfabrik, Beuthen, Oberſchleſien. — [7] Grünzweig und Hartmann, Korkſteinfabrik, Ludwigshafen a. Rh. — [8] Duroplattenfabrik in Konſtanz. — [9] Liebel, A., Bauartikelfabrik, Düſſeldorf-Rath.

Weinbrenner.

Trogſchleuſen, Schiffshebewerke (ſ. d.), bei welchen die Schiffe, in durch Tore beiderſeits abgeſchloſſenen Trögen ſchwimmend, aus einer Kanalhaltung in die andre hinauf- bezw. hinabbewegt werden.

Troitzſchotypie, von Otto Troitzſch in Berlin ausgeübtes Verfahren zur Herſtellung von farbigen, fakſimilen Gemäldereproduktionen (auch Heliochromographie genannt).

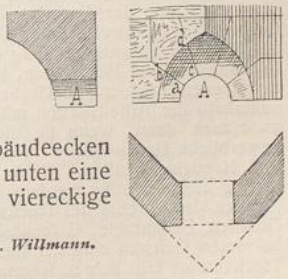
Die Methode, welche ſehr hübſche Kunſtblätter ergibt, beſteht in einer Kombinierung des Lichtdrucks (ſ. d.) und der Chromolithographie (ſ. Lithographie; vgl. a. Farbendruck und Kombinationsdruck). *A. W. Unger.*

Trommel, ſ. Ketten- und Hanfſeiltrommel, auch Schachtförderung. Riementrommeln von ſehr großer Breite (für hin und her gehende Riemen) erhalten Holzleiſten- oder Blechmantel auf einzelnen Armſternen. *Lindner.*

Trommelanker, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 183.

Trommelwehr, ſ. Stauanlagen, S. 270.

Trompe, eine gewölbte, vor eine Mauerecke oder Mauerniſche vorgekragte Mauerfläche, wie ſie beim Uebergang aus einer Grundrißform in eine andre entſteht, z. B. wenn eine abgeſtumpfte Mauerecke in eine ſtumpf-, ſpitz- oder rechtwinkelig auslaufende Mauerecke übergeht, wie dies bei Gebäudeecken (ſ. die Figur) oder an Türmen u. ſ. w. vorkommt, die unten eine achteckige oder runde, im oberen Stockwerk eine viereckige Grundrißform oder umgekehrt aufweiſen.



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

Trona, ſ. Soda, S. 142.

Tropfkörper (Tropfverfahren), ſ. Kläranlagen.

Tropfſtein, zapfen- oder kegelförmige, auch lappige und fahnenartige Abſcheidungen von kohlenſauerm Kalk aus wäſſeriger Löſung an der Decke (Stalaktiten) oder am Boden (Stalagmiten) von Höhlen im Kalkgebirge.

Sie ſind weiß oder blaßgelb, im Querbruch kriſtallin und ſtrahlig und erreichen mehrere Meter Länge. Sie bilden ſich dadurch, daß kalkreiches Waſſer von der Decke der Höhle an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorſpringenden Ecken tropfenweiſe abläuft, dabei teilweiſe verdunſtet und den Kalk abſetzt. Die Tropfſteine werden zu künſtlichen Grotten, architektoniſchen Verzierungen, Waſſerbecken und -fällen verwendet, ſeltener auch angeſchliffen als Dekorationsſtein. *Leppla.*

Troſſe, Verholleine für Schiffe, aus Hanf oder Stahldraht; ſ. Tauwerk.

Troſſenſchlag, ſ. Seilfabrikation, Tauwerk.

Trottoir (Bürgerſteig), für den gewöhnlichen Fußverkehr beſtimmter Teil der ſtädtiſchen Straßen (ſ. Straßenbau). *L. v. Willmann.*

Troygewicht, in England für Arzneien, Edelmetalle, Juwelen, Münzen und Gewichtsvergleichungen im Gebrauch; 1 Pfund troy ſ. Pfund. 175 Pfund troy = 144 Avoir du poids (ſ. d.).

Trub, Trubſäcke, ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 15.

Truckſyſtem. Unter Truck im engeren Sinn (engliſch truck = Tauſch oder Tauſchhandel) verſteht man die Art der Ablöhnung, bei welcher dem Arbeiter ganz oder teilweiſe an Stelle des baren Geldes Waren oder Anweiſungen auf ſolche gegeben werden, im weiteren Sinne aber jede Beſchränkung des Arbeiters in der freien Verfügung über ſeinen Lohn.

Die älteſte Form iſt die direkte Warenzahlung. Sie mag vereinzelt aus dem Beſtreben hervorgegangen ſein, beſtimmte durch das Gewerbe oder durch die Oertlichkeit gegebene Bedürfniſſe des Arbeiters in wohlmeinender Abſicht zu befriedigen. Den Hausinduſtriellen waren die Roh- und Hilfsſtoffe zu liefern, in abgelegenen Gegenden mußte für die Beſchaffung der notwendigen Lebensmittel und der Gebrauchsgegenſtände durch den Arbeitgeber Sorge getragen werden, auch war dieſer vielfach genötigt, Wohnhäuſer zu errichten, um den Zuzug und die Anſiedlung der Arbeiter zu ermöglichen u. ſ. w. Sehr bald artete aber die Sache durch Gewinnſucht der Unternehmer aus. Durch ein gewiſſenloſes Borg- und Vorſchußſyſtem wurde der Arbeiter zu übermäßigem Verbrauch und zu unnötigen Ausgaben veranlaßt. Es wurden ihm manchmal Waren, für die er kein Bedürfnis hatte, zu unerhört hohen Preiſen aufgezwungen. Um bar Geld zu bekommen, war er oft genötigt, die ihm aufgezwungene Ware zu Schleuderpreiſen wieder loszuſchlagen. Dem Arbeiter war es unmöglich, unter dieſem Syſtem einen geordneten Haushalt zu führen. Der Wirtshauskredit führte in vielen Fällen zum wirtſchaftlichen und ſittlichen Ruin ganzer Familien. Ob der Truck nun durch die verſchiedenen Formen der Warenzahlung ausgeübt, oder ob er, wie dies in England der Fall war, noch durch den Wohnungszwang, das ſogenannte Cottageſyſtem, verſchärft worden iſt, ſehr häufig führte er zu einer unwürdigen Ausbeutung und Knechtung des Arbeiters und zur Schädigung des betreffenden Gewerbes. Bald erhob ſich deshalb allerwärts der Ruf nach geſetzlicher Beſchränkung des Truckſyſtems, nach Einführung der Barzahlung. Die erſten Verbote des Trucks treffen wir in England; ſie ſtammen aus dem Jahr 1464. In Deutſchland finden ſich die älteſten Beſtimmungen gegen den Truck in den Bergbauordnungen aus der Mitte des 16. Jahrhunderts. In der Induſtrie war das Meſſergewerbe in Solingen der eigentliche Herd des Truckſyſtems. Das älteſte bekannte Verbot der Warenablöhnung war am 11. März 1654 vom Pfalzgrafen Philipp Wilhelm für das Härter- und Schleifhandwerk in Solingen erlaſſen und durch ſpätere Verordnungen erneuert worden. Da ſie Beſtandteile der Gewerbeſatzungen oder Gewerbeprivilegien waren, fielen ſie bei Einführung der Gewerbefreiheit dieſer zum Opfer, und der allgemeinen Ausbeutung war damit wieder Tür und Tor geöffnet. Erſt im Jahr 1831 begann die preußiſche Regierung der Frage näherzutreten, das Truckſyſtem auf dem Wege der Geſetzgebung zu bekämpfen. Zunächſt kam die Kabinettsorder vom 16. November 1846 gegen das Unweſen im Betrieb von Schankwirtſchaften durch Unternehmer. Dann kam die Kgl. Verordnung vom 9. Februar 1849, welche das Gebot der Barzahlung und das Verbot des Warenkreditierens für die Fabrikarbeiter brachte. Dieſe Beſtimmungen ſind ſpäterhin ohne weſentliche Aenderungen in die Gewerbeordnung des Norddeutſchen Bundes bezw. in die Reichsgewerbeordnung übergegangen. Das Geſetz betreffend die Abänderung der Gewerbeordnung vom 1. Juni 1891 brachte eine ſchärfere Umgrenzung des Lohnzahlungsſchutzes. Seine Beſtimmungen hinſichtlich des Truckverbots ſind in den §§ 115 bis 119a der Gewerbeordnung enthalten. Sie finden Anwendung auf Arbeitgeber und Arbeiter in Fabriken und Werkſtätten, in Bergwerken, Salinen, Aufbereitungsanſtalten und unterirdiſch betriebenen Brüchen und Gruben und nach § 119b der Gewerbeordnung auf Perſonen, welche außerhalb der Arbeitsſtätten mit der Anfertigung gewerblicher Erzeugniſſe beſchäftigt ſind, und zwar auch dann, wenn ſie die Roh- und Hilfsſtoffe ſelbſt beſchaffen, alſo auf die geſamte gewerbliche Hausinduſtrie. Ausgenommen ſind nur die Gehilfen und Lehrlinge in Apotheken und Handelsgeſchäften. Die Anwendbarkeit der Beſtimmungen kann niemals durch den Arbeitsvertrag ausgeſchloſſen werden. — Um jeder Umgehung des Geſetzes vorzubeugen, werden hinſichtlich des Verbots des Trucks dem Gewerbetreibenden gleichgeachtet: deſſen Familienglieder, Gehilfen, Beauftragte, Geſchäftsführer, Aufſeher und Faktoren ſowie andre Gewerbetreibende, bei deren Geſchäft eine der hier erwähnten Perſonen beteiligt iſt. Der Inhalt des geltenden Truckverbots läßt ſich in folgendem zuſammenfaſſen.

Die Gewerbetreibenden ſind verpflichtet, die Löhne ihrer Arbeiter in Reichswährung zu berechnen und bar auszuzahlen. Die Vorſchrift der Barzahlung bezieht ſich aber nur auf die urſprünglich vereinbarte Geldleiſtung; wenn alſo der Unternehmer mit dem Arbeiter z. B. freie Verpflegung bei einem Wochenlohn von 12 *M.* vereinbart hat, nur auf dieſen.

Die Gewerbetreibenden dürfen den Arbeitern keine Waren kreditieren. Das Verbot iſt ein abſolutes. Es wird nicht etwa dadurch aufgehoben, daß beiſpielsweiſe ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hut- oder Strumpfwarenfabrikant ſeinem Arbeiter den Hut oder die gewünſchten Strümpfe weit unter dem Herſtellungspreis kreditiert. Er würde ſich dadurch unbedingt ſtrafbar machen. Eine Aufrechnung für etwa kreditierte Ware bleibt unzuläſſig, auch wenn der Lohn nicht mehr durch das Lohnbeſchlagnahmegeſetz geſchützt iſt. Waren dürfen dem Arbeiter nur gegen bare Bezahlung abgegeben werden. Dagegen iſt die Gewährung von Vorſchuß in Bargeld dem Unternehmer jederzeit geſtattet. Um den Unternehmer nicht daran zu hindern, den durch Oertlichkeit und Gewohnheit gegebenen Bedürfniſſen der Arbeiter gerecht zu werden, hat das Geſetz eine Reihe von Ausnahmen von dem Verbot des Kreditierens zugelaſſen. Dieſe Ausnahmen und die Bedingungen, unter denen ſie zugelaſſen werden, ſind im § 115 Abſ. 2 der Gewerbeordnung erſchöpfend aufgeführt.

Danach iſt den Unternehmern geſtattet, den Arbeitern unter Anrechnung bei der Lohnzahlung folgendes zu verabfolgen: Lebensmittel für den Betrag der Anſchaffungskoſten; Wohnung und Landnutzung gegen die ortsüblichen Miet- und Pachtpreiſe, Feuerung, Beleuchtung, regelmäßige Beköſtigung, Arzneien und ärztliche Hilfe ſowie Werkzeuge und Stoffe zu den ihnen übertragenen Arbeiten für den Betrag der durchſchnittlichen Selbſtkoſten.

Zwiſchen Anſchaffungskoſten und durchſchnittlichen Selbſtkoſten iſt ſtreng zu unterſcheiden. Jene umfaſſen nur den unmittelbaren Erwerbspreis zuzüglich der Transportkoſten, dieſe dagegen die Anſchaffungskoſten, alſo Erwerbspreis und Transportkoſten zuſammen, vermehrt um die Koſten der Lagerung, der Verſicherung und der ſonſtigen Unterhaltung ſowie um die aufgelaufenen Zinſe; bei Preisverſchiedenheiten der einzelnen Lieferungen kann der aus einem beſtimmten Zeitraum ſich ergebende Durchſchnittspreis angerechnet werden. Endlich können bei Akkordarbeiten Werkzeuge und Stoffe zu den übertragenen Arbeiten auch über die Selbſtkoſten hinaus bis zur Höhe der ortsüblichen Preiſe an die Arbeiter abgegeben werden, aber es muß dies zum voraus vereinbart worden ſein. — Der Ausbeutung des Arbeiters und ſeiner Verleitung zum Alkoholverbrauch in Wirtſchaften und Kantinen wird dadurch vorgebeugt, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen in Gaſt- und Schankwirtſchaften regelmäßig verboten ſind. Auf Anſuchen kann die Verwaltungsbehörde Ausnahmen zulaſſen, ſie müſſen aber durch örtliche und perſönliche Verhältniſſe gut begründet ſein. — Einer Umgehung des Truckverbots durch das Mittel der Uebertragung oder Anweiſung wird durch die Beſtimmung vorgebeugt, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen nicht an Dritte erfolgen dürfen auf Grund von Rechtsgeſchäften, die nach dem Lohnbeſchlagnahmegeſetz vom 21. Juni 1869 unwirkſam ſind (§ 115a der Gewerbeordnung). Jede Verfügung über eine unpfändbare Lohnforderung des Arbeiters iſt ohne rechtliche Wirkung. Die Lohnforderung des Arbeiters iſt aber nur pfändbar, ſoweit ſie den Jahreslohn von 1500 ℳ überſteigt, oder wenn der Arbeiter ſeinen fälligen Lohn am Zahltag nicht einverlangt hat. — Ein Fall, der häufig vorkommt, iſt der, daß ein Gläubiger des Arbeiters den Arbeitgeber erſucht, ihm zur Erlangung ſeiner Forderung an den Arbeiter zu verhelfen. Der Arbeiter gibt die Schuld zu, erhebt auch keinen Einſpruch dagegen, daß der Unternehmer den Gläubiger befriedigt. Trotzdem kann der Arbeiter ſeinen vollen Lohn am Zahltag vom Arbeitgeber verlangen, denn der Arbeiter hat vor dem Fälligkeits- oder Zahltag kein Verfügungsrecht über ſeinen Lohn. Auch in dieſem Falle kann der Unternehmer lediglich durch Gewährung eines Barvorſchuſſes dem Arbeiter die Möglichkeit zur Befriedigung des Gläubigers geben. Alle Verabredungen zwiſchen den Gewerbetreibenden und ihren Arbeitern, wonach letztere ihre Bedürfniſſe in beſtimmten Verkaufsſtellen zu decken haben, oder ihren Verdienſt auch zu andern Zwecken als zur Verbeſſerung ihrer eignen Lage oder der ihrer Familien verwenden ſollen, ſind nichtig. — Sind Forderungen des Arbeiters in einer dem Geſetz zuwiderlaufenden Weiſe befriedigt worden, ſo kann der Arbeiter immer volle Zahlung verlangen, ohne daß ihm eine Einrede aus dem an Zahlungsſtatt Gegebenen entgegengeſetzt werden kann. Soweit letzteres noch vorhanden oder der Arbeiter ſich dadurch bereichert hat, fällt es beſtimmten Hilfskaſſen zu; der Unternehmer aber hat den Schaden zu tragen.

In enger Beziehung zu einer wirkſamen Durchführung des Truckverbots ſteht die Zahlungsfriſt. Lange Zahlungsfriſten zwingen den Arbeiter zum Vorſchußnehmen, ſie unterſtützen das Borgunweſen und bringen den Arbeiter in würdeloſe wirtſchaftliche und ſoziale Abhängigkeit vom Unternehmer. Bindende Vorſchriften über die Lohnzahlungsperioden gibt das Geſetz nicht. Es ermächtigt aber die Gemeinden und weiteren Kommunalverbände, für alle Gewerbe oder gewiſſe Arten derſelben feſtzuſetzen, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen in feſten Friſten erfolgen müſſen, welche nicht länger als einen Monat und nicht kürzer als eine Woche ſein dürfen (§ 119a der Gewerbeordnung). Ueber den Erlaß ſolcher Beſtimmungen müſſen die beteiligten Arbeitgeber und Arbeitnehmer, denen auch die Initiative zuſteht, gehört werden. Den gewerkſchaftlichen Organiſationen, die auf kurze wöchentliche Lohnzahlungsfriſten hinarbeiten, iſt es gelungen, die 8- bezw. 14tägige Lohnzahlung überwiegend einzuführen.

Man kann wohl behaupten, und die Erfahrung hat es auch allgemein beſtätigt, daß durch die vorgenannten Beſtimmungen der Truck in Fabriken im großen und ganzen aufgehört hat. Auch die Fälle des moraliſchen Trucks: „Es wird gerne geſehen, daß der Arbeiter ſeine Bedürfniſſe aus beſtimmten Läden deckt,“ ſind dank der wirkſamen Aufſichtstätigkeit der Gewerbeinſpektoren und ihres Verkehrs mit den gewerkſchaftlichen Organiſationen, die ſolche Fälle ſofort bekanntgeben, zur Seltenheit geworden. Auf dieſem Gebiete iſt die Tätigkeit der gewerkſchaftlichen Organiſationen durch ihre Aufklärungsarbeit von großem Nutzen geweſen. Wo dieſe, wie bei den Heimarbeitern, fehlt, da mußte die Geſetzgebung noch eine weitere Handhabe gegen den Truck geben. Als eine ſolche iſt die durch die Novelle von 1900 in § 114a der Gewerbeordnung dem Bundesrat eingeräumte Ermächtigung anzuſehen, für beſtimmte Gewerbe Lohnbücher oder Arbeitszettel vorzuſchreiben. Die Einträge ins Lohnbuch über Art und Umfang der Arbeit, über die Lohnſätze und über die Bedingungen, unter welchen Werkzeuge und Stoffe geliefert werden und unter welchen Koſt und Wohnung als Teil des Lohnes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewährt werden sollen, sind gesetzlich vorgeschrieben; sie ermöglichen dem Arbeiter eine klare Uebersicht über seinen Verdienst. Bis jetzt sind solche Lohnbücher für die Kleider- und Wäschekonfektion eingeführt worden. Sie haben wesentlich zur Besserung der Arbeiterverhältnisse in der Hausindustrie beigetragen. Wie schon oben hervorgehoben, liegt eine starke Gewähr gegen jede Form des Trucks in den gewerkschaftlichen Organisationen. Wo diese mächtig und dadurch imstande sind, die Lohn- und Arbeitsbedingungen für weite Gebiete bestimmter Gewerbszweige durch tarifliche Vereinbarungen zu regeln, da verschwindet der Truck von selbst. — Der gesetzliche Schutz gegen den Truck ist nunmehr auch auf das Schutzgebiet Kamerun ausgedehnt worden. Nach einer Verordnung des Gouverneurs müssen die Löhne der Farbigen in bar ausbezahlt werden. Es dürfen ihnen keine Waren kreditiert werden. — Zuwiderhandlungen gegen das Gebot der Barzahlung und das Verbot des Warenkreditierens sind Vergehen im Sinne des § 1 des Strafgesetzbuchs; sie gehören in die Zuständigkeit der Landgerichte.

Die Gesetzgebung hat der Initiative des Arbeitgebers, Einrichtungen zum besten seiner Arbeiter zu schaffen, weiten Spielraum gelassen, und es ist falsch, in den Truckgesetzen eine Hemmung solcher Bestrebungen zu sehen. Dabei ist zuzugeben, daß auch in wohlmeinendster Absicht Uebertretungen des Truckverbots vorkommen können. Sie zu vermeiden mögen folgende Winke dienen.

Die Abgabe von Lebensmitteln und Getränken in Fabrikkantinen sollte nur gegen bar erfolgen. Dies liegt im Interesse des Arbeiters wie des Unternehmers. Die Ausgaben werden übersehen, und dem Alkoholmißbrauch zum Schaden beider Teile ist vorgebeugt. Zur Ermöglichung der Barzahlung kann völlig mittellosen Arbeitern ein Vorschuß in Höhe einer Tagesverpflegung gewährt werden. Bei Abgabe von Werkzeugen und Stoffen sollten nicht mehr als die durchschnittlichen Selbstkosten gefordert werden, wenn auch das Gesetz die ortsüblichen Preise unter gewissen Voraussetzungen noch zuläßt. Denn der Gefahr, daß die Arbeiter durch den Verkauf von ihnen verabfolgten Materialien die Differenz aus den Selbstkosten und den ortsüblichen Preisen zu gewinnen suchen, steht die weit größere gegenüber, daß sie, z. B. bei Näharbeiten, billiges und schlechtes Material von außen einschleppen und zum Schaden des Geschäfts verarbeiten [1].

Bestimmungen gegen den Truck finden sich in mehr oder weniger ausgedehntem Maße in allen Industriestaaten [2].

Wie immer auch die Gesetzgebung gegen das Trucksystem in den einzelnen Ländern gestaltet sein mag, ihre Durchführung ist abhängig von der Tüchtigkeit der Gewerbeaufsichtsbeamten und von dem sittlichen Zustand der Arbeiterschaft. Auch diese muß mitwirken, um die letzten Spuren unwürdiger Ausbeutung der Lohnarbeiterschaft zu beseitigen.

Literatur: [1] Stieda, W., Art. „Truckfystem“ im Handwörterbuch der Staatswiffenfchaften, 2. Aufl., Bd. 7, S. 193 ff.; Anton, Geschichte der preuß. Fabrikgesetzgebung, 1891, S. 135—202; Moore, Samuel, Das Truckfystem in Großbritannien, im Arch. f. soz. Gesetzgeb., 1889, Bd. 2, S. 219—258; Engels, Lage der arbeitenden Klasse in England, 1892, 2. Aufl., S. 183—188, 258—260; Thun, Industrie am Niederrhein, in Bd. 2, Heft 3 der Staats- u. sozialw. Forsch., 1879, S. 71—78; Brassert, Bergordnungen der preuß. Lande, 1858; Herkner, Belgische Arbeiterenquete, im Arch. f. soz. Gesetzgeb., I, S. 388; Stieda, W., Deutsche Hausindustrie, 1889, S. 87—90; Bittmann, Hausindustrie und Heimarbeit im Großherzogtum Baden, 1907, S. 1036—1038; Soz. Praxis, XIV, S. 643, und XVI, S. 1087. — [2] Für die Gesetzgebung in den außerdeutschen Staaten: van Zanten, J. H., Die Arbeiterschutzgesetzgebung in den europäischen Ländern, 1902; Bulletin des internationalen Arbeitsamts, Bd. 1—7, 1902—1908. *G. Hardegg.*

Trübe, f. Sortieren der Trübe.

Trümmergesteine, aus eckigen oder runden und wieder verkitteten Brocken von andern Gesteinen bestehende Gesteine, also Breccien, Konglomerate, Sandsteine u. s. w.

Truhwasser, f. v. w. Körwasser (f. d.).

Trum, Trumm (die Einzahl von „die Trümmer“), im Bergbau f. v. w. Teil eines Ganzen; z. B. Gangtrum: ein sich abzweigender Teil eines Erzganges (vgl. Gang); Schachttrum: eine Abteilung eines Schachtes, wie: Fahrtrum. Man spricht auch von ein- und zweitrümigen Strecken (f. v. w. ein- und zweigleisigen; f. Streckenförderung). Seiltrum nennt man die eine Seite eines Seiles ohne Ende, z. B. bei der Seilförderung. *Treptow.*

Trumpf, Balken, der mit seinen Enden nicht auf der Mauer aufliegt, sondern in einen Trummbalken oder Wechsel (f. Treppe, Schornstein) eingezapft ist (f. Brustzapfen, Bd. 2, S. 372). — Es ist zu vermeiden, in einen Wechsel mehrere Trümpfe einzuführen und damit die Schwächung und Belastung des ersteren zu vermehren. *Weinbrenner.*

Tschang, 1. f. Tschi. 2. Gewicht in Siam. 1 Tschang oder Hang = 80 Bat oder 1,20958 kg. 3. Goldmünze in Siam = 204,32 ℳ.

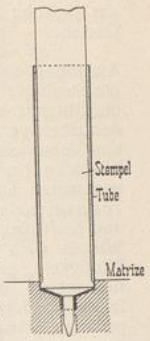
Tschetwert, Hohlmaß in Rußland = 209,901 l. 1 Tschetwert = 2 Osmin = 8 Tschetwerik, 1 Tschetwerik = 8 Garnitzi, 1 Garnitza = 30 Tscharka = 3,274 l.

Tschi, der chinesische Fuß, Längenmaß = 10 Pants oder Tsun zu 10 Fän beim Zollwesen = 0,358 m, sonst auch 0,373 m und länger. 10 Tschi = 1 Tschang.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tſun, ſ. v. w. Tſchi.

Tubenpreſſen dienen zur Herſtellung der zylindriſchen, dünnwandigen, am einen Ende offenen, am andern mit einem hohlen Gewindezapfen verſehenen röhrenartigen Hohlkörper (Tuben aus Zinn, Blei, verzinntem Blei) zur Aufnahme von Salben, Farben u. ſ. w. Ihrer Bauart nach ſind die Tubenpreſſen Exzenter- oder Kniehebelpreſſen (ſ. Preſſen). Als Werkzeuge (ſ. die Figur) tragen ſie am Stößel einen Stempel und eine am Tiſch befeſtigte Matrize, in die das zur Herſtellung der Tube dienende runde Plättchen (aus Zinn, Blei, verzinntem Blei) eingelegt wird. Beim Niedergang des Stempels durchlocht der Stempel mit ſeiner Spitze das Plättchen, preßt das Metall in die Matrize, wobei ein Teil des Materials ſich an dem Stempel durch den Hohlraum zwiſchen Matrize und Stempel entlang ſchiebt. Die Plättchen müſſen vollkommen fettfrei ſein.



A. Widmaier.

Tuch, ein meiſt aus Schafwolle und ſonſtigem tieriſchem Haar, aber auch aus Woll- und Baumwollgarnen und Zwirnen hergeſtelltes Gewebe, das in den meiſten Fällen durch die Verfilzung der Haare im Walkprozeß und darauffolgende beſtimmte Appreturbehandlung ſeinen beſonderen Charakter erhält. Vor dem Walkprozeß wird das Gewebe als Loden bezeichnet.

Kraft.

Tuchfabrikation, die Geſamtheit der Arbeitsmethoden und Prozeſſe, durch welche aus Wolle, Baumwolle und Kunſtwolle, Gewebe von ſehr verſchiedenartigen Eigenſchaften und Namen hergeſtellt werden, die jedoch alle mehr oder weniger verfilzt, gewalkt ſind. Die aus Wolle und Baumwolle beſtehenden tuchartigen Gewebe werden Halbtuche genannt.

Die **Vorarbeiten der Tuchfabrikation** beſtehen aus der Herſtellung der Garne (ſ. Streichgarnſpinnerei), aus der Verfertigung des Loden genannten Gewebes aus dem Garne (ſ. Weberei) und aus der Reinigung dieſes Gewebes. Dieſe Reinigung wird zur Ausführung gebracht durch das ſogenannte Noppen, Karboniſieren und Waſchen.

Das Noppen beſteht aus dem Ausleſen von Verunreinigungen der verſchiedenſten Art und wird meiſt von Hand aus mit Hilfe einer Pinzette — Noppzange — und der Noppgabel bewirkt, welch letztere zum Verſchieben, Verkratzen der Fäden behufs Deckung und Ausgleichung etwaiger Löcher dient. Die aus Baumwollfäden beſtehenden Verunreinigungen werden gleichzeitig auch durch Betupfen mit Nopptinktur gefärbt. Zu den Verunreinigungen zählt man auch die bei der Weberei entſtehenden Verbindungsknoten der Garne, weshalb die Arbeit auch Knoterei genannt wird. Zum Abnehmen der Knoten werden jetzt auch Noppmaſchinen, namentlich die von Martinot frères [1], verwendet.

Die Karboniſation dient zur Zerſtörung pflanzlicher Verunreinigungen, kann aber ſelbſtverſtändlich nur dann angewendet werden, wenn der Loden ganz aus Wolle beſteht. Es wird dabei als Karboniſiermittel hauptſächlich Schwefelſäure, neuerer Zeit das ſaure, ſchwefelſaure Natron (Natriumbiſulfat) verwendet. Die Karboniſierkammern ſind jetzt häufig mit Trockenkammern verbunden und ſo gebaut, daß eine allmähliche Erhitzung und Abkühlung möglich iſt.

Das Waſchen des Lodens bezweckt die vollſtändige Reinigung von Verunreinigungen chemiſcher Natur; das Gewebe wird mit einer Waſchflüſſigkeit getränkt, welche die Verunreinigungen verſeift, worauf ein Auspreſſen dieſer Schmutzflotte erfolgt, um friſcher Waſchflüſſigkeit den Zutritt zu den zu reinigenden Faſern zu verſchaffen. Als Waſchflüſſigkeiten werden die verſchiedenſten Seifengattungen, fauler Urin, Walkererde ſowie Aetzlaugen, namentlich Pottaſche und Soda verwendet. Das Waſchen wird ausſchließlich durch Waſchmaſchinen beſorgt, von welchen vorzugsweiſe die Strang- oder Stück- und die Breitwaſchmaſchine zu nennen iſt. Die erſtere (vgl. [1], S. 45) beſteht aus einer hölzernen Kufe, in der ſich die Waſchflüſſigkeit befindet und durch welche das in der Breitenrichtung zuſammengefaltete und mit den Enden zuſammengenähte Gewebe, kontinuierlich mit Hilfe zweier hölzerner Walzen hindurchgezogen wird; dieſe beſorgen gleichzeitig das Ausquetſchen der Schmutzflüſſigkeit, welche man in einem Schmutztrog auffängt und ableitet. Das Gewebe läuft durch einen Holzring — Faltring — und auch durch pyramidenförmig geſtaltete Holzkanäle, wodurch es zuſammengefaltet und intenſiver bearbeitet wird. Bei der Breitwaſchmaſchine (vgl. [1], S. 35) läuft das Gewebe im ausgebreiteten Zuſtande durch die Maſchine, die meiſt aus mehreren — bis vier — Kufen beſteht, zwiſchen welchen je eine Walzenpreſſe, zum Auspreſſen der Schmutzflotte, eingeſchaltet iſt. In der erſten Kufe befindet ſich konzentrierte Waſchflüſſigkeit, in der zweiten verdünnte, in der dritten reines Spülwaſſer, da der Waſchprozeß ſtets mit einem eingehenden Spülen des gewaſchenen Gewebes ſchließt. Zwiſchen dieſen Kufen werden neuerer Zeit Abſauger angeordnet, beſtehend aus einem mit Schlitz verſehenen und mit einer Vakuumpumpe verbundenen Kaſten, wodurch aus dem über den Schlitz laufenden Gewebe die Waſchflüſſigkeit abgeſaugt und in den Bottich zurückgeführt wird. Zum Ausbreiten des Gewebes werden ſogenannte Breithalter verwendet. Der Waſchprozeß kann durch eine Wringmaſchine zum Ausquetſchen der Schmutzflotte bedeutend verkürzt werden. Wurde ungefärbte Wolle verwendet, und ſoll das Gewebe eine beſtimmte Farbe erhalten, ſo folgt auf das Spülen unmittelbar das Färben — Färben im Loden —, manchmal auch erſt nach dem Walken.

Walken des Lodens. Das Loden genannte Gewebe wird erſt durch das Walken in Tuch oder tuchartiges Gewebe verwandelt; man erreicht dadurch eine ſolche Verfilzung der

das Gewebe bildenden Fäden bezw. Fafern, daß die einzelnen Fäden an der Oberfläche des Gewebes — die Bindung — verfchwinden und dasfelbe eine ganz gleichförmige Fläche zeigt.

Das Walken bafiert auf der Filzbarkeit der kurzen Wollfafern und befteht in der Ausübung eines Druckes auf das Gewebe, fowohl in der Längen- als auch Breitenrichtung, bei gleichzeitiger Befeuchtung der Fafern, wobei eine Walkflüffigkeit in Anwendung fteht, welche die Oberfläche der rauhen Wollfafern glatt und fchlüpfrig erhält, dadurch die Reibung zwifchen denfelben vermindert, ein leichteres Eindringen der Fafern in die Zwifchenräume derfelben und daher ein befferes Verfilzen bewirkt. Wird das Walken vor dem Wafchen ausgeführt — Walken im Fett —, dann wird mit demfelben gleichzeitig auch ein Reinigungsprozeß vorgenommen und entfprechend verfchiedene Walkflüffigkeiten, wie Walkerde, beftehend aus Tonerde, Kalkerde, Eifenoxyd, Waffer; Walkextrakt, aus einer Mifchung von Waffer, Seife und Seifenfiederunterlaugen, fauler Urin und Sodalöfungen in Anwendung gebracht. Wird das Walken nach dem Wafchen vorgenommen, fo wird meift bloß eine die Fafern glättende Flüffigkeit, gewöhnlich Seife, verwendet. Die beim Walken in Anwendung gebrachten Vorrichtungen, die Walken, werden in verfchiedenen Konftruktionen gebaut. Zum Walken fchwerer, dicker, auch grober, kotzenartiger Gewebe verwendet man auch heute noch die fogenannte Hammerwalke, Lochwalke, Stockwalke, Dickmühle, deren wirkfamer Apparat aus fchweren Holzklötzen befteht, die wie die Hebelhämmer durch eine Daumenwelle gehoben und fallen gelaffen werden, auf das in einer eigentümlich geformten Kufe, dem Walktrog, Walkloch, Kump befindliche, zu einem Klumpen gefaltete Gewebeftück auftreffen und dadurch den zum Verfilzen nötigen Druck ausüben. Eine Abart diefer Vorrichtung ift die in [1], S. 171 dargeftellte Doppelkurbelwalke, Druckwalke, Patentwalke. Für feinere, dünnere, leichtere Gewebe werden jetzt ausfchließlich die Walzenwalken verwendet, deren Hauptapparat (Fig. 1) aus zwei übereinander angeordneten, fchmalen Walzen — Roulet — *d d* befteht, zwifchen welchen das in der Breitenrichtung zufammengefaltete und mit den Enden zufammengenähte Gewebe hindurchgezogen, dadurch dem nötigen Drucke ausgefetzt und das Verfilzen in der Schußrichtung bewirkt wird. Um ein Verfilzen auch in der Kettenrichtung zu erreichen, wird das Gewebe von den beiden Walzen gegen eine wagerecht angeordnete Walze *k*, oder auch fehr häufig in einen fich verengenden Kanal, unter die Stauklappe gefchoben, dadurch in der Längenrichtung geftaut, gefaltet und einem Druck ausgefetzt. Die Walze *k* wird durch Federn oder Hebelvorrichtungen nach abwärts gedrückt. Das Gewebe fällt hierauf in den hölzernen Walktrog, Walkkaften, und zirkuliert in diefer Weife fo lange durch den Apparat, bis es auf die vorgefchriebene Länge und Breite eingewalkt ift, wobei es in beiden Richtungen durch die Verfilzung an Ausdehnung verliert. Das Einwalken wird auch als Einlaufen, Einkrimpen, Krumpfen bezeichnet. Es werden auch aus beiden Syftemen kombinierte gemifchte Walken verwendet. Die Neuerungen an den Walkmafchinen befchränken fich auf verfchiedene Anordnung und Vermehrung der Walzen und auf Vorrichtungen zum plötzlichen Einftellen des Laufes derfelben. Der Walkprozeß wurde früher in befonderen Walk- oder Filzmühlen meift durch Waffer räder betrieben. Die fchmutzige Walkflotte wird heute zur Gewinnung des fogenannten Walkfettes weiter verarbeitet. Die beim Walken entftehenden Walkflecken find meift durch Säuregehalt in den Seifen, die Walkftreifen durch einen einfeitigen Druck der Walzen herbeigeführt. Die Nacharbeiten find außerordentlich mannigfaltig und folgt auf das Walken ftets ein ausgiebiges Wafchen und Spülen des Gewebes in den fchon befprochenen Apparaten.

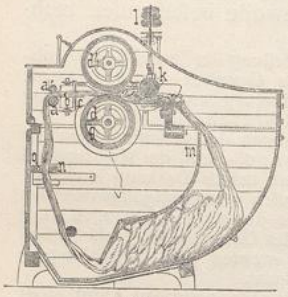


Fig. 1.

Da das auf diefe Weife entftandene Tuch in den meiften Fällen direkt dem **Rauhen** unterworfen wird, wobei es feucht erhalten werden muß, findet gewöhnlich nur ein teilweifes Entwäffern in Zentrifugen ftatt. Durch den Verfilzungsprozeß in der Walke erhält das Tuch infofern eine ungleichmäßige Oberfläche, als ein Teil der an diefer befindlichen Fafern mit ihren Spitzen im Gewebe ftecken bleiben, während ein andrer Teil frei aus dem Gewebe herausfteht, wodurch eine ungleiche Befchattung und dadurch ein fleckiges Ausfehen, namentlich im reflektierten Lichte herbeigeführt wird. Es muß daher vor allem eine gleichmäßige Bedeckung der Oberfläche mit frei hervorftehenden Fafern dadurch ausgeführt werden, daß man die Faferenden mittels elaftifcher, fanft angreifender Häkchen aus der Gewebeoberfläche herauszieht, was durch das Rauhen zur Ausführung kommt. — Das hierbei in Anwendung ftehende Werkzeug ift der Fruchtkopf der Kardendiftel (Dipsacus fullonum) von eiförmiger Geftalt, der an der Oberfläche mit ganz regelmäßig verteilten, gekrümmten, elaftifchen Häkchen befetzt ift. Diefe Fruchtköpfe werden durch das Kardenfetzen — manchmal auch durch eine Kardenfetzmafchine bewirkt — in größerer Anzahl nebeneinander gefetzt in eifernen Rahmen fo befeftigt, daß der größte Teil ihrer Häkchen in einer annähernd ebenen Fläche liegen und diefe fogenannten Rauhftäbe — Rahmen — zu 18—24 Stück auf der Kardentrommel befeftigt, welche letztere den wirkfamen Arbeitsapparat der Rauhmafchine bildet, die als einfach- oder doppeltwirkende Mafchinen in Verwendung ftehen, je nachdem fie mit einer oder zwei Kardentrommeln verfehen find. Bei der in Fig. 2 dargeftellten Doppelrauhmafchine wird das breitgehaltene, mit den Enden zufammengenähte Gewebe durch die beiden Walzen *n o* durch die Mafchine gezogen, fällt in Falten in den Korb ab, läuft von hier über die Spann- und Führungswalzen *a b c* dem Breithalter *d* zu und gelangt von hier, die erfte Kardentrommel *C* an zwei Punkten tangierend, über die Walzen *e f g h i* zum zweiten Breithalter *k* und von da, die zweite Kardentrommel *B* ebenfalls zweimal tangierend, über die

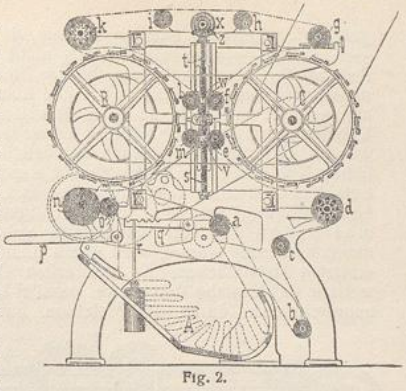


Fig. 2.

Walzen *lm* wieder zu *n*; wobei es alſo viermal auf derſelben Seite der aufrauhenden Wirkung der beiden entgegengeſetzt rotierenden Trommeln ausgeſetzt war. Die Berührungsfläche zwiſchen Gewebe und Kardentrommeln kann durch eine Verſchiebung der Walzenpaare *em*, *fl* mittels der Schraube *s* reguliert werden. Die ſogenannten Univerſalrauhmaſchinen ſind dadurch charakteriſiert, daß ihre Rauhtrommel aus in einer Zylinderfläche angeordneten, um die eigne und eine gemeinſchaftliche Achſe drehbaren Kratzenwalzen beſteht. Während des ganzen Prozeſſes muß das Gewebe feucht erhalten werden, was durch zeitweiſes Beſprengen mit Hilfe eines mit Kardenköpfen beſetzten Holzkreuzes, des Kardenkreuzes, zur Ausführung kommt. Da die Häkchen der Kardenköpfe durch die Feuchtigkeit erweicht werden, müſſen dieſelben, d. h. die Rauhſtäbe, einem Trockenprozeß in beſonderen Kardentrockenvorrichtungen ausgeſetzt werden. Die auf einer Kardentrommel befeſtigten, gleichzeitig in Verwendung ſtehenden Rauhſtäbe, die gleichmäßige Abnutzung zeigen, müſſen ſtets zuſammengehalten werden und bilden einen Rauhſtabſatz, der öfter verwendet wird. Das einmalige Hindurchlaufen des Gewebes durch die Rauhmaſchine heißt eine Tracht, und ſolcher Trachten muß das Gewebe oft 60 bis 500 erhalten, während welcher die Kardenſätze bis zu 20mal gewechſelt werden, da ſich die Häkchen mit Faſern, dem ſogenannten Rauhabfall, füllen und auf beſonderen Vorrichtungen, meiſt durch Bürſtenwalzen, gereinigt werden müſſen. Die erſten Trachten nennt man das Rauhen aus dem Haarmann, während die letzten als Strichrauhen bezeichnet werden, da es ſich dabei weniger um ein Aufrauhen als um das Legen der Haare in den Strich nach einer Richtung handelt. Soll das Gewebe nicht nur in der Längen-, ſondern auch Breitenrichtung gerauht werden, ſo wird der Rauhmaſchine ein ſogenannter Poſtierapparat beigegeben, der aus mit Karden beſetzten Platten beſteht, die an das meiſt ſenkrecht bewegte geſpannte Gewebe angedrückt und demſelben in wagerechter Richtung entlang bewegt werden. Um die große Abnutzung der Pflanzenkarde zu umgehen, werden auch Metallkarden in Anwendung gebracht, deren Häkchen aus Meſſing beſtehen, die aber meiſt zu ſcharf auf das Gewebe einwirken und daher ſehr elaſtiſch gelagert werden müſſen. Die wichtigſte Neuerung im Rauhprozeß iſt die ausgedehnte Verwendung der Metallkarden- oder Kratzenrauhmaſchine, wobei ſowohl die Rauhtrommel als auch die auf dieſer angeordneten Rauhwalzen einen beſonderen Antrieb erhalten, ſo daß das Geſchwindigkeitsverhältnis beider veränderlich iſt, wodurch eine große Variation der Eingriffsſtärke der Karden ermöglicht wird. Um eine mehr ſtauchende, filzende Wirkung auszuüben, wird die Geſchwindigkeit der Rauhtrommeln während des Betriebes durch eine beſondere Vorrichtung geändert (Verfilzungsrauherei), insbeſondere bei aus Kunſtwolle hergeſtellten Geweben. Weitere Neuerungen betreffen die Vorrichtungen zum Putzen der Rauhwalzen, zur Regulierung des Reckens der Ware, zur Reinigung der Antriebsriemen vom Rauhabfall u. ſ. w. Die als Rauhſtreifen bezeichneten Fehler werden meiſt durch unrichtiges Kardenſetzen herbeigeführt.

Eine dem Rauhen ähnliche Arbeit iſt das **Schleifen** des Tuches, welches gewöhnlich dort in Anwendung kommt, wo das Gewebe — etwa aus Kunſtwolle erzeugt — die gewaltſame Behandlung des Rauhens nicht aushalten würde. Hierzu werden Rauhtrommeln verwendet, welche nicht mit Rauhkarden beſetzt, ſondern mit Glaspapier belegt ſind. Heute werden zum Schleifen beſondere Schleif- oder Poliermaſchinen verwendet, an deren aus Flintſtein, Schmirgel oder Glasſtaub waſſer- und dampfbeſtändig hergeſtellten Walzen das Tuch durch Leder- oder Wachstuchmitläufer oder auch durch Luftdruckkiſſen angepreßt wird, die für jede Warenbreite eingeſtellt werden können. Dieſe Maſchinen ſollen die Herſtellung einer weit feineren Oberfläche ermöglichen.

Um ein aus langen Faſern hergeſtelltes Gewebe an der Oberfläche mit einer gleichmäßigen Decke langer Haare zu bedecken, wird dasſelbe im geſpannten Zuſtande mit Stöcken geſchlagen — **Klopfen** —, wozu jetzt Klopfmaſchinen in Anwendung kommen (vgl. [1], S. 322). Dieſelbe Arbeit läßt ſich jedoch auch durch eine mit ſteifen Bürſten verſehene Bürſtenwalze erreichen (vgl. [1], S. 314).

Auf das noch im feuchten Zuſtande durchgeführte Rauhen folgt gewöhnlich das Entnäſſen, **Trocknen** der Tuche, wobei man die adhärierende, kapillare und hygroſkopiſche Feuchtigkeit unterſcheidet, von welchen die erſte auf mechaniſchem, die zweite auf phyſikaliſchem Wege, die letzte nur bei einer Temperatur von 100° C. entfernt werden kann; letzterer Prozeß kommt in der Tuchfabrikation nicht zur Anwendung. Auf mechaniſchem Wege läßt ſich die Feuchtigkeit durch Auswringen, Ausquetſchen und Ausſchleudern entfernen, welch letztere Methode hier nahezu ausſchließlich angewendet wird, wobei namentlich Zentrifugen mit wagerechter Achſe ſehr vorteilhaft angewendet werden können, da hierin eine gleichmäßige Verteilung des Gewebes leicht ausführbar iſt. Eine ſolche Zentrifugaltrockenmaſchine ſ. [1], S. 622. Neuerer Zeit werden zur Abführung adhärierender Feuchtigkeit Abſaugemaſchinen verwendet, in welchen das Gewebe im ausgebreiteten Zuſtande über den Schlitz eines mit einem Vakuum in Verbindung ſtehenden Rohres langſam hinweggeführt und das in demſelben befindliche Waſſer abgeſaugt wird. Die Länge des Schlitzes muß ſelbſtverſtändlich der Breite des Gewebes angepaßt werden. Die weitere Trocknung der Tuche findet auf phyſikaliſchem Wege durch Verdunſten ſtatt. Während des Trocknens müſſen die Gewebe im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gespannten Zustande erhalten werden, da sonst infolge der ungleichmäßigen Zusammenziehung — Krumpfen — eine Faltenbildung nicht zu umgehen ist. Bei Verwendung der atmosphärischen Luft werden die Gewebe auf die im Freien aufgestellten Tuchrahmen gespannt und der trocknenden Wirkung von Luft und Sonne überlassen, wobei der Prozeß allerdings von der Witterung abhängig ist und auch die als Rahmlöcher bezeichneten Fehler leicht auftreten. Um diesen Uebelstand zu umgehen, werden entweder Trockenkammern oder Trockenmaschinen verwendet. Die ersteren bestehen aus geschlossenen Räumen, in welchen die Gewebe auf beweglichen Spannrahmen aufgespannt werden, während gleichzeitig gewöhnliche oder erwärmte Luft durch Essenzug oder mittels eines Luftbewegungsapparates (Exhaustors) durch den Raum hindurchbewegt wird und die Feuchtigkeit aufnimmt. Die Trockenmaschinen, Rahmmaschinen sind sehr mannigfaltig gebaut und wirken entweder durch trockene Luft oder durch strahlende Wärme, auch durch unmittelbare Berührung des zu trocknenden Gewebes mit erhitzten Metallflächen. Zu der ersten Gattung gehört die Trockenmaschine von Jahr, in welcher das Gewebe durch zwei parallel laufende Ketten in zwei übereinander liegenden Lagen ununterbrochen durch die Maschine hindurchbewegt, während gleichzeitig erwärmte Luft

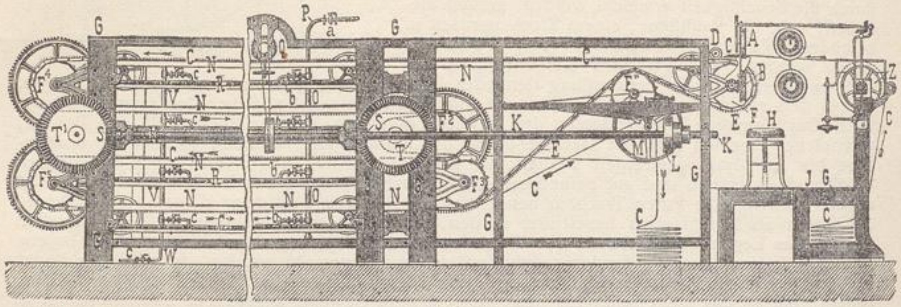
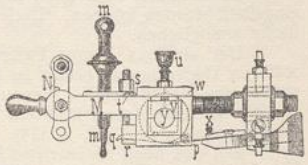


Fig. 3.

zwischen die beiden Gewebelagen gepreßt wird. Die von Longtain gebaute Trockenmaschine (Fig. 3 und 3a) wirkt durch strahlende Wärme. Das Gewebe *C* läuft in der Pfeilrichtung in die Maschine und wird bei *D* von Arbeitern in ausgebreitetem Zustande auf scharfe Messingstifte aufgespießt (aufklaviert), welche an den Gliedern zweier endlosen parallel über Scheiben F, F_4, F_2, F_5, F_3, F' laufender Ketten *E* befestigt sind, die bei *D* etwas näher aneinander stehen als bei *G* und dadurch ein allmähliches Spannen des Gewebes ermöglichen. Diese Ketten laufen, um der Spannung Widerstand leisten zu können, in Führungen *NN*. Das Gewebe läuft daher in übereinander liegenden Lagen gespannt durch die Maschine, wird durch die zwischen diesen Lagen befindlichen und vom gemeinschaftlichen Rohr *OO* gespeisten Dampfschlangen *RR* getrocknet, bei der Kettenscheibe F_3 von der Kette abgelöst und durch die Walze *M* unter derselben aufgetafelt. Diejenigen Trockenmaschinen, welche das Trocknen durch unmittelbare Berührung erhitzter Metallflächen besorgen, sind beinahe ausschließlich als Zylindermaschinen konstruiert und bestehen aus ein oder mehreren rotierenden Metallzylindern, um welche das Gewebe herumgelegt ununterbrochen durch die Maschine gezogen wird. Diese Maschinen sowie ihre Details sind immer weiter vervollkommnet worden, um Zeit und Kosten zu sparen und die Qualität des Trocknens zu erhöhen. Hervorzuheben ist das Trocknen im Vakuum und die dieser Methode entsprechende Vakuumzellentrockenmaschine, in welcher das Gewebe nicht über drehbare Trommeln, sondern über feststehende, mit geschliffenen Außenwänden versehene, innen dampfgeheizte Zellen hinweggezogen wird. Weitere Aenderungen beziehen sich auf die Transportvorrichtungen des Gewebes, ein auf das Trocknen folgendes Abkühlen und Wiederanfeuchten. In letzter Zeit wurde der Vorschlag gemacht, das Wasser aus dem Gewebe auszufrieren und die Energieökonomie dieses Verfahrens nachgewiesen.



Fig. 3a.



Nach dem Trocknen wird zur Herstellung einer ganz gleichmäßigen Oberfläche geschritten und dieselbe dadurch erreicht, daß die aufrechtstehenden Haare durch das **Scheren** auf gleiche Länge geschnitten werden. Hierzu verwendet man Zylinderschermaschinen nach zwei Systemen, nämlich die Transversal- oder Querschermaschine und die Longitudinalschermaschine. Bei beiden ist die Konstruktion des Schneidzeuges annähernd die gleiche und besteht (Fig. 4) aus dem, an einem eisernen Balken angeschraubten flachen, breiten feststehenden Untermesser *p* und dem darüber angeordneten, im Zapfen *y* gelagerten, schnell rotierenden Scherzylinder *z*, auch Obermesser genannt,

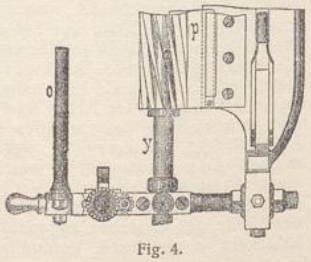


Fig. 4.

welcher aus einer eisernen Walze und bis zu 12 daran befestigten, schraubenförmig gewundenen, scharf geschliffenen Stahlmessern besteht, die auf die Schneide des Untermessers aufgeschliffen werden. Die Stellung beider Messer zueinander muß durch Schrauben oder Hebelvorrichtungen genau reguliert werden können. Die Schraube *m* dient zur genauen Stellung des Schneidzeuges zum Schertisch der Maschine, d. h. zu der zu scherenden Gewebeoberfläche. Ueber den Scherzylindern wird ein mit Oel getränkter Lederstreifen, das Spickleder, gelegt, an dessen Stelle heute auch ein aus drei Geweben zusammengesetzter sogenannter Spickfilz in Anwendung kommt. Der Unterschied der beiden Maschinensysteme, die nebeneinander in Anwendung stehen, besteht im übrigen darin, daß bei der Querschermaschine die Schneide des Untermessers parallel zu den Ketten-, bei der Langschermaschine parallel zu den Schußfäden steht und daß die erstere periodisch, die letztere ununterbrochen arbeitet.

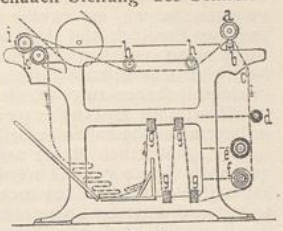


Fig. 5.

Eine schematische Darstellung einer Langschermaschine ist aus Fig. 5 ersichtlich, die den Lauf des zu scherenden Gewebes als Strichpunktlinie deutlich zeigt. Dasselbe, durch die beiden Walzen *i k* bewegt, läuft zuerst in der Pfeilrichtung über die hier feststehenden Spannprismen *g g*, dann über die Leitrolle *f*, an den beiden Bürstenwalzen *e d* und dem Breithalter *c* vorüber zum Schneidzeug *a*, das hier durch die Messerwalze *a* angedeutet ist. Hierbei wird das Gewebe unmittelbar unter dem Schneidzeug über den sogenannten Schertisch *b* so gezogen, daß sich die Härchen vor dem Schneidzeug aufstellen. Der Schertisch besteht hier aus einer dünnen Walze, sonst gewöhnlich aus einer kantigen Schiene. Die Bürstenwalze *d* dient zum Aufstellen der Härchen. Der Scherabfall, die kurzen Scherhaare, Scherwolle, werden von der Messerwalze in eine aus Blech hergestellte Mulde geschleudert und zur Tapeten-, Buntpapierfabrikation, auch in der Walkerei verwendet. Da die schraubenförmig gelegten Messer des Scherzylinders die Härchen zur Seite biegen, werden heute auch zwei Zylinder mit links und rechts gewundenen Messern verwendet. Um die Vorteile der Lang- und Transversalschermaschine zu verbinden, von welchen die erstere ökonomischer arbeitet, die letztere eine vollkommenere Feinschur ermöglicht, wird der Scherzylinder der Langschermaschine nicht parallel, sondern diagonal zur Schußrichtung gelegt.

Bei der Transversalschermaschine, bei welcher das Schneidzeug auf zwei Wagen angeordnet ist, die über parallele Schienen laufen, und bei welcher nicht das Gewebe sondern das Schneidzeug bewegt wird, unterscheiden wir den Schlafftscherer vom Strammscherer, die dadurch charakterisiert sind, daß bei ersterem das Gewebe während des Scherens sich in nicht aufgespanntem, bei letzterem in aufgespanntem Zustande befindet. Die bei dieser viel Erfahrung erfordernden Arbeit sich oft ergebenden Fehler werden als Scherlöcher und Scherstreifen bezeichnet und sind meist die Folgen einer unrichtigen Lage des Schneidezeuges zur Gewebeoberfläche. Das Scheren muß öfter wiederholt werden. Den Schluß dieser Arbeit bildet das Streichen der nun auf gleiche Länge geschnittenen Haare nach einer Richtung, was mittels der Bürstmaschinen zur Ausführung kommt, die der Hauptsache nach aus einer wagerecht gelagerten, rotierenden, mit Borsten besetzten Trommel besteht, an der das Gewebe tangential vorüberbewegt wird. Diese Maschinen sind oft mit zwei Trommeln als Doppelbürstmaschinen in Anwendung.

Nachdem die Oberfläche des Tuches infolge der besprochenen Arbeiten gleichmäßig geworden ist, handelt es sich noch darum, demselben **Glanz** zu verleihen durch Pressung unter gleichzeitiger Anwendung von Wärme. Hierzu werden hauptsächlich hydraulische Tuchpressen (Fig. 6) in Anwendung gebracht. Der hydraulische Zylinder *A*, der von der Handpumpe *F* bedient wird, ist unterirdisch angeordnet, und wird durch dessen Plunger der Preßtisch *C* gegen den Querbalken *E* bewegt, welch letzterer durch vier starke Stangen *D* mit dem Zylinder in Verbindung steht. Auf den Preßtisch *C* werden die zu pressenden Gewebestücke im zusammengefalteten Zustande übereinander getürmt. Da sich beim Pressen die Gewebelagen nicht unmittelbar berühren dürfen, da sonst eine entsprechende Glätte nicht zu erreichen wäre, müssen dieselben durch eingeschobene, sehr glatte, glänzende Pappeplatten — Preßspäne — voneinander getrennt werden. Das Einlegen dieser Platten nennt man das Einspänen, wozu heutigentags auch schon Maschinen verwendet werden. Das Erwärmen des Tuches während des Pressens wird durch erhitzte Eisenplatten, Preßplatten, erreicht, von welchen je eine zwischen zwei Gewebestücke so eingeschoben wird, daß behufs Schonung dieser zwischen Gewebestück und Preßplatte noch ein Brett oder eine starke Papptafel, das Brandbrett, die Brandpappe zu liegen kommt. Das Erhitzen der Eisenplatten wird in hierzu besonders hergestellten Preßplattenwärmöfen mit gewöhnlicher Feuerung oder mittels Dampf ausgeführt. Nach der Sarfertschen Methode werden neuerer Zeit zur Erwärmung des Preßgutes statt der starken Eisenplatten durch Elektrizität erhitzte, mit Leitbändern aus Nickelin versehene 1—1,4 mm starke Heizspäne verwendet und in größerer Anzahl zwischen den Gewebelagen so verteilt, daß ein gleichmäßigeres Erwärmen eintritt. Da die Gewebestücke 1—2 Tage unter Druck bleiben müssen, würde die Presse ebensolange der weiteren Verwendung entzogen, wenn dies nicht durch Anwendung der sogenannten Preßwagen (in Fig. 6, rechts) umgangen wird. In diesem Fall werden die eingespänten Gewebestücke samt den Preßplatten auf der, auf vier

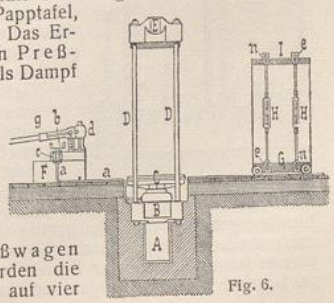


Fig. 6.

niederen Rädern laufenden Platte *G* aufgeſtapelt, der ganze Wagen auf den Preßtiſch *C* gefahren und durch den hydrauliſchen Apparat mit der Platte *J* gegen das Querſtück *E* und dadurch die Gewebe entſprechend zuſammengepreßt. Die Stellung der Platten *G* und *J* wird dann durch das Anziehen der Spannſchrauben *H H* fixiert und der Wagen ſodann aus der Preſſe gefahren, worauf ein zweiter in ähnlicher Weiſe behandelt werden kann. Neuere Preſſen ſind zwiſchen Preßtiſch und Preßkopf mit in Führungen gehenden hohlen, mittels Dampf geheizten Preßplattten verſehen und werden Dampfpreſſen genannt. Auch die Preßſpäne werden häufig in beſonderen Vorrichtungen vorgewärmt. Um dieſen periodiſchen Preßprozeß in einen ununterbrochenen zu verwandeln, verwendet man ſogenannte Walzenpreſſen oder Muldenpreſſen, auch Zylinderpreſſen, die der Hauptſache nach aus einer ſchweren, gußeiſernen, in Lagern drehbaren Walze beſtehen, welch letztere zur unteren Hälfte von einer konzentriſchen, hohlen, gußeiſernen Mulde umſchloſſen iſt, die durch Feder-, Hebel- oder hydrauliſchen Druck gegen die Walze gepreßt werden kann. Bei manchen dieſer Preſſen ſind zwei Mulden oft ſo angeordnet, daß dieſelben mehr als drei Viertel der Peripherie der Walze umhüllen. Das Gewebe wird über Spannprismen und Spannwalzen von einem Breithalter ausgebreitet, durch die ſich drehende Walze zwiſchen dieſer und der Muldenfläche hindurchgezogen und dabei einer Preſſung ausgeſetzt. Die Mulde iſt an der inneren Gleitfläche mit einem hochpolierten Metallpreßſpan verſehen. Das Erwärmen des Gewebes wird durch Heizen der hohlen Mulde mit Dampf erreicht. Dieſe kontinuierlich wirkenden Preſſen können jedoch niemals das Gewebe einem ähnlichen Drucke ausſetzen wie die hydrauliſchen Preſſen, weshalb ſie nur zur Herſtellung eines milderen Glanzes geeignet ſind. Die neueren Muldenpreſſen wurden mit zwei Walzen und Mulden ausgeſtattet, dann aber wieder auf eine Mulde, jedoch mit Walze von weit größerem Durchmeſſer zurückgekommen, wobei oft Walze und Mulde eingeſchliffen und mit einer Vorrichtung zum plötzlichen Einſtellen des Laufes verſehen werden. Das aus der Muldenpreſſe laufende Tuch wird durch einen Ablegeapparat in Falten aufgetafelt. Dieſe Vorrichtung beſteht aus einem, der Breite des Tuches entſprechend langen Holzkanal, durch welchen das Tuch hindurchläuft und welcher durch eine Kurbelvorrichtung in ſchwingende Bewegung verſetzt wird. Die beim Preſſen öfter vorkommenden Fehler ſind die ſchwer entfernbaren Preßfalten.

Das Reſultat des Preßprozeſſes iſt ein an der Oberfläche der Gewebe auftretender ſtarker Glanz, der jedoch, da die Faſern eines Gewebes niemals ganz gleichmäßig verteilt ſind, auch niemals ein ganz gleichmäßiger iſt, ein eigentümliches fettiges, unſchönes Ausſehen zeigt und deshalb auch als Speckglanz bezeichnet wird. Dieſer hohe, aber unſchöne Glanz muß gemildert werden durch eine Behandlung mit Dampf. Dieſer Dämpfprozeß — das **Dekatieren** — wird in der Weiſe zur Ausführung gebracht, daß man tunlichſt entwäſſerten Dampf das Gewebe durchdringen läßt, wodurch gleichzeitig auch das ſpätere Krumpfen verhütet wird. Man unterſcheidet die trockene, naſſe und gemiſchte Dekatur.

Die erſtere wird entweder in der Weiſe durchgeführt, daß man das Gewebe auf eine hohle Walze wickelt, dieſe in einen hölzernen Kaſten freiliegend einbringt und in letzterem Dampf zuſtrömen läßt — Kaſtendekatur; das Gewebe kann auch auf einer hohlen, mit zahlreichen Löchern verſehenen Metallplatte in Lagen aufgetafelt, hierauf mit einem beweglichen Kaſten bedeckt und ſodann in die hohle Platte Dampf zugeleitet werden, der das Gewebe allmählich durchdringt — Plattendekatur. Dieſe zwei veralteten Methoden werden jetzt meiſt durch die ſogenannte Walzendekatur erſetzt; man wickelt das Gewebe in einem ſogenannten Wickelbock (Geſtell) mehr oder weniger ſtraff auf eine aus Kupfer beſtehende, in der Mantelfläche mit zahlreichen Löchern verſehene hohle Walze in der Art, daß unter und über das Gewebe mehrere Lagen eines Leinengewebes zu liegen kommen, die den Zweck haben, das Kondenſationswaſſer aufzunehmen und vom zu dekatierenden Gewebe abzuhalten, da ſonſt die unangenehmen und nur ſehr ſchwer zu entfernenden Waſſerflecken entſtehen. Die auf dieſe Weiſe bewickelten Walzen werden nun ſenkrecht mit dem einen hohlen Zapfen in die Hahnhülſe *f* (Fig. 7) geſtellt und mittels der durch Schraube *h* verſchiebbaren Hülſe *g* niedergedrückt und niedergehalten. Der Dampf tritt aus dem Keſſel in der Pfeilrichtung zuerſt in den Kondenſationsapparat *i*, um ſo weit als möglich entwäſſert zu werden und von hier in das gemeinſchaftliche Rohr *a* und nach Oeffnen der Hähne *e* in die hohlen Walzen und durch das Gewebe. In vielen Fällen ſtehen die Walzen frei und werden mit einem hölzernen oder Blechmantel überſtülpt. Je feſter das Gewebe aufgewickelt iſt, deſto weniger wird der Glanz durch die Dekatur gemildert. — Die Verwandlung dieſes periodiſchen in einen ununterbrochenen Prozeß wird durch die Anwendung der in Fig. 8 nur der Hauptſache nach dargeſtellten Dekatiermaſchine von Effer und Iwand erreicht. Sie beſteht aus einer wagerecht gelagerten, drehbaren, mit zahlreichen Löchern verſehenen, mit einer dichten Filzhoſe überzogenen gußeiſernen Walze, an welche von unten eine hohle, gußeiſerne Mulde angepreßt wird. Das Gewebe wird nun, von der langſam rotierenden Walze zwiſchen dieſer und der Mulde kontinuierlich hindurchgezogen und gleichzeitig von dem in die hohle Walze ein- und durch die Oeffnungen austretenden Dampf durchdrungen. Die im Innern der Walze angeordneten Vorrichtungen dienen hauptſächlich zum Entwäſſern des Dampfes. Neuerer Zeit wird die Trockendekatur meiſt in liegenden Vorrichtungen zur Ausführung gebracht, bei welchen die umwickelte Walze in

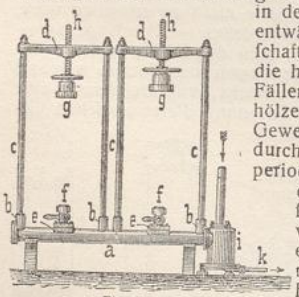


Fig. 7.



Fig. 8.

einen luftverdünnten, von einem heizbaren Mantel umgebenen Raum gelagert wird, wodurch das schnelle und vollkommene Eindringen des Dampfes erreicht und die Bildung von kondensiertem Wasser vermieden werden kann. Diese Dekatur wird auch in besonderen Maschinen unter hydraulischem Druck durchgeführt.

Die nasse oder Wasserdekatur, auch Kochen des Tuches genannt, die nur bei sehr feinen Waren und für matten Glanz verwendet wird, besteht darin, daß das auf eine Walze mehr oder weniger straff aufgewickelte und mit einem Leinengewebe bedeckte Tuchstück in ein gemauertes oder hölzernes, mit Wasser gefülltes Gefäß so eingelegt wird, daß es vollkommen von Wasser umgeben ist. Das Wasser wird sodann durch eine Dampfschlange auf 60—80° C. erwärmt. Die Naßdekatur wird heute weit häufiger und in Dekatiermaschinen ausgeführt, die das Durchströmen von kaltem und heißem Wasser von innen nach außen und umgekehrt ermöglichen.

In vielen Fällen werden beide Prozesse, die trockene und nasse Dekatur, angewendet: gemischte Dekatur. Hierher gehört schließlich noch das sogenannte Nadelfertig- und Bügelechtmachen des Tuches, durch welches sowohl das Eingehen, Einkrumpfen der aus dem Gewebe hergestellten Kleider verhütet, als auch ein etwa noch vorhandener Preßglanz oder etwaige Falten entfernt werden. Dies geschieht durch eine Behandlung mit Dampf, entweder in der Dekatiermaschine oder aber in der Bürstmaschine, in welch letzterem Falle das Gewebe im ausgebreiteten Zustande, bevor es in die Maschine eintritt, über ein mit Dampf gespeistes, perforiertes Rohr hinwegläuft und dadurch einem schwachen Dämpfprozesse ausgesetzt wird. Heute werden auch für diesen Prozeß sogenannte Krumpfmaschinen verwendet, in welchen das Gewebe nach dem Dekatieren durch in Wasser tauchende Walzen befeuchtet und über eine durch Dampf geheizte Walze tunlichst ohne Spannung geleitet, wobei das Wasser in spannungslosen Dampf verwandelt wird; in manchen Fällen ist ein feuchter Mitläufer angeordnet, der das Anfeuchten besorgt. Findet das Nadelfertigmachen unmittelbar nach dem Dekatieren statt, dann wird meist noch eine Abkühlung des Gewebes zwischengeschaltet. Auf das Dekatieren folgt selbstverständlich noch ein Trocknen. Die Reihenfolge der bisher erwähnten Manipulationen ist häufig eine ganz andre, und einige derselben werden mehrmals wiederholt.

Das Mustern, **Dessinieren** der Tuche und tuchartigen Gewebe wird meist durch entsprechende Bindung unter Anwendung verschiedenfarbiger Garne, aber auch durch Färbung und Appretur erreicht, und zwar werden nicht nur wirkliche Muster, sondern auch musterartige Gebilde auf der Oberfläche der Gewebe hervorgerufen. Das Dessinieren wird durch Aufrauhen, Aufbürsten, Niederpressen und Scheren der Muster- oder Grundflächen, manchmal auch durch Glätten der Musterflächen, entweder von Hand aus oder mit Hilfe einer Dessiniermaschine erreicht. In manchen Fällen werden durch gravierte Musterwalzen Muster eingepreßt, in andern Fällen werden Schablonen mit dem ausgeschnittenen Muster in der Weise in Anwendung gebracht, daß über das auf einer festen Unterlage ruhende, oder über diese hinwegbewegte Gewebe, die fixe oder ebenfalls bewegte Schablone gelegt und über dieser eine rotierende, mit Kratzenzähnchen oder mit Borsten besetzte Walze angeordnet wird, durch welche die von der Schablone nicht gedeckten Gewebeflächen aufgerauht oder aufgebürstet werden. Durch Kombination einer periodischen oder ununterbrochenen Bewegung von Gewebe, Schablone und Walze lassen sich die mannigfachsten Effekte erzielen. Das Niederpressen wird in der Walzenpresse dadurch erzielt, daß die Walze mit einer gemusterten Schablone überzogen wird. Das Mustern durch Scheren kann entweder in der Weise durchgeführt werden, daß die Schablone unter das zu scherende Gewebe gelegt wird, in welchem Falle die über den vollen Schablonenflächen befindlichen Gewebeflächen kürzer geschoren werden, oder auch in der Weise, daß die Schneiden der am Zylinder aufgezogenen Messer entsprechende Unterbrechungen erhalten, wodurch bei gleichzeitiger Bewegung des Gewebes Muster hervorgebracht werden können. Musterähnliche Gebilde lassen sich durch ein Zusammendrehen der Oberflächenfasern zu kleinen Zöpfchen, Knötchen oder durch ein Zusammenballen derselben zu über das Gewebe hinweglaufenden Runzeln erreichen, wie dies namentlich bei schweren, für Winterröcke verwendeten Doppelgeweben der Fall ist und Ratinieren, Frisieren genannt wird. Die hierzu verwendete Ratiniermaschine besteht aus zwei wagerecht übereinander angeordneten, mit Leder, Tuch oder Kautschuk überzogenen, oder mit Borsten besetzten Kissen, von welchen das untere feststeht, das obere aber durch entsprechende Vorrichtungen in wagerechter Ebene entweder so bewegt wird, daß jeder Punkt des Kissens eine Kreisbewegung von kleinem Durchmesser oder eine geradlinige hin und her gehende Bewegung macht. Diese letztere Bewegung kann entweder in der Richtung der Ketten- oder Schußfäden des Gewebes, oder unter einem bestimmten Winkel zu beiden zur Ausführung kommen. Zwischen diesen Kissen wird das Gewebe langsam, aber ununterbrochen so hindurchgezogen, daß das obere Kissen in unmittelbarer energischer Berührung mit der Gewebeoberfläche bleibt. Die Bewegung des Oberkissens wird durch exzentrische Zapfen und Gleitstücke erreicht.

Das Appretieren und Imprägnieren des Tuches hat den Zweck, dem Gewebe einen sogenannten volleren, kräftigeren Griff zu erteilen, dasselbe wasserdicht zu machen oder in nicht ganz einwandfreier Weise zu beschweren oder feuersicher zu gestalten. Der kräftigere Griff wird durch Steifmachen erreicht und dazu klebende Mittel wie Leim, Gummi, Kartoffel- und Sagomehl, Dextrin, Stärke u. s. w. verwendet, die durch eine Beimengung von Glyzerin oder Glyzerinwachs oder durch Oele und Fette geschmeidig gemacht werden.

Die **Wasserdichtigkeit** der tuchartigen Gewebe — Waterproof — wird durch eine Imprägnierung mit Alaunlösungen und durch Auftragen und Imprägnieren von Kautschuk, Paraffin, Kupfer- und Eisensalzen, Kupferoxydammoniak, Gerbstoffen, wie Eichenrinden- und Kastanienextrakt, Teere, Oele erreicht. Zum Beschweren werden Appreturzusätze von Bitterfalz, Alaun, Chlormagnesium, Traubenzucker (Glykose) u. s. w. gemacht. Die feuersichere Imprägn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nierung ist am besten durch ein Chlorzinkbad, eine fäulniswidrige durch Kupferoxydammoniak und gerbsaures Aluminium zu erreichen. Alle diese Imprägnierungen werden heute in hochausgebildeten Maschinen zur Durchführung gebracht.

Den Schluß aller Prozesse bildet das **Legen, Staben** und gleichzeitig damit verbundene **Messen** der Gewebe, das in sehr verschiedener Weise entweder von Hand aus oder durch Maschinen zur Ausführung kommt. Im ersteren Fall wird die Länge des Gewebes an aufrecht stehenden Stangen von bestimmter Entfernung gemessen, zwischen welchen das Gewebe in übereinander liegende Lagen gebracht und dadurch gespannt wird, daß zwischen die Lagen Stäbe (Staben) eingelegt werden, die sich an die obenerwähnten Stangen anlegen; oder das Gewebe wird langsam über eine Tischfläche und unter einer Trommel mit rauher Oberfläche hinweggezogen und durch die Umdrehungszahl dieser Trommel gemessen. Sehr häufig werden Meßmaschinen in Verwendung gebracht. Bei den neueren Maschinen ist der bogenförmige Meßtisch durch einen ebenen, in der Mitte einknickbaren ersetzt worden, um Spannungen zu verhüten. Das Maß wird durch Aufdrucken von Farbe oder Einpressen von Metallmarken festgestellt; als Meßapparat wird auch eine expansible Lattentrommel verwendet u. s. w. Zum schließlichen Beschauen des Tuches werden neuerer Zeit auch Beschaumaschinen verwendet, durch die das Gewebe in wage- und senkrechter Richtung manchmal über beleuchtete Glastafeln läuft.

Literatur: Grothe, H., Die Appretur der Gewebe, Berlin 1882; Karmarsch, K., Handbuch der mechanischen Technologie, herausgegeben von Hartig, Hannover 1875; Stommel, C., Das Ganze der Weberei des Tuch- und Buckskinfabrikanten; Hoyer, Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie, Wiesbaden 1888; Karmarsch-Fischer-Müller, Handbuch der mechanischen Technologie, Bd. 3, Leipzig 1896; Oelsner, Lehrbuch der Tuch- und Buckskinweberei, Altona 1879; Behnisch, H., Handbuch der Appretur, Grünberg 1879; Iwand und Fischer, Die Appretur der glatten Tuche, 1876; Weiche, T., Leitfaden der Knoterei, Grünberg 1873; Naudin, J. J., Praktisches Handbuch der Tuchfabrikation, 1838; Löbner, O., Praktische Erfahrungen aus der Tuch- und Buckskinfabrikation, Grünberg 1892; Meißner, G., Der praktische Appreteur, Färber und Bleicher, Leipzig 1875; Derf., Die Maschinen zur Appretur, Färberei und Bleicherei; Hartig, E., Versuche über den Kraftbedarf der Maschinen in der Streichgarnspinnerei und Tuchfabrikation; Kraft, M., Ueber das Filzen der Wolle, Brünner Monatsschrift für Textilindustrie 1893; Falcot, P., La fabrication des tissus; Alcan, M., Traité du travail des laines, 1866; See, P., Machines et appareils ayant rapport à l'industrie textile; J. Spannrath, Das gefahrlose Karbonisieren; Mierzinski, Die Herstellung wasserdichter Stoffe und Gewebe auf sogenanntem chemischem Wege, Berlin 1897; Jansen, W., Die verschiedenen Appreturverfahren der Streichgarn-, Kammgarn- und Cheviotstoffe und der halbwollenen Waren, 1906; Donath, F., Die färbige Gewebemusterung, 1906; Ganswinth, A., Die Technologie der Appretur, Leipzig 1907; Hausbrand, E., Das Trocknen mit Luft und Dampf, 3. Aufl., Berlin 1908. *Kraft.*

Tuchrot, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 624.

Tuchsorten. Die Anzahl der verschiedenen Tuche und tuchartigen Gewebe ist sehr groß und die oft eigentümlichen Benennungen durch Rohstoff, Bindungsgesetze, durch die damit vorgenommenen charakteristischen Prozesse sowie durch Aehnlichkeit mit andern Produkten, durch das Land, in dem, oder das Volk, von dem sie hergestellt wurden, begründet, oft auch ganz willkürlich gewählt.

Namen und Charakter dieser Gewebe haben sich auch in neuerer Zeit nur wenig geändert, auch die Prozesse zur Herstellung derselben sind im großen und ganzen die gleichen geblieben, selbstverständlich unter Anwendung der neueren, stark vervollkommneten Apparate und Maschinen. Es können nur die wichtigsten besprochen werden.

Alpaca, Angora, Kaschmir, Gewebe aus dem Haar einer bestimmten Ziegengattung hergestellt, mit langhaariger, velourartiger Oberfläche, welch letztere durch Aufrauhen mit einer Metallbürste oder Kratzenwalze (Velourhebemaschine) sowie durch Klopfen hergestellt wird. Die Haare werden hierdurch gleichzeitig, und zwar in feuchtem Zustande aufgestellt und durch unmittelbar darauf folgendes Trocknen in dieser Stellung erhalten. Das aus Kaschmirwolle hergestellte Garn wird meist nur als Schuß verwendet. Die neuerer Zeit aus diesem wertvollen Stoff hergestellten, Montagnac, Bouclé, Ondulé genannten Gewebe sind durch ihre Appretur charakterisiert. Die ersteren erhalten durch ein scharfes Trocknen bei 72° R. eine mit kleinen Löckchen bedeckte Oberfläche, das letztere durch Ziehen über eine scharfkantige Schiene wellenförmige Bildungen. — Beaver, aus gezwirntem Garn hergestelltes, stark gewalktes und gerauhtes Gewebe, sehr häufig in der Weise gemustert, daß in der Muldenpresse mittels einer Schablone Muster eingepreßt und das Gewebe dann geschoren wird, wobei die nicht niedergepreßten Flächen kahlgeschoren werden und die Muster vertieft erscheinen. Biber, Fries, Moll sind schwerere, in langem Strich appretierte Gewebe. — Boi, Boy, aus Baumwollkette und Wollschuß hergestellte Futterstoffe, die selten gefärbt, stets gewalkt, gerauht und getrocknet werden. — Buckskin, ein meist gemustertes, zu Beinkleidern verwendetes Gewebe, das sehr häufig aus mit Seide gezwirnten Garnen hergestellt wird. Dasselbe wird hierauf nur mit Seife, ohne Soda, bei 45° C. gewaschen, langsam mit kalter Seife gewalkt, wieder gewaschen, so trocken als möglich gerauht, geklopft, gebürstet, dann langsam möglichst tief geschoren, um die Seide freizulegen, sodann getrocknet, gebürstet, heiß gepreßt und dann dekatiert. — Cheviot, ein meist gemustertes Halbwollgewebe mit Köperbindung unter Anwendung gezwirnter Fäden. Dasselbe darf nie im Fett gewalkt werden, wird daher vor dem Walken gut gewaschen, dann ganz schwach gewalkt, hierauf, ohne zu rauhen, getrocknet, dann schwach geschoren und lauwarm gepreßt, dann dekatiert und in der Walzenpresse nochmals gepreßt. Minderwertige Gewebe dieser Gattung werden heute mit Appreturmasse imprägniert, um ihnen einen volleren,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kräftigeren Griff zu geben und auch um ihr Gewicht zu erhöhen, wozu hauptſächlich Stärke, Leim, Gummi u. ſ. w. verwendet wird. — Cachemirette, ein aus gezwirnten Garnen mit Köperbindung hergeſtelltes, gewalktes, gerauhtes und geſchorenes Gewebe, das ſich durch eine ſehr zarte Haardecke auszeichnet. — Caſſinet, ein dreibindig geköpertes Halbwollgewebe, das im Fett gewalkt, nicht gerauht, auf der rechten Seite glatt geſchoren und ſodann heiß gepreßt wird. — Chinatuch nennt man mit glatter Tuchbindung ausgeführte Tuche verſchiedener Qualität, die für den oſtaſiatiſchen Export hergeſtellt werden. Dieſelben werden gut gewaſchen, ſtark naß gerauht, naß dekatiert, dann wieder gewaſchen, getrocknet, gebürſtet, heiß gepreßt, trocken dekatiert, dann nochmals geſpült und getrocknet. — Circaſſienne, ein dem Kaſchmir ähnliches, jedoch ſo wenig gewalktes Gewebe, daß die Bindung deutlich ſichtbar wird. — Coating, Fries, Flaus, ein aus grobem Garn hergeſtelltes, dickes, langhaariges Gewebe, das ſtark gewalkt, aber wenig gerauht und geſchoren wird; hierauf folgt heißes Preſſen und Bürſten. In manchen Fällen wird zur Erhöhung des Glanzes ſelbſt Appreturmaſſe in Anwendung gebracht. Dieſer Gattung gehört eine große Anzahl verſchieden benannter Gewebe an, wie Lady-Coating, Kaſtorin, Düffel, Sibirienne, Kalmuck u. ſ. w. — Coutil gehört den Buckskingeweben an. — Croiſé, ein mit drei- oder vierſchäftiger Köperbindung hergeſtelltes, meiſt zu Röcken verarbeitetes Gewebe, welches gewalkt, gut gerauht, gekocht, getrocknet, geſchoren, nochmals dekatiert, gefärbt, mit Ton gewaſchen, geſpült, wieder gerauht und verſtrichen, dann getrocknet, zuerſt auf der Lang-, dann auf der Querſchermaſchine geſchoren, genoppt und gepreßt wird. — Decken (ſowohl wollene als auch Halbwolldecken) werden zu ſehr verſchiedenen Zwecken und daher auch in außerordentlich mannigfaltiger Weiſe, fein und grob, ungefärbt, einfärbig und gemuſtert, hergeſtellt. Die gröberen werden meiſt in der Hammer- oder Kurbelwalke mit Walkerde gewalkt, dann fehr eingehend mit Walkerde oder Seife gewaſchen, geſpült, ausgeſchleudert, ſodann mehr oder weniger ſtark gerauht, im Freien getrocknet und hierauf oft nochmals trocken gerauht. Das Waſchen der ſogenannten Kotzendecken findet in der Hammerwaſchmaſchine ſtatt, weil ſich dieſelben ihrer Bindung wegen zu ſtark verziehen würden. Als Schlußprozeß des Rauhens wird häufig noch ein Handrauhen in Anwendung gebracht. — Döskin, auch Winterbuckskin, ein dem ſogenannten Satin ähnliches Gewebe. — Doppeltuch, Doppelcaſſinet, Doppelflanell, ſchwerere, dichte Gewebe, von welchen das erſtere aus zwei übereinander liegenden Ketten, reſp. zwei übereinander befindlichen, miteinander jedoch durch einzelne Bindungspunkte verbundenen Geweben beſteht, während die andern Gewebe nur aus einer Kette beſtehen, jedoch mit einer ſolchen Bindung (meiſt Atlasbindung) gewebt ſind, daß ſich die abwechſelnd aus Wolle und Baumwolle beſtehenden Schußfäden näher aneinander zu ſchließen vermögen. Die Rückſeite wird ſtark gerauht, im ganzen wenig geſchoren. — Double, auch Eskimo, ein mit Köperbindung hergeſtelltes, namentlich zu Ueberziehern verwendetes Gewebe, welches nach dem Waſchen, Walken und Rauhen den Köper nach beiden Seiten nicht klar hervortreten läßt. Dasſelbe wird gekocht, um eine Mattglanzappretur zu erhalten; hierauf folgt ſchwaches Dekatieren, wieder Waſchen, Rauhen, Scheren, Noppen, Preſſen. — Drap, auch Köpertuch, ein mit feinem Schuß und gröberer Kette außerordentlich dicht hergeſtelltes Köpergewebe, das namentlich durch ſtarkes Schlagen im Webſtuhl, dann aber auch durch ſtarkes Walken eine nahezu lederartige Beſchaffenheit und Waſſerdichtheit erhält und durch nicht zu ſtarkes Rauhen, Trocknen, Scheren, Preſſen, Dekatieren fertig appretiert wird. — Düffel, ein mit fünfbindigem Köper hergeſtelltes, mattglänzendes Gewebe, das auf der Zylinder- und darauf auf der Hammerwalke nachgewalkt, dann links, hierauf mäßig feucht rechts gerauht, nachher gekocht oder ſchwach dekatiert, endlich getrocknet und geſchoren wird. Sodann folgt noch ein Trockenrauhen links, Verſtreichen rechts, Scheren auf der Lang- und ſchließlich auf der Querſchermaſchine, endlich Noppen, Preſſen und Abdämpfen. — Edredon oder Eiderdun, ein geköpertes, in der Wolle oder im Stück gefärbtes, ſehr weiches Gewebe, das nicht karboniſiert werden darf; wird in Seife gewalkt, mit Urin gewaſchen, ſchwach gerauht, getrocknet, auf beiden Seiten geſchoren, mit Walkerde nachgewaſchen, geſpült, ausgeſchleudert, getrocknet, zu Ende geſchoren, dann gepreßt auf der Walzenpreſſe, dekatiert und nadelfertig gemacht. — Flanell, ein leichtes, ſehr weiches, mit Köperbindung hergeſtelltes, wenigſtens an einer Seite eine haarige Oberfläche zeigendes Gewebe, welches gewöhnlich in einer Kurbelwalke gewalkt, mit Seife gewaſchen, dann gut gerauht, getrocknet, geſchoren, gepreßt, dann nochmals trocken gerauht und dekatiert wird. — Floconné, ein dickes, weiches, namentlich zu Winterröcken und Mänteln verwendetes Doppelgewebe, deſſen nur wenig gebundener, ſogenannter Effektſchuß beim Rauhen zerriſſen wird und das Gewebe mit einer Haardecke verſieht. Dasſelbe wird in der Hammerwalke gewalkt, gewaſchen, gleichmäßig gerauht, dann auf der Klopfmaſchine behandelt, oft auch ratiniert. — Hallina, ein grobes, kotzenartiges Gewebe, gewaſchen, gewalkt, geſchoren, gepreßt. — Homeſpunes, ein meiſt braun gefärbtes, in der ſchottiſchen Hausinduſtrie gefertigtes, ziemlich rohes Gewebe, das gewalkt, gewaſchen, gerauht und getrocknet wird. — Imitierte Kammgarnſtoffe aus Streichgarn werden am einfachſten in der Weiſe hergeſtellt, daß die leicht verfilzte, gewaſchene und gut gerauhte Ware ganz glatt (kahl) geſchoren und daher die Bindung ſichtbar wird; hierauf wird das Gewebe einem langwierigen Dekatierprozeſſe unterworfen, gewaſchen, geſchleudert, auf der Rauhmaſchine verſtrichen, getrocknet, nochmals dekatiert und geſchoren. — Kalmuck, ein durch Klopfen langhaarig hergeſtelltes, oft auch gerauhtes, nicht geſchorenes Gewebe. — Kaſtor, ein Halbwollgewebe, das mit Seife gewaſchen, geſchleudert, aus dem Haarmann gerauht, geſchoren, gemopſt, wieder gerauht, naß gedämpft, noch einmal gerauht und dekatiert, gefärbt, geſpült, verſtrichen, geſchleudert, getrocknet, mit Dampf gebürſtet, kurz geſchoren, wieder mit Dampf gebürſtet, gepreßt und nochmals gedämpft wird. — Kirſey, ein dickes, grobes, ungemuſtertes, gewalktes und dann ſofort getrocknetes Gewebe, meiſt zu Soldatenmänteln, in feinerer Ausführung auch als beſſeres Uniformgewebe verwendet. — Lady-

Coating, eine Art Fries, ein feines, leichtes, für Damenkleider hauptsächlich verwendetes, schwach gewalktes Gewebe, das in einer schwereren Sorte auch Kastorin genannt wird. — Lama, ein mit Leinwand- oder Köperbindung hergestelltes, klein gemustertes, dünnes, wenig gewalktes und geschorenes, an einer Seite gerauhtes, dem Flanell ähnliches Gewebe. — Linsey-Woolsey, ein in England insbesondere für Damenkleider verwendetes, mit Leinwandbindung sehr dicht gewebtes Halbwollgewebe, welches nicht gewalkt und nicht gerauht und ganz glatt geschoren wird. — Matelassé, ein dem Piqué ähnliches Wollgewebe. — Melton, auch Molton, ein oft aus gezwirnter Kammgarnkette und Streichgarnschuß hergestelltes Gewebe, bei dessen Appretur die sogenannte gemischte Dekatur, d. h. die wechselnde Wasser- und Dampfdekatur, in Anwendung kommt. Dasselbe wird gewaschen, gewalkt, wieder gewaschen, schwach gerauht, getrocknet, kurz geschoren, dann gemopst und naß dekatiert, wieder gerauht und nochmals naß dekatiert und dies öfter wiederholt, hierauf getrocknet, mit Dampf gebürstet und geschoren, nochmals gebürstet und gepreßt und schließlich wieder gedämpft. Heute wird das Rauhen dieses Gewebes häufiger und stärker durchgeführt. Gewebe ähnlicher Gattung werden auch Drapé genannt, die auch als Strichkammgarnstoffe bezeichnet werden. — Mozambique, ein schweres Doppel-, auch dreifaches, meist mit Quadratmuster hergestelltes Gewebe, dessen Oberschuß auf der Rauhmaschine zerrissen wird; dasselbe wird in der Hammerwalke gewalkt, dann gewaschen und mit scharfen Karden gerauht, wobei es sich mit einer langen Haardecke überziehen soll, die auf einer Klopfmaschine noch weiter entwickelt wird. Hierauf folgt Trocknen und Ratinieren mit einer Bürstplatte. Als Paletotgewebe werden meist Ratiné-, Perlé-, Ondulé-, Fries-, Biberstoffe verwendet. Zu Militäruniformen werden heute außer Melton auch sehr häufig Cheviots verwendet. — Paupeline, zu den Buckskins gehörig, wie diese behandelt, gewalkt, gerauht und kahl geschoren. — Perlé, ein dem Mozambique verwandtes schweres Gewebe, welches bis zur Klopfmaschine in ganz ähnlicher Weise behandelt wird; hierauf folgt ein Prozeß auf der Ratiniermaschine, durch welchen die Härchen mittels einer Bürstplatte zu kleineren Zöpfchen zusammengedreht werden; nach dem Umtausch der Bürst- mit der Tuchplatte läßt man das Gewebe noch etwa zweimal durch die Ratiniermaschine hindurchlaufen, wobei jedoch nur ein sehr gelinder Druck auf das Gewebe ausgeübt werden darf. Zum Schluß werden die Spitzen der Zöpfchen auf der Schermaschine zu gleicher Länge geschnitten. Perlé ist mit einem sehr kleinen, auf die Spitze gestellten Quadrat gemustert. — Presidents, zum Teil oder ganz aus Kunstwolle gefertigte Gewebe, die beim Weben schon so dicht eingestellt werden müssen, daß dieselben nur einer schwachen Walke bedürfen, die sie, nach dem Waschen, in einer Zylinderwalke erhalten. Hierauf folgt wieder Waschen, Trocknen, dann Klopfen, da das Gewebe ein Rauhen nicht aushalten würde, schließlich ein Scheren, starkes Pressen und Dekatieren, worauf meist das Noppen folgt. — Ratiné, ein dickes, weiches, zu Winterröcken, heute nur mehr für billigere Damen- und Kinderkleider verwendetes Gewebe, dessen Härchen ähnlich wie bei Perlé zu Knötchen und Zöpfchen zusammengedreht werden. Es ist gewöhnlich mit zwei Schüssen gewebt. Die Zurichtung besteht aus Waschen mit Urin, Spülen, Walken in der Hammerwalke, wieder Waschen, Spülen, Ausschleudern, Rauhen, Klopfen, Trocknen, Scheren, Ratinieren gegen den Strich, Abspitzen der Zöpfchen auf der Schermaschine. Diese Gewebe werden auf der Dessiniermaschine gemustert (gemusterte Ratiné). — Das Ratiné-velour genannte Gewebe hat dieselbe Qualität und Bindung mit dem früher erwähnten, nur daß die Oberfläche statt mit kleinen Zöpfchen mit langem, samtartigem Haar besetzt ist. Die Appretur ist ähnlich wie beim gewöhnlichen Ratiné, nur daß kein Ratinieren stattfindet und das Gewebe unmittelbar nach dem Klopfen getrocknet und geschoren wird. — Sadowa, ein dem Perlé und Mozambique ähnliches Gewebe, das dieselbe Appretur erhält wie Perlé und sich von diesem nur durch ein etwas größeres Musterquadrat unterscheidet. — Satins, mit Atlasbindung gewebte, sonst aber dem Melton, Beaver verwandte und gleicherweise appretierte Gewebe. — Sealskin, ein weiches, zartes, geschmeidiges Gewebe, das entweder aus Mohairgarnen oder aus Kälber- und Kuhhaaren hergestellt, gut gewaschen, hierauf naß gerauht, dekatiert oder gekocht, dann in einem Wasserbad von 60–70° C., in dem Mehl oder Leinsaat gekocht wurde, behandelt, dann gewaschen, verstrichen, geklopft und getrocknet wird. — Toile nattée, Treillis, den Buckskins verwandte Gewebe, werden in annähernd gleicher Weise appretiert. — Tricots, häufig mit Kreuzköperbindung gewebte, manchmal schwere Doppel-, oft auch leichtere gemusterte Gewebe, die eine den Buckskins ähnliche Appretur erhalten. — Tuchrasch, ein grobes, schwach gewalktes Köpergewebe. — Union-Cloth, ein den Presidents verwandtes und gleich appretiertes Gewebe. — Velour, ein zu Mänteln und Winterröcken oft verwendetes, dicht gewebtes, stark gerauhtes, kurz geschorenes, dem Coating ähnliches Woll- oder Halbwollgewebe, dessen Härchen nicht verstrichen, sondern frei aufrecht wie beim Samt stehen gelassen werden, was durch Klopfen, Bürsten und Dämpfen erreicht wird. Ein ganz ähnliches Gewebe wird als Velour-Coating bezeichnet. — Velliné, ein dem Ratiné vollkommen ähnliches Gewebe, welches sich vom letzteren nur dadurch unterscheidet, daß die Härchen an der Oberfläche durch das Ratinieren zu wellenartigen Gebilden zusammengearbeitet sind, so daß das Gewebe ein baumrindenartiges Aussehen zeigt. Je nachdem diese Wellen, Runzeln parallel zur Kette, zum Schuß oder schief zu beiden verlaufen, werden sie Velliné à longue, travers, diagonale genannt. Erzeugt werden diese verschiedenen Gattungen durch die Bewegungsrichtung der Oberplatte der Ratiniermaschine. Diese Gewebe wurden und werden noch jetzt mit Vorliebe für Winterröcke verwendet und auch mit Mustern auf der Dessiniermaschine versehen (gemusterte Velliné). — Wellington, ein dicht gewebtes, gewaschenes, gewalktes Gewebe, welches meist zur Herstellung wasserdichter Regenmäntel verwendet und zu diesem Behufe mit den unter Tuchfabrikation erwähnten Substanzen imprägniert wird. Es folgt hierauf noch ein Pressen und Dekatieren.

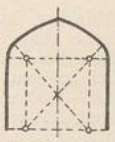
Literatur f. Tuchfabrikation.

Kraft.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tudorblume, ein Dreiblatt oder Vierblatt der englischen Spätgotik.

Tudorbogen, gedrückter Spitzbogen, aus vier Mittelpunkten konstruiert und in der englischen Spätgotik (seit dem Regierungsantritt des Hauses Tudor) mit Vorliebe angewendet (s. die Figur).



Tudorbogen.

Tudorrose, eine sehr häufig in der englischen Spätgotik angewendete vielblätterige Rose.

Tüll, s. Bobbinnet und Spitzen.

Tünchgelb, s. Ocker.

Türbeschläge, s. Bänder.

Türen, Wand- oder Maueröffnung, die nur zum Durchgang zu dienen bestimmt und durch einen oder mehrere bewegliche Flügel verschließbar ist; große, an der Außenmauer angebrachte und zur Durchfahrt bestimmte Oeffnungen werden Tore (s. d.) genannt.

Aeußere Türen nennen wir: bei reicher Ausbildung an öffentlichen Gebäuden = Portal; an der Vorderseite des Hauses = Haustüre; an der Rückseite = Hoftüre, hintere Ausgangstüre. Bei inneren Türen unterscheiden wir je nach dem Raum und Zweck: Zimmertüre, Küchen- und Abtrittüre, Keller-, Kammer- und Speichertüre, Laden- oder Gangtüre — Jede Türe besteht aus zwei getrennten Teilen: der Umrahmung und dem Türflügel.

I. Für die Umrahmung der äußeren Türen, meist aus Hausstein bestehend, gilt das unter Fenster (Bd. 3, S. 692) Gesagte, unter folgenden Abweichungen: 1. Die Türbank oder Türschwelle dient zum Begehen; sie muß deshalb aus sehr haltbarem und zähem Steine gearbeitet und von der Breite eines Treppentrittes sein; sie darf über die Bodenfläche nur so viel vortreten, als zum Anschlag der unteren Türkante (10—15 mm) nötig ist. 2. Bei Kirchenportalen kommt zu den im Halbkreis oder Spitzbogen gebildeten Entlastungsbogen, welche auf die Dicke der Mauer sich verbreitend, mehrfach wiederholen können und auf eingestufte Gewände sich stützend ein Türbogenfeld (Tympanon), das über dem als Kämpfer gebildeten Türsturz sich erhebt und eine für plastischen Schmuck geeignete Fläche bietet [4].

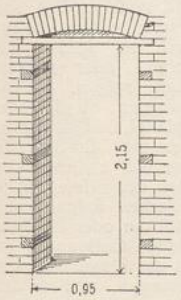


Fig. 1.

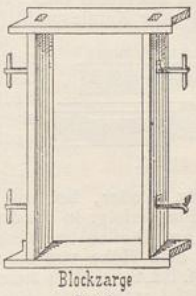


Fig. 2.

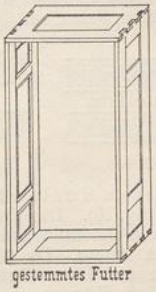


Fig. 3.

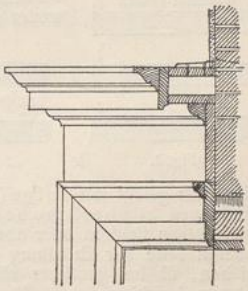


Fig. 5a.

Die Umrahmung in Holz, welche vornehmlich bei inneren Türen vorkommt, besteht aus a) dem Türfutter, b) der Verkleidung, zu welcher noch oft c) die Türverdachung hinzukommt. Die Befestigung dieser Teile erfolgt bei Riegelwänden an den Pfosten und Riegeln des Türgestells, bei stärkeren Mauern entweder an (am besten eichenen) Mauerklötzchen oder Dübelsteinen (s. d., Bd. 3, S. 150), welche ohne Mörtel eingelegt werden (Fig. 1) und so anzubringen sind, daß die Türbänder und das Schloß (s. d. und Bänder) daran ihre Befestigung finden. Besser dient das Türgerüst oder die Türzarge, die bei 1—1½ Stein starken Mauern als Blockzarge (Fig. 2) aus 5 cm starken Dielen, bei stärkeren Mauern aus verbundenen, 10 cm starken Rahmhölzern zu erstellen ist.

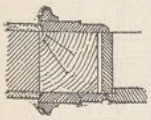


Fig. 4.



Fig. 5.

a) Das Türfutter bildet die innere Bekleidung der Türlaibung und ist in den Ecken zusammengezinkt. Bis zu einer Mauerdicke von 30 cm ist das Futter glatt, d. h. aus einer Brettbreite, darüber aber gestemmt (Fig. 3), mit Friesen und Füllungen, nach der Einteilung der Türfelder erstellt. Das eichene Schwellbrett liegt entweder bündig mit dem Fußboden (zwischen zwei heizbaren Räumen) oder erhöht und hat einen Anschlag von 10 mm, bei Teppichbelag oder zwischen heizbaren und unheizbaren Räumen. — Bei Steingewänden ist es für einen guten Anschlag von Vorteil, ein 3 cm starkes Türfutter als Bekleidung aufzulegen. b) Die Türverkleidung bildet die äußere Einfassung meist an beiden Seiten der Mauer und ist entweder glatt oder abgeplattet und mit Kehlstößen, an den Ecken in Gehrung verbunden. Mit dem Futter bildet sie meist den Türfalz zum Anschlag und dichten Verschluß des Türflügels (s. Fig. 4) [6]. c) Die Türverdachung, in kleiner Form als Leiste (Fig. 5), in großer als Kastengesims gebildet, wird an den Ecken in Verkröpfung angebracht, um das Hirnholz zu verdecken (Fig. 5 a) [6].

II. Der Türflügel schließt die lichte Oeffnung und liegt in dem Türfalz; er ist beweglich, entweder drehbar um eine senkrechte seitliche Kante oder in der Richtung der Fläche ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchiebbar, ſogenannte Schiebetüre. Hinſichtlich der Konſtruktion unterſcheidet man a) einfache glatte Türe, d. h. von einfacher Brettdicke; b) verdoppelte Türe; c) geſtemmte Türe. Hinſichtlich Größe und Form. einflügelige und zweiflügelige Türen. Die Ausmaße betragen bei äußeren Türen: für einflügelige 1,0—1,20 m breit, 2,20—2,50 m hoch; für zweiflügelige 1,35—1,80 m breit, 2,70—3,50 m hoch; bei inneren Türen: einflügelige Zimmertüren 0,95 m breit, 2,10 m hoch; Kammer- und Abtrittüren 0,75 m breit, 1,90 m hoch; zweiflügelige Türen 1,35—1,50 m breit, 2,40—3,0 m hoch.

A. Aeußere Türen, welche den Einflüſſen des Wetters und der Feuchtigkeit ausgeſetzt ſind, müſſen von ſtarkem Holze und ohne Leim zuſammengeſetzt ſein. In ihrer einfachſten Form werden ſie vom Zimmermann erſtellt. Die rauhen oder gehobelten Bretter werden ſtumpf gefügt oder geſpundet oder in Nut und Feder nebeneinander geſetzt und auf Querleiſten mit Strebebug mittels Nägeln oder Schrauben befeſtigt (Fig. 6). Größere Türen und Torflügel erhalten noch Schlag- oder Wandſäulen mit mehreren Riegeln und Bügen. Aehnlich ſind auch große Kirchentüren mit mehreren Strebebügen zu bilden. Als Vorbild können hierfür die Türen der St.-Chapelle in Paris gelten [4].


Fig. 7.

Soll die Türe zur Abhaltung von Kälte und Hitze dienen oder die Ausgleichung der Außen- und Innentemperatur verhindern, ſo genügt eine einfache Brettdicke nicht; es wird die Türe ſich werfen. Die einfachſte Verſtärkung bilden: aufgeſetzte Frieſe, in weiten oder engen Feldern, die bis zu einer Ausſchmückung der Außenfläche ſich entwickeln laſſen.

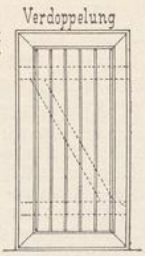


Fig. 6a.

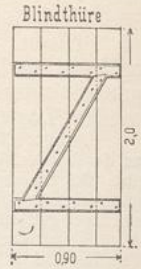


Fig. 6.

Beſſer dient die Verdoppelung, eine zweite Brettlage, welche auf die Blindtüre aufgenagelt wird. Dies kann in ſenkrechter (Fig. 6a und 6b), wagerechter (mit Ueberfälzung, Fig. 7) oder ſchräger Richtung verſtrebend geſchehen.



Fig. 6b.

Als beſte aber gilt die geſtemmte Türe, aus Rahmwerk mit Füllungen beſtehend, wobei die Rahmen oder Frieſe durch Schlitzzapfen miteinander verbunden und an ihren Kanten mit Hobel oder Profil verſehen ſind, entweder glatt in Faſen, mit Kehl- oder Karniesprofil (Fig. 8, *a*, *b*, *c*), welche je nach der Stärke eine einfachere oder reichere Wirkung zeigen. — Die Füllungen, ob glatt oder abgeplattet, ſind [5] a) eingeſtemmt (ſ. Bd. 3, S. 239) in eine Nut zwiſchen den Profilen des Frieſes, b) in den Falz gelegt mit aufgeſetztem Kehlſtoß (Fig. 9) oder, bei ſehr ſtarken Rahmen und Füllungen c) überſchoben (Fig. 10). Die Einteilung erfolgt in quadratiſchen oder länglichviereckigen Feldern oder aber mit durchbrochenen, vergitterten und verglaſten Oeffnungen im oberen Teile zur Erhellung des Innern. Da über eine Höhe von 3,0 m die Flügel ſich verziehen, iſt bei größerer Höhe ein Oberlicht (ſ. Bd. 6, S. 727) anzubringen, und für den oberen Anſchlag des Türflügels ein Kämpferholz (ſ. Latteibrett, Bd. 6, S. 74). Vorteilhaft iſt es, die geſtemmten Türen tief in Niſchen hineinzulegen, um ſie den Einflüſſen des Regens und der Feuchtigkeit zu entziehen.



Fig. 8.



Fig. 9.

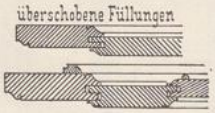


Fig. 10.

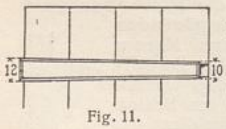
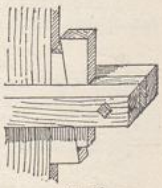
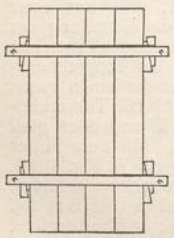


Fig. 11.

B. Innere Türen werden unter Anwendung des Leims erſtellt. In einfachſter Geſtaltung erſcheint ſie als

1. Glatte Türe mit Querleiſten. Hierbei ſind jedoch die Bretter in ganzer Breite zu einer Tafel (Fig. 11) verleimt, und die Querleiſten 1 cm tief auf den Grat (Schwalbenſchwanz) in die Tafel eingeſchoben (ſ. Einſchieben, Bd. 3, S. 244), um dieſe gegen Werfen zu ſchützen; beim Schwinden werden die der Länge nach keilförmig geſtalteten Leiſten nachgetrieben (Fig. 11). Das Verleimen der Tafel erfolgt mittels Zwingen (Fig 12 und 13).


Fig. 13.


Fig. 12.

2. Geſtemmte Türen beſtehen wie A. aus Frieſen und Füllungen; die letzteren ſind durch Mittel- und Querfrieſe getrennt, und man unterſcheidet nach deren Zahl Zwei-, Drei- bis Sechsfüllungstüren. Die Frieſe ſind 25—45 mm ſtark und 14—20 cm breit, durch Schlitzzapfen unter ſich verbunden und haben ſeitlich Nuten für die mit einer Feder eingreifenden, 20—25 mm ſtarken Füllungen, ſowie Kehlſtöße (ſ. oben), welche die tieferliegenden Felder umfaſſen. Dabei ſind die Nuten ſo tief zu halten, daß die Füllung Spielraum zur Ausdehnung hat; damit aber dieſe letztere nicht zu groß werde, ſollte die Füllungsbreite nicht mehr als einfache Brettbreite, d. i. 25—30 cm, betragen. In reicher Arbeit können die Füllungen geſchnitzt oder mit eingelegter Arbeit (Intarſia) verſehen werden. Während einflügelige Türen ihren Anſchlag ringsum in dem Türfalz (ſ. oben) finden, iſt bei zweiflügeligen für



Fig. 14.

einen solchen in der Mitte zu sorgen. Hierzu dient eine Ueberfälzung oder Schlagleisten (Fig. 14), welche beiderseitig anzubringen sind. Bei schmalen, zweiflügeligen Türen von 1,30 m Breite kann durch eine blinde Schlagleiste eine genügende Breite des gewöhnlich aufgehenden Flügels erzielt werden. Neuestens tritt als Ersatz für gestemmte Türen ein Fabrikat auf, das aus verschiedenen Kreuzlagen von Holz besteht, das unter hydraulischem Druck zusammengepreßt ist und unter dem Namen Gloitt oder Koptoxyl [7] in den Handel kommt.

C. Schiebetüren haben den Vorteil, daß sie in geöffnetem Zustand nicht in den Raum hineintreten. Sie werden seitlich in die Wand geschoben, bieten aber, weil zwischen Futter und Flügel genügend Spielraum zu geben ist, um ein Anstreifen zu vermeiden, keinen dichten Abschluß.

D. Lattentüren lassen außer Licht auch Luft in den abgeschlossenen Raum ein; sie sind ähnlich den unter I a geschilderten glatten Türen mit Querriegel und Strebe erstellt, indem statt der Bretter mit Zwischenräumen von 25—50 mm Latten befestigt sind.

E. Feuerfeste oder Kassentüren werden in dem einfachsten Falle als glatte oder Blindtüre (s. oben) gebildet, welche mit Metallblech beschlagen wird; meist aber als 4 mm starke Blechtüre mit einer Verstärkung durch Saumrahmen und Kreuzverstrebung in Flach- oder Winkelschienen. Den Anschlag findet diese Türe an dem Falz eines Hausteingestells oder einer Winkelschiene (s. a. Geldschränke, Tresor).

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, Türen, Darmstadt 1891. — [2] Desgl., 3. Teil, Bd. 3, Heft 1, Fenster und Türen, Darmstadt 1896. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2. Teil, S. 632 ff., Berlin 1891. — [4] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Bd. 4, Paris 1863, Menuiserie, S. 364, und Bd. 7, S. 386 ff. — [5] Strack und Hitzig, Der innere Ausbau, Berlin (o. J.). — [6] Krauth, Th., Die gesamte Baufschreinerei, Leipzig 1890, VI, Türen und Tore, S. 77—184, Taf. VI—XXXIX. — [7] Katalog der Koptoxylfabrik B. Harras, Böhlen i. Th. (Filiale in Berlin W. 30, Nollendorfstraße 29/30). *Weinbrenner.*

Türhaken, s. v. w. Bandhaken, s. Bankeisen.

Türhalle (Vorhalle), Vorbau vor einem Haupteingang, um diesen gegen die Einflüsse des Wetters zu schützen; sie ist nur nach vorn oder an drei Seiten offen und von Pfeilern oder Säulen getragen.

Solche Hallen finden wir an Kircheneingängen der verschiedensten Zeiten angeordnet (Fig. 1). Außerdem kommen sie auch als Unterfahrten öffentlicher Gebäude vor, besonders an Palästen, Konzert- und Schauspielhäusern, um ein geschütztes Aus- und Einsteigen zu ermöglichen, wobei noch anzustreben ist, daß der Verkehr der Fußgänger durch die Wagen nicht gestört wird (Fig. 2).

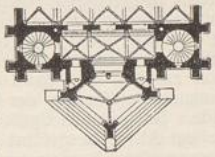


Fig. 1.

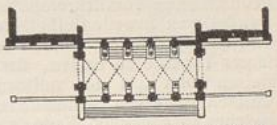


Fig. 2. Vom alten Hoftheater zu Dresden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, IV. Teil, 1. Halbbd., 3. Aufl., Stuttgart 1904. — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1864, Bd. 7, Porche, S. 259—312. *Weinbrenner.*

Türkis, Kalait, Mineral, wasserhaltige phosphorsaure Tonerde, $Al_2P_2O_8 + 5\,H_2O$.

Nicht kristallisiert, sondern dicht und scheinbar amorph; blau oder grün (durch Kupfergehalt), undurchsichtig, wenig glänzend; Bruch muschelig; spröde; Härte 6; spez. Gew. 2,6—2,8. Wird beim Erhitzen schwarz, verliert das Wasser, schmilzt nicht und wird nicht von Säuren angegriffen. Der blaue orientalische Türkis von Mesched bei Herat in Persien stammt aus Kieselschiefer, andrer aus Porphyr (Sinai); außerdem in Mexiko. Als Edelstein wird der blaßhimmelblaue orientalische Türkis muglig geschliffen benutzt (gegen Stoß und Druck der geringen Härte wegen zu schützen). — Nachahmungen und Ersatz vielfach durch Blaufärbung von fossilem Elfenbein (Zahntürkis) von Simorre, Auch (Dep. du Gers) und von harten, hornartigen Früchten.

Literatur: Bauer, M., Edelsteinkunde, Leipzig 1896, S. 440. *Leppla.*

Türkischbraun, s. Umbra.

Türkischrot, der auf Baumwolle (und Leinen) hervorgerufene, brillantrote, sehr widerstandsfähig zusammengesetzte Lack; Hauptbestandteile: Alizarin (bezw. Isopurpurin), Kalk, Tonerde, Türkischrotöl (s. d.) bezw. Fettsäuren.

Das wahrscheinlich aus Indien stammende, seit vielen Jahrhunderten ausgeübte, uns aus der Türkei überkommene Türkischrotverfahren ist ursprünglich eine Krappfärberei auf Tonerdebeize gewesen, aber mit der Eigentümlichkeit, daß das Fasermaterial eine Vorbeizung in einer alkalischen Emulsion gewisser Oele oder Fette erfährt, wodurch eine auf gewöhnlichem Wege nicht erreichbare Lebhaftigkeit und Echtheit des Tones bedingt ist. Den früher angewendeten Krapp hat jetzt das künstliche Alizarin vollständig verdrängt, da es weit frischere und reinere Nuancen liefert, leichter und sicherer anzuwenden ist und sich auch wesentlich billiger stellt. Die Baumwolle wird in der Form von Garn und von Stückware türkischrot gefärbt; für lose Baumwolle empfiehlt sich das Verfahren weniger, weil deren Spinnfähigkeit durch das Oel stark beeinflußt wird. In helleren Nuancen, wie Rosa, kann Alizarin auf Baumwolle deshalb aufgefärbt werden, weil dem geringeren Farbstoffquantum entsprechend die Oelmenge wesentlich vermindert werden kann. Durch die Einführung des Türkischrotöls ist das Altrotverfahren des Türkischrotfärbens, auch Weißbad- oder Emulsionsverfahren genannt, um das Neurotverfahren vermehrt worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Altrotverfahren. Das Altrot ist das Produkt einer großen Zahl langwieriger Operationen; die auf diese Weise erzielten Färbungen zeichnen sich aber auch durch einen Grad der Echtheit aus, welcher nach dem abgekürzten neuen Verfahren nicht erreicht wird. Nach den vorbereitenden Reinigungsoperationen (Auskochen in Bäuchkesseln u. s. w.) wird das Fasermaterial mit einer Emulsion aus ranzig gewordenem Olivenöl, sogenanntem Tournantöl, und einer wässerigen Sodalösung behandelt. Diese Behandlung wird zwei- bis dreimal wiederholt, nachdem das Garn jedesmal bei 60° C. getrocknet worden ist, und bezweckt die Imprägnierung der Baumwollfaser mit Oel und die Ueberführung des letzteren in zur Aufnahme der Tonerdebeize und des Alizarins geeignete Fettsäuren. Dabei wird ein Ueberschuß von Oel von der Faser aufgenommen und teilweise von ihr nicht vollständig fixiert, so daß dieser Teil durch die nun folgenden sogenannten Weißbäder wieder abgezogen werden muß. Die Weißbäder bestehen aus schwachen Sodalösungen; die Baumwolle wird in denselben eingeweicht und dann an der Luft getrocknet. Dieser Prozeß wird mehrmals wiederholt, worauf die Baumwolle einer Behandlung mit Extrakten oder Lösungen gerbstoffhaltiger Materialien oder von Gerbsäure (Galläpfel, Sumach, Tannin) unterworfen wird. Durch dieses Schmackieren oder Gallieren wird der Faser ein gewisser Prozentsatz an Gerbsäure zugeführt und wird die Reinheit des Farbentons erhöht. Es folgt nun die Operation des Beizens oder Alaunierens, welche im Einlegen der Baumwolle in ein Bad aus basisch-schwefelsaurer Tonerde (mit Soda abgestumpftem Alaun oder Tonerdesulfat) besteht und die Bildung einer unlöslichen Verbindung von oxyfettsaurer und gerbsaurer Tonerde zur Folge hat. Nach gutem Auswaschen ist die Baumwolle zum Färben bereit, welches in der Regel in kupfernen Kufen mit Alizarin in der Weise ausgeführt wird, daß man das kalte Färbebad langsam zum Kochen bringt und ½—1 Stunde kocht. Nun folgen die Avivierungs- (Schönungs-, Rosierungs-) Prozesse, welche im Auskochen der gefärbten Baumwolle mit Lösungen von Seife, Soda und Zinnsalz unter Druck bestehen. Das Altrotverfahren wird meist zur Herstellung blaustichiger Nuancen auf Garn ausgeübt.

Neurotverfahren. Dieses durch Kürze und Einfachheit gegenüber dem vorstehend geschilderten sich auszeichnende Verfahren beruht auf der Anwendung des meist aus Rizinusöl hergestellten Türkischrotöls. Dasselbe ist in Wasser löslich, fixiert sich schon bei einmaliger Imprägnierung gut auf der Faser und bedarf keinerlei Abzugsbäder, sondern ist nach einfachem Trockenprozeß imstande, die Tonerde zu befestigen. Nach Imprägnierung mit der durch Ammoniak neutralisierten Türkischrotöllösung wird das Fasermaterial getrocknet. Als Tonerdebeize verwendet man zuweilen essigsaure Tonerde, meist aber basisch schwefelsaure Tonerde. Die Oel- und Beizoperationen werden bei sattem Rot wiederholt; als vorteilhaft erweist es sich, mit essigsaurer Tonerde zu beizen, darauf zu ölen und dann das Beizen zu wiederholen. Nach dem Beizen folgt das der vollkommenen Befestigung der Tonerde dienende Abkreiden in einem warmen Bade von Schlemmkreide. Nach gutem Spülen ist die Baumwolle zum Färben fertig, welches in ähnlicher Weise wie bei Altrot ausgeführt wird. Auf das Färben folgt meist ein Dämpfprozeß zur besseren Fixierung des Alizarins und zur Erzielung lebhafterer Töne. Die Avivage (Schönung) der Neurotfärbungen wird wie bei Altrot ausgeführt. Das Neurotverfahren eignet sich für Garne und Stückware, und zwar wird es sowohl für die Herstellung von blaustichigem Türkischrot wie auch für gelbere Scharlachtöne angewendet.

Außer den genannten beiden Verfahren sind noch die folgenden, in der Praxis wohl seltener angewendeten Methoden zu nennen:

Türkischrotverfahren von Steiner. Dasselbe eignet sich besonders für Stückware und unterscheidet sich vom Weißbadverfahren dadurch, daß das Oelen mit heißem Olivenöl von 110° C. vorgenommen wird, und zwar genügt eine einmalige Behandlung. Es folgen eine Anzahl von Sodabädern, welche den Zweck haben, das Olivenöl durch allmähliche Verseifung in einen zur Aufnahme der Tonerdebeize geeigneten Zustand zu bringen. Das Beizen, Färben und Schönen geschieht nach dem bei Altrot angegebenen Verfahren.

Türkischrotverfahren nach Schlieper. Auch dieses Verfahren eignet sich besonders für Stückware. Das Gewebe wird mit einer Lösung von Tonerdenatron (Natriumaluminat) imprägniert und auf einer Zylindertrockenmaschine getrocknet. Hierauf wird es mehrere Stunden in die Oxydationskammer gehängt und in einer Rollenkufe erst durch kaltes Wasser, dann durch ein lauwarmes Kreidebad geführt, um das Natriumaluminat in unlösliches Calciumaluminat zu verwandeln. Das auf das Waschen folgende Färben vollzieht sich auf einem Rollenständer, durch welchen die Ware in ganzer Breite langsam sich bewegt. Die Flotte enthält pro Liter 0,75 g Alizarin von 20% und 6 g klares Kalkwasser. Sie wird durch entsprechende Zugabe der Ingredienzien stets auf gleichem Niveau erhalten. Die Dauer der Passage ist 3 Minuten, die Temperatur 90°. Die gefärbte Ware wird mit einer sauern Seife, bereitet durch Verseifen von Rizinusöl mit Natronlauge und partielle Neutralisation der letzteren mit Salzsäure, in einer Emulsion mit Wasser geklotzt. Das so präparierte Gewebe wird dann bei 1 Atmosphäre Ueberdruck gedämpft. Dem Dämpfen folgt Seifen, Waschen und Trocknen.

Türkischrotverfahren nach Erban und Specht. Die Ware wird zuerst mit einer ammoniakalischen Alizarinlösung imprägniert und dann getrocknet. Das Ammoniak entweicht, und der Farbstoff bleibt unlöslich auf der Faser. Der alkalischen Lösung können Zusätze wie Türkischrotöl, Natriumaluminat beigemischt werden, so daß für helle Töne ein besonderes Beizen mit Tonerde sich erübrigt. Die getrocknete Baumwolle kommt nun in das Beizbad, am besten eine Lösung von essigsaurer Tonerde, und wird darauf wieder getrocknet. Hierdurch wird die Bildung des Farblackes eingeleitet, die durch Dämpfen vollendet wird. Vor dem Dämpfen wird die Ware mit Türkischrotöl imprägniert. Auf das Dämpfen folgen die Operationen des Schönens.

Die türkischrot gefärbten Baumwollgarne finden eine ausgedehnte Verwendung für die Zwecke der Buntweberei zur Herstellung von außerordentlich licht- und waschechten Stoffen aller Art, wie Kleider, Wäsche, Bettzeug, Tischdecken, ferner für alle Arten von Strick- und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stickgarnen, Nähfaden und Zwirne. Die türkiſchrot gefärbten Stoffe werden hauptſächlich in Rußland und Indien von der Bevölkerung als Kleidung getragen.

Literatur: Knecht, Rawſon u. Löwenthal, Färberei d. Spinnfaſern, Berlin 1900/01. *R. Möhlau.*

Türkiſchrotöl, ein in der Färberei und Druckerei der Baumwolle benutztes Präparat, welches durch vorſichtiges Miſchen von Rizinusöl mit konzentrierter Schwefelſäure unter Vermeidung einer Erwärmung der Maſſe über 35° C. und der Entwicklung größerer Mengen ſchwefliger Säure erhalten wird.

Das Produkt wird mit Waſſer durchgearbeitet; man zieht die untere wäſſerige Schicht ab und wäſcht ſo lange mit Kochſalzlöſung aus, bis die Waſchflüſſigkeit nur noch ſchwach ſauer reagiert. Schließlich wird ſo viel Ammoniakflüſſigkeit oder Sodalöſung eingerührt, daß ſich eine Probe mit Waſſer vollkommen emulſionieren läßt. Nach Unterſuchungen von Benedikt und Ulzer enthält das ſaure, noch nicht neutraliſierte Türkiſchrotöl einen in Waſſer löslichen und einen nicht löslichen Teil. Erſterer beſteht aus der der Aetherſchwefelſäure analog zuſammengeſetzten Rizinolſchwefelſäure, die ſich aus der beim Verſeifen des Rizinusöls entſtandenen Rizinolſäure nach der Gleichung: $C_{18}H_{33}O_2 \cdot OH + H_2SO_4 = C_{18}H_{33}O_2 \cdot O \cdot SO_3H + H_2O$ (Rizinolſäure → Rizinolſchwefelſäure) bildet und dadurch charakteriſiert iſt, daß ſie beim Kochen ihrer wäſſerigen oder alkaliſchen Löſungen unverändert bleibt, beim Erhitzen mit verdünnten Mineralſäuren aber leicht in Rizinolſäure und Schwefelſäure geſpalten wird. Der unlösliche Teil des Türkiſchrotöls beſteht größtenteils aus freier Rizinolſäure neben etwas Neutralfett. Da das Türkiſchrotöl aus Rizinusöl ausſchließlich ungeſättigte Säuren enthält, während das auch wohl aus Olivenöl oder Baumwollſaatöl in ähnlicher Weiſe bereitete Türkiſchrotöl aus geſättigten Säuren, wie Oxyſtearinſäure oder Oxyſtearinſchwefelſäure, beſteht, ſo iſt erſteres wegen ſeiner großen Oxydationsfähigkeit, die bei der Fabrikation des Türkiſchrots gerade in Frage kommt, letzterem bei weitem vorzuziehen.

Literatur: [1] Müller-Jacobs, Dinglers Polyt. Journ., Bd. 251, S. 449 und 547; Bd. 253, S. 473; Bd. 254, S. 302. — [2] Liechti und Suida, Mitteil. des technolog. Gewerbemuſeums in Wien, I, S. 31 u. 59. — [3] Schmid, H., Dingl. Polyt. Journ., Bd. 254, S. 346. — [4] Benedikt und Ulzer, Zeitſchr. f. d. chem. Ind., 1887, S. 298. — [5] Scheurer-Keſtner, Bull. Soc. Ind. Mulh., 1891, S. 53. — [6] Julliard, Archiv des sciences phys. et natur. de Genève, 1890, S. 134. — [7] Knecht, Rawſon und Löwenthal, Färberei der Spinnfaſern, Berlin 1900/01. *R. Möhlau.*



Türklopfer, Zierbeſchläge an Türen und Toren der Antike, des Mittelalters wie zum Teil der neueren Zeit.

Die ältere Ausbildung zeigt einen kräftigen eiſernen oder Erzring, der, von einem Knopf oder Löwenkopf gehalten, beweglich iſt, auf einen unteren Knopf auffchlägt und zugleich zum Zuziehen des Türflügels dient. Die ſchönſte Geſtaltung zeigen die, beſonders häufig im venezianiſchen Gebiet erhaltenen, in Erz gegoſſenen Beiſpiele, welche mit Figuren wie Neptun oder Viktorien, Löwen, Delphinen u. ſ. w. reich verziert ſind (ſ. nebenſtehende Figur, aus dem 16. Jahrhundert, und Fig. 38 im Art. Kunſtgewerbe).

Literatur: [1] Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1888, S. 445, Taf. 236. — [2] Gewerbehalle, Organ für den Fortſchritt u. ſ. w., Stuttgart. — [3] Liénard, Spécimen de décoration, Lüttich und Leipzig. — [4] Raguenet, A., Matériaux et documents d'architecture etc., Paris. *Weinbrenner.*

Türnagel, 1. ein 7—9 cm langer Nagel; 2. Nagel mit verziertem Kopf, als Zierbeſchläge einer reicheren Haus- oder Kirchentüre. Die einfacheren ſind geſchmiedet in pyramidaler Form oder nach Fig. 1, die reicheren rundlich abgedreht in Eiſen oder Bronze (Fig. 2), oder aber als Roſette in reichem Blattſchmuck, wie ſolche an den Erztüren des Pantheon zu Rom vorhanden ſind. *Weinbrenner.*

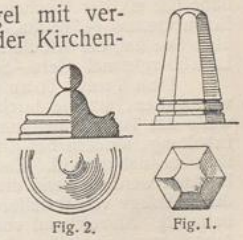


Fig. 2.

Fig. 1.

Türſchließer (Türpuffer) führen ſelbſttätig den Verſchluß der Türen herbei, ſobald die Tür freigegeben iſt (vgl. [1]).

Die Türſchließer mit Laufgewichten werden meiſtens nur bei untergeordneten Türen angewendet; nur bei im Freien befindlichen Türen wird durch Verbindung von drei Stangen [3] mit einem Gewicht beſchwert, eine Zuwerfevorrichtung zuſammengeſtellt, die gut brauchbar iſt.

Zu den durch das Eigengewicht betätigten Türſchließern gehört unter anderm die Strebeſpindel [3], beſtehend aus einer in zwei Pfannen geführten, ſchräg geſtellten Eiſenſtange und die ſelbſttätigen Bänder, bei denen faſt immer ein Ausheben der Türe ſtattfinden muß [2].

Die Türſchließer mit Federkraft leiden an dem jeder Feder anhaftenden Uebelſtand, daß die Feder infolge ihrer Anſpannung allmählich erlahmen muß [2]; dieſelben werden ſowohl mit als auch ohne Hebelarm ausgerüſtet. Die geräuſchloſen Türſchließer [5] beruhen darauf, daß beim Oeffnen der Tür eine Feder angeſpannt und gleichzeitig Luft oder auch eine Flüſſigkeit verdichtet bezw. angeſaugt wird, ſo daß bei der entgegengeſetzten Bewegung die verdichtete Luft oder Flüſſigkeit nur durch eine kleine Oeffnung entweichen kann, wodurch ein langſames, geräuſchloſes Schließen erfolgt. Die Bremszylinder, welche meiſtens angewendet werden, haben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entweder eine horizontale oder vertikale Achſe, und zwar entweder parallel oder winkelrecht zur geſchloſſenen Tür [2]. Die Zahl der hierher gehörigen Türſchließer iſt ſehr groß; Näheres in den Katalogen der großen Eiſenhandlungen, in [2] und den Patentſchriften Klaſſe 68.

Literatur: [1] Hoch, Der praktiſche Schloſſer, 3. Aufl., Leipzig 1907. — [2] Derſ., Technologie der Schlofſerei, 2. Teil, Leipzig 1899. — [3] Krauth und Meyer, Das Schlofſerbuch, 2. Aufl., Leipzig 1897. — [4] Handbuch der Architektur, III. Teil, Bd. 3, Darmſtadt 1896. — [5] Die Baukunde des Architekten, Bd. 1, Berlin 1891. *F. Hoch.*

Tuffe, geſchichtete Geſteine, deren Material aus kleinen, zumeiſt eckigen Brocken von lavaartigen (nie gangartigen) Eruptivgeſteinen beſteht. Nur manche Eruptionsſchlote ſind mit tuffartigem Material ausgefüllt.

Sie entſtehen entweder als Aufhäufung von Schlacken und Aſchen bei vulkaniſchen Eruptionen oder durch Zuſammenſchwemmung von Verwitterungsmaterial der Eruptivgeſteine. Ihr Vorkommen iſt alſo an dasjenige von lavaartigen Eruptivgeſteinen (Diabas, Melaphyr, Porphyrit, Trachyt, Phonolith, Baſalt u. a.) gebunden, beſonders auch an die Umgebung von Vulkanen (Veſuv, Eifel, Laacher See, Weſterwald, Vogelsgebirge, Böhmen u. ſ. w.). Manche Tuffe wie die Leucitphonolithtuffe (ſ. d.) von Weibern am Laacher See oder die Bimsſteintuffe (Traß) von ebenda oder Puzzolane (Mittelitalien) genießen als Baumaterial oder als Zuſchläge für hydrauliſche Mörtel große Verwendung. Die meiſten Tuffe ſind jedoch nicht feſt, ſondern locker und zerreiblich. *Leppla.*

Tula, ſ. Goldarbeiten (Niello) und Kunſtgewerbe.

Tummelbau, ſ. Pfeilerbau.

Tungſtein, ſ. v. w. Scheelit (ſ. d.).

Tunkfarben, ſ. Lederfärberei.

Tunnel, künſtlich hergeſtellter Hohlraum von größerem, verſchiedenartig geſtaltetem röhrenförmigem Querſchnitte, der unter der Erdoberfläche oder unter Gewäſſern, horizontal oder geneigt in gerader Linie oder in Krümmungen angelegt, zur freien, ſicheren, ungehinderten Durchführung von zu bewegenden Maſſen, insbeſondere von Verkehrsanlagen wie Straßen, Eiſenbahnen, Bergwerksbahnen, Kanälen u. ſ. w. dient.

Je nach der Art und Weiſe der Anlage und Herſtellung der Tunnels und dem Zwecke, für den ſie beſtimmt ſind, unterſcheidet man Tunnels in der Tiefe des Gebirges, Bergtunnels für Fußgänger, Straßen und Eiſenbahnen; Tunnels unter Waſſer für die Unterführung von Bächen, Flüſſen, Seen, Meerengen u. ſ. w., Unterwaſſertunnels und Tunnels für die Anlage von Eiſenbahnen und Tramways unter Straßenzügen und verbauten Stadtgebieten, Untergrundtunnels. Häufig werden überwölbte Einſchnitte oder Galerien auch als Tunnel bezeichnet, die aber größtenteils in offenen Einſchnitten hergeſtellt, dann aber eingewölbt und überſchüttet oder mit Holz- oder Eiſenkonſtruktionen überdeckt werden. Sehr lange Tunnels in Gebirgsſtöcken von hoher Lage werden oft Alpentunnels genannt. Die elf längſten im Betriebe befindlichen Alpentunnels in Europa ſind: der Simplontunnel (19,731 km, Seehöhe 704 m), der St. Gotthardtunnel (14,912 km), der Mont-Cenis-(Frejus-) Tunnel (12,233 km), der Arlbergtunnel (10,248 km), der Tunnel unter dem Paß von Giovi bei Genua (8,800 km), der Tauerntunnel (8,456 km, Seehöhe 1225 m), der Tunnel durch den Col di Tenda (8,100 km), der Karawankentunnel (7,969 km, Seehöhe 638 m), der Wocheinertunnel (6,334 km, Seehöhe 333 m), der Albulatunnel (5,866 km), der Bosrucktunnel (4,765 km, Seehöhe 723 m) und der Safagotunnel (4,646 km). Die höchſte Lage über See hat der Albulatunnel, und zwar 1823 m. Genannt ſei ferner (noch im Bau): der Lötſchbergtunnel (Bern—Simplon, 13,735 km).

Dem Tunnelbau müſſen umfaſſende geologiſche Unterſuchungen der Gebirgsgegenden vorangehen, um hierdurch die Lage, Länge, das Profil, die Konſtruktion und Ausführungsweiſe des Tunnels beſtimmen zu können, wobei nicht nur auf die Baukoſten und zukünftige Erhaltung, ſondern bei Eiſenbahntunnels auch auf die Zweckmäßigkeit für den Betrieb Rückſicht zu nehmen iſt. Zur Ueberwindung von größeren Höhenunterſchieden zwiſchen zwei Punkten werden, wenn die vorhandene Länge nicht hinreicht, große künſtliche Entwicklungen, durch Anlage von ſpiralförmigen Kehrtunnels, ausgeführt, wie bei der Gotthard- [1] und Albulabahn [2]. Abweichend von beſtehenden doppelgleiſigen Alpentunnels wurde für den Simplontunnel zwei eingleiſige ſogenannte Paralleltunnels, auch Zwillingstunnels genannt, in einem Achſenabſtand von 17 m ein vollſtändig neues Bauſyſtem angewendet, welches ſich durch Ausführung eines Doppelſtollens charakteriſiert; vorerſt wird nur ein Stollen zu einem eingleiſigen Tunnel ausgemauert, dagegen wird durch den Parallelſtollen von 2,4 m Höhe und 3,2 m Breite eine außerordentlich ergiebige und ſichere Ventilation erzielt, die eigentlichen Bergwaſſer werden in einen großen Kanal durch den Stollen abgeführt und müſſen nicht die Arbeitsſtrecken des Tunnels paſſieren. Der Stollen iſt ferner für die Förderung der Ausbruchmaſſen aus dem Tunnel außerordentlich wertvoll; durch denſelben verkehren auch die Arbeiter und erfolgt der Baumaterialientransport. Zu dieſem Zwecke werden in Entfernungen von je 200 m beide Stollen durch unter einem Winkel von etwa 45° auf die Tunnelachſe angelegte Querſtollen verbunden [3].

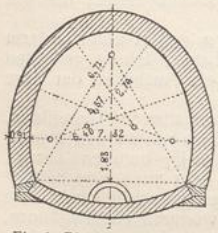


Fig. 1. Blechingley-Tunnel.

Die Tunnelquerprofile nähern ſich, wenn ſtarker Seiten- und Sohlendruck vorhanden iſt, der Kreisform, im übrigen einer mehr oder weniger geſtreckten Parabelform; für Tunnelbauten ohne Sohlengewölbe

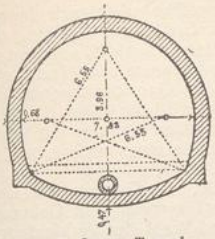


Fig. 2. Severn-Tunnel.

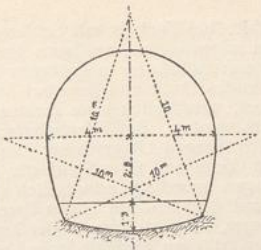


Fig. 3. Tunnelprofil der Semmeringbahn.

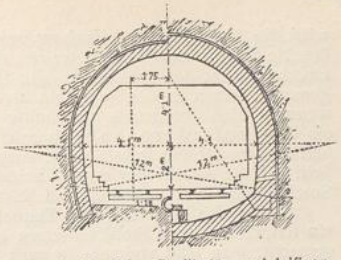


Fig. 4. Deutſches Profil für zweigleiſigen Tunnel.

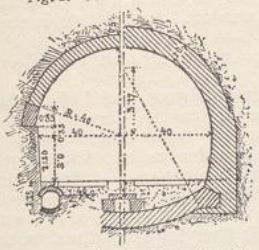


Fig. 5. Tunnelprofile des Gotthardtunnels.

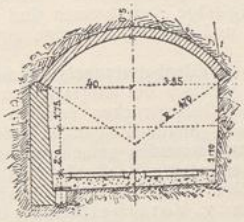


Fig. 6.

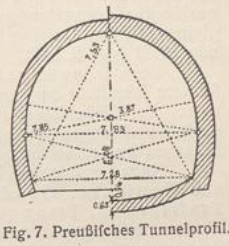
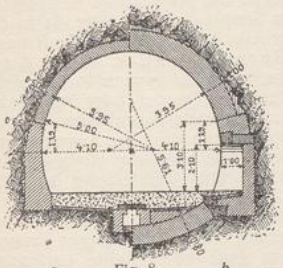


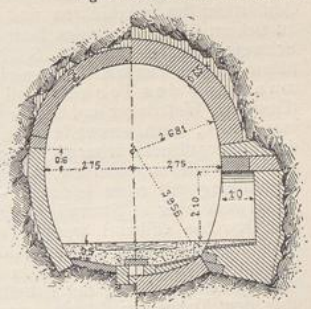
Fig. 7. Preußiſches Tunnelprofil.



a Fig. 8. *b*
Doppelgleiſiger öſterreichiſcher Alpentunnel. *a* Leichtes Druckprofil ohne, *b* ſchweres Druckprofil mit Sohlengewölbe.



a Fig. 9. *b*
Eingleiſiger Bosruck-Tunnel. *a* Leichtes Druckprofil mit Betonverkleidung, *b* ſchweres Druckprofil mit Bruchſteinmauerwerk, Sohlengewölbe und Niſche.



a Fig. 10. *b*
Querprofil des eingleiſigen Meſticaneſtietunnels (Bukowina). *a* Verkleidungsprofil. *b* Schweres Druckprofil mit Niſche

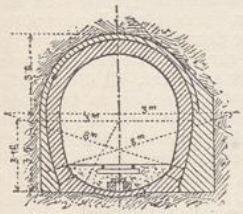


Fig. 11. Eingleiſiger Tunnel Ofaricza-Steierdorf.

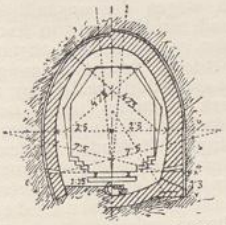


Fig. 12. Deutſches Profil für eingleiſigen Tunnel.

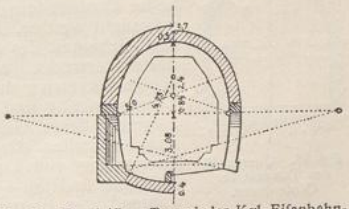


Fig. 13. Eingleiſiger Tunnel der Kgl. Eiſenbahndirektion Cöln, rechtsrheiniſch.

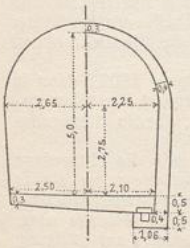


Fig. 14. Querprofil des eingleiſigen Albula-Tunnels mit 1 m Spurweite.

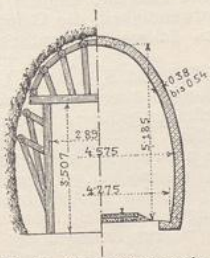


Fig. 15. Querprofil des eingleiſigen Tunnels der Cairns Railway (Queensland) mit Betonverkleidung.

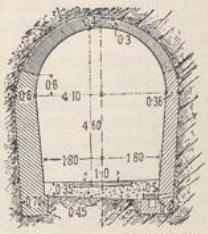


Fig. 16. Tunnelprofil der ſchmalſpurigen Scalettabahn (links: in Moräne u. Schutt, rechts: in Fels).

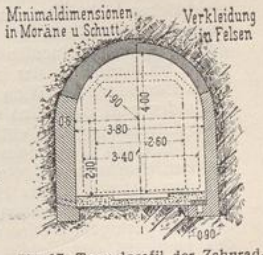


Fig. 17. Tunnelprofil der Zahnradbahn auf den Gornergrat mit 1 m Spurweite.

wird die überhöhte Hufeifenform gewählt; bei Tunnels mit Sohlengewölbe wird auch die geſtreckte Eiform angewendet, welche den allgemeinen Annahmen über Größe und Richtung der Drücke am meiſten entſpricht. Die Untergrundbahnen in größeren Tiefen, auch Tiefbahnen genannt, haben in der Regel ein kreisrundes Profil und jene bei Stadtbahnen oder Tramways, wenn es bloß überdeckte Einſchnitte ſind, gewöhnlich eine rechteckige Querſchnittsform, die als Unterpflaſterbahnen bezeichnet werden. Bei Eiſenbahntunnels iſt überdies die Einhaltung der für die freie Strecke vorgeſchriebenen Umgrenzung des lichten Raumes mit Rückſicht auf die Anzahl der durchführenden Gleiſe und ihrer Spurweite ſowie eines entſprechenden Spielraumes für Reparaturen und Rüſtungen unbedingt erforderlich (ſ. Bd. 1, S. 490).

Obgleich man für jeden Tunnel mit Rückſicht auf ſeinen Zweck, die Gebirgsart u. ſ. w. ein ſtatiſch richtiges Profil feſtſetzen könnte, ſo wird doch in der Regel hiervon kein Gebrauch gemacht; man ſetzt vielmehr je nach der örtlichen Verſchiedenheit und Wahl des Verkleidungsmaterials ein oder mehrere Normalquerprofile feſt, wobei auch bis zu einem gewiſſen Grade bei der Wahl der Form die ſtatiſchen Verhältniſſe berückſichtigt werden. Ausgeführte Tunnelprofile für normalſpurige zweigleiſige Hauptbahnen ſind in Fig. 1—8, für normalſpurige eingleiſige Bahnen in Fig. 9—13 und für ſchmalſpurige eingleiſige Lokalbahnen in Fig. 14—17 dargeſtellt (vgl. S. 647).

Beim Längenprofil der Eiſenbahntunnels iſt auf die Entwäſſerung und Lüftung beſondere Rückſicht zu nehmen, weshalb bei längeren Tunnels die horizontale Lage vermieden wird. Bei Ueberſchreitung von Gebirgsrücken erhalten Tunnels auf der Scheitelhöhe nach beiden Richtungen geringen Fall. Starke Steigungen werden wegen der naſſen, ſchlüpfrigen Schienen im Tunnel möglichſt zu vermeiden geſucht, um die Zugkraft nicht zu beeinträchtigen.

Nach gepflogenen Vorerhebungen und feſtgeſtellter Tunneltraſſe wird zur Abſteckung (ſ. d. und Geodäſie, Geodätiſche Inſtrumente, Grubenmeſſung, Polygoniſieren, Traſſierung, Triangulierung, Vorarbeiten) der Bahnachſe über Tag geſchritten, wobei die bekannten geodätiſchen Operationen mit großer Sorgfalt anzuwenden, nach Maßgabe des Baufortſchrittes fortzuführen und durch häufige Kontrollmeſſungen die notwendige Genauigkeit zu ſichern ſind. Ein gutes Beiſpiel bietet die Abſteckung des Simplontunnels, wie ſie in der Schweizer. Bauzeitung 1901, S. 221, beſchrieben iſt. Wegen der Arbeitsvorgänge bei der Bauausführung eines Tunnels ſ. Tunnelbauweiſen, Bohr- und Sprengtechnik. — Die Ausmauerung des Tunnels ſoll ſich in druckhaftem Gebirge auf den ganzen Profilumfang (Gewölbe, Widerlager und Sohlengewölbe) erſtrecken und iſt derart in Quader- oder Bruchſteinmauerwerk, ausnahmsweiſe auch mit Ziegelmauerwerk in Zementmörtel, auszuführen, daß ſie dem Gebirgsdrucke ſicher zu widerſtehen vermag; in günſtigerem Gebirge kann die Ausmauerung auch teilweiſe unterbleiben; in feſterem Gebirge genügt zuweilen die Wölbung allein oder in Verbindung mit einer leichten Verkleidung des unteren Profils. Die Verkleidung kann in Mauerwerk oder in Stampfbeton oder mittels Betonſteinen erfolgen [4]. Nur höchſt ſelten kann das Gewölbe entbehrt werden (vgl. Fig. 18), und ſelbſt in feſtem Gebirge iſt dasſelbe zum Schutze gegen Ablöſungen aus Klüften und infolge der Verwitterung ratſam. Bei langen Tunnels ſind im Widerlagermauerwerk in Entfernungen von etwa 50 m gegenübergeſtellte geräumige Niſchen zur Sicherung der Arbeiter zu empfehlen. Um die Kopfböſchung der Voreinſchnitte über dem Tunnel zu ſtützen, einzelne herabfallende Steine aufzufangen oder Ablöſungen von der Kopfböſchung zu verhindern und um dem Tunnel einen paſſenden, mitunter auch dekorativen Abſchluß zu geben, werden Tunnelportale errichtet. Alle Baumaterialien ſollen wegen der ungünſtigen Verwendungsverhältniſſe von beſter Qualität ſein und zur Mauerung in feuchten Tunnels nur Zementmörtel gebraucht werden. Von großer Wichtigkeit für die Erhaltung des Mauerwerks und Sicherheit des Betriebes ſind Anordnungen zur Trockenerhaltung des Mauerwerks. Wo die natürliche Lüftung nicht ausreicht, iſt die künſtliche Lüftung durch Zuführung friſcher ſauerſtoffreicher Luft zu bewirken. Ebenſo wichtig ſind die Entwäſſerungsarbeiten behufs Ableitung des aus dem aufgeſchloſſenen Gebirge zufließenden Waſſers oder unter Umſtänden auch zum Fernhalten ſtärkerer Waſſerzuflüſſe, wozu verſchiedene Hilfsmittel mit Anwendung von Dampfkraft erforderlich werden, ſofern nicht Waſſerkräfte verfügbar ſind [5]. — Die Beleuchtung der Arbeitsſtellen im Tunnel während der Bohrarbeiten geſchieht noch zumeiſt durch offen brennende, mit Rüböl geſpeiſte Grubenlampen (ſ. Geleucht), verſuchsweiſe, namentlich an ausgedehnten Bauſtellen, durch größere, mit Reflektoren verſehene Lampen, endlich auch durch Gas und elektriſches Licht. Beachtung verdient auch die Notwendigkeit, die Geſundheitsverhältniſſe der Tunnelarbeiter durch zu treffende Maßnahmen zu ſichern, namentlich die Berufskrankheit Anchyloſtomiaſis einzuſchränken.

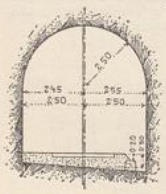


Fig. 18. Querprofil des Tunnels der Ofotenbahn.

Im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 1. Teil, Bd. 5, 3. Aufl., Leipzig 1902, dann in Rölls Encyklopädie, Wien 1892, ſind Zuſammenſtellungen über Länge, Gebirgsart, Ausführungsmethoden und Baukoſten einer ganzen Reihe hergeſtellter größerer Tunnels, ebenſo diesbezügliche Literaturangaben enthalten, worauf wir verweiſen.

Bei den Unterwaſſertunnels iſt für die anzuwendende Baumethode die Höhenlage zur Bettſohle von maßgebendem Einfluß. Tunnels, welche bei geringer Tieflage unter Waſſer mit dem Scheitel in der Höhe der Bettſohle liegen, werden in Abſchnitten zwiſchen trockengelegten Fangdämmen wie gewöhnliche Fundierungen hergeſtellt. Im milden Gebirge ohne oder mit geringem Waſſerzudrang benutzt man bei größeren Tieflagen des Tunnels zur Stützung des Gebirges den Schild (vgl. a. Tunnelbauweiſe 8. und 9.). Derſelbe ſchließt als eine dem Tunnelprofil angepaßte Scheibe den Tunnelraum im ganzen Profil gegen das Gebirge ſenkrecht ab und greift mit einem ungeteilten oder aus einzelnen dicht zuſammenſchließenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

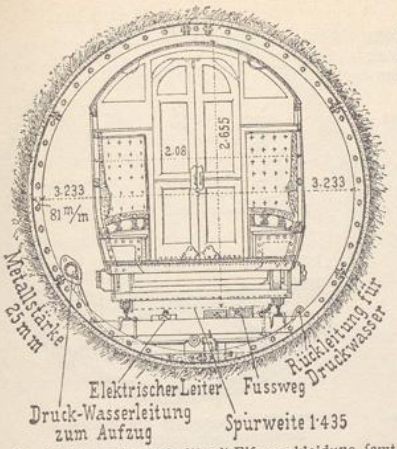


Fig. 19. Tunnelquerſchnitt mit Eiſenverkleidung ſamt Stirnanſicht eines Wagens der City and South London Railway.

Teilen beſtehenden zylindriſchen Rand entſprechend weit nach rückwärts über die fertige Tunnelauskleidung. Durch Abſtützung des Schildes rückwärts

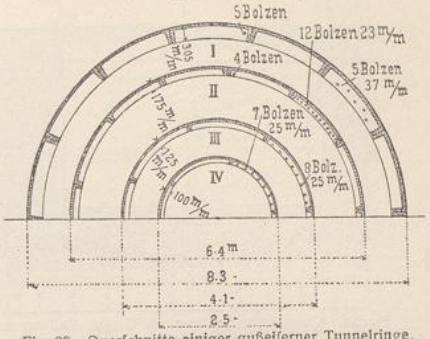


Fig. 20. Querſchnitte einiger gußeiſerner Tunnelringe. I: Blackwell-Tunnel (14 Segmente). II: St.-Clair-Tunnel (13 Segmente). III: Waterloo- and City-Tunnel (7 Segmente). IV: Clichy-Sammelkanal (5 Segmente).

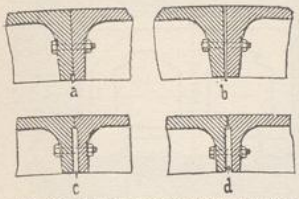


Fig. 21. Flanſchenverbindung der eiſernen Tunnelſegmente mit verſchiedenartiger Packung (Dichtung). *a* Roſtzwiſchenraum. *b* Holzpackung. *c* Zement. *d* Weiches Holz.

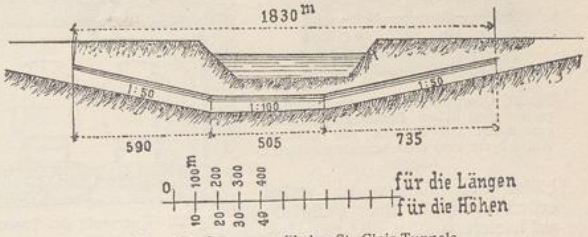


Fig. 22. Längenprofil des St.-Clair-Tunnels.
Linksuferig: Sarnia (Kanada). Rechtsuferig: Fort Huron (Ver. Staaten).

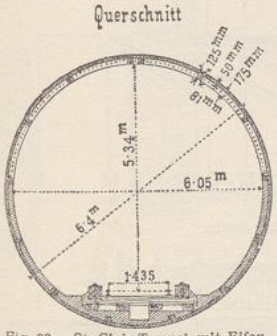


Fig. 23. St. Clair-Tunnel mit Eiſenverkleidung.

wird der Gebirgsdruck der Bruſt aufgenommen; ein ähnlicher kürzerer Rand greift vorwärts einſchneidend in das zu durchfahrende Gebirge. Brunel hat beim Themſetunnel 1825 zuerſt die Schildkonſtruktion benutzt. Die kreisförmige Schildform hat Greathead bei der zweiten Untertunnelung der Themſe in London zunächſt des Tower angewendet, welche Type 1869/70 beim Bau eines Waſſerleitungstunnels in Cleveland und 1886 bei der 5,1 km langen normalſpurigen City and South London-Eiſenbahn (Fig. 19), dann der Central London-Eiſenbahn [6], der Waterloo and City Railway [7] und der Greath Northern and City Railway ohne die geringſte Erdbewegung mit großem Vorteil zur Verwendung kam, wobei die hinter dem Schilde freigewordene, profilmäßig fertige Zone ſofort eine definitive Auskleidung durch einen aus mehreren gußeiſernen Segmenten mittels Innenflanſchen und Verſchraubung zuſammengeſetzten Ring von 2,3—5,79 m innerem Durchmeſſer erhielt [8]. An mit dem Schilde hergeſtellten (als Röhrentunnelbahnen bezeichneten) Eiſenbahnen wurde beim Bau der am

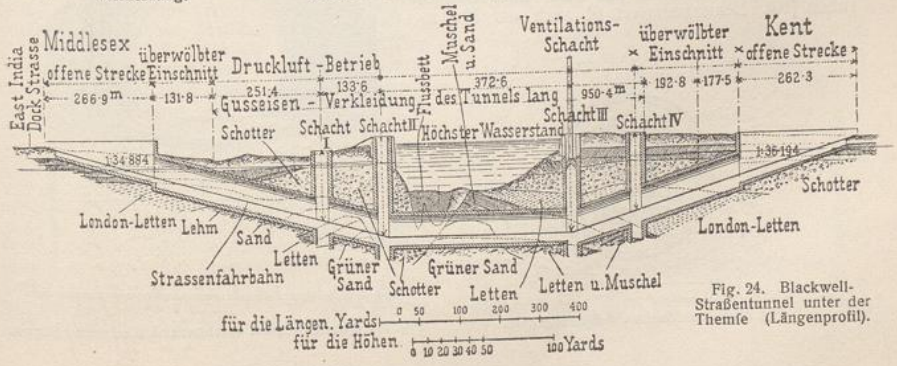


Fig. 24. Blackwell-Straßentunnel unter der Themſe (Längenprofil).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Januar 1903 eröffneten elektrischen Great Northern and City Railway die reine Eisenkonstruktion verlassen; die Firsthälfte des Ringes ist aus Gußeisen, die Boden-

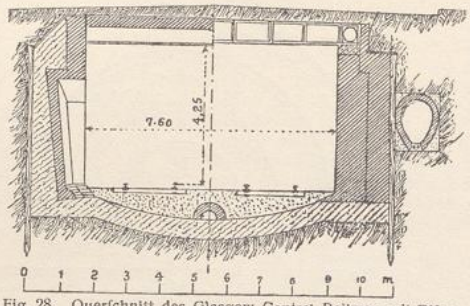


Fig. 28. Querschnitt des Glasgow Central Railway mit Eisenverkleidung.

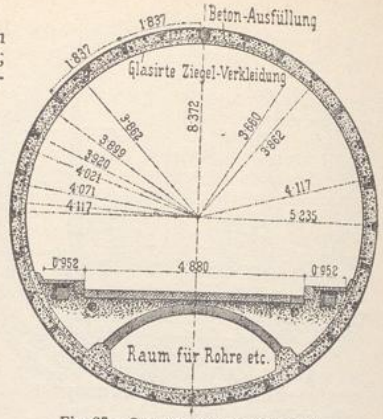


Fig. 25. Querschnitt des Blackwell-Straßentunnels unter der Themse.

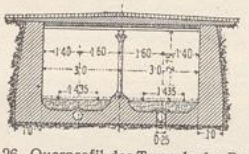


Fig. 26. Querprofil des Tunnels der Budapester elektrischen Franz-Joseph-Untergrundbahn mit Decken von eisernen Walzträgern und dazwischen betonierten Kappen.

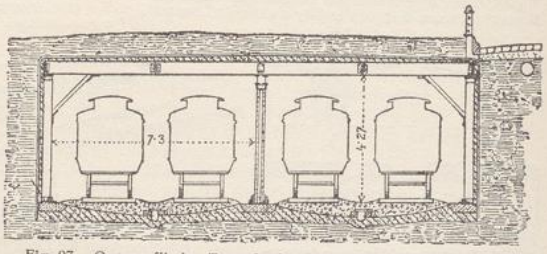


Fig. 27. Querprofil des Tunnels der Boftoner Untergrundbahn mit eiserner Decke.

hälfte aus Mauerwerk, wobei erstere mit Hilfe einer Fußplatte auf letzterer aufsitzt [9]. Bei Her-

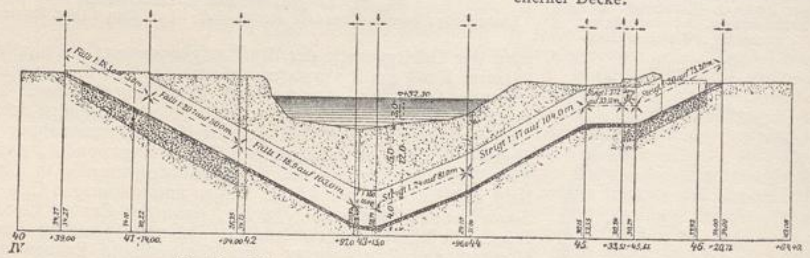


Fig. 29. Höhenplan des Tunnels unter der Spree bei Berlin.

stellung des Tunnels auf der Pariser Stadtbahn wurde der Chagnaudische Schild angewendet, der aus einer Schnecke und an zwei nach Form des herzustellenden Gewölbes gekrümmten Bögen besteht, welche mit ihren Füßen, die durch Zugbänder verbunden sind, auf zwei Längsträgern ruhen [10]. Bemerkenswert ist auch der Holz-

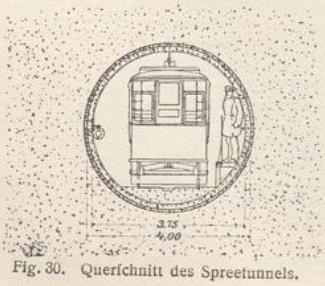


Fig. 30. Querschnitt des Spreetunnels.

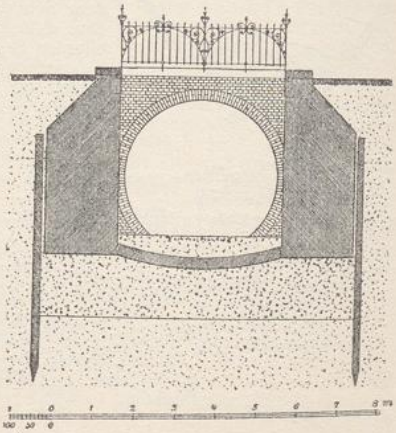


Fig. 31. Querschnitt der anschließenden offenen Rampen.

mannſche Bruſtſchild, welcher in ähnlicher Weiſe wie beim Spreetunnel in Berlin bei Herſtellung des Stammſieles in Hamburg zur Anwendung kam und aus einer eiſernen durch Scheidewände in mehrere Kammern zerlegten mit einer Luftſchleuſe ausgerüſteten Röhre vom Querſchnitte des auszugrabenden Profils beſteht [10]. Auf Grund der Erfahrungen bei dem Eaſt Boſton-Tunnel bietet der Erſatz gußeiſerner Wandungen in Tunnels mit Schildvortrieb durch Beton, je größer der Tunnelquerſchnitt und je feſter das zu durchfahrende Gebirge iſt, nicht unweſentliche Koſtenerſparnis [12]. Beim Baue der zwei eingleiſigen Paralleltunnels der Pennſylvania and Long Island Railroad unter dem North River bei New York wurde zum erſten Male die gußeiſerne Tunnelröhre von 5,79 m innerem Durchmeſſer, die in der gewöhnlichen Weiſe mit Schildvortrieb ausgeführt wird, in Entfernungen

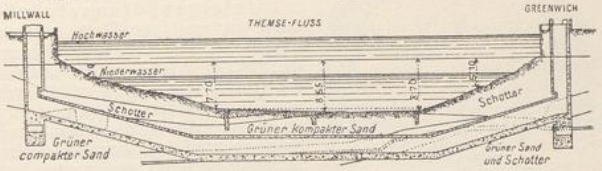


Fig. 32. Längenprofil des Tunnels unter der Themſe zwiſchen Greenwich und Millwall, 371 m lang.

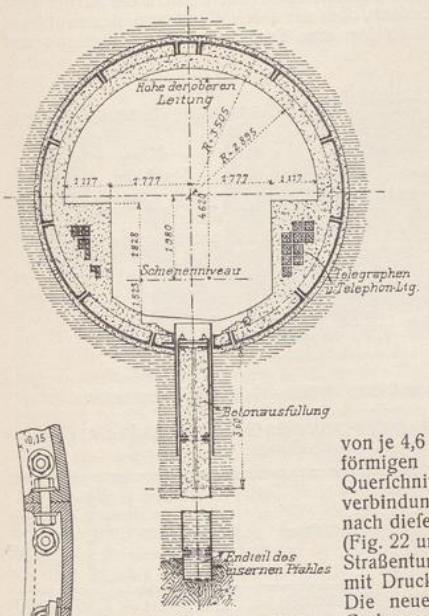


Fig. 35. Tunnelquerſchnitt unter dem North River der Pennsylvania and Long Island Railroad.

Fig. 34.

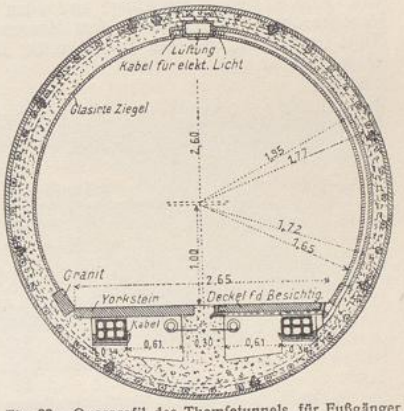


Fig. 33. Querprofil des Themſetunnels für Fußgänger zwiſchen Greenwich und Millwall.

von je 4,6 m durch eingetriebene eiſerne Pfähle mit ſchraubenförmigen Enden unterſtützt [9a]. Aus Fig. 20 ſind einige Querſchnitte von Tunnelringen und aus Fig. 21 die Flanſchenverbindungen der Segmente zu entnehmen. Seither wurde nach dieſem Syſtem 1890 der Tunnel unter dem St. Clairfluß (Fig. 22 und 23) und der die Themſe in London unterfahrende Straßentunnel bei Blackwell ausgeführt, wobei das Waſſer mit Druckluft zurückgehalten wurde (Fig. 24 und 25) [13]. Die neueſten Beſtrebungen gehen dahin, den Schild mit Grabevorrichtungen zu verbinden und auch die Wirkungen des Luftdruckes auf die Zurückhaltung des Waſſers durch beſondere Vorrichtungen zu regeln. Die Kombination von Schild und Druckluft hat ſich bei den unter Waſſer liegenden Teilen des Themſetunnels der City and South London Eiſenbahn, des St. Clairtunnels, des Clydetunnels in Glasgow, des Severntunnels und den letzten Teilen des Hudſontunnels zwiſchen New York und Jerſey City [9a] in jeder Beziehung als die zweckmäßigſte bewährt, ebenſo beim Spreetunnel zwiſchen Stralau und Treptow [14], Fig. 29—31. Auch iſt noch das Dowdſche Tunnelbauſyſtem anzuführen. Zu erwähnen wären noch der Unterwaſſertunnel unter der Themſe der Bakerſtreet and Waterloo-Eiſenbahn [15], dann der kreisrunde Tunnel mit Druckluftbetrieb unter der Themſe zu London zwiſchen Greenwich und Millwall, der von einem gußeiſernen Mantel umgeben iſt ([16], Fig. 32—34; Fig. 34 ſtellt das Detail einer Verbindung der einzelnen gußeiſernen Segmente der Verkleidung dar); ferner der Pennſylvania Railroad-Tunnel unter dem North River and Eaſt River zwiſchen New York City and Jerſey ([17], Fig. 35), der im Bau befindliche Unterwaſſertunnel unter dem Harlemfluß in New York ([18], Fig. 36) und der Tunnel

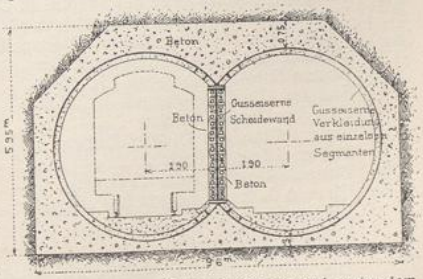


Fig 36. Querprofil des Zwillingstunnels unter dem Harlemfluß (Nordamerika).

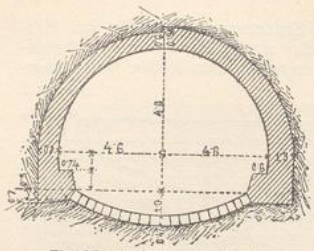


Fig. 37. Sill-Tunnelprofil der Brennerbahn.

der Whitchapel- and Bowr unter dem Regentskanal in eifernen Röhren von 5,48 m Durchmeffer [19].

Untergrundtunnels in Städten liegen meift in geringer Tiefe unter der Straßenoberfläche. Die Art der Ausführung hängt von den lokalen Verhältniffen, dann davon ab, ob die Untergrundtunnels außer- oder innerhalb des Grundwaffers gelegen find (Fig. 26 und 27). Im erften Falle ift die Ausführung eine Kombination zwifchen bergmänniffcher und Einfchnittsherftellung, im zweiten Falle ift im allgemeinen Schild und Druckluft die befte Ausführungsart. Herftellungen diefer letzteren Art find die 1896 eröffnete Glasgow subway and Cable traction (Fig. 28) [20], dann die Pariffer Stadtbahn [21] und die Berliner Hoch- und Untergrundbahn [22]. Intereffe erwecken die im Projekte befindlichen Unterfeeeifenbahntunnels zwifchen Schottland und Irland von 40,2 km Länge und 40,6 km Zufahrtsrampen [23], dann der Unterwaffertunnel zwifchen Spanien und Marokko über die Meerenge von Gibraltar von 32 km Länge und 9 km langen Zufahrtsrampen [24], endlich der 3,3 km lange Unterfeeeifenbahntunnel unter dem Meeresarm Solent, der die Infel Wight von der englifchen Küfte trennt [25] und der Tunnel unter der Newa für eine Trambahn, für Fußgänger und Wagenverkehr [26].

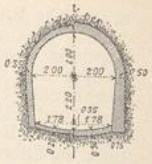


Fig. 39. Zulauftollen bei der Talfperre von Avignonet.

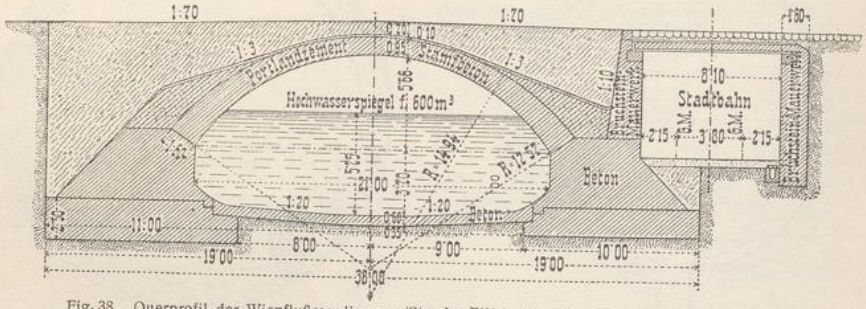


Fig. 38. Querprofil der Wienflußregulierung (Strecke Elifabethbrücke—Tegetthoffbrücke) in Wien.

Aus nachftehender Zufammenftellung find einige wichtige Angaben und die Flächendimenfionen der hauptfächlichften Untergrundbahnen zu entnehmen.

Konftruktion	Bezeichnung der Bahnen	Betriebsart	Gleifeanzahl	Innere Profilfläche in qm	Auf ein Gleis entfallende innere Fläche in qm
Röhrentunnels nach Greathead-Syftem	City and South London Railway	Elektrifch	Ein Gleis	7,80	7,80
	Glasgow Cable Subway	Seil	„	8,40	8,40
	Central London Underground Railway	Elektrifch	„	9,57	9,57
	Waterloo and City Railway	„	„	10,50	10,50
	Great Northern and City Railway	„	„	15,70	15,70
	Kurzer Verfuchstunnel unter der Spree in Berlin	„	„	10,87	10,87
	Tunnel unter dem Hudfonfluß	Dampf	Zwei Gleife	22,85	11,42
	Tunnel unter dem St. Clairfluß	„	„	26,94	13,47
Unterpflafterbahn (gerade Decken)	Blackwell-Tunnel unter der Themfe in London	Für Wagen und Fußgänger		32,70	—
	Themfetunnel zwifchen Greenwich und Millwall	Bloß für Fußgänger		8,52	—
	Franz-Jofef-Untergrundbahn in Budapeft	Elektrifch	Zwei Gleife	17,94	8,97
	Berliner Hoch- und Untergrundbahn	„	„	23,40	11,70
	Boston Subway (Tremont—St. Mall)	„	Vier Gleife	65,68	16,42
	Subway (Boylston-Boston—St. Mall)	„	Zwei Gleife	32,51	16,25
	Glasgow Central Railway	Dampf	„	33,00	16,50
Gewölbte Tunnels	Metropolitan and District Railway in London	Elektrifch	„	30,00	15,00
	Métropolitain de Paris	„	„	32,15	16,07
	Boston Subway (Tremont Street)	„	„	30,84	15,43
	Chemin de fer de Sceaux in Paris	Dampf	„	22,50	11,25
	Wiener Stadtbahn	„	„	24,00	12,00
	Baltimore-Belt Railway	Dampf u. elektr.	„	25,00	12,50

Die fechs elektrifch betriebenen Untergrundbahnen (Tunnelröhrenbahnen) in London, genannt „Tubes“, und zwar die City and South London (13 km), die Central London (11 km),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Great Northern and City (5,6 km), die Baker Street and Waterloo (7,5 km), die Great Northern, Picadilly and Brompton (15,2 km) und die Charing Cross Euston and Hampstead (13 km) in der Gesamtlänge von 65,3 km mit einer Gleislänge von 130 km haben einen Kostenaufwand für den Bau von 513 Millionen Mark erfordert.

In Fig. 38 ist die Tunnelierung des Wienflusses mit nebenanliegender Stadtbahn dargestellt. Hierher gehören ferner Zulaufstollen bei Wasserleitungen und Wasserwerksanlagen (Fig. 39, [27]) sowie Bergwerkstollen und die Tunnels oder unterirdischen Zugänge auf den Bahnhöfen, um von einem Bahnsteig auf den andern zu gelangen, ohne die Bahnhofgleise überschreiten zu müssen. Kanaltunnels (s. d. und Bd. 7, S. 634), Fluß- und Bachtunnels wurden vornehmlich auf der Brennerbahn mit Vorteil angewendet, um bei tiefen Schluchtübersetzungen und hohen Aufschüttungen die Herstellung langgestreckter Durchlässe für Wasserläufe und Wege an der Dammsohle zu umgehen, die zumeist kostspielig, schwierig und zeitraubend sind (Fig. 37). Allgemeines über Tunnels s. [28].

Literatur: [1] Kauffmann, Der Bau des Gotthardtunnels, 1875; Könyves-Toth, Der Durchschlag des St. Gotthardtunnels und seine Vollendung, Zürich 1880; Favaro, Il traforo de Gottardo, Tadova 1874; Klar, Der Gotthardtunnel, Wien 1875. — [2] Hennings, Die neuen Linien der Rhätischen Bahn, Schweizer. Bauztg. 1901, 1902 und 1904; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1904. — [3] Die Bauarbeiten des Simplontunnels, Glasers Ann., Nr. 602, 1902; Le tunnel de Simplon, Le génie civil 1900; Simplontunnel, Baufortschritte, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1901 und 1902; Résultats définitifs des opérations de trace du tunnel du Simplon par le Dr. L. Rosenmund, Bulletin du congrès international de chemins de fer, 1906, Nr. 9; Le tunnel du Simplon, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers 1907; Histoire du tunnel et des traveaux du Simplon par Allard, Besançon; Le tunnel du Simplon, Le génie civil 1906, Nr. 9; Grandjean und Williams, Der eingleisige Zwillingstunnel, seine Bedeutung im Eisenbahnbau und seine Ausführung, Zürich 1878. — [4] Eingleisige Tunnels on the Cairns Railway in Queensland mit Betonverkleidung, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, London 1903; Könyves-Toth, Ueber Tunnelbau im allgemeinen und über die Ursache der Deformation bei Tunnelmauerungen, Wien 1875; Zusammenstellung über den Fortschritt beim Baue des österr. großen Alpentunnels am 30. Nov. 1903, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903; Steiner, Theorie der Röhrentunnels, Oesterr. Wochenschr. f. d. österr. Baudienst 1906. — [5] Ventilationsanlage für Baltimore- und Potomactunnel, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893; Gleim, O., Neuere Stadt- und Vorortbahnen in London, Liverpool und Glasgow, Deutsche Bauztg. 1896; Cox, R., The ventilation of the Metropolitan Railway Tunnels, London 1898; Essais de ventilation des tunnels, Le génie civil, T. 21, Nr. 22, S. 350; Die Ventilation langer Eisenbahntunnels im Betriebe, Oesterr. Eisenbahnztg., Bd. 21, Nr. 98, 1898; Das System Saccardo für Tunnelbauten, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898; Ventilation des Gotthardtunnels, Oesterr. Eisenbahnztg. 1899; Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899; Die Lüftung des Bostoner Tunnels, Die Lüftungsanlage des Gotthardtunnels, Zentralbl. d. Bauverw. 1899; The ventilation of tunnels and buildings, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, London 1899; The ventilation of tunnels, Proceedings of the American Society of Civil Engineers 1906, Nr. 8; Tunnellüftung, Railway Gazette 1906; La ventilation du Baker Street and Waterloo Railway par G. Rosenbusch, Bulletin du congrès international des chemins de fer 1906, Nr. 4; Ventilation of tunnels, Transactions of the American Society of Civil Engineers, International Engineering Congress, New York 1904, 1905; La ventilation des chemins de fer et métropolitains souterrains, L'éclair électrique 1907; The ventilation of subways, The Engineering Magazine 1907; Ventilationsanlage nach System Saccardo für den Gotthardtunnel in Göschenen, Schweizer. Bauztg. 1899; Künstliche Ventilation im Giovitunnel, Oesterr. Eisenbahnztg. 1900; Birk, A., Lüftung langer Tunnels, Monatsschr. f. d. österr. Baudienst, Wien 1901; Luftprüfung in Tunnels, Lüftung von Unterpflasterbahnen, Engin. record, Bd. 47, 1903; Ventilation of Underground Railways, Engineering 1903; Balzer, F., Die Arbeiten am 4646 m langen Sassyotunnel in Japan, Zentralbl. d. Bauverw. 1903; Lüftungsanlage des Big-Bendtunnels der Chesapeak- und Ohiobahn, Railroad Gazette 1903; Preffel und Kauffmann, Der Bau des Hauensteintunnels, Basel 1860; Rziha, F., Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst, Berlin 1868; Derf., Die Entwässerung des Tunnelmauerwerks, Berlin 1869; Callodon, D., Die maschinellen Arbeiten zur Durchbohrung des Gotthardtunnels, Zürich 1876; Entwässerung des Bahntunnels unter dem Harlemfluß, „Stahl und Eisen" 1905; Eine neue Methode für Flußtunnelbau, American Scientific 1906; Tunnelausführung mit der Gefriermethode unter dem East River, ebend. 1906; Die Grubenmethode im Tunnelbau, ebend. 1906; Grimburg, v., Der Bau des Sonnensteintunnels, Wien 1878; Gunesch, v., Der Lupkower Tunnel, Wien 1878; Stané und Pascher, Der Bau des Spitzbergtunnels, Berlin 1878; Wagner, C. J., Bauausführung des Tunnels bei Bischofshofen, Wien 1878; Koch, Die Tunnelbauten bei der Arlbergbahn, Wien 1880; Die Lokomotivförderung beim Bau des Arlbergtunnels, Berlin 1881; Platte, G., Die Installationsanlagen am Arlberg, Wien 1881; Ueber Förderung beim Baue des Arlbergtunnels, Wien 1883; Die Stangenförderung im Arlbergtunnel, Wien 1883; Platte, G., Ueber die Ausführung des Arlbergtunnels, Wien 1884; Der Bau des Arlbergtunnels, Wien 1885; Amiot, J. A., Construction des Souterrains par la méthode du bouclier, Mémoires et compte rendu de travaux de la Société des Ingénieurs civils de France, Décembre 1897. — [6] Die Zentral-London-Untergrundbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung der Lokal- und Straßenbahnen 1902; Tunneling shields for the Central London Railway, Engineering 1898; Die Londoner Untergrundbahn, Deutsche Bauztg. 1899; Central London Railway Co., The Tramway and Railway world 1901; Central London Railway, La Revue technique 1901; Die Lüftung auf der Zentral-London-Bahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1902. — [7] Die Waterloo and City Railway, Ztg. d. Vereins deutsch. Eisenbahnverw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1898; Zentralbl. d. Bauverw. 1898; The Railway world 1898; Street Railway Journal 1898; The Railroad Gazette 1898; Revue générale des chemins de fer 1898; Die elektrifch betriebene Röhrentunnelbahn in London, The Waterloo and City Railway, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1902. — [8] Hopkinfon, E., The City and South Railway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXII, 1893, S. 209; Greathead, J. H., The City and South London Railway with some remarks upon Subaqueous Tunneling by Shield and compressed air, ebend., Vol. CXXVII, 1896, S. 39; The Central London Railway Traction and Transmission 1903; Tunneling machine; Great northern, Picadilly and Brompton Railway, The Engineer 1904, Nr. 1988. — [9] Uhlands Verkehrsztg. 1903, Nr. 52. — [10] Zentralbl. d. Bauverw. 1897, 1901; Zeitfchr. f. Bauwefen 1899; Die Parifer Stadtbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung der Lokal- und Straßenbahnen 1900. — [11] Zentralbl. d. Bauverw. 1903. — [12] Engineering News 1901. — [13] Will. Orr Leith, Iron Tunnels, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXV, 1896, S. 377; Hay, D., und Fitzmaurice, M., The Blackwell Tunnel, ebend., Vol. CXXX, 1897, S. 50; Der Blackwell-Tunnel in London, Zeitfchr. d. Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897. — [14] Der Spreetunnel in Berlin, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1898, 1899; Oefterr. Eifenbahnztg. 1899; Le tunnel de l'Hudson, Bulletins de la Société des Ingénieurs civils de France 1903; Hudson River Tunnel of the New York and Jersey Railroad, Railroad Gazette 1903; Die New-Jerfey-Tunnels und Untergrundbahnen in New York, American Scientific 1905; Die großen Tunnelbauanlagen unter dem North River in New York, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905; Traveaux du tunnel sous l'East River at New York, ebend. 1906; The New York Terminal of Pennsylvania Railroad, Railroad Gazette 1903; Ueber die Untertunnelung von New York durch die Pennfylvaniabahn, Ztg. d. Ver. deutfch. Eifenbahnverw. 1903, 1904; The Hudson River Tunnel, Scientific American 1903, Engineering Record 1903; The construction of the Pennsylvania Railroad Tunnel under the Hudson River at New York City, Engineering News 1906, Nr. 24, 1907, Nr. 9; Tunnel unter dem Hudfonfluß, Organ f. d. Fortfchritte des Eifenbahnwefens 1907, Heft 6; Die Tunnels der Pennsylvaniabahn unter dem North River in New York, Railway Gazette 1907; Tunnel fondé sur pieux à vie du Pennsylvania and Long Island Railroad, Le Génie civil 1904. — [15] Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Bd. 4, 1901/02; Tunnelvortrieb unter Waffer durch den Themfekies im Zuge der Baker-Street und Waterloo-Railway, Railway Engineer 1902; Le nouveau tunnel sous la Tamise à Londre entre Greenwich et Millwall, Le Génie civil 1902, Bd. 42; Bewährte Ausführungen für fchwierige Unterwaffertunnels, Engineer record 1903. — [16] Engineer. record 1903, Bd. 47; Organ f. d. Fortfchr. im Eifenbahnw. 1903. — [17] The Tramway and Railway world 1903; Engineering News 1903; Railroad Age, Chicago 1903. — [18] Engineering News 1903; Tunnel en tubes jumelés sur la rivière de Harlem. Le Génie civil 1903, Bd. XLIII, Nr. 26, und 1904, Bd. XLIV, Nr. 16. — [19] Engineering 1903. [20] Stewart, The Glasgow District Subway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXII, 1895, S. 355; The Glasgow Subway and Cable traction, Engineering 1896; Die Glasgower Untergrund-Stadtbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1898. — [21] Le Génie civil, Bd. XXV, XXVI, XXXVII, XXXVIII; Etude générale sur le chemin de fer métropolitain de Paris, La Revue technique 1903; The Paris Metropolitan Electric Railway, Tract. and Transm. 1903; Godfernaux, Tunnelbauten der Metropolitanbahn in Paris, Revue générale des chemins de fer 1903; Dumas, Die Untertunnelung der Seine durch die Métropolitainbahn in Paris, Le Génie civil 1905. — [22] Zentralbl. d. Bauverw. 1899, 1901; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1901. — [23] International Engineering Congress, Glasgow 1901; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1903. — [24] Ein Unterwaffertunnel zwifchen Spanien und Marokko, Deutfche Bauztg. 1903. — [25] Glafers Ann. 1901, Bd. 49. — [26] Zeitfchr. d. Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897. — [27] Die Talfperre von Avignonnet, Schweizer. Bauztg. 1903. — [28] Zwick, H., Neuere Tunnelbauten, Leipzig 1873; Schön, Der Tunnelbau, Wien 1874; Hilfsmittel für die Richtungsangabe im Gotthardtunnel, Hannover 1878; Firftftollenbetrieb im Gotthardtunnel, Hannover 1878; Grandjean und Williams, Der einfpurige Zwillingstunnel, Zürich 1878; Lufttransmiffion im Gotthardtunnel, Hannover 1880; Gröger, J., Die Statik der Tunnelgewölbe im druckreichen Gebirge, Prag 1881; Der Ausbau des Gotthardtunnels, Hannover 1882; Dolezalek, C., Subaquare Tunnels, 1883; Forchheimer, Englifche Tunnelbauten bei Untergrundbahnen fowie unter Flüffen und Meeresarmen, Aachen 1884; Der Tunnelbau, Hannover 1889/90; Pontzen, E., Procédés généraux de construction traveaux de terrassements tunnels, dragayes et dérochements, Paris 1891; Troske, L., Die Londoner Untergrundbahnen, Berlin 1892; Simms, F. W., Practical Tunneling, London 1895; Berg, J., The St. Gotthard Mountain Railway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXX, 1895, S. 2; Die Boftoner Unterpflafterbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1896, S. 485; Die Londoner Röhrentunnelbahnen mit elektrifchem Betriebe, ebend. 1897, S. 350; Die Budapefter elektrifche Franz-Jofef-Untergrundbahn, ebend. 1897, S. 542; Ramfay, J., The Mushkaf-Bolan Railway, Baluchistan (India), Minutes of proceedings of the Institut of Civil Engineers, Vol. CXXVIII, 1897, S. 232; Die Boftoner Untergrund- und Hochbahnen, Ztg. d. Vereins deutfch. Eifenbahnverw. 1898, Nr. 88 u. 89; The Boston Subway, Street Railway Journal, New York, Sept. 1898; Der Arlbergtunnel und fein Betrieb, Oefterr. Eifenbahnztg. 1898, Nr. 18; Le Tunnel de l'Hudson, Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France 1903; Tunnel under the Regents Canal, Engineering News 1903, Nr. 18; The relative advantages of overhead, deep level and shallon subway lines for the accomodation of urban railway traffic, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Supplement to Vol. CLIV, 1903; Fifcher, Der Bau des Karawankentunnels, Teplitz 1904; Hennings, Die Albulabahn, Chur 1908. *Ziffer.*

Tunnel bei Kanälen, f. Kanaltunnel, Schiffahrtskanäle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tunnelbauweiſen. Der Tunnelbau umfaßt den Ausbruch oder die Löſung und Zerkleinerung, die Beſeitigung und Förderung des gelöſten Gebirges (Schuttes) ſowie die zeitweilige und dauernde Sicherung des geſchaffenen Hohlraumes gegen alle Veränderungen, welche durch die Bewegung des Bodens infolge Störung des Gleichgewichtes oder durch die Einwirkung von Luft und Waſſer verurſacht werden.

Die hierdurch bedingten Arbeiten ſind ſomit: Gewinnungsarbeiten, Förderungsarbeiten, Ausbauarbeiten, Abführung des zufließenden Waſſers, Beleuchtung und Lüftung der Bauſtellen, Angabe der Höhenlage und Richtung, geologiſche Erhebungen. Die Tunnelbauweiſen bezeichnen die Reihenfolge der Gewinnung, der zeitweiligen und dauernden Abſtützung der gewonnenen Hohlräume ſowie die Formen und Stärken dieſer Abſtützungen; ſie ändern ſich mit Länge, Querſchnitt und Lage des Tunnels zur Oberfläche ſowie mit der Gebirgsbeſchaffenheit, den Waſſerzuflüſſen und der Geſteinswärme. Im folgenden ſollen nur die verſchiedenen Tunnelbauweiſen beſprochen werden.

Stollen ſind Tunnels von kleinen Abmeſſungen; die Querſchnittfläche iſt 4—15 qm groß und meiſt rechteckig, trapezförmig, ſeltener rund. Die Seiten *f*, *s* und *u* (Fig. 1) werden Firſt, Sohle und Seitenwände oder Stöße, auch Ulmen, der Eingang *m* das Mundloch, das Ende *o* das Ort des Stollens, die Ortfläche *o* die Stollenbruſt genannt. Der Neigungswinkel α, welchen die Sohle *s* mit der Wagerechten einſchließt, kann $\gtrless o$ ſein. Am günſtigſten für den Arbeitsbetrieb iſt $\alpha > o$, da hierbei die Waſſerabführung wie auch die Förderung, d. i. das Abfahren des ausgebrochenen Gebirges, im Gefälle nach außen am leichteſten und billigſten erfolgt. Für $\alpha < o$, d. h. für ein Gefälle vom Mundloch nach dem Ort, werden Förderung und Waſſerhaltung um ſo ſchwieriger, je größer das Gefälle iſt.



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

Die Stollen ſind entweder Teile eines größeren Tunnels oder ſelbſtändige Bauten. Tunnels mit größeren Abmeſſungen beginnt man zumeiſt mit einem, zwei, ausnahmsweiſe auch mehreren Stollen, und zwar mit einem Firſtſtollen *F* (Fig. 2), einem Sohlſtollen *S* (Fig. 3), einem Sohl- und Firſtſtollen (Fig. 4), zwei Sohlſtollen *O* (auch Ortſtollen genannt) und einem Firſtſtollen *F* (Fig. 5) mit zwei Ortſtollen *O*, einem Kernſtollen *K* und einem Firſtſtollen *F* (Fig. 6). Zur Erleichterung der Lüftung, Förderung und Entwäſſerung des Tunnelbaues werden auch (Fig. 7) Parallelſtollen *P* in genügendem Abſtande *A* ausgeführt und mit dem Sohlſtollen *S* des Tunnels durch Querſtollen *Q* verbunden [43], [53] (Simplontunnel). Man hat auch vorgeſchlagen, zu dieſem Zwecke den Parallelſtollen *P* unter den Sohlſtollen *S* des Tunnels zu legen (Fig. 8). Zur Vermehrung der Angriffſtellen des Tunnelbaues ſowie zur leichteren Förderung und Lüftung werden Neben- oder Seitenſtollen *Q* (Fig. 9) [8] ausgeführt; bei längeren Voreinſchnitten finden Mundloch- oder Voreinſchnittſtollen *M* (Fig. 10) [2], [4] Verwendung, namentlich wenn engliſcher Einſchnittbetrieb zweckmäßig erſcheint, damit mit den Tunnelbauten vor Fertigſtellung der Voreinſchnitte begonnen werden kann.

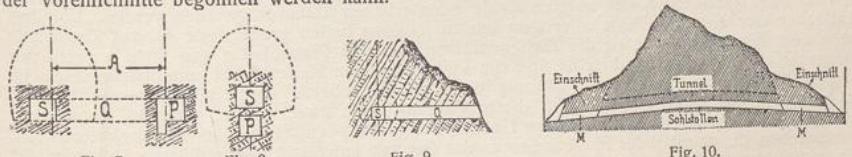


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Zur Entwäſſerung des Gebirges über oder neben dem Tunnel können auch Entwäſſerungsſtollen zweckmäßig ſein, welche entweder nur während der Bauzeit oder auch nach Fertigſtellung des Tunnels durch Ausmauerung oder durch trockene Steinauspackung des Stollenraumes wirkſam erhalten werden [30].

Der Ausbruch des Stollens erfolgt mittels Bohr- und Sprengarbeit (ſ. Bd. 2, S. 206), der Hau- und Brecharbeit oder der Grabarbeit (ſ. Bodengewinnung und Bodenlöſung, Bd. 2, S. 106 und 107). Nur in ſehr feſtem Geſtein kann der Stollen ohne Abſtützung oder Zimmerung verbleiben [29], [37].

Die Art und Stärke der Zimmerung (vgl. a. Grubenzimmerung) iſt von der Beſchaffenheit des Gebirges ſowie von den Abmeſſungen und der Benutzungsdauer des Stollens abhängig. In der Regel liegen die Gebirgsverhältniſſe ſo, daß der größte Druck in der Firſt, geringerer Druck an den Stößen und der kleinſte Druck in der Sohle des Stollens auftritt. Dementſprechend würden zuerſt die Firſt, dann die Stöße oder Seitenwände und nur ausnahmsweiſe, in ſehr ungünſtigem Gebirge, die Sohle des Stollens abzuſtützen ſein [5], [7], [8].

Die zeitweilige Abſtützung oder Zimmerung erfolgt durch Rund-, ſeltener durch Kantholz, auch wohl durch Eiſen (Altſchienen, I- oder L-Eiſen); die dauernde Abſtützung durch Eiſen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beton oder Mauerwerk (Ziegel, Bruchſteine, Quader). Für die Zimmerung des Stollens ergeben ſich, der Gebirgsbeſchaffenheit entſprechend, folgende Anordnungen:

Im feſten Gebirge (Fig. 11) werden meiſt runde Querhölzer *a*, Kappen, unmittelbar auf das Gebirge gelegt und die Bühnenlöcher *b* auf der einen Seite des Stollens ſo ausgeſchlitzt, daß die Kappen leicht eingebracht und mittels eines Keils befeſtigt werden können. Längsträger oder Verzugsbretter *c* werden bei größeren Längen und Abſtänden der Kappen erforderlich.

Im weniger feſten Gebirge (Fig. 12) werden die Kappen *a* durch Ständer oder Stempel *s* geſtützt, die, wenn erforderlich, auf Fußbrettern *f* ſtehen. Durch die über den Kappen und hinter den Stempeln angeordneten Verzugshölzer *c* werden die Stützpunkte des Gebirges nach Bedarf vermehrt; unter Umſtänden wird das Gebirge zur Vermeidung von Verwitterungen und kleinen Abbrüchen gegen das Stolleninnere ganz abgeſchloſſen. Bolzen *d* zwiſchen den Kappen bewirken den erforderlichen Längsverband. Im bläheden Gebirge (Anhydrit, Gips u. ſ. w.) iſt ein dichter Abſchluß ſchädlich und daher zu vermeiden, damit die Ausdehnungsmöglichkeit nicht ausgeſchloſſen wird [14], [6].



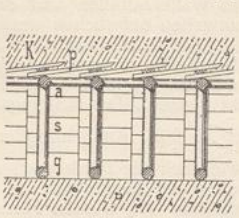


Fig. 13.

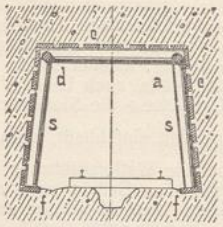


Fig. 12.

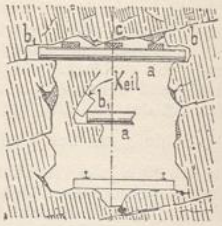


Fig. 11.

Im Gebirge, das auf die Länge des Abſtandes der Stollenrahmen ohne Gefahr des Ablöſens und Abbröckelns nicht ſtandhält, wird der Vortrieb des Stollens (Fig. 13) durch Pfähle *p* bewerkſtelligt, die über den Stollenkappen *a* und, wenn erforderlich, über den Stempeln *s* ſo vorgetrieben werden, daß der Ausbruch des Stollens unter dem Schutze dieſer Pfähle erfolgen kann. Ob die Verpfählung nur in der Firſt des Stollens oder auch an den Seitenwänden (Stößen) erforderlich iſt, hängt von der Beſchaffenheit des Gebirges ab. Zwiſchen Schwanz des vorderen und Kopf des folgenden Pfahles werden in der Regel Keile *k* eingetrieben, um die Pfähle dicht an das Gebirge anzudrücken und den größeren Zwiſchenraum, der zur Erleichterung des Vortreibens belaſſen wird, auszufüllen und Unregelmäßigkeiten im Ausbruch Rechnung zu tragen. Sohlenſchwellen *g* werden nur im weichen Gebirge verwendet, um den Einheitsdruck auf die Baufohle zu vermindern und das Eindrücken der Ständer *s* in den Boden zu verhindern [3], [4], [37]. Die in feſteren Schichten hinter den Pfählen verbleibenden Hohlräume ſind mit Steinen gut auszupacken, um nachträgliche Ablöſungen des Geſteins und die Stoßwirkungen auf die Zimmerung zu vermeiden.

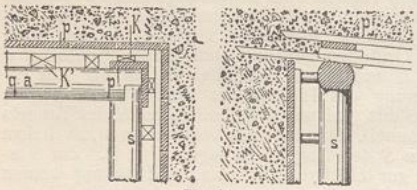
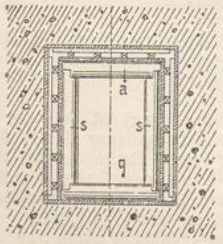


Fig. 14.

Im ſtärker drückenden Gebirge (Fig. 14) [4], [5] werden die Köpfe der Pfähle auch wohl gemeinſam durch ein Querbrett *q*, Pfandblatt genannt, ſo unterſtützt, daß ſie gemeinſam in dem zum Nachtreiben der unteren Pfähle erforderlichen Abſtande gehalten werden. Vor dem Anflecken der unteren Pfähle über dem letzten Rahmen halten große Keile k^1 das Pfandblatt; nach dem Eintreiben werden die Zwiſchenräume zwiſchen Pfandblatt *q* und Pfahl *p* durch den kleinen Keil *k* ausgefüllt; hierbei ſind die Pfähle von den Keilen nicht unmittelbar abhängig, ſo daß die unteren Pfähle ohne Störung der Lage der oberen vorgetrieben werden können. Im weichen, druckhaften Gebirge iſt dieſer Vorgang auch zweckmäßig, während im weniger druckhaften Gebirge die unmittelbare Unterſtützung jedes einzelnen Pfahles durch einen Keil vorzuziehen iſt, damit jeder Pfahl ſicher an das Gebirge anſchließt. Bei größeren Abſtänden der Hauptgeſpärre *H* (Fig. 15 und 16) werden zur Unterſtützung der Pfähle *p* in der Mitte Zwiſchengeſpärre *Z* angeordnet. Man kann hierdurch größeren Druckverhältniſſen begegnen, auch die Pfähle unter den Kappen der vorletzten Geſpärre leichter ſo vortreiben, daß ſie gleich ohne



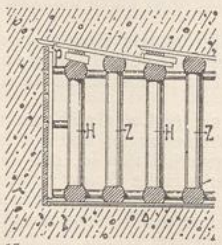


Fig. 15.

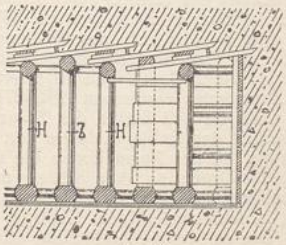
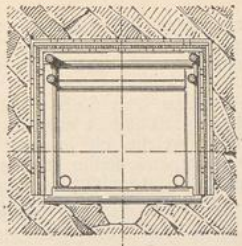


Fig. 16.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verſchwenkung in nahezu richtiger Lage ſich befinden, wodurch das Eintreiben erleichtert und Gebirgsbewegungen beſſer vermieden werden.



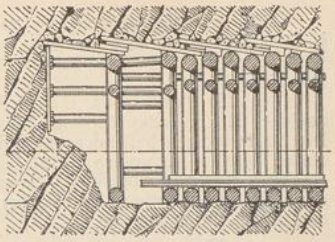


Fig. 17.

Im ſtark drückenden Gebirge wird die Zahl der Stollenrahmen oder Gefpärre noch vermehrt, im äußerſten Falle ſo weit, daß die Gefpärre dicht aneinander ſtehen, wie Fig. 17 (Stollenzimmerung in den Druckſtrecken des Arlbergtunnels) [28], [41] zeigt. Eine Verſtärkung der Stollenrahmen ſelbſt kann in verſchiedener Weiſe erfolgen. Die Unterſtützung der Kappen in ihrer Mitte mittels einer Stütze oder mittels eines Sprengwerkes wäre wohl am wirkſamſten, allein es wird hierdurch das für Förderung und Begehung erforderliche Lichtprofil des Stollens unverhältnismäßig ſtark eingeengt; daher wird in der Regel von dieſer Anordnung kein Gebrauch gemacht. Man begnügt ſich meiſt mit einer Verkürzung der Stützweite der Kappen und Vermehrung der Ständer, wie aus Fig 18 und 19 erſichtlich iſt, welche die Stollenzimmerung in einigen Druckſtrecken des Simplontunnels darſtellen [47], [53]. Die Kappen werden nicht nur durch die Hauptſtempel, ſondern auch noch durch Unterzüge unterſtützt, die auf Nebenſtempeln ruhen. Haupt- und Nebenſtempel ſtehen auf einer Sohlſchwelle.

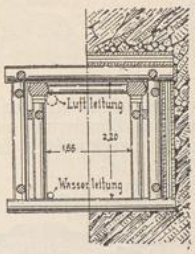


Fig. 18.

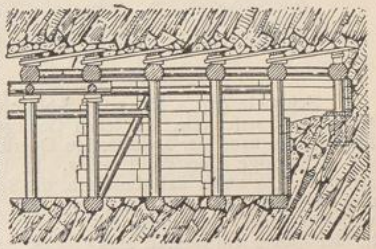


Fig. 19.

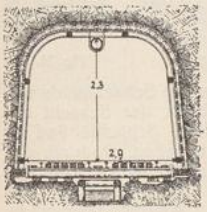


Fig. 22.

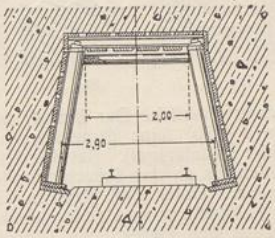


Fig. 20.

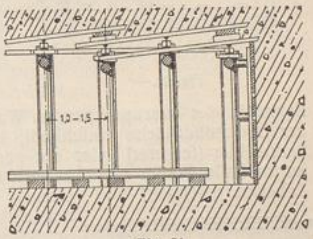


Fig. 21.

Statt des Holzes wird auch Eiſen zur Stollenzimmerung verwendet, was die Vorteile kleinerer Abmeſſungen der einzelnen Teile, daher geringeren Ausbruches, leichteren Vortriebes der Pfähle ſowie längerer Dauer, dagegen die Nachteile der Schwierigkeit des Anpaſſens der fertigen Eiſenteile an den oft verſchieden geſtalteten Stollenausbruch, der Verbindung der einzelnen Teile und ihres größeren Gewichtes ſowie unter Umſtänden auch der größeren Koſten hat [1], [12], [13]. Auch hat man nur, wie Fig. 20 und 21 zeigen, die Kappen aus Eiſen (Altſchienen oder I-Eiſen), dagegen die Stempel aus Rundholz hergeſtellt, die oben zur Aufnahme der Eiſenträger ausgeſchnitten werden und zur Vermeidung des Aufſpaltens einen Eiſenring erhalten. Die hierdurch erreichte Verminderung der Kappenhöhe ermöglicht leichteren Vortrieb der Pfähle, dagegen iſt die Verbindung der Kappen mit den Holzſtändern keine günſtige.

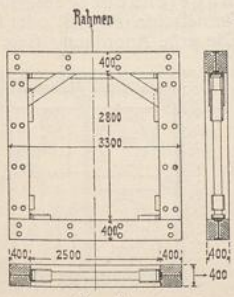


Fig. 23.

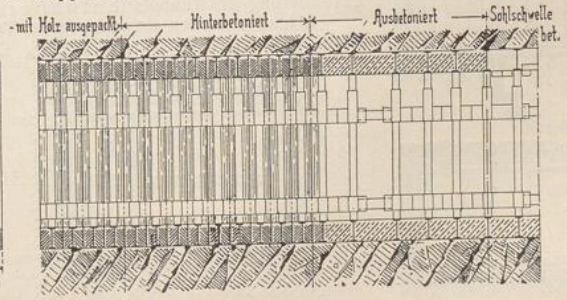


Fig. 24.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die zur Stollenzimmerung verwendeten Eiſenrahmen werden aus Altſchienen, I- oder [-Eiſen meiſt drei-, auch vierteilig hergeſtellt und die einzelnen Teile mit Laſchen und Schrauben verbunden (Fig. 22). Die Längsverbände werden auch hier zweckmäßig durch Holzbolzen bewerkſtelligt.

In den ſchweren Druckſtrecken des Sohlſtollens des Simplontunnels (weicher Glimmerkalk) [53] kam die aus Fig. 23 und 24 erſichtliche Zimmerung zur Anwendung. Die Stollenrahmen beſtanden aus I-Eiſen, welche mit je zwei Kantholzrahmen zu einem Geſpärre verbunden waren. Die Geſpärre ſtellte man anfänglich dicht aneinander, ſpäter in Abſtänden, die mit Beton ausgefüllt wurden, wobei dann auch die Holzrahmen fortgelaſſen werden konnten. Dieſer Vorgang hat ſich bei bedeutendem Druck bewährt.

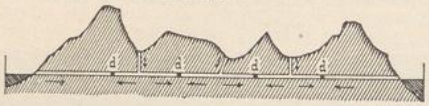


Fig. 26.

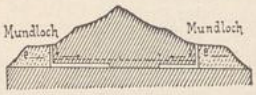


Fig. 27.



Fig. 25.

Schächte (vgl. a. Schacht, Schachtabteufen) erhalten rechteckige, kreisförmige, auch elliptiſche Querſchnitte. Im feſten Gebirge ohne Zimmerung oder auch bei Verwendung von Eiſenrahmen kann der kreisförmige Querſchnitt zweckmäßiger ſein, bei Holzzimmerung aber iſt der rechteckige Querſchnitt beſſer. In Fig. 25 bezeichnen *m*, *u* und *s* das Mundloch, die Seitenwände und die Sohle des Schachtes [2], [8], [26]. Bei allen waſſerführenden Schächten iſt in der Sohle ein Sumpf zum Sammeln des auszupumpenden Waſſers erforderlich. Der Winkel, welchen die Schachtachſe mit der Bodenoberfläche einſchließt, kann $\beta \leqq 90^0$ ſein; dementſprechend heißt der Schacht ein ſenkrechter (ſeigerer) oder ein geneigter (tonnlägiger). Bei Herſtellung der Schächte ſind in jedem Falle Waſſer und Ausbruchsmaſſen bis an das Schachtmundloch zu heben, wodurch die Arbeiten erſchwert und verteuert werden. Unter ſonſt gleichen Verhältniſſen iſt deshalb der Schachtbau koſtſpieliger und zeitraubender als der Stollenbau. Die Schächte haben den Zweck, den Tunnelbau in Angriff nehmen zu können oder die Zahl der Arbeitsſtellen im Tunnel zu vermehren, Förderſchächte genannt, weil bis zu den Durchſchlägen *d* (Fig. 26) oder bis zur Tunnelvollendung die ausgebrochenen Maſſen durch den Schacht nach oben und die erforderlichen Bauſtoffe und Geräte nach unten gefördert werden; durch jeden Schacht können zwei Angriffsſtellen im Tunnel gewonnen werden, vorausgeſetzt, daß von der Schachtſohle noch entſprechend lange Stollenſtrecken bis an die Durchſchlagsſtellen *d* getrieben werden können; Schächte dienen auch dazu, den Tunnelbau vor Fertigſtellung der Voreinſchnitte *e* (Fig. 27) zu beginnen, Mundlochſchächte genannt; ſchließlich werden Schächte zur Tunnellüftung (Lüftungsſchächte), ausnahmsweiſe auch zur Entwäſſerung des Tunnels (Entwäſſerungsſchächte) ausgeführt.

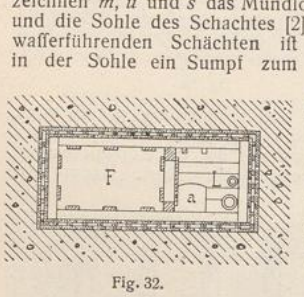


Fig. 32.

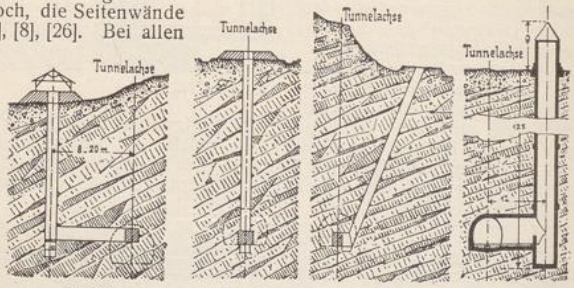


Fig. 29. Fig. 28. Fig. 30. Fig. 31.

Schächte werden entweder in der Tunnelachſe (Fig. 28) oder ſeitwärts angeordnet (Fig. 29 und 30) [8]. Die erſte Anordnung (Fig. 28)

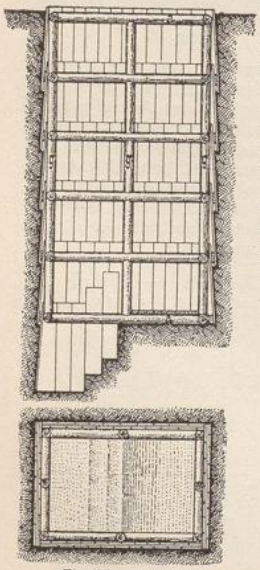


Fig. 35 und 36.

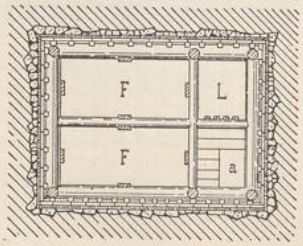


Fig. 33.

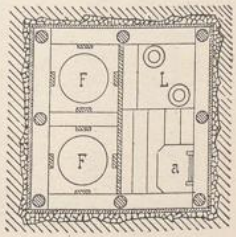


Fig. 34.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hat den Vorteil, daß unmittelbar gefördert, Querſtollen vermieden, auch die Abſteckungsarbeiten vereinfacht werden. Anordnungen 29 und 30 ſind häufig durch Geländebildungen bedingt; die Tunnelförderung kann hierbei etwas ſicherer geſtaltet und die Auffüllung des nachträglich zu ſchließenden oder die Aufmauerung des zu Lüftungszwecken offen bleibenden Schachtes Fig. 31 [42] belaſtet das Tunnelmauerwerk nicht oder in geringerem Maße, auch wird das dem Schachte zufließende Waſſer vom Tunnel leichter ferngehalten; dagegen ſind Förder- und Vermeſſungsarbeiten ſchwieriger.

Die Größe der Querſchnitte der Förderſchächte beträgt 6—18 qm. Lüftungsſchächte können kleinere Abmeſſungen erhalten. Bei zu geringen Querſchnitten bleiben Lüftungsſchächte jedoch unwirkſam. Da durch die Förderſchächte nicht nur die Ausbruchsmaſſen aufwärts, die erforderlichen Bauſtoffe und Geräte abwärts gefördert werden, ſondern auch die Arbeiter auf- und abwärts ſteigen, das zufließende Waſſer in Röhren hochgehoben, Luft-, Licht- und Kraftleitungen durch den Schacht in den Tunnel geführt werden, ſo gibt man dieſen Zwecken entſprechend dem Querſchnitt größerer und tieferer Schächte vielfach mehrere Abteilungen (Trume); bei kleineren und wenig tiefen Schächten begnügt man ſich mit einer Abteilung. In Fig. 32, 33, 34 iſt Abteilung *F* zur Förderung, *a* für das Auf- und Abwärtsſteigen der Arbeiter auf Leitern (Fahrten), *L* für die Leitungen beſtimmt. Hierdurch werden Störungen leichter vermieden und die Sicherheit vermehrt [3].

Das Maß der Abſtützung oder Zimmerung der Schächte hängt von der Gebirgsbeſchaffenheit ab, ſo daß wie im Stollenbau, im feſten Gebirge die Abſtützung nur gering ſein kann, während im loſen und drückenden Gebirge ſtärkere Abſtützungen mit Verpfählungen erforderlich ſind (Fig. 35 und 36).

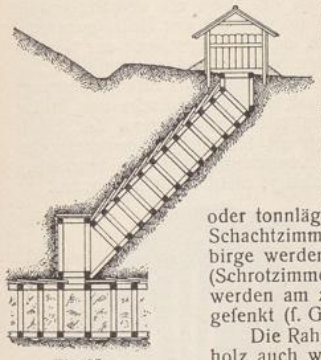


Fig. 37.

Hierbei werden die Rahmen oder Geſpärre *a* größtenteils durch die Reibung, welche die Verkeilung erreichen läßt, und durch die Abſtützung an der Sohle durch Vermittlung der Bolzen *g* in ihrer Lage gehalten. Wo Reibung nicht ausreicht und die Schächte auf andern Bauwerken wie auf der Stollen- oder Tunnelzimmerung ruhen und deren ſtärkere Belaſtung vermieden werden muß, werden die Schächte ſo geſtaltet, wie in Bd. 5, S. 350, in Fig. 51 dargeſtellt [34]. Bei geneigten oder tonnlägigen Schächten (Fig. 37) geht mit zunehmender Neigung die Schachtzimmerung in die Stollenzimmerung über [42]. In drückendem Gebirge werden in den Schächten die Rahmen auch dicht aneinander gelegt (Schrotzimmerung), Pfähle entfallen dann (ſ. Grubenzimmerung), oder werden am zweckmäßigſten kreisförmig ausgeführt und brunnenartig abgeſenkt (ſ. Gründung, Brunnengründung).

Die Rahmen der Schachtzimmerung werden ſtatt aus Rund- oder Kantholz auch wohl aus T-, [- oder L-Eiſen hergeſtellt; das iſt aber nur dort zu empfehlen, wo die Schachtzimmerung länger dauern muß, was wohl im Bergbau, kaum aber im Tunnelbau der Fall ſein wird. In ſehr waſſerreichem, ſchwimmendem Gebirge erfolgt die Abteufung auch mittels Preßluft oder mittels des Gefrierverfahrens.

Das Gefrierverfahren (ſ. Gefriergründung) [25] beſteht darin, daß 25—30prozentige Chlorcalcium- oder Chlormagneſiumlauge, deren Gefrierpunkt bei —40° C. liegt, bis auf —30° C. in Kältemaſchinen gekühlt und in doppelwandigen Röhren durch den Boden geleitet wird, der durch Gefrieren erhärten ſoll. Die Röhren werden entweder im Innern des Schachtes angeordnet, wobei ſie nach Maßgabe der Abteufung des Schachtes nachgeſenkt werden können, oder ſie werden am äußeren Umfange des Schachtes gleich ſo tief eingebracht, als die Froſtwirkung reichen ſoll. Der gefrorene Boden wird dann behufs Einbringung der Zimmerung durch die Spitzhaue, auch wohl durch Sprengen entfernt oder zumeiſt durch Dampf entſprechend tief wieder aufgetaut. Da das Gefrierverfahren recht koſtſpielig iſt, ſo kommt es nur ausnahmsweiſe und für kurze Längen zur Anwendung, namentlich wenn bei tieferen Schächten einzelne ſtark waſſerführende Schichten durchfahren werden müſſen.

Tunnelzimmerung. Der zeitweilige Ausbau des ausgebrochenen Tunnels, alſo des Hohlraumes mit größeren Querſchnitten als der Stollen, erfolgt nach verſchiedenen Bauweiſen ebenfalls in Holz oder Eiſen. Holz kommt in der Regel als Rundholz, ſeltener in behauenem Zuſtande als Kantholz, ſehr häufig auch friſch zur Verwendung, da die Zimmerung nur von kurzer Dauer iſt. Die Verbindungen ſind ſo einfach wie möglich und ſo anzuordnen, daß große Druckkräfte übertragen werden können. Von beſonderer Wichtigkeit iſt es, die lange Belaſtung der Zimmerung durch das Gebirge zu vermeiden, weil infolge ihrer Zuſammendrückung, zumal infolge raſcher Verminderung der Feſtigkeitsverhältniſſe des im Tunnel (Näſſe, mangelnder Luftzug) verwendeten Holzes größere Gebirgsbewegungen eintreten können, die ſodann Verſtärkungen der urſprünglich ausreichenden Zimmerung ſowie auch des Mauerwerkes erheiſchen. Die Zimmerung muß ohne Schwierigkeit Verſtärkungen ermöglichen, welche ſich nachträglich als notwendig herausſtellen, ferner tunlichſt ſo angeordnet werden, daß bei ihrer Herſtellung möglichſt wenig Auswechſlungen einzelner Hölzer erforderlich ſind, damit die bei jeder Auswechſlung vorkommenden Senkungen und die hiermit verbundenen Gebirgsbewegungen tunlichſt eingeſchränkt werden. Das Holz der Zimmerung wird in der Regel ein- bis dreimal, ſelten öfter verwendet. In ſehr drückendem, naſſem und ſchlecht gelüftetem Tunnel iſt das Holz oft ſchon nach einmaliger Verwendung unbrauchbar. — Das Eiſen wird meiſt in der T-, [-, L-Form oder als Altſchiene, ausnahmsweiſe als Blech- und Fachwerksträger oder als Eiſenrohr (Schild) verwendet. Einfachheit und leichte Lösbarkeit der Verbindungen ſind beſonders anzuſtreben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

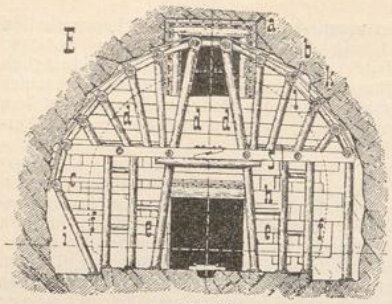


Fig. 38.

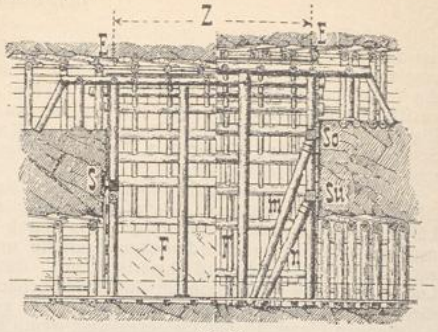


Fig. 39.

Das Holz hat den Vorzug, daß die Zimmerung an Ort und Stelle, im Tunnel, hergeftellt und den jeweiligen Bedürfniffen angepaßt werden kann fowie einfache Verbindungen und billige Ausführung ermöglicht. Die Eifenzimmerung wird in ihren Hauptteilen fertig in den Tunnel gebracht, kann alfo veränderten Verhältniffen nicht befonders angepaßt werden; die Verbindungen find meift nicht günftig anzuordnen, fchließlich ift der Preis ein verhältnismäßig hoher. Dagegen ift die Dauer der Eifenzimmerung eine größere wie die der Holzzimmerung. Zumeift kann aber die längere Dauer nicht ausgenutzt werden, da die Möglichkeit der Wiederverwendung der Eifenzimmerung bei einem andern Tunnelbau von befonders günftigen Zufälligkeiten abhängt. Holzzimmerung findet daher viel häufiger Verwendung als Eifenzimmerung; für kleine Querfchnitte und nicht zu großen Gebirgsdruck jedoch wird der einfache und billige ⊐- oder I-Eifenrahmen viel gebraucht, namentlich auch dann mit Vorteil, wenn der Eifenrahmen hinter dem Mauerwerk im Tunnel verbleibt, wodurch oft fchwierige Auswechflungsarbeiten und Gebirgsbewegungen vermieden werden. — Bei Anwendung des Schildvortriebes in fehr ungünftigem Gebirge kann das Eifenrohr (Schild) überhaupt nicht entbehrt werden.

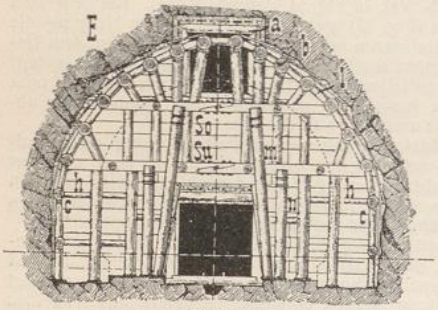


Fig. 40.

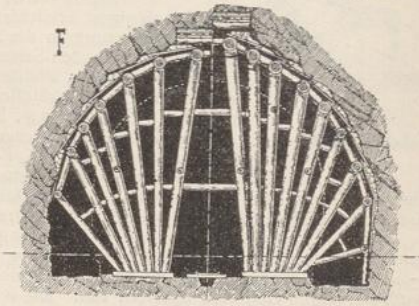


Fig. 41.

Nach der Bauart unterfcheidet man: 1. Längsträgerzimmerung, 2. Querträgerzimmerung, 3. Eifenfchildvortrieb.

1. Längsträgerzimmerung. Hierbei werden am Umfange des Tunnels parallel zur Achfe Längsträger in der Regel auf die Länge einer Zone von etwa 3—9 m angeordnet, die entweder nur an den beiden Enden oder auch dazwifchen geftützt werden; daher auch die Bezeichnung „Jochzimmerung". Die Pfähle liegen fenkrecht zu den Längsträgern. Die hauptfächlich gebrauchten Formen der Längsträgerzimmerung find in Fig. 38—43 dargeftellt [28], [37], [46], [49].

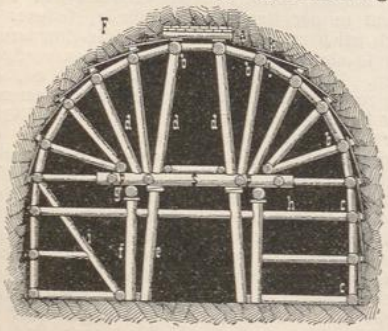


Fig. 42.

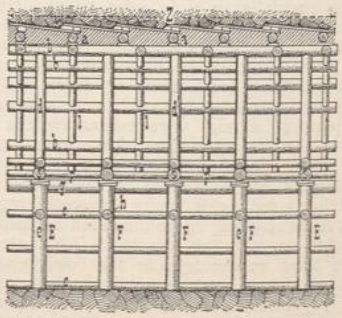


Fig. 43.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Längsträger *b* in der Nähe der Firſt werden auch Kronbalken genannt. Die Längsträger werden entweder nur durch die Endgeſpärre *E* (engliſche Zimmerung) oder auch noch durch Zwiſchengeſpärre *F* (Fig. 39) geſtützt. Die Endgeſpärre erhalten die in Fig. 38—40 angegebenen Formen, namentlich wenn zonenweiſe gezimmert wird und der Gebirgsdruck an den Stirn- oder Bruſtſeiten aufzunehmen iſt, die Zwiſchengeſpärre die Formen Fig. 41—43; häufig und namentlich dann, wenn ein Bruſtdruck nicht vorhanden iſt, wird zwiſchen End- und Zwiſchengeſpärren ein Unterſchied nicht gemacht und erhalten alle Geſpärre die Formen nach Fig. 41—43. Nur ausnahmsweiſe findet man noch andre hier nicht dargeſtellte Geſpärreformen in Verwendung. Zur Aufnahme des Stirn- oder Bruſtdruckes durch die Endgeſpärre dienen zwei Bruſtſchwellen S_o und S_u (Fig. 39 rechts und 40) oder nur eine Bruſtſchwelle *S* (Fig. 39 links und 38). Bei hohen Querſchnitten hat man auch drei Bruſtſchwellen verwendet, namentlich dann, wenn Stollen ſich nicht über Zonenlänge erſtrecken [24]. Bei größerem Gebirgsdruck werden die Bruſtſchwellen, um das Ausbiegen zu verhindern, noch durch Bruſtſtreben *m* und *n* geſtützt. Bei den Mittelgeſpärren nach Fig. 41 unterſtützen lange Ständer die Längsträger; dieſe Anordnung wird Langſtändereinbau genannt. Bei den Geſpärren Fig. 42 ſtehen die zentral gerichteten Streben *d* auf einer Zwiſchenſchwelle *S*, die durch Ständer *e* und *f*, bei letzteren durch Vermittlung einer Langſchwelle *g* zum Zwecke beſſeren Druckausgleiches und der Möglichkeit der weiteren Vermehrung der Ständer geſtützt werden. Dieſe Anordnung erhält auch die Bezeichnung Zentralſtrebeneinbau. In allen Fällen werden die Kronbalken *b* und die Längsträger *c*, Wandruten genannt, durch Bolzen *l* im erforderlichen Abſtand gehalten. Der Längsverband in Schwellenhöhe wird durch Bolzen *p* bewerkſtelligt. Der Gebirgsdruck wird unmittelbar von der Querverpfählung *k* aufgenommen und auf die Längsträger übertragen. Die in der Firſt vorhandenen Kapphölzer *a* mit der darüberliegenden Längsverpfählung rühren von der Zimmerung des Firſtſtollens her. Die Längsträgerzimmerung zeichnet ſich infolge der meiſt auf Zonenlänge durchlaufenden Längsträger durch einen vorzüglichen Längsverband aus, ſo daß auch Druckausgleichung und große Stabilität auf größere Länge erreicht werden kann. Da aber die Querverpfählung *k* nach der verhältnismäßig ſtark gekrümmten Tunnelleibung nicht zweckmäßig vorgetrieben werden kann, ſo eignen ſich die Längsträger für Getriebezimmerung, alſo im beſonders drückenden oder ſchwimmenden Gebirge nicht; es muß in dieſen Fällen die Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung oder Schildvortrieb zur Anwendung kommen. Die Längsträgerzimmerung hat noch andre Formen angenommen, hierzu gehört namentlich die Bauweiſe mit Hilfslangträger [12], [9], die aber nur beſchränkte Verwendung fand.

2. Querträgerzimmerung. Die Querträgerzimmerungen werden in Holz und Eiſen ausgeführt, wie die Anordnungen Fig 44—49 zeigen. Bei der Holzquerträger- oder Sparrenzimmerung (Fig. 44 und 45) ſind Querträger oder Sparren *a* am Umfange des Tunnels angeordnet; ſie werden durch Unterzüge *u* und Stempel *d* auf eine Mittelſchwelle *s* abgeſtützt, die wieder durch Ständer *e* und *f* mit Vermittlung eines Unterzugs *g*, der beſſer über *f* ſtatt über *e* zu legen wäre, geſtützt werden. Bolzen *b* vermitteln den Längsverband und wo erforderlich auch den Querverband. Die Längspfähle *K* werden über den Querträgern *a* parallel zur Tunnelachſe vorgetrieben, meiſt mit Verwendung eines Pfandblattes, wie dies aus Fig 14, S. 656 — Getriebezimmerung im Stollenbau — zu erſehen iſt. Da der Seitendruck meiſt geringer iſt wie der Firſtdruck, auch in den ebenen Seitenflächen eine Querverpfählung leichter vorzutreiben iſt wie in den gekrümmten Flächen, ſo werden im unteren Teile ſtatt der Querträger häufig wieder Längsträger mit Querverpfählung oder auch einfachem Bretterverzug verwendet. In ſtark drückendem Gebirge, wobei der Ausbruch nur unter dem Schutz der vorgetriebenen Pfähle ausgeführt werden kann und Bodenbewegungen vermieden werden ſollen, iſt die Querträgerzimmerung mit

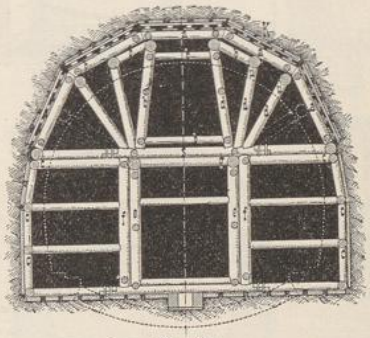


Fig. 44.

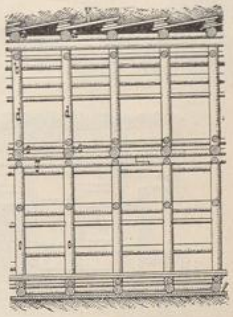


Fig. 45.

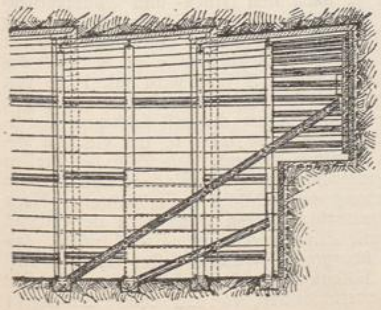


Fig. 46.

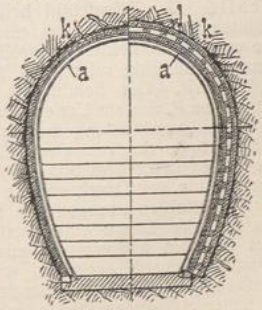
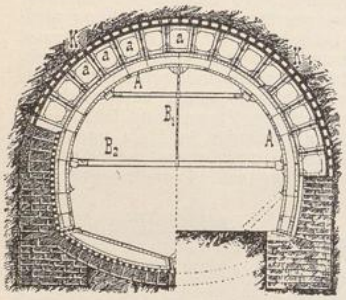


Fig. 47.

der Längsverpfählung nicht zu entbehren; im übrigen wird aber die Längsträgerzimmerung wegen raſcherer und leichterer Ausführung ſowie des geringeren Holzverbrauches vorgezogen. Nur für Tunnels mit kleinen Querſchnitten, wie z. B. für ſtädtiſche Entwäſſerungskanäle, für Waſſergewinnungs- und Waſſerkraftanlagen, wählt man wie im Stollenbau auch im weniger drückenden Gebirge die Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung (Fig. 46 und 47), weil hierbei keine beſonderen Stollen, von welchen aus die Erweiterung auf den vollen Querſchnitt vorzunehmen wäre, vorangehen. Hierbei iſt es zweckmäßig, wegen der geringen Abmeſſungen als Querträger billige Altſchienen oder I-Eiſen *a* zu verwenden, die unter Umſtänden auch hinter dem Mauerwerk verbleiben können, um umſtändliche Auswechſlungen und die damit verbundenen Bodenbewegungen zu verhindern. Bei größeren Weiten können die Eiſenrahmen *a*, um größere Abmeſſungen und Gewichte zu vermeiden, durch leichte Holzzimmerung abgeſtützt werden. Auch für größere Tunnels hat man ſtatt der Holzſparren *a* in Fig. 44 Querträger aus I-Eiſen oder Altſchienen verwendet, ſie aber durch Holz abgeſtützt.

Reine Eiſenzimmerungen für Tunnels mit großen Querſchnitten ſind aus den bereits angeführten Gründen nur in wenigen Fällen verwendet worden. Die meiſt gebrauchte Form, der Querträgerzimmerung in Eiſen, zeigen Fig. 48 und 48a [1], [13]. Ein aus Blechwandträgern hergeſtellter mehrteiliger, der Form des Tunnelmauerwerkes angepaßter Eiſenrahmen *A*, der durch zwei Querträger $B_1 B_2$ abgeſteift iſt, die auch als Rüſtung für die Aufmauerung dienen, daher Bühnenträger genannt werden, trägt die aus Winkeleiſen gefertigten, einzeln herausnehmbaren Auswechſlungsrahmen *a*, deren Höhe etwa gleich der Stärke des Tunnelmauerwerkes iſt. Ueber den Rahmen *a* befindet ſich die Längsverpfählung *K*. Der Längsverband, die Verbindung der einzelnen Rahmen *A* untereinander, erfolgt durch Rundeiſen *b*, auch wohl durch Rundholzbolzen. Die Schwierigkeit der Anpaſſung der fertig in den Tunnel gebrachten Eiſenrahmen an die verſchieden großen Ausbruchsräume, die großen Koſten in der Herſtellung und infolge fehlender Gelegenheit zur Wiederverwendung ſind die Hauptgründe, welche gegen die Verwendung dieſer Zimmerung ſprechen.



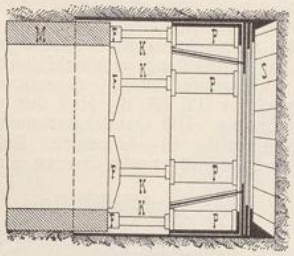


Fig. 49.

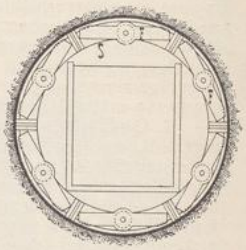


Fig. 49 a.

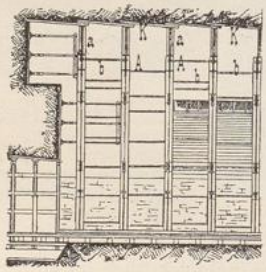


Fig. 48 und 48a.

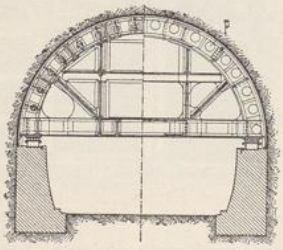


Fig. 50.

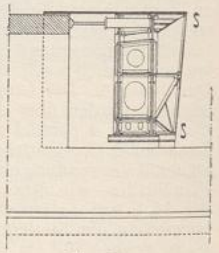


Fig. 50a.

3. Der Eiſenſchild. Der Eiſenſchild beſteht je nach den Druck- und Waſſerverhältniſſen und dem gewählten Bauvorgange aus einem geſchloſſenen, meiſt kreisförmigen oder elliptiſchen, mehr oder weniger verſteiften Eiſenrohr (Fig. 49 und 49a) oder aus einem Halbrohr (Fig. 50 und 50a), einem Teilſchilde oder auch nur aus einer Schutzhaube in der Firſt des Tunnels [35], [36], [39], [44], [50]. Der Schild hat eine Schneide *S* und wird mit Hilfe von Schrauben oder Waſſerpreſſen *P*, die am Umfange angeordnet ſind und deren Füße *F* ſich gegen das Mauerwerk oder die Eiſenverkleidung des Tunnels oder gegen die mit kräftigem Längsverbande verſehenen Lehrbogen der Tunnelverkleidung ſtützen, an oder in das Gebirge gedrückt und der gelöſte Boden unter dem Schutze des Schildes entfernt. Die Zahl der Preſſen iſt tunlichſt groß zu halten, um den Druck auf die Tunnelverkleidung zu mindern und die den Gebirgs- und Richtungsverhältniſſen anzupaſſende Lenkung des Schildes zu erleichtern. Nach Vorſchub des Schildes auf die Länge einer verhältnismäßig kurzen Zone wird der Tunnel unter dem Schutze des Schildes ausgemauert oder mit Eiſen verkleidet. Es iſt nötig, daß der Schild die Tunnelauskleidung *M* genügend weit übergreift. Weniger feſtes Gebirge wird mit einer von den Reibungsverhältniſſen abhängigen Böſchung in den Schild eintreten. Die Länge des Schildes iſt daher abhängig von den Gebirgsverhältniſſen, von der Länge der Zonen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und der Uebergreifung des fertigen Tunnels. Das Rohr des Schildes wird zumeiſt verſteift, die Blechſtärke des Rohres aber tunlichſt dünn gehalten, damit der nach dem Vorſchub des Schildes hinter der Tunnelverkleidung verbleibende Hohlraum möglichſt klein wird. Teilſchilde werden auf Schienen oder Gleitplatten vorgeſchoben, die entweder auf dem Erdkörper oder beſſer, wie Fig. 50 und 50 a zeigen, auf den vorher aufgemauerten Widerlagern liegen, da dann die Bewegung des Schildes nach abwärts vermieden wird. Teilſchilde werden an den Auflagern auch mit Gelenken verſehen. Der Schildvortrieb wird im ſehr drückenden und waſſerführenden Gebirge, im letzteren Falle auch mit Verwendung von Preßluft, ſowie bei geringeren Ueberlagerungen des Tunnels gebraucht, um Boden- und Waſſereinbrüche ſowie Bodenbewegungen, die ſich auf die Oberfläche fortpflanzen, zu verhindern.

Der Arbeitsvorgang. Art, Umfang und Reihenfolge des Ausbruches, der Zimmerung und Ausmauerung oder Eiſenverkleidung des Tunnels ſind verſchieden und ändern ſich mit der Beſchaffenheit des Gebirges, der Querſchnittsgröße, der Länge und dem Zwecke des Tunnels ſowie mit der zur Verfügung ſtehenden Bauzeit. Tunnel mit kleinen Querſchnitten werden in der Regel wie die Stollen in einem Teile ausgebrochen, während bei größeren Tunnels der Querſchnitt geteilt wird; hierbei wird, abgeſehen vom Schildvortrieb, der Ausbruch zumeiſt mit einem Richtſtollen in der Sohle oder in der Firſt des Tunnels begonnen. Die Richtſtollen haben den Zweck, das Gebirge aufzuſchließen, damit für die weiteren Arbeiten, namentlich für Zimmerung und Mauerung, zweckmäßige Anordnungen getroffen werden können, ſodann die Beſtimmung der Richtung und Höhenlage des Tunnels zu erleichtern, eine größere Zahl von Arbeitsangriffſtellen zu gewinnen und eine Entwäſſerung des Gebirges vor Ausführung der weiteren Arbeiten zu erreichen. Der Sohlſtollen iſt in dieſer Hinſicht dem Firſtſtollen vorzuziehen, weil hierbei die Förderung vereinfacht wird, da die Förderbahn während des Tunnelbaues nahezu unverändert liegen bleiben, die Vermehrung der Arbeitsſtellen durch Aufbrüche oder Firſtſchlitze günſtig und die Entwäſſerung in der Sohle am wirkſamſten erfolgen kann. Da aber die Ausbrucharbeiten zweckmäßig von oben begonnen und nach unten fortgeſetzt werden, ſo iſt außer dem Sohlſtollen in der Regel noch ein Firſtſtollen oder ein Firſtſchlitz erforderlich. Stollenausbruch oder Firſtſchlitz ſind indeſſen koſtſpieliger als der übrige Ausbruch; deshalb werden die Ausbruchkoſten in dieſem Falle größer ſein wie beim Firſtſtollenbetrieb, der nur einen Stollen erfordert. Bei längeren Tunnels oder im ungünſtigen waſſerführenden Gebirge werden aber die Mehrkoſten des zweiten Stollens durch die Vorzüge des Sohlſtollens aufgewogen, ſo daß nur im kurzen Tunnel, im wenig naſſen und wenig drückenden Gebirge der Firſtſtollen als Richtſtollen zweckmäßig ſein und der Sohlſtollen alſo entbehrt werden kann.

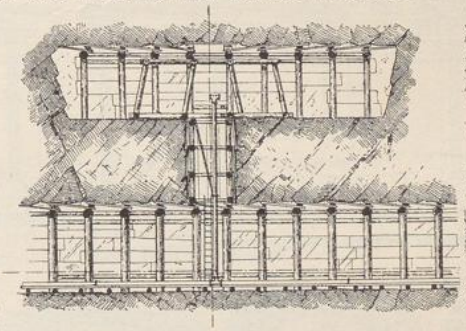


Fig. 51.

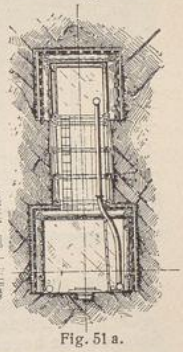


Fig. 51 a.

Die Richt- und Förderſtollen werden in der Regel von beiden Tunneleingängen (Mundlöchern) gegen die Mitte tunlichſt raſch getrieben, damit die übrigen Arbeiten, auch der Durchſchlag, d. i. das Zuſammentreffen der beiderſeits vorgetriebenen Stollen, baldigſt erfolgen kann. Nach dem Durchſchlage werden in der Regel Förderung, Lüftung, Entwäſſerung, unter Umſtänden auch die Arbeitsdispoſitionen verbeſſert. Der Stollenvortrieb wird auch mit Hilfe von Schächten beſchleunigt; doch bedarf namentlich die Anordnung tiefer Schächte reiflicher Ueberlegung, da die Schwierigkeiten hauptſächlich infolge größeren Waſſerzudranges hierbei recht bedeutend werden können und die Ausbaukoſten des Tunnels von den Schächten aus weſentlich größer werden als von den Mundlöchern. Die Ausbauarbeiten aber bis nach den Durchſchlägen des Stollens zu verſchieben, iſt nicht zu empfehlen, da der Stollen in dieſem Falle zu lange „auf dem Holze ſteht".

Die Aufbrüche ſind kleine Schächte, welche vom Sohlſtollen nach der Tunnelfirſt führen (Fig. 51 und 51 a) [28], [30], [42], [48]; ſie ermöglichen eine größere Zahl von Arbeitsangriffſtellen nicht nur für den Firſtſtollen, ſondern auch für alle andern Tunnelarbeiten, ſo daß jeder Aufbruch zur Tunnelbauſtelle werden kann. Form und Querſchnittsgrößen ſind ſo zu bemeſſen, daß ein leichter Verkehr der Arbeiter ſowie die Aufbringung der Bauſtoffe und namentlich der längeren für die Zimmerung erforderlichen Hölzer möglich iſt; ſie werden daher meiſt 1,5—5,0 m lang und 1,5—2,5 m breit, auch ſchräg gemacht. Die Entfernung der Aufbrüche *a* (Fig. 52) iſt von dem erforderlichen Arbeitsfortſchritte abhängig und bewegt ſich für die Erreichung des Firſtſtollens von etwa 60—120 m, ausnahmsweiſe mehr. Nach Herſtellung des Firſtſtollens können für Vollausbruch und Mauerung noch Zwiſchenaufbrüche im Abſtande von 4—8 Zonenlängen angeordnet werden. Die Ausbruchsmaſſen aus dem Firſtſtollen und deſſen Erweiterungen werden nicht nur durch die Aufbrüche *A*, ſondern auch, um die Förderwege im

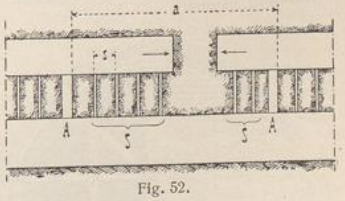


Fig. 52.

Firſtſtollen kurz zu halten, noch durch beſondere, 1—1,5 m weite Schuttlöcher *S* (Fig. 52), die nach Bedarf und meiſt im Abſtande von etwa 10—30 m angeordnet werden, in die im Sohlſtollen bereitſtehenden Förderwagen geſchüttet.

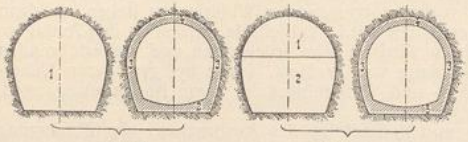


Fig. 55. Fig. 56.

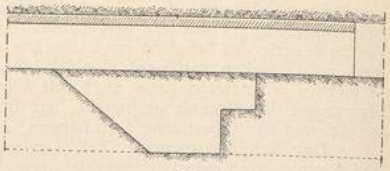


Fig. 53.

Abſenkungen (Fig. 53) vom Firſtſtollen nach der Tunnelſohle [14] können zur Vermehrung der Arbeitsſtellen beim reinen Firſtſtollenbetrieb, wobei alſo ein Sohlſtollen fehlt, und bei Ausführung des Gewölbes vor den Widerlagern angewendet werden. Da aber hierbei Förderung und Waſſerhaltung ſehr erſchwert und verteuert werden, ſo ſind ſie wenig zweckmäßig und finden daher nur ausnahmsweiſe Verwendung, wie z. B. Fig. 54, wobei die volle Ausmauerung ſchwieriger Strecken bei der zweiten Bauweiſe (ſ. S. 665) vor Herſtellung des Sohlſchlitzes vorgenommen wird.

Dieſe Arbeitsvorgänge ergeben verſchiedene Bauweiſen, von denen die gebräuchlichſten im folgenden kurz beſprochen werden ſollen.

Erſte Bauweiſe. Tunnels mit kleinen Querſchnitten, wie namentlich für Entwäſſerungs-, Waſſer- und Kraftgewinnungsanlagen, werden in der Regel nach Art des Stollenvortriebes in einem oder zwei Teilen ausgebrochen (Fig. 55 und 56) und durch Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung abgeſtützt. Die Mauerung wird in der Regel mit dem Sohlgewölbe begonnen, falls ſolches erforderlich iſt; ausnahmsweiſe wird das Sohlgewölbe nach Fertigſtellung des Firſtgewölbes ausgeführt [33], [34], [40]. — Bei Verwendung von leichten Eiſenrahmen für die Abſtützung bleiben

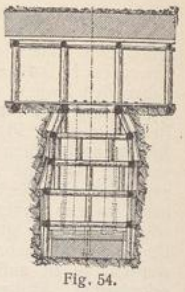


Fig. 54.

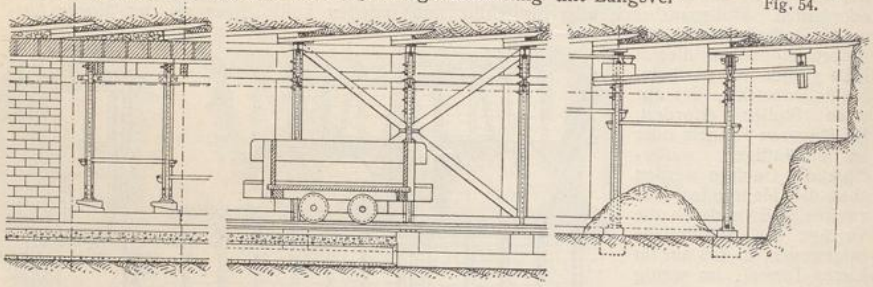


Fig. 57.

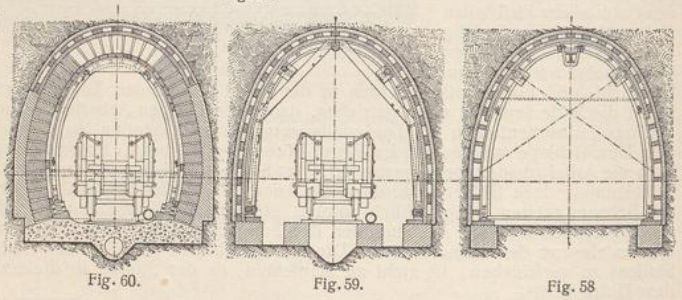


Fig. 60. Fig. 59. Fig. 58

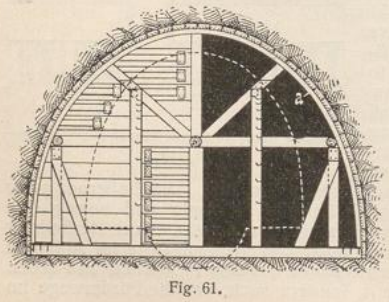


Fig. 61.

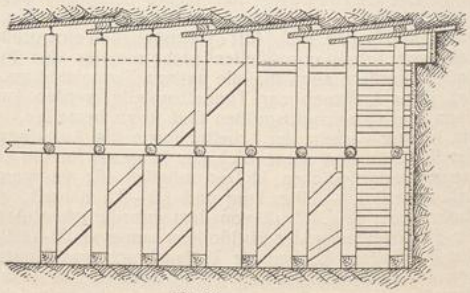


Fig. 62.

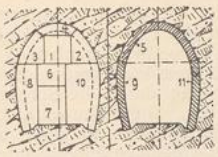


Fig. 63.

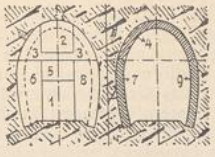


Fig. 64.

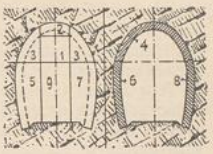


Fig. 65.

diese häufig hinter dem Mauerwerk im Tunnel, um die mit der Beseitigung verbundenen Erschwernisse und Gebirgsbewegungen zu vermeiden.

In den Fig. 57—60 ist der Bauvorgang beim 2200 m langen Kraftwassertunnel des Elektrizitätswerkes an der Sihl (Schweiz [Weber]) dargestellt, der durch Moräne und Findlinge mit einem Ausbruchquerschnitt von 2,4 m Höhe und 2,2 m Breite mit Hilfe von eisernen dreiteiligen Schienenrahmen als Querträger getrieben wurde. Die Ausmauerung erfolgte mit den Widerlagern, beginnend mit Formsteinen aus Sandbeton [40].

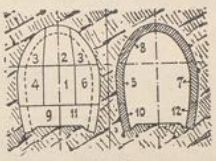


Fig. 66.

Die Fig. 61 und 62 zeigen den Vorgang beim Kanalbau in Köln (A. Hüfer-Oberkassel) [51]. Der Ausbruchquerschnitt hatte 5,0 m Weite und 3,5 m Höhe;

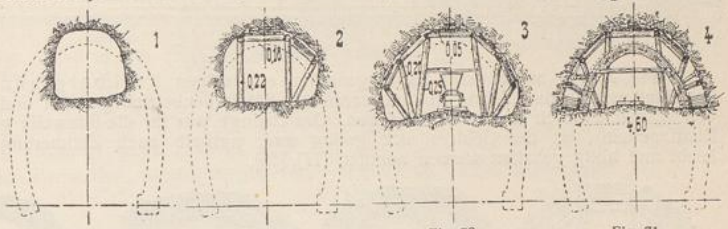


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71.

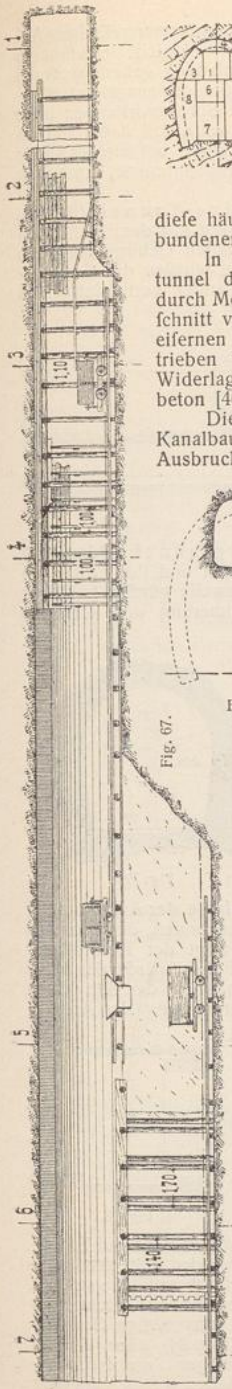


Fig. 67.

der Scheitel lag nur 3,54 m unter Bodenoberfläche (Güterbahnhof Köln); auf 75 m Länge war mit dem Tunnel Kies und Sand zu durchfahren. Die vierteiligen Querrahmen im Abstande von 0,75 m bestanden aus alten Eisenbahnschienen, die noch durch Holzeinbau gestützt wurden. Die Ausmauerung wurde in Stampfbeton ausgeführt; die Schienenrahmen verblieben hinter dem Mauerwerk.

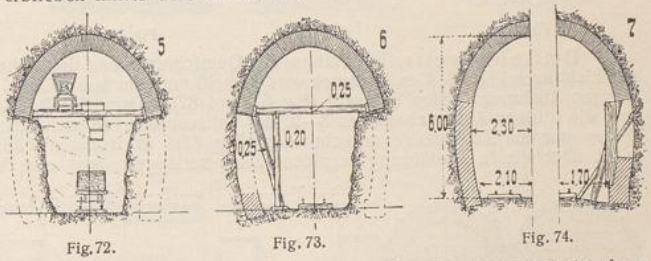


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.

Zweite Bauweise. Bei größeren Querschnitten wird der Ausbruch in der Regel in Teilen des Gesamtquerschnittes, mit dem First- oder Sohlstollen beginnend, von oben nach unten in der aus den Fig. 63—66 ersichtlichen Reihenfolge ausgeführt. Die Mauerung wird mit dem Firstgewölbe begonnen. Erst nach dessen Fertigstellung werden der Ausbruch des unteren Tunnelquerschnittes fortgesetzt und die Widerlager eingebaut; das Gewölbe muß also nach dem Ausbruche für die Widerlager bis zu deren Fertigstellung durch Holzstempel gestützt, unterfangen werden. Für den oberen Tunnelteil wird bis zur Fertigstellung des Gewölbes in der Regel die Längsträger- oder Jochzimmerung verwendet. Die Arbeit des Unterfangens ist schwierig und mit großer Vorsicht auszuführen, auch ist das gleichzeitige Unterfangen gegenüberliegender Widerlager zu vermeiden. Die Gewölbekämpfer werden mit Schlitzen versehen, auch wird das ganze Gewölbe an das Gebirge angemauert und der vordere Teil auf biegungsfeste Holzschwellen gelegt. Schwellen auf volle Gewölbebreite sind verfehlt. Ebenso sind Zementeisenunterlagen an Stelle der Holzschwellen nicht zu empfehlen.

Diese Bauweise wird auch die belgische oder französische genannt; sie hat den Vorteil einer raschen Sicherung der Decke und billiger Zimmerung, dagegen den Nachteil, daß

das fertige Gewölbe durch die Stützung auf Holzftempel und den immerhin mangelhaften Anfchluß der Widerlager an die Kämpfer Bewegungen ausgefetzt ift, die meift zu nicht bemerkbaren Riffebildungen am nicht mehr zugänglichen Rücken des Gewölbes Veranlaffung geben, wodurch das Mauerwerk vorzeitigen Zerftörungen, zumal bei größerem Waffer zudrange, ausgefetzt ift. — In fehr feftem Gebirge leidet das Gewölbemauerwerk häufig durch die Sprengwirkungen beim Ausbruch des unter den Kämpfern liegenden Tunnelteiles. Diefe Bauweife foll daher nur im wenig feften, aber nicht drückenden und wenig waffer führenden Gebirge, bei kleiner Weite und geringem Gewichte des Gewölbes, wie etwa im eingleifigen Eifenbahntunnel, und auch in diefem Falle nur mit größter Vorficht, verwendet werden [6], [14].

In Fig. 67—74 ift der Bauvorgang im eingleifigen Cremolino-Tunnel (Italien), welcher größtenteils Serpentin durchfährt, dargeftellt. Der Ausbruch wurde mit dem Firftftollen als Richtftollen begonnen, ein Sohlftollen daher nicht ausgeführt. Im feften Gebirge genügten eben leichte Längsträgerzimmerung und kleine Gewölbeftärke. Trotzdem wurden die Gewölbskämpfer (Fig. 72 und 73) vorfichtshalber durch Querträger gegeneinander verfpannt. Das Gewölbemauerwerk wurde in Ziegeln ausgeführt [42].

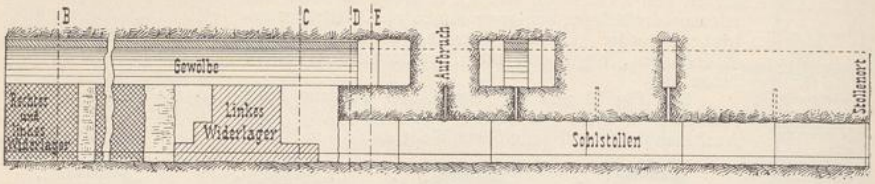


Fig. 75.

Fig. 75—79 zeigen den Bauvorgang im eingleifigen Krähbergtunnel (Odenwald) der Buntfandftein durchfährt. Hierbei wurde der Sohlftollenbetrieb gewählt und der Firftftollen von vorn und durch Aufbrüche betrieben. Das Gebirge war für die Bauweife günftig (mittlerer Buntfandftein), da der Gebirgsdruck gering war, weshalb auch Zimmerung und Gewölbe leicht und billig gehalten werden konnten [17], [55].

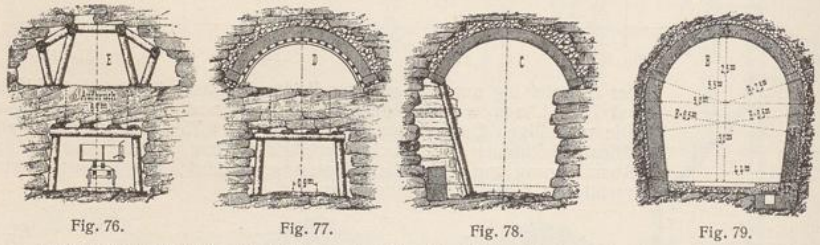


Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79.

Dritte Bauweife. Die Teilung des Querfchnittes und die Reihenfolge der Ausmauerung gefchieht nach Fig 80. Der Ausbruch wird zumeift mit dem Sohlftollen 1 begonnen, der auch den übrigen Ausbrucharbeiten voraneilt (Fig. 81 und 82). Dem Sohlftollen folgt der Firftftollen 2 und die übrigen Ausbrucharbeiten 3—9, der Vollausbruch. In mehreren Fällen wurde der Firftftollen nur auf Zonenlänge ausgebrochen (Fig. 83); in wenigen Fällen auch der Sohlftollen nicht über die in Ausführung begriffene Zone verlängert, was eine Vermehrung der Angriff-

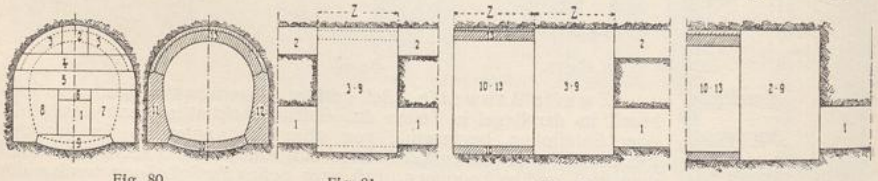


Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83.

ftellen ausfchließt. Vollausbruch, Zimmerung und Mauerung bleiben in jedem Falle auf Zonenlänge *Z* befchränkt. Erft nach Vollendung der Ausmauerung einer Zone wird mit dem Ausbruche der Nachbarzone begonnen [3], [24]. Der zeitweilige Ausbau erfolgt mit Längsträgerzimmerung (Fig. 84 und 85), wobei die Längsträger nur an den beiden Enden, nicht aber dazwifchen geftützt werden. Die Endftützen werden entweder durch das fertige Gewölbe einerfeits und durch ein Gefpärre mit zwei Bruftfchwellen anderfeits (Fig. 84) oder aber in der Aufbruchzone durch zwei Gefpärre (Fig. 85) gebildet. Da die Längsträger ohne Zwifchenftützen bleiben, fo können die Zonen nur kurze Längen von 3—6 m erhalten. Die Mauerung kann mit dem Sohlgewölbe 10 (Fig. 80) beginnen, da Zwifchenftützen fehlen, fodann folgen Widerlager 11, 12 und das Firftgewölbe 13; fie findet unter dem Schutze der Längsträger ftatt. Die Längsträger in der Nähe des Scheitels, Kronbalken genannt, etwa vier bis fechs, bleiben hinter dem Gewölbe und werden erft nach deffen Vollendung in den erweiterten Firftftollen

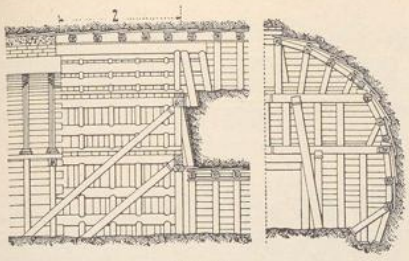


Fig. 84.

vorgezogen, um in nächſter Zone Verwendung zu finden. Zur Erleichterung des Vorziehens werden zwiſchen den Kronbalken vom Gewölbe nach dem Gebirge kleine Stützpfeiler aufgemauert. Der von den Kronbalken eingenommene Raum wird nachträglich mit Steinen trocken ausgepackt. Bei großem Firſtdruck iſt das Vorziehen der Kronbalken nicht möglich; ſie werden dann eingemauert und verbleiben hinter dem Gewölbe. Dieſer Vorgang iſt als engliſche Bauweiſe bekannt. Die Vorzüge dieſer Bauweiſe beſtehen im weſentlichen in dem zonenweiſen Vorgang,

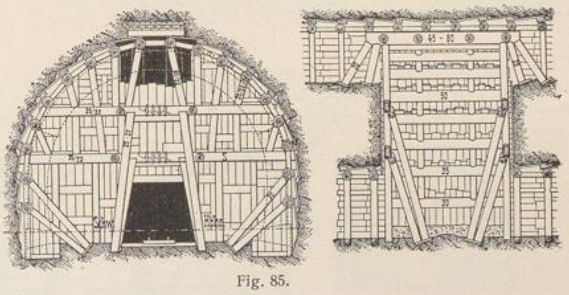


Fig. 85.

wobei das Gebirge auf kurze Strecken freigelegt wird, die Zimmerung nur kurze Zeit beſtehen bleibt, jede Zone zu beiden Seiten Stützen gegen Längsbewegungen findet und die Mauerung mit dem Sohlgewölbe begonnen werden kann. Als Nachteile ſind namentlich anzuſehen die große Stärke und geringe Länge der Kronbalken, ihre Auflagerung auf dem Gewölbe, das Vorziehen, wobei das Gewölbe leidet und die verbliebenen Räume doch nur mangelhaft ausgefüllt werden können, oder die Kronbalken verbleiben hinter dem Gewölbe, was nach dem Verfaulen zu Gebirgsbewegungen Veranlaſſung geben kann. — Dieſe Bauweiſe wird nurmehr ſehr wenig gebraucht, allein aus ihr ſind die beiden folgenden Bauweiſen, welche ausgedehnte Verwendung finden, hervorgegangen.

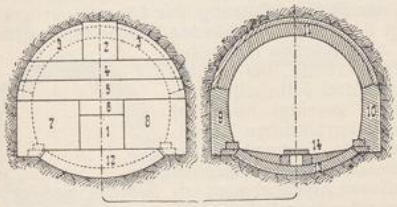


Fig. 86.

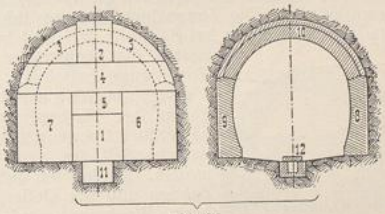


Fig. 87.

Vierte Bauweiſe. Iſt unmittelbar aus Bauweiſe drei hervorgegangen. Die Teilung des Querſchnittes, die Reihenfolge des Ausbruches und der Mauerung zeigen die Fig. 86 und 87. — Zur Abſtützung des ausgebrochenen Raumes wird Längsträgerzimmerung mit Zwiſchengeſpärren verwendet. Die Längsträger werden an den Enden nicht wie bei der dritten Bauweiſe durch das fertige Gewölbe der vorhergehenden Zone geſtützt; ſie erhalten auch dort beſondere Endgeſpärre (Fig. 88, Tunnel bei Oberwappenoeſt) [16]. Die Mauerung beginnt mit den Widerlagern; das Sohlgewölbe wird erſt nach Fertigſtellung des Firſtgewölbes eingezogen.

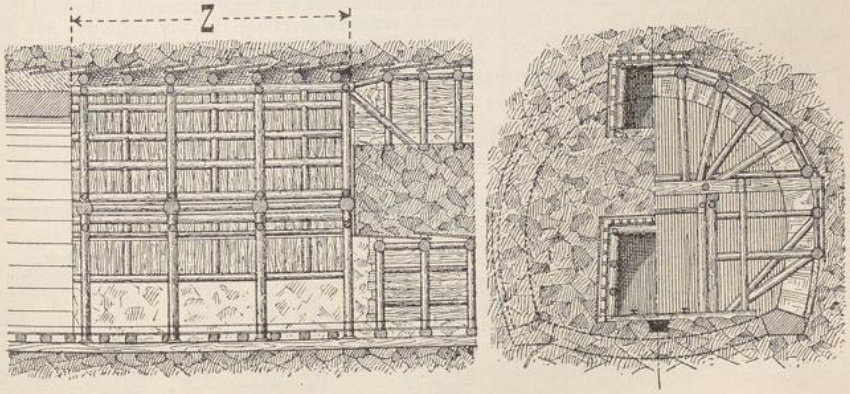


Fig. 88.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

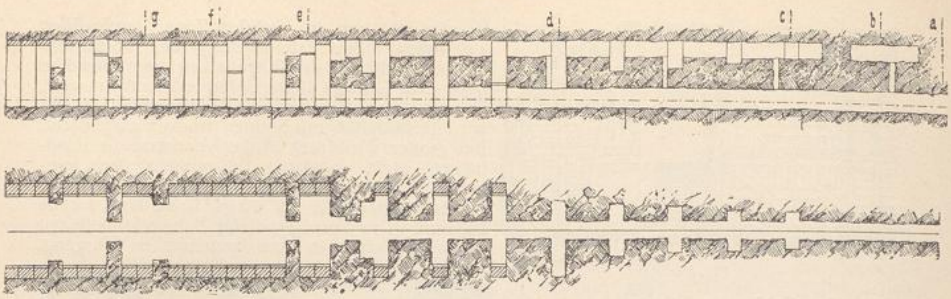


Fig. 89.

Abweichungen hiervon bedingen beſondere Anordnungen und ſind Ausnahmen. Ausbruch, Zimmerung und Mauerung bleiben wie bei der dritten Bauweiſe auf Zonenlänge beſchränkt, während Sohl- und Firſtſtoſſen fortlaufen — Die Zahl der Aufbrüche wird ſo vermehrt, daß

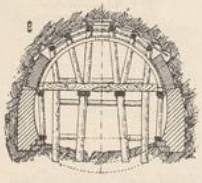


Fig. 93.

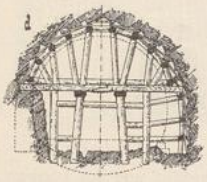


Fig. 92.

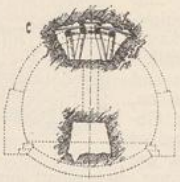


Fig. 91.

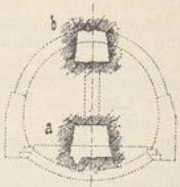


Fig. 90

ununterbrochener Arbeitsbetrieb und der verlangte Baufortſchritt geſichert ſind. Um eine größere Zahl von Aufbrucharbeitsſtellen zu ermöglichen, müſſen Sohl- und Firſtſtollen genügend weit voran ſein. — Die Zonenlänge Z kann infolge der Zwiſchenſtützung der Längsträger größer gewählt werden wie bei Bauweiſe drei und beträgt 5—10 m; auch können infolge der Zwiſchenſtützen die Längsträger aus zwei Stücken mit halber Zonenlänge beſtehen. Dieſe Bauweiſe, bei welcher die Hauptvorteile der Bauweiſe drei beibehalten, dagegen ihre Nachteile zum Teil beſeitigt ſind, hat namentlich bei deutſchen und öſterreichiſchen Tunnelbauten vielfache und vorteilhafte Verwendung gefunden. Sie hat bei den Tunnelbauten der Badiſchen Bahnen und der Oeſterreichiſchen Alpenbahnen (Arlberg-, Wocheiner- und Karawankentunnel) [30], [48], [49], [57] eine gründliche und zweckmäßige Durchbildung erfahren. Die Zonenlängen bewegten ſich hierbei in der Regel von 5—9 m. Aufbrüche zum Zwecke der Herſtellung des Firſtſtollens wurden in etwa 60—70 m Abſtand angeordnet; Zwiſchenaufbrüche nach hergeſtelltem Firſtſtollen für Vollausbruch und Mauerung erhielten in der Regel den Abſtand von vier Zonenlängen. Die bei dieſen Tunnelbauten erzielten Leiſtungen waren dementſprechend auch beſonders hohe.

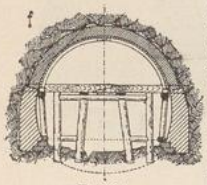


Fig. 94.

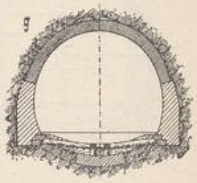


Fig. 95.

In Fig. 89—95 iſt der Bauvorgang des 6339 m langen zweigleiſigen Wocheiner Tunnels (öſterr. Alpenbahnen), der Kalkſteine der oberen Trias, des Jura und der Kreide durchfährt, dargeſtellt. Der Bau wurde namentlich durch bedeutende Waſſereinbrüche ſehr erſchwert [57].

Fünfte Bauweiſe. Die Teilung des Querſchnittes erfolgt in der Regel ſo wie für die vierte Bauweiſe (Fig. 86 und 87). Der Arbeitsvorgang bleibt aber nicht auf eine Zone

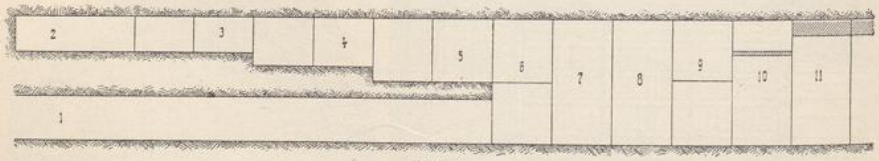


Fig. 96.

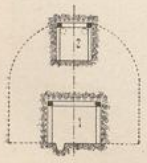


Fig. 97.

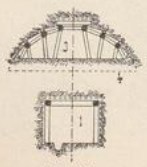


Fig. 98.

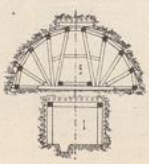


Fig. 99.



Fig. 100.

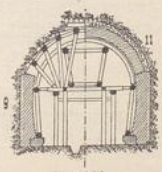


Fig. 101.

beschränkt; es befindet sich vielmehr eine größere Zahl unmittelbar aneinander schließender Zonen im Bau (Fig. 96—101). Die Arbeit und Arbeitsverteilung wird hierdurch etwas vereinfacht und verbilligt, allein es wird auch das Gebirge auf eine größere Tunnellänge freigelegt und es besteht die Gefahr, daß die Zimmerung zu lange stehenbleibt, bevor das Mauerwerk fertiggestellt ist, wodurch leicht größere Gebirgsbewegungen, ja auch Niederbrüche oder Verbrüche hervorgerufen werden können. Dieser Vorgang erscheint daher nur im festeren Gebirge, das auch Veränderungen durch Luft- und Wasserzutritt nicht unterworfen ist, zulässig,

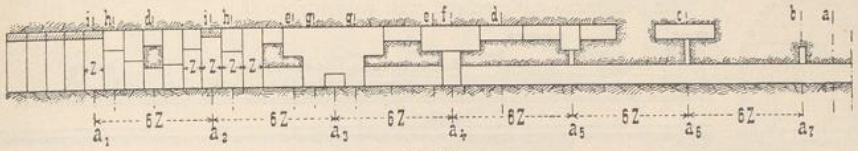


Fig. 102.

und auch hierbei wird man eine zu große Längserstreckung des Baues vermeiden, damit das Gebirge nicht zu lange auf der Zimmerung ruhe, die auch sonst noch vielerlei Zufälligkeiten ausgesetzt ist. Es kann hierbei Längs- oder Querträgerzimmerung verwendet werden. In der Regel gebraucht man Längsträgerzimmerung mit Zwischengespärren, da hierbei nur festeres Gebirge in Frage kommt. Auch wird durch Aufbrüche eine Vermehrung der Angriffsstellen für den Firststollen, die Vollausbruch- und Maurerarbeiten ermöglicht.

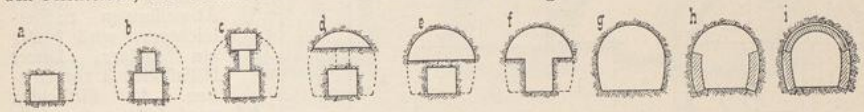


Fig. 103.

In den Fig. 102 und 103 ist der Arbeitsvorgang im 1700 m langen Stockhaldetunnel (Badische Staatsbahnen), der in der Hauptsache Dolomite des Muschelkalkes durchfährt, dargestellt; die Arbeitsstrecken wurden, mit Ausnahme des Sohl- und Firststollens, auf sechs Zonen mit je 8 m Länge beschränkt. Die verwendete Zimmerung war ungefähr der in Fig. 41 dargestellte Langständereinbau [30].

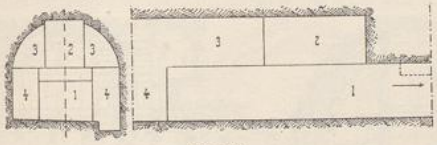


Fig. 104.

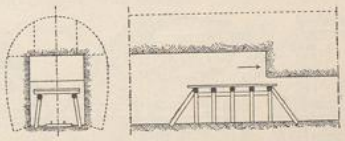


Fig. 105.

Sechste Bauweise. Der Ausbruch wird mit dem Sohlstollen 1 begonnen (Fig. 104) dem nicht der Firststollen, sondern der Firstschlitz 2 folgt, der nach 3 erweitert wird, worauf mit dem Ausbruche der Stroßenteile 4 der Vollausbruch beendet ist und die Ausmauerung von unten beginnen kann. Im festen Gebirge, das mit Bohr- und Sprengarbeit gewonnen wird, sind zur Aufstellung der Bohrmannschaft und der Bohrgeräte für den Firstschlitz und dessen Erweiterungen Fußgerüste erforderlich (vgl. Fig. 105, 3557 m langer Wasserfluhtunnel [Schweiz], Gebirge: Nagelfluh). Auch wird der Sohlstollen 1 (Fig. 106) nach beiden Seiten 2 auf vollen Tunnelquerschnitt erweitert und dann der Firstschlitz 3 in voller Tunnelbreite ausgeführt. Bei dem 5311 m langen Gravehalstunnel (Norwegen) [45], zumeist fester Granit, wurde zur Aufstellung der Bohrmaschinen für den Firstschlitz der aus Fig. 107 ersichtliche Gerüstwagen angeordnet. Auf der Nordseite des Simplontunnels hat man anfänglich die Firstschlitzbauweise

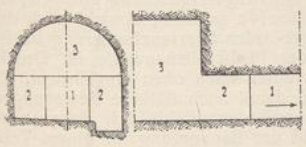


Fig. 106.

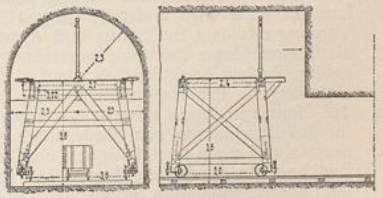


Fig. 107.

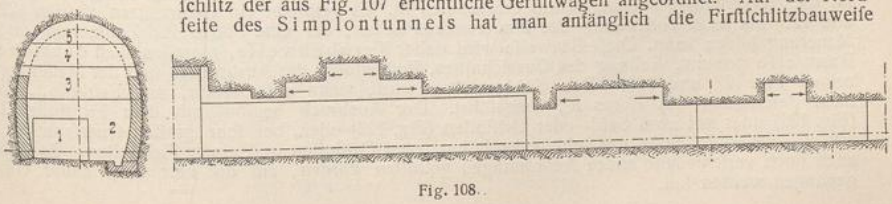


Fig. 108.

nach Fig. 108 und 109 angewendet [43]. Die Gerüfte waren für Bohrarbeit und zeitweilige Ablagerung der Ausbruchmaffen beftimmt; das Mauerwerk wurde mit den Firftfchlitzen hochgeführt. Im feften Gebirge ift die Firftfchlitzbauweife zweckmäßig, weil die Verfpannung des Geftеins geringer, daher die Löfung billiger ift wie im Firftftollen und deffen Erweiterungen, eine beffere und leichtere Lüftung und Förderung möglich ift und die Entwäfferung der oberen Tunnelteile ficherer erreicht wird. Die Zahl der Angriffsftellen für Firftfchlitz und Vollausbruch läßt fich wie bei den übrigen Bauweifen nach Bedarf vermehren, wenn der Sohlftollen entfprechend weit vorgetrieben ift.

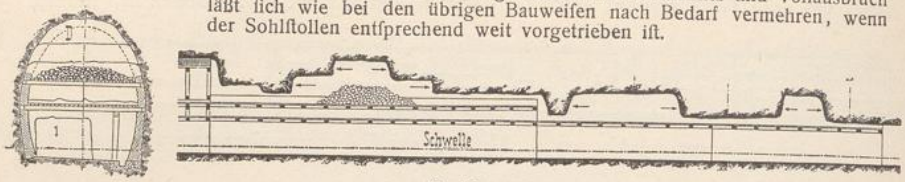


Fig. 109.

Aber auch im drückenden Gebirge kann die Firftfchlitzbauweife vorteilhaft fein. Nach Fig. 110 wird der Sohlftollen 1 auf 2 erweitert, um gleich den unteren Bock mit der Mittelfchwelle einbringen zu können (Fig. 111), fodann kann der Schlitz 4 nach der Firft ausgeführt werden. Um die Herftellung des Firftfchlitzes mit großen Abmeffungen zu erleichtern, wird häufig ein kleiner, kurzer Hilfsftollen 3 vorgetrieben. Im Firftfchlitz wird fodann der obere Bock unmittelbar auf den unteren gefetzt (Fig. 111) und daher das Sacken der oberen Zimmerung beim Unterfangen der Mittelfchwelle durch die unteren Ständer vermieden. Hierauf folgen die Erweiterungen 5, mit dem Ausbruche der Stroffenteile 6 ift der Vollausbruch beendet und es kann mit der Aufmauerung der Widerlager begonnen werden.

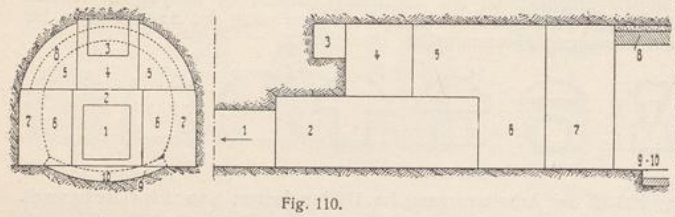


Fig. 110.

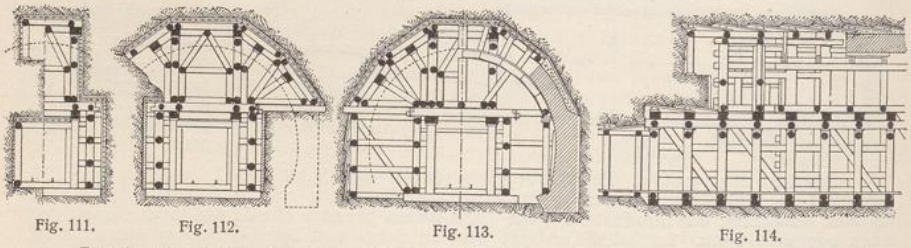


Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114.

Die Abftützung des Tunnels kann durch Längs- oder Querträgerzimmerung erfolgen; im letzteren Falle wird diefer Vorgang öfterreichifche Bauweife genannt, obwohl auch der Vorgang mit dem Firftftollen und Anwendung der Querträger- oder Sparrenzimmerung häufig als öfterreichifche Bauweife bezeichnet wird. Der Vorteil der Firftfchlitzbauweife im Druckgebirge befteht hauptfächlich darin, daß die Zimmerung von unten nach oben eingebracht, die Unterfangung der oberen Zimmerung durch die Stempel und damit auch ftärkere Bewegungen der Zimmerung nach abwärts vermieden werden. Diefe Bauweife empfiehlt fich daher auch für das Durchfahren von Niederbrüchen. In Fig. 111—114 ift der Bauvorgang in einem Teile des 904 m langen zweigleifigen Remsfelder Tunnels, der Schieferton, Röth, Letten, Schutt und Buntfandftein durchfährt, dargeftellt. In einem etwa 260 m langen Stücke wurde Querträger- oder Sparrenzimmerung verwendet [20]. Fig. 115—121 zeigen den Bauvorgang in den Druckftrecken des 5865 m langen eingleifigen (1,0 m Spurweite) Albulatunnels, der teilweife nach der Firftfchlitzbauweife mit Längsträgerzimmerung hergeftellt wurde. Das Gebirge im Tunnel beftand aus Albulagranit, Tonfchiefer, Zellendolomit, Cafannafchiefer [56].

Siebente Bauweife. Hier wird der Ausbruch nur in dem Umfange ausgeführt, als für die Herftellung des Mauerwerkes erforderlich ift. Es verbleibt ein Gebirgskern *K* (Fig. 122 und 123) bis nach Vollendung des Mauerwerkes ftehen, der eine Stütze für Zimmerung und Mauerung bilden kann. Diefe Bauweife wird daher Kernbauweife, zuweilen auch deutfche Bauweife genannt. Teilung des Querfchnittes, Reihenfolge des Ausbruches und der Mauerung zeigen Fig. 122 und 123. Das Sohlgewölbe wird, wenn erforderlich, am Schluffe, alfo nach Befeitigung des Kerns *K*, ausgeführt. Der Ausbruch beginnt mit dem Firftftollen 1 (Fig. 122) oder mit zwei Sohl- oder Ortftollen (Fig. 123) oder, bei fehr großen Querfchnitten, mit einem Kernftollen in der Sohle oder höher, zwei Ortftollen und einem Firftftollen. Es find auch noch verfchiedene andre Anordnungen getroffen worden, auf die hier nicht näher eingegangen werden foll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

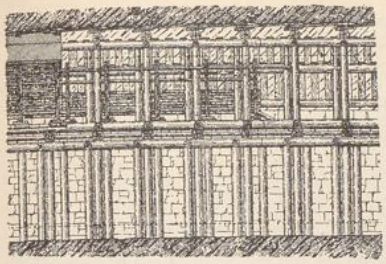


Fig. 115.

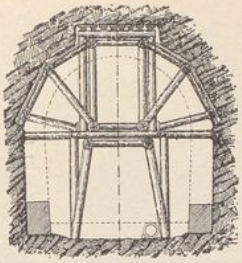


Fig. 120.

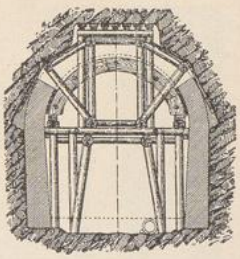


Fig. 121.

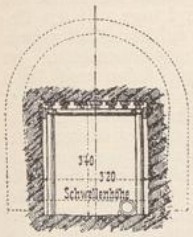


Fig. 116.

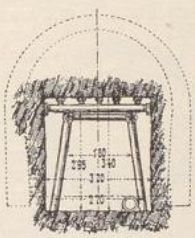


Fig. 117.

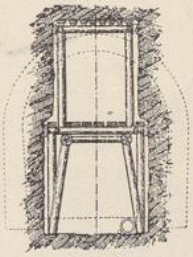


Fig. 118.

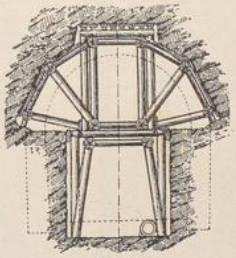


Fig. 119.

Bei kleinen Querſchnitten und im Druckgebirge iſt es ſchwierig, einen Kern *K* zu erhalten, der ſich zur ſicheren Abſtützung eignet; dann iſt auch der Raum in den Schlitzen 3, 5 (Fig. 122) und in den Ortſtollen 1, 3 (Fig. 123) ſo ſchmal, daß Förderung und Mauerung erſchwert und verteuert werden. Das iſt der Grund, warum man von dieſer feinerzeit mehrfach verwendeten Bauweiſe längere Zeit keinen Gebrauch machte. Allein in manchen Fällen werden die Vorteile dieſer Bauweiſe die Nachteile überwiegen, und ſie kann dann zweckmäßige Verwendung finden. So wird es ſich bei geringen Ueberlagerungen des auszuführenden Tunnels

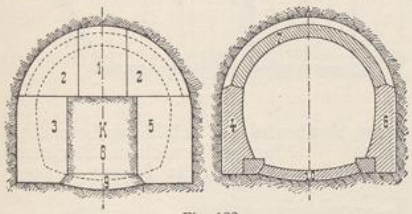


Fig. 122.

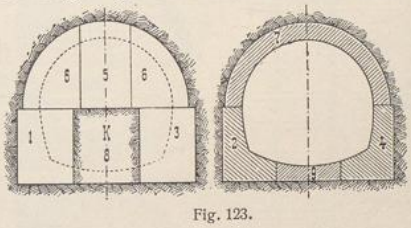


Fig. 123.

(ſtädtiſche Entwäſſerungskanäle und Untergrundbahnen) meiſt empfehlen, noch vor Vollausbruch die beiderſeitigen Widerlager in zwei vorher zu treibenden, tiefliegenden Ortſtollen mit höherer Ueberlagerung auszuführen, um dann ſowohl den für das Firſtgewölbe ausgebrochenen Raum ſowie die Rüſtung für das Gewölbe ſelbſt auf den gemauerten Widerlagern und auch auf dem Kern abſtützen zu können, wodurch Bewegungen der geringen Ueberlagerung der Tunnelfirſt, die in den ſtädtiſchen Straßen große Uebelſtände zur Folge haben, vermieden werden können. Auch für die Herſtellung von Tunnels mit großen Querſchnitten, wie für Schiffahrtskanäle oder mehrgleiſige Eiſenbahnen, wenn Parallel- oder Zwillingstunnels nicht ausgeführt werden können, iſt die Kernbauweiſe kaum durch eine andre Bauweiſe zweckmäßig zu erſetzen, da eine Auszimmerung des voll ausgebrochenen Raumes eines großen Tunnels nicht nur ſehr koſtſpielig, ſondern auch größeren Bewegungen ausgeſetzt iſt und wie jeder Holzeinbau mit Zunahme des Umfanges an Verläßlichkeit abnimmt.

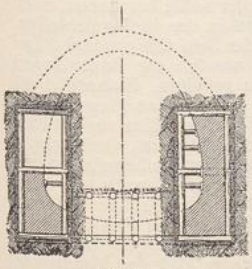


Fig. 124.

Fig. 124 und 125 zeigen die Kernbauweiſe bei einem der älteſten Eiſenbahntunnels Deutſchlands, dem Königsdorfer Tunnel (Cöln—Aachen), der ſchon im Jahre 1857 in ſehr druckhaftem Gebirge (teilweiſe Schwimmſand) ausgeführt wurde [4].

Fig. 126—132 zeigen die Kernbauweiſe in Anwendung auf den Bau eines im Jahre 1902 ausgeführten, 360 m langen Abwäſſerungskanals unter der Hafenſtraße in Hamburg,

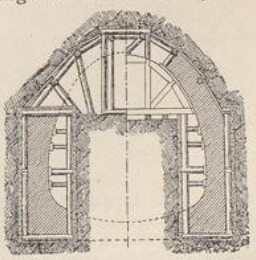
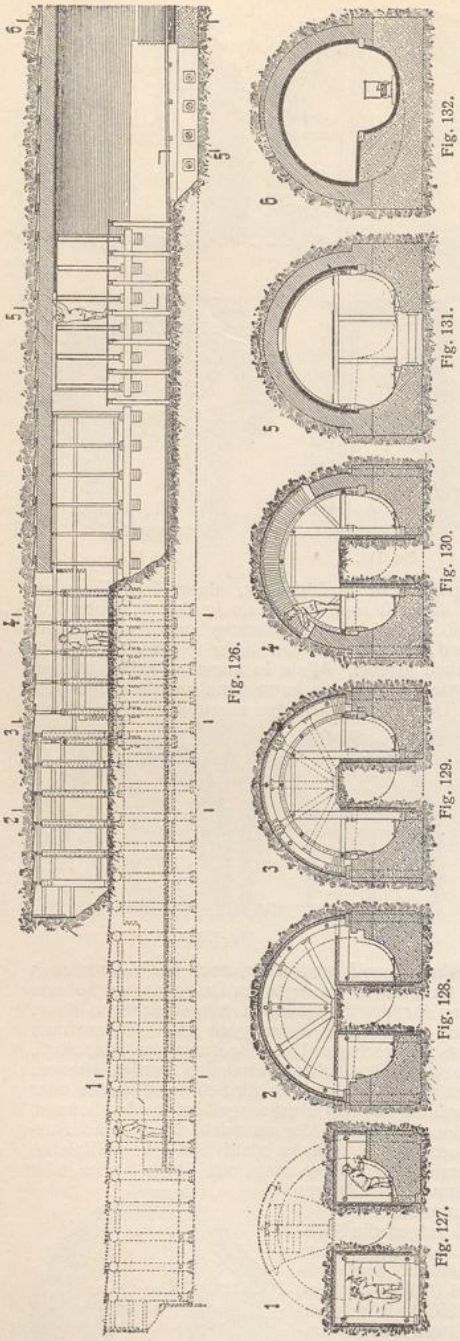


Fig. 125.



in tonhaltigem Sande und fandigem Lehm. Die Straße, auf der fehr lebhafter Fuhrwerks- und Straßenbahnverkehr ftattfindet, liegt nur 2—8 m über dem Scheitel des Tunnels. Der Vollausbruch für den Tunnel betrug etwa 30 cbm für den laufenden Meter. Der Kern hatte eine Breite von etwa 2 m. Die Zimmerung erfolgte mit dreiteiligen, nach der Gewölbeform gebogenen I-Querträgern. Die Bauweife hat fich bewährt [54].

Achte Bauweife. Hier erfolgt der Ausbruch des Gebirges unter dem Schutze eines Eifenfchildes, der in der Regel mit Waffer preffen vorgetrieben wird. Im feiteren Gebirge und bei kleinen Querfchnitten erhält der Schild die Form Fig. 133 mit kurzer Länge, da das Gebirge auf kurze Zeit nahezu fenkrecht ftehen bleibt. Im weniger feften und lofen Boden, der wegen geringer Kohäfion und Reibung nur unter einer größeren oder geringeren Böfchung in Ruhe bleibt, wird der Schild zur Vermeidung großer Längen fchräg gefchnitten (Fig. 134) oder erhält wagerechte Abteilungen (Fig. 135), unter denen der Boden unter dem entfprechenden Böfchungswinkel, alfo mit geringer Fußbreite, zur Ruhe

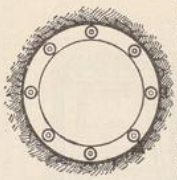


Fig. 133.

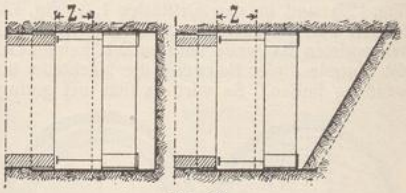


Fig. 134.

kommt. Auch wird der Schild am Ende durch eine mit Türöffnungen verfehene Blechwand abgefchloffen, wodurch die Sicherheit gegen

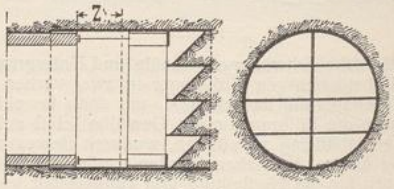


Fig. 135.

Einbrüche größerer Bodenmaffen erhöht wird. In diefen Fällen wird die Auskleidung (Mauerwerk oder Eifen), in der Sohle beginnend, nach oben ausgeführt und in der Firft gefchloffen. Zur Vermeidung großer Schildlängen und daher großer Eifenftärken werden die Zonenlängen für den Ausbau kurz gehalten. Namentlich ift die ftarke Belaftung des frifchen Mauerwerkes durch die Füße der Waffer preffen tunlichft zu vermeiden. Das gefchieht durch großflächige Füße; auch wurden an den Auflagerftellen der Füße durchlaufende Gußeifenftangen von 4 bis 6 cm Stärke in das Mauerwerk eingefetzt und auf diefe Weife der Druck der Preffen auf eine größere Länge und Tiefe des Mauerwerks verteilt. Auch hat man die Füße der Preffen gegen die mit kräftigen Längsverbänden verfehenen und hinten abgeftützten Lehrbogen und nicht gegen das Mauerwerk gefetzt. Allerdings wird auch die Anficht vertreten, daß das Mauerwerk durch ftarkes Zufammenpreffen an Feftigkeit gewinne und daher das Anftemmen der Füße der

Preſſen dem Mauerwerk gar nicht ſchädlich ſei. Das kann aber nur unter ganz beſtimmten Bedingungen und ausnahmsweiſe der Fall ſein. Der nach dem Vorſchieben des Schildes hinter dem Mauerwerk oder der Eiſenverkleidung verbleibende Hohlraum muß ſo raſch wie möglich ausgefüllt werden, um Bodenbewegungen, die ſich namentlich bei geringen Ueberlagerungen des Tunnels bis auf die Oberfläche fortſetzen können, zu vermeiden. Zu dieſem Zwecke wird in der Regel Zementmörtel mit Hilfe von Preßluft hinter die Tunnelverkleidung geſpritzt; trotzdem ſind aus dieſem Grunde Bodenbewegungen wiederholt vorgekommen. Man kann den Schildvortrieb bei nicht zu ungünſtigen Bodenarten auf den oberen Teil des Tunnels beſchränken und verwendet in dieſem Fall den Halb- oder Teilſchild. Hierbei können, wie Fig. 136—138 zeigen, vorerſt in zwei Sohl- oder Ortſtollen 1 und 3 die Widerlager 2 und 4 aufgemauert werden. Auf den fertigen, oben mit Gleitplatten verſehenen Widerlagern, die dem oberen Tunnelausbruche genügend weit vorausgeeilt ſind, wird der Halbſchild entweder mit Gleitſchuhen oder Rollen aufgeſetzt und dann mit Hilfe der am Umfange angeordneten Waſſerpreſſen vorgetrieben, hierbei der Ausbruch 5 bewerkſtelligt und unter dem Schutze des Schildes auch das Gewölbemauerwerk ausgeführt.

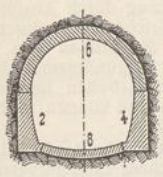


Fig. 136.

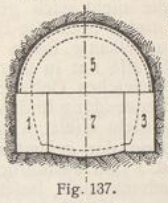


Fig. 137.

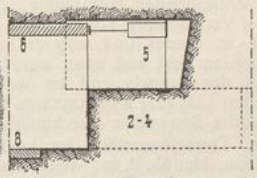
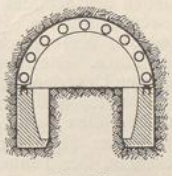


Fig. 137a.


Fig. 138.

Auch hat man mit dem Vortrieb des Halbſchildes und dem Ausbruch für den oberen Tunnelteil begonnen, das Gewölbe hergeſtellt und dann erſt das Gewölbe durch die Widerlager unterfangen, ein Vorgang, der dem erſt beſprochenen weit nachſteht und dieſelben Mängel beſitzt wie die zweite oder belgiſche Bauweiſe.

Bei Verwendung des Eiſenſchildes im wechſelnden Gebirge, alſo in Schichten von verſchiedener Feſtigkeit, kann es auch zweckmäßig ſein, den gleichmäßigen Vorſchub des Schildes durch Vorarbeiten mit Hilfe von Holzzimmerung zu ſichern. Der Schild tritt dann an die Stelle der vollen Auszimmerung, unter deren Schutz die Tunnelmauerung oder Eiſenverkleidung eingebracht werden kann.

In einigen Fällen hat ſich auch ein dem Schildvortrieb vorangehender Richtſtollen in der Sohle oder in der Mitte des Tunnelquerſchnittes als zweckmäßig erwieſen.

Neunte Bauweiſe. Der Schildvortrieb mit Verwendung von Preßluft kommt namentlich in ſehr waſſerreichem und ſchwimmendem Gebirge zur Anwendung. Die Preßluft hat hierbei dem Waſſerdruck das Gleichgewicht zu halten, das Eindringen des Waſſers oder des ſchwimmenden Gebirges in den Arbeitsraum des Schildes zu verhindern, was namentlich deshalb Schwierigkeiten macht, weil die Waſſerdruckhöhen an höchſter und tiefſter Tunnelkante verſchieden ſind. Zu geringer Luftdruck kann ein Anſteigen des Waſſers in der Sohle, zu großer ein Ausblaſen der Preßluft und raſche Druckverminderung ſowie ein Aufwühlen und eine Bewegung des den Tunnel überlagernden Bodens zur Folge haben. Dieſe Uebelſtände haben zu verſchiedenen Vorſchlägen und Anordnungen geführt, die aber nur teilweiſe befriedigten. So haben Greathead-London [44], [50] und Haag-Berlin [38] Schildanordnungen vorgeſchlagen, wobei die Preßluft auf die wagerechte Waſſerfläche einwirken, daher der Einfluß des Druckunterſchieds vermieden werden ſoll. — Bei Verwendung von Preßluft ſind Luftſchleuſen erforderlich, die den fertigen Tunnel von dem Arbeitsraum trennen. Die Luftſchleuſen vermitteln den Verkehr der Arbeiter und die Förderung aus dem Arbeitsraum nach außen und umgekehrt. Bei Anordnung Fig. 139 und 140, welche der Ausführung von Ph. Holzmann in Frankfurt für die Hamburger Sielbauten ähnlich iſt [54], hat der kreisförmige Eiſenſchild zwei Mittelwände m_1 und m_2. Der Arbeitsraum D vor der mit verſchließbaren Oeffnungen a verſehenen Mittelwand m_1 iſt durch wagerechte Wände in drei Abteilungen geteilt, um die Böſchungsfüße des in den Arbeitsraum tretenden Bodens zu kürzen und größere Unterſchiede der Waſſerdruckhöhen in der Weiſe unſchädlich zu machen, daß bei Arbeiten in der oberſten Abteilung die unteren Abteilungen geſchloſſen bleiben und umgekehrt. Zur Verſteifung erhalten die Abteilungen außerdem ſenkrechte, aber durchbrochene Wände.

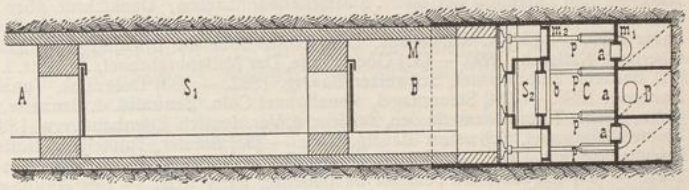


Fig. 139.

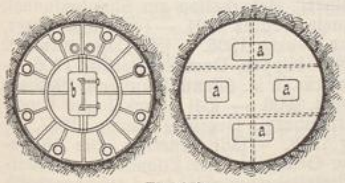


Fig. 140.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Mittelwand m_2, welche den Raum C abfchließt, erhält zur Sicherung entweder nur eine Verfchlußtür bei b oder auch noch eine Hilfsfchleufe S_2, um verfchiedenen Luftdrucken in den Räumen B und C—D Rechnung tragen zu können. Die Waffer preffen p, deren Kolben durch die Wand m_2 mit entfprechender Dichtung durchgehen, ftützen fich gegen die Wand m_1 und das Tunnelmauerwerk bei M anderfeits. — Die Hauptfchleufe S_2 für Perfonen und Materialförderung trennt den mit Preßluft erfüllten Raum B von dem fertigen Tunnel A und kann dem Arbeitsfortgange entfprechend dem Schilde nachgefchoben werden.

Die Vorteile der achten und neunten Bauweifen mit dem Eifenfchild beftehen in der großen Sicherheit beim Vortriebe im rolligen und waffer reichen Boden, zumal bei geringer Gebirgsüberlagerung des Tunnels, in der leichten und gefchützten Ausführung des Tunnelmauerwerkes fowie in der Möglichkeit eines rafchen Bauvorganges; dagegen find als Nachteile anzufehen die Schwierigkeiten im ungleichartigen Boden, wobei befondere Nachhilfen erforderlich find, die fchwierige Einhaltung der Richtung und Höhe zumal in fchärferen Bögen, die unter Umftänden ungünftige Beanfpruchung des frifchen Mauerwerkes durch die Füße der Preffen und auch durch das Vorziehen des Schildmantels; ferner die hinter dem Mauerwerke nach dem Vorfchieben des Schildes verbleibenden Hohlräume, die nicht rafch genug durch Ausfpritzen gefüllt werden können. Bei Verwendung von Preßluft treten noch die Erfchwerniffe durch die verfchiedenen Waffer drucke an oberer und unterer Tunnelkante fowie der Einbau von Luftfchleufen hinzu. Die Bauweifen acht und neun werden alfo nur in fehr ungünftigem Gebirge, bei geringer Ueberlagerung des Tunnels und im waffer reichen Gebirge (Arbeiten im Grundwaffer und unter Waffer läufen) [23], [27] zweckmäßige Verwendung finden und können in diefen fchwierigen Fällen durch andre Bauweifen zweckmäßig nicht erfetzt werden.

Literatur: [1] v. Oer, Tunnelbauartikel im Lexikon der gefamten Technik, 1. Aufl. — [2] Mackenfen, Der Tunnelbau, Handb. d. Ing.-Wiff., Bd. 1 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis). — [3] Preffel und Kauffmann, Der Bau des Hauenfteintunnels, Bafel 1860. — [4] v. Rziha, Lehrbuch des Tunnelbaues, Bd. 1 und 2, Berlin 1867/72. — [5] Winkler, Vorträge über Tunnelbau, Wien 1875. — [6] Lanino, Galleria della traversata dell' Appenino, Roma 1875. — [7] Lorenz, Tunnelbau, Wien 1877. — [8] Dolezalek, Vorträge über Tunnelbau, Hannover 1878. — [9] Lengeling, Der Bau des Cochemtunnels, Deutfche Bauztg. 1878. — [10] Birnbaum, Förderung bei Tunnelbauten, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1878. — [11] Hennch, Tunnelbauten im Pegnitztale, Zeitfchr. f. Baukunde 1879. — [12] Birnbaum, Tunnellängsträgerfyftem Menne, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1879. — [13] v. Oer, Tunnel bei Altenburg, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1880. — [14] Dolezalek, Der Gotthardtunnel, ebend. 1878, 1879, 1880, 1881. — [15] Lang, G., Gegenwärtiger Stand des Tunnelbaues, Allgemeine Bauztg. 1881. — [16] Schmid, F., Tunnel bei Oberwappenöft, Zeitfchr. f. Baukunde 1881. — [17] Dolezalek, Der Krähbergtunnel, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881. — [18] Lengeling, Brandleitetunnel, Zentralbl. d. Bauverw. 1881. — [19] Becker, Der Schloßbergtunnel bei Hirfchhorn, Zeitfchr. f. Baukunde 1881. — [20] Lewald, Der Remsfelder Tunnel, Zeitfchr. f. Bauwefen 1883. — [21] Bürgermeifter, Der Tunnel am Ulrichsberg, Zeitfchr. f. Baukunde 1882. — [22] Dolezalek, Arlbergtunnel, Deutfche Bauztg. 1883. — [23] Derf., Subaquare Tunnel, Meyers Lexikon 1883. — [24] Forchheimer, Englifche Tunnelbauten, Aachen 1884. — [25] Poetfch, Gefrierverfahren beim Schachtabteufen, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1885. — [26] Stabilini, Lezioni sulla costruzione delle gallerie, Bologna 1886. — [27] Forchheimer, Betriebsanlagen des Merfeytunnels, Zentralbl. d. Bauverw. 1888. — [28] Direktion der öfterr. Staatseifenbahnbauten, Denkfchrift über den Fortfchritt der Bauarbeiten der Arlbergbahn, Wien 1881, 1882, 1890. — [29] Dolezalek, Der Tunnelbau, Hannover 1890. — [30] v. Würthenau, Denkfchrift über die Erbauung der Bahnen im badifchen Oberland, Karlsruhe 1890. — [31] Oberfchulte, Der Milfeburgtunnel, Zeitfchr. f. Bauwefen 1892. — [32] Bachem, Zürichtunnel, Schweizer Bauztg. 1892. — [33] Dolezalek, Tunnelartiger Kanalbau, Hannover 1893. — [34] Steuernagel, Kanaltunnel Cöln, Zentralbl. d. Bauverw. 1893. — [35] Kemmann, Neuere Tunnelbaumethoden, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Eifenbahnverw. 1894. — [36] Hennings, Emmersbergtunnel, Schweizer Bauztg. 1894. — [37] Bräuler, Tunnelbau, Rölls Enzyklopädie des Eifenbahnwefens 1895. — [38] Haag, A., Röhrenvortrieb im waffer reichen Boden, Hannover 1897. — [39] Legouëz, De l'emploi du bouclier, Paris 1897. — [40] Wyßling, Triebwaffertunnel des elektrifchen Werkes an der Sihl (Ausführung Weber), Schweizer Bauztg. 1897. — [41] Birk, Tunnelbauten, Gefchichte der Eifenbahnen in Oeflerreich-Ungarn. Wien 1898. — [42] Società italiana per le strade ferrate del Mediterraneo, Relazione sugli studi e lavori eseguiti, Roma 1898. — [43] Dolezalek, Der Simplontunnel, Deutfche Bauztg. 1899. — [44] Philippe, R., Le bouclier, Paris 1900. — [45] Dolezalek, Der Gravehalttunnel, Deutfche Bauztg. 1900. — [46] Imhof, Der Jefchkentunnel, Schweiz. Bauztg. 1901. — [47] Peftalozzi, Bauarbeiten am Simplontunnel, ebend. 1902. — [48] Fifcher, Der Bau des Karawankentunnels, Teplitz 1904. — [49] Steinermayr, Der Bau der zweiten Eifenbahnverbindung mit Trieft, Allgem. Bauztg. 1906. — [50] Copperthwaite, Tunnel shields, London 1906. — [51] Hüfer, Kanaltunnel Cöln—Nippes, Deutfche Bauztg. 1906. — [52] Steiner, Theorie der Röhrentunnels, Oeflerr. Wochenfchr. f. d. öffentl. Baudienft 1906. — [53] Preffel, K., Der Bau des Simplontunnels, Schweiz. Bauzt. 1906. — [54] Merckel und Unger Nyborg, Die Tunnelftrecken der neuen Stammlinie in Hamburg, Deutfche Bauztg. 1907. — [55] Wegele, Tunnelbau, Handbuch des Tiefbaues, Leipzig 1908. — [56] Hennings, Die Albulabahn, Denkfchrift, Chur 1908. — [57] Hannack, Tunnelbau, Gefchichte der Eifenbahnen Oeflerreich-Ungarns, 2 Bde., Wien 1908. — [58] Zollinger, Vierteljahrsberichte der Lötfchbergbahn 1906, 1907, 1908. — [59] Brandau, Bau langer Alpentunnels und die Erfahrungen beim Bau des Simplontunnels, Schweizer Bauztg. 1909.

Dolezalek.

Tunnelbrücken, f. Röhrenbrücken, Bd. 7, S. 447.

Turbinen, f. Dampfturbinen, Waffermotoren.

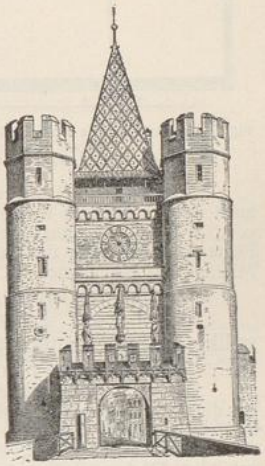
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Turbodynamo, mit Dampfturbine von hoher Tourenzahl direkt gekuppelte Dynamomaschine.

Turbogebläse, -kompressoren, s. Schleudergebläse.

Turm, ein Bauwerk von geringer Grundfläche bei vielgeschossiger Höhe, das einzelstehend oder in Verbindung mit andern Gebäuden errichtet ist.

Zu allen Zeiten dienten die Türme ganz besonders den Zwecken der Verteidigung als Wehrtürme [1]. So in Verbindung mit den Stadtmauern, an den Burgen (s. d., Bd. 2, S. 405 ff.) und Torbauten des Mittelalters (s. die Figur) oder als Brückentürme (s. d.) und als hochgelegene Warttürme. In ihrer Grundform meist viereckig, seltener achteckig, rund oder halbrund, bildeten sie stets die Stützpunkte der Abwehr. Den jeweiligen Angriffswaffen der verschiedenen Zeitalter entsprechend, waren die frühesten Türme aus Holz erstellt, von genügender Stärke; später mußten sie aus Stein in Dicken von 2 m bis zu 6 m erbaut werden, um den Geschossen widerstehen zu können. Den heutigen Stahlgeschossen sollen die in die Erde eingegrabenen Beton- oder Panzertürme standhalten. — Auch als Grabmal fand der Turm in reicher architektonischer Gestaltung Verwendung (vgl. a. Mausoleum, Bd. 6, S. 346). Ebenso als Leuchttürme (s. d.) an Hafeneinfahrten oder an Meeresküsten. So der auf der Insel Pharos bei Alexandria im Jahre 280 v. Chr. durch Sostratos erbaute Leuchtturm von 120 m Höhe, der den Zeitgenossen als eines der sieben Wunder der Welt erschien und von Bedeutung für die Entwicklung des Turmbaus geworden ist [3]. Die Ausgestaltung der Kirchtürme des Mittelalters ist in der Besprechung der Glockentürme (Bd. 4, S. 575) behandelt, ebenso die der Minarette bei Moscheen (s. Bd. 6, S. 497). — Die günstige Wirkung der Türme im Städtebild führte in der Folge dazu, sie zu Hauptschmuckstücken an öffentlichen Gebäuden, an Königsschlössern, Rathäusern (Brüssel, Siena u. s. w.) Kaufhäusern (Brügge, Ypern) oder als Uhr- oder Zeitglockentürme (Bern) auszubilden, wobei die Städte wetteiferten, sich an Zahl, Höhe und Reichtum der Türme zu überbieten. Aus ähnlichen Gesichtspunkten werden heute städtische Schul- und andre Gebäude mit Türmen versehen und ist im Jahre 1889 der Eiffelturm (300 m hoch) in Paris entstanden. — Im Wohnbau kommt der Turm als Treppenturm zur Aufnahme einer Wendeltreppe (Mergentheim, Chambord a. Loire) vor oder als Erkerturm, Ecktürmchen. In neuester Zeit entstehen in den Großstädten Nordamerikas die turmartigen Wolkenkratzer, d. h. Wohn- und Geschäftshäuser von 20 und mehr Geschossen, um bei den ungeheuern Bodenpreisen den gegebenen Raum nach der Höhe aufs äußerste auszunutzen.



Spalentor in Basel.

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1865, Bd. 9, Tour, S. 67—189; Bd. 7, Porte, S. 314—386; Bd. 5, Donjon, S. 34—96, Flèche, S. 426—472. — [2] Piper, Otto, Burgenkunde, München 1895. — [3] Thiersch, Herm., Pharos, Antike, Islam und Occident, Berlin und Leipzig 1909. — [4] Sutter, K., und Schneider, F., Turmbuch, Berlin 1895. *Weinbrenner.*

Turmalin, Siberit, Rubellit (rot), Schörl (schwarz), Indigolith (blau), Mineral, wesentlich wasser- und borhaltiges Mangan-Magnesia-Tonerde-Natron-Kalisilikat von wechselnder Zusammensetzung.

Kristallisiert hexagonal rhomboedrisch in langen Säulen, auch derb, strahlig und körnig. Farblos (Achroit) und in allen Farben bis schwarz; durchsichtig bis undurchsichtig, glasglänzend; stark dichroit; durch Reiben elektrisch, auch thermoelektrisch. Sehr spröde; Härte 7—7½; spez. Gew. 3,0—3,2. Teils schwer, teils leicht schmelzbar vor dem Lötrohr; wird von Säuren nicht angegriffen. Vorkommen in alten, kristallinen Schiefern, Graniten u. s. w. Nimmt erhöhten Glanz durch Politur an und wird daher bei schöner Färbung als Edelstein verwendet, besonders die rubinroten Siberite und Rubellite aus dem Ural (Katharinenburg), die grünen und blauen Steine aus Brasilien, Ceylon und Bengalen, welche als Ersatz für Smaragd und Saphir dienen. Des starken Dichroismus wegen auch zu Polarisationsplatten verwendet; vgl. Bd. 7, S. 164. *Leppla.*

Turmdeckschiff, Frachtschiff, das über dem Hafendeck (Hauptdeck) einen lukenartigen Aufbau von etwa der halben Schiffsbreite besitzt.

Turmstation, schlecht gewählter Ausdruck für eine Treppen- oder Brückenstation (s. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 474).

Turnhalle, Turnsaal, 1. als Teil einer städtischen Schule (s. d.) zur Pflege des Turnens als Erziehungsgegenstand bestimmt, bei kleineren Mittelschulen (s. Fig. 1) im Erdgeschosse eingebaut; 2. In den Mittelschulen großer Städte oder als Privatunternehmen, als freistehender Bau ausgebildet (s. Fig. 2).

An Größe wird berechnet: für einen Schüler 2,5—3 qm; im Flächengehalt 10 m Breite, 18—19 m Länge, an Höhe 5—6 m. Die Decke ist am besten eine freie Balkendecke oder ein sichtbarer Dachstuhl. Stützen sind bei kleinen Anlagen zu vermeiden, bei großen können sie zur Befestigung von Turngeräten benutzt werden. Die Wände sind auf 1,5 m glatt mit einfacher Holztäferung zu verkleiden. Darüber Fenster, tunlichst auf beiden Langseiten. Der Fußboden ist

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aus Holz zu erſtellen, ſeltener aus Eſtrich, Sand oder Lohe. — Als Nebenräume größerer Anlagen erſcheinen: Vorplatz und Kleiderraum, Aborte und eventuell Wohnung eines Dieners oder Hauswarts; auch Galerien, welche zum Zuſchauen oder zur Aufſtellung leichterer Turngeräte dienen.

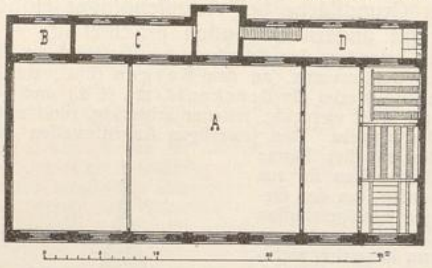


Fig. 2. Normalturnhalle einer ſtädtiſchen Lehranſtalt in Berlin. (Arch. Blankenſtein.)
A Turnſaal. *B* Turnwart. *C* Geräte. *D* Garderobe.

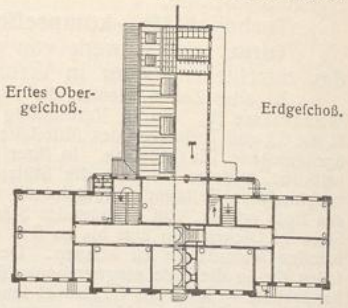


Fig. 1. Turnhalle im Bezirksſchulgebäude zu Mainz. (Arch. Kreyſſig.)
T Turnhalle und Aula.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, Darmſtadt, 4. Teil, 6. Halbbd., 1. Heft, S. 289, auch weitere Literatur S. 309—311. — [2] Klaſen, L., Grundrißvorbilder, Abt. 3, Schulgebäude, o. J., S. 193. — [3] Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 306. — [4] Jäger und Bock, Pläne nach Maßgabe der württembergiſchen Turnordnung, 1863. — [5] Erlaß des Kgl. Preuß. Miniſteriums für Handel u. ſ. w. vom 20. Juli und 27. November 1870. *Weinbrenner.*

Tuſche, ſ. Zeichnen, techniſches.

Tuſchieren, Zuſammenpaſſen zweier Maſchinenteile bis zur (möglichſt) vollkommenen Berührung derjenigen Oberflächen, die ſich berühren ſollen, Herſtellen von genauen Flächen mittels Richt- oder Tuſchierplatten, -linealen u. ſ. w.

Das Verfahren beſteht darin, daß der eine Teil (bei Verwendung einer Tuſchierplatte u. ſ. w. nur dieſe) mit einer dünnen gefärbten Fettſchicht überſtrichen und der andre auf den erſten gelegt und etwas bewegt wird. Iſt keine vollſtändige Berührung vorhanden, ſo wird die Farbe nur an den Stellen übertragen, an denen eine Berührung ſtattgefunden hat. Dieſe emporragenden gefärbten Flächenteile werden durch Schaben (ſ. d.) entfernt. Das Verfahren wird ſo oft wiederholt, bis genügende Genauigkeit erreicht wird. — Tuſchierplatten, Tuſchierlineale ſind eiſerne (durch Rippen gut verſteifte) Platten bezw. Lineale (ſ. d.) mit ebener Fläche. Zur Herſtellung genauer Tuſchierplatten werden drei Platten gleichzeitig hergeſtellt, von denen jede mit den andern vollkommene Berührung beſitzen muß, vgl. [1], [2].

Literatur: [1] Kick, Fr., Vorleſungen über mechan. Technologie, 2. Aufl., Leipzig 1905. — [2] Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechan. Technologie, Leipzig 1888, S. 677. *A. Widmaier.*

Tuſſahſeide, ſ. Spinnfaſern, S. 199.

Tutaniametall, ſ. Antimonlegierungen.

Tweed, ein feingeköperter Wollenſtoff.

Twiner, ſ. Mulezwirnmaſchine, Bd. 6, S. 536.

Twiſt, ſ. v. w. Baumwollgarn; **Twist-lace-Maſchine,** ſ. Bobbinnet.

Typenmetall, ſ. Bleilegierungen, Schriftgießerei.

Typochromie, Verfahren von J. von Schmaedel in München zur Herſtellung von Buchdruckkliſchees für Mehrfarbendruckbilder.

Von dem zur Anfertigung der Hauptplatte (Zeichnungsplatte) dienenden autotypiſchen Raſternegativ (ſ. Autotypie) werden mehrere Kopien auf Metallplatten in der Anzahl der zur Verwendung kommen ſollenden Farben gemacht und die beſtimmten Bildpartien des jeweiligen Farbanteils mit ſäurebeſtändigen Subſtanzen (Aſphaltlöſung, Harzfarbe u. ſ. w.) übermalt, worauf die Platten geätzt werden. Heute nur bei einfach zu kolorierenden Bildern gebraucht. *A. W. Unger.*

Typographie, die Buchdruckerkunſt (ſ. d.).

Typolithographie, bei der Herſtellung von Modeblättern, Preiskatalogen u. ſ. w. benutztes Verfahren zum gleichzeitigen Abdruck der lithographiſch erzeugten Illuſtrationen und des mittels Letternſatz reproduzierten Textes.

Es beſteht darin, daß die Letternform mit beſonderer Druckfarbe auf Umdruckpapier (ſ. d.) ſorgfältig abgezogen und dieſer Abzug, zerſchnitten und auf einem Aufſtichbogen entſprechend verteilt, auf den die Illuſtrationsbilder tragenden Stein umgedruckt wird, worauf man dieſen anreibt und ätzt (vgl. Lithographie). *A. W. Unger.*

Typometer, Inſtrument zur genauen Beſtimmung der Buchſtabenkegel in Schriftgießereien (ſ. d.). Das in Deutſchland gebrauchte, von Berthold in Berlin ſtammende, iſt für 798 typographiſche Punkte = 30 cm eingerichtet. Ueber das typometriſche Syſtem ſ. Buchdruckerkunſt. *A. W. Unger.*

Tyre (engl.). ſ. v. w. Bandage (der Eiſenbahnräder); ſ. Rad, Bd. 7, S. 337.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

U

in der Chemie Zeichen für Uran; in den Blaufarbwerken Abkürzung für Kobaltblau.

Udometer, f. Verdunſtungsmeſſer.

Ueberblatten (Anblattung oder Aufblattung, f. d., Bd. 1, S. 350), eine Verbindung zur Kreuzung oder Verknüpfung der Hölzer, wobei dieſe bündig liegen und durch Nägel, Dübel oder Schraubenbolzen gegen Verſchiebung geſichert werden. *Weinbrenner.*

Uebereinanderlagerung, f. Koexiſtenz elaſtiſcher Bewegungen.

Ueberfärben (Ueberſetzen), eine Operation, welche bezweckt, einem vorgefärbten oder vorbedruckten Gewebe durch Nachfärbung lebhaftere oder durchaus abweichende neue Farbeneffekte zu verleihen.

Von der erſteren Art ſind jene Farben, welche dadurch entſtehen, daß die vorher auf der Faſer fixierten Farbſtoffe andern gegenüber als Beizen wirken. So ſind z. B. die direkten Baumwollfarbſtoffe Chrysamin, Heſſiſchgelb imſtande, baſiſche Farbſtoffe, wie Fuchſin, Methylenblau, durch einen zweiten Färbeprozeß zu befeſtigen. Ebenſo vermag der brillante Türkiſchrotlack noch Safranin, der violette Eiſenalizarinlack Methylviolett zu binden. Von dieſer Eigentümlichkeit macht man Anwendung, um durch eine zweite Färbung die Schönheit und Lebhaftigkeit der erſten zu erhöhen. — Die zweite Art kommt vorwiegend im Zeugdruck zur Ausführung und zwar auf dem Wege des Ueberwalzens oder Klotzdruckes. Auf Geweben, welche vorher mit Reſerven bedruckt wurden, kommen weiße Muſter auf farbigem Grunde zum Vorſchein, und auf Druckware angewendet wird der weiße Grund in einen andersfarbigen verwandelt. Natürlicherweiſe iſt dieſes Ueberwalzen derartiger Stücke mit einer (verdickten) Farbſtofflöſung nur dann angezeigt, wenn die vorgedruckten Farben nicht oder doch nur in einem zuläſſigen Grade dadurch verändert werden. *R. Möhlau.*

Ueberfallwehr, vollkommenes Wehr, eine Stauanlage (f. d.), deren Krone höher liegt als der Waſſerſpiegel unterhalb der Stauwand.

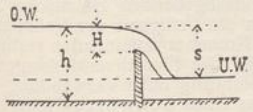


Fig. 1.

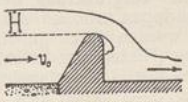


Fig. 2.

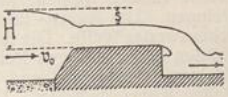


Fig. 3.

Der Höhenunterſchied H (ſ. Fig. 1) zwiſchen der Wehrkrone und dem noch ungeſenkten Oberwaſſerſpiegel heißt die Ueberfallhöhe; dieſe iſt kleiner und im Grenzfalle höchſtens gleich der Stauhöhe s. Die Waſſermengen, welche über ſolche Wehre ſtrömen, ſofern die Ueberfallkanten ſcharf ſind (Fig. 1), wurden unter Hydraulik, Bd. 5, S. 150, angegeben; vgl. a. [1]. Neuere ſehr intereſſante Unterſuchungen hat Rehbock [2] im Flußbaulaboratorium Karlsruhe angeſtellt, auf die wir verweiſen. — Für Annäherungsrechnungen ſetzt man bei Fig. 1:

$$Q = 1{,}77 \cdot b \sqrt{H^3}.$$

Iſt die Wehrkrone abgerundet (Fig. 2), ſo gilt im Mittel:

$$Q = 1{,}86 \cdot b \sqrt{H^3},$$

in beiden Fällen unter b die Breite des Ueberfallwehrs, Q die Waſſermenge in Kubikmeterſekunden und H die Ueberfallhöhe (ſ. d. Figur) verſtanden. Iſt die Wehrkrone ſo geſtaltet wie in Fig. 3, ſo ſenkt ſich über derſelben der Spiegel von der Höhe H (gemeſſen etwa 2 m vor der Krone) um s herab; im günſtigſten Falle wird dann $s = H : 3$, und man erhält [1] annähernd:

$$Q = 1{,}55 \cdot b \sqrt{H^3}.$$

Iſt die Geſchwindigkeit v_0 im Oberwaſſer größer als 0,5 m · sec., ſo muß (ebenfalls annähernd) an Stelle von H der Wert $H + \frac{v_0^2}{2g}$ geſetzt werden. Alle Maße in Metern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Collignon, E., Cours de mécanique appliquée aux constructions, II, Hydraulique, Paris 1880, S. 143; weitere Literatur f. unter Hydraulik, besonders die dort angegebenen Werke [1], S. 408, und [2], S. 26 ff. — [2] Rehbock, Th., Die Ausbildung der Ueberfälle beim Abfluß von Wasser über Wehre, nebst Beschreibung der Anlage zur Beobachtung von Ueberfällen im Flußbaulaboratorium zu Karlsruhe, Festschrift, Karlsruhe 1909.

Lueger.

Ueberflurhydranten unterscheiden sich von den in Bd. 5, S. 147, beschriebenen Unterflurhydranten, wie dort begründet, dadurch vorteilhaft, daß die Anschlußstellen für die Schlauchleitung sich an einer freistehenden Säule befinden, wo sie leicht jederzeit erreichbar sind.



Die Höhe der Säule wechselt von 800 bis 1500 mm über dem Boden. Die Säulen sind oben mit einer verschließbaren Kappe versehen, die sich in Scharnier oder in einem Bolzen drehen läßt; nach Oeffnen der Kappe gelangt man bequem zu der im Innern liegenden Ventilspindel. Die Entwässerung ist ähnlich wie bei den gewöhnlichen Hydranten; das Ventil liegt, wie aus nebenstehender Figur ersichtlich, in frostfreier Tiefe und ist nach oben herausziehbar, damit etwaige Reparaturen ohne Aufgraben und Demontierung vorgenommen werden können. Die Ventildurchmesser sind wie bei den gewöhnlichen Hydranten 50, 65, 80 und 100 mm, die Preise 60 bis 150 ℳ, je nach Größe und Ausschmückung. Fast jede Armaturenfabrik hat ein andres Modell für diese Hydranten, die außerhalb des Fuhrwerksverkehrs, meist am Rande der Trottoirs, aufgestellt werden. Oft bringt man dieselben in Verbindung mit Gaskandelabern oder mit Ventilbrunnen; doch empfiehlt sich dies im allgemeinen nicht, weil die bei Feuerwehreinrichtungen sehr wesentliche Einfachheit der Konstruktion dadurch beeinträchtigt wird. — Vgl. a. D.R.P. Nr. 47080, 56958, 87993, 118771, 119146.

C. Blecken.

Ueberführung, Unterführung, s. Wegkreuzungen.

Uebergangsformation, s. v. w. paläozoische Formationsgruppe; s. Schichtgesteine.

Uebergangskurven, s. Krümmungsverhältnisse der Eisenbahnen.

Ueberhitzer sind meistens röhrenförmige, seltener plattenförmige Vorrichtungen, in die gesättigter Wasserdampf vom Dampfraum des Kessels oder — bei Zwischenüberhitzung — vom Hochdruckzylinder einer Verbundmaschine aus eingeleitet wird, um durch Wärmeaufnahme bei annähernd konstant bleibendem Drucke überhitzt zu werden. Die Wärmezufuhr erfolgt durch die Heizgase desselben Kessels oder einer selbständigen Feuerung.

I. Bauarten der Ueberhitzer.

Als **Baustoff** für die Ueberhitzerröhren kommt entweder zähes, feuerbeständiges Gußeisen oder Schmiedeeisen in Betracht. Die Röhren des **gußeisernen Ueberhitzers** von E. Schwörer (Fig. 1 und 2) erhalten außen zur Vergrößerung der wärmeaufnehmenden Heizfläche radiale Rippen, innen zur Vergrößerung der wärmeabgebenden Heizfläche axiale Längsrippen. Die Außen- und Innenrippen erhöhen außerdem die Festigkeit der Rohrwand in wünschenswerter Weise. Die Röhren werden durch gußeiserne Krümmer miteinander verbunden und bilden einen einzigen Rohrstrang (Hintereinanderschaltung). Die Flanschverbindungen sind den Heizgasen ausgesetzt und werden mit einem eingelegten Stahlring unter Verwendung eines feuerfesten Kittes gedichtet. Die Fig. 3—5 geben den Einbau eines Schwörer-Ueberhitzers von 50 qm Rippenheizfläche in einen Zweiflammrohrkessel der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann von 100 qm Heizfläche, 2,9 qm Rostfläche und 12 Atmosphären Ueberdruck wieder [4], [5]. Die Drehachse der Schamotteklappe ist hohl und steht behufs Kühlung mit dem Schornstein in Verbindung. Der Ueberhitzer gestattet, den Dampf um etwa 100° zu überhitzen. — Bei dem gußeisernen Ueberhitzer der Gebr. Böhmer, Magdeburg-Buckau (Fig. 6 bis 10) sind die Rohre außen gerippt, innen dagegen glatt; eine Wand teilt das Innere eines Rohres in zwei Hälften, die vom Dampfe nacheinander durchströmt werden. Die Verbindung der Rohre erfolgt infolgedessen nur an einem Ende durch besonders ausgebildete Gußstücke, was den Vorteil aufweist, daß sich die Rohre bequem ausdehnen können, ohne die Flanschdichtungen in Mitleidenschaft zu ziehen. Alle Rohre sind hintereinander geschaltet. Die Flanschdichtung ist aus den Fig. 9 und 10 ersichtlich; ein elastischer schmiedeeiserner Ring preßt sich beim Anziehen der Flanschschrauben gegen die eingelegten Drahtseile. Der noch verbleibende Zwischenraum wird von feuerfestem Kitt ausgefüllt.

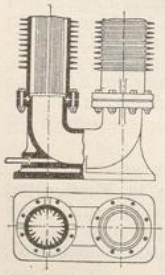
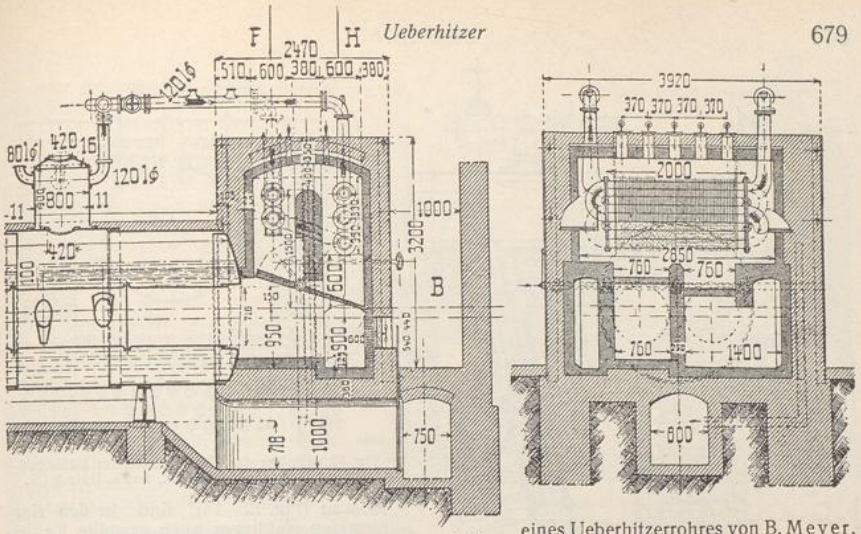


Fig. 1 u. 2. Rohr und Verbindungskrümmer des Ueberhitzers von E. Schwörer.

Ueberhitzer mit schmiedeeisernen Rohren sind in den mannigfachsten Konstruktionen in Gebrauch. Am meisten werden einfache glatte, nahtlose Rohre verwendet. Abweichend hiervon zeigt Fig. 11 den Querschnitt



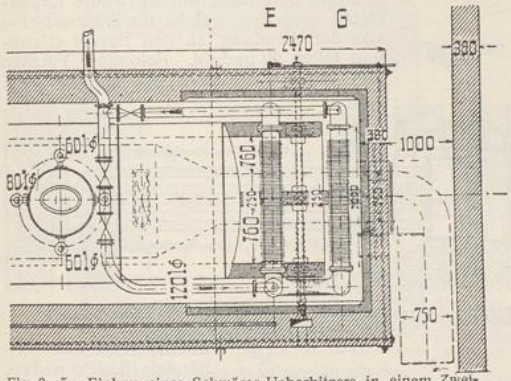


Fig. 3—5. Einbau eines Schwörer-Ueberhitzers in einem Zweiflammrohrkeſſel der Sächſ. Maſchinenfabrik vorm. R. Hartmann.

Dieſer Vorteil wird allerdings durch das etwas größere Gewicht und die höheren Herſtellungskoſten entſprechend eingeſchränkt. — Es ſind auch ineinander geſchaltete Rohre, ſogenannte Doppelrohre, angewendet worden, bei denen der ringförmige Hohlraum vom Dampfe durchſtrömt wird. Die Außenfläche wird von den Heizgaſen beſpült, während

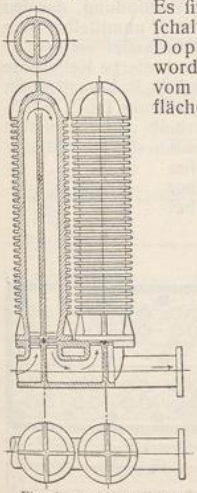


Fig. 6—8. Ueberhitzer der Gebr. Böhmer.

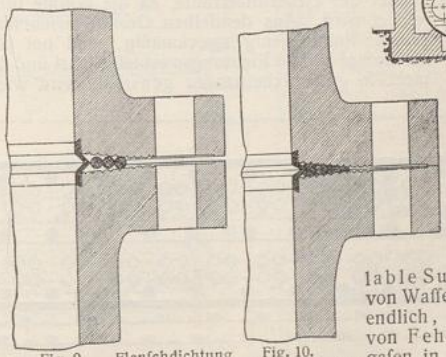


Fig. 9 (vor Anziehen der Schrauben). Flanſchdichtung der Gebr. Böhmer.

Fig. 10. (nach Anziehen der Schrauben).

eines Ueberhitzerrohres von B. Meyer, Oberſchleſiſche Keſſelwerke, Gleiwitz, bei dem in das glatte Rohr Kreuzeiſen eingewalzt wird. Letzteres wird vor dem Einwalzen verdreht, d. h. mit Drall verſehen, ſo daß der durchſtrömende Dampf in eine drehende Bewegung verſetzt wird, durch welche die kälteren und daher ſpezifiſch ſchwereren Dampfteile, vor allem aber etwa vorhandenes Waſſer, infolge der Fliehkraft an die Rohrwand gedrängt werden. Nach Verſuchen iſt der Wärmedurchgang dieſer Rohre um 40—50 % höher als bei gewöhnlichen glatten Rohren [1].



Fig. 11. Querſchnitt des Ueberhitzerrohrs von B. Meyer.

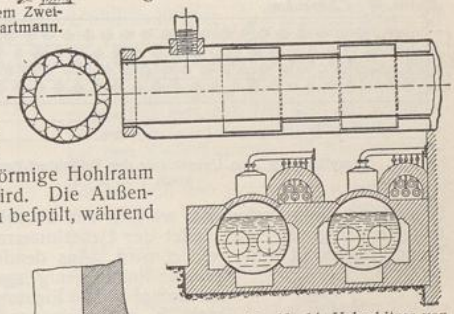


Fig. 12—14. Ueberhitzer von Fehrmann.

das innere Rohr entweder, wie beim Ueberhitzer von Adorjan, mit der Luft in Verbindung ſteht, oder, wie beim Ueberhitzer der Cruſe Controllable Superheater Company, von Waſſer durchſtrömt wird, oder endlich, wie beim Ueberhitzer von Fehrmann, mit den Heizgaſen in Berührung kommt. Bei dem Ueberhitzer von Fehrmann,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

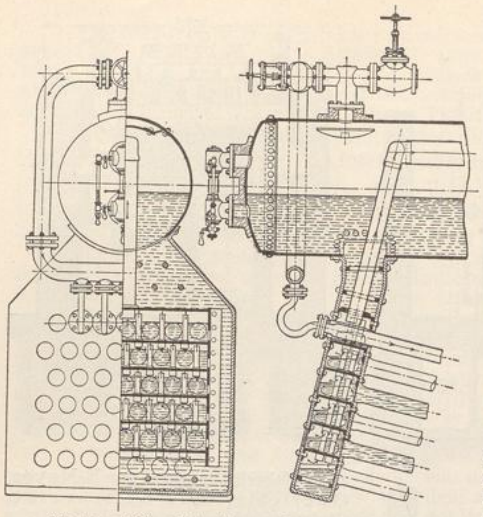


Fig. 15 und 16. Ueberhitzer mit geraden Rohren am Gehre-Keffel.

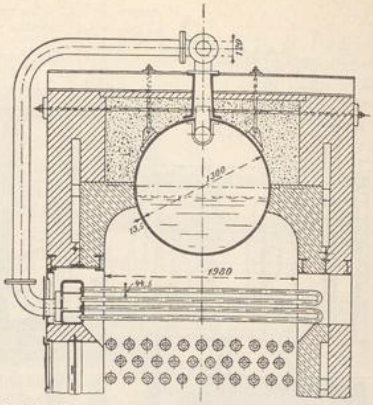


Fig. 19. Einbau des Ueberhitzers der Düffeldorf-Ratinger Röhrenkeffelfabrik, vorm. Dürr & Co.

im allgemeinen nicht zuzufprechen, da fich mit dem gleichen Gewichte einfacher glatter Rohre meiftens diefelbe, wenn nicht eine höhere Leiftung erzielen läßt.

Die **Form und Anordnung der Ueberhitzerrohre** ift eine fehr verfchiedene. Die Fig. 15 und 16 zeigen einen Ueberhitzer mit geraden Rohren am Gehre-Keffel (vgl. a. Bd. 2, S. 569, Fig. 18). Die Moskau (Fig. 12—14), find in den ringförmigen Hohlraum noch gewellte Kupferbleche eingelegt, welche die Wärmeabgabe von der Wandung an den Dampf erleichtern follen [3] und [5]. Befondere Vorzüge find den Ueberhitzern mit Doppelröhren

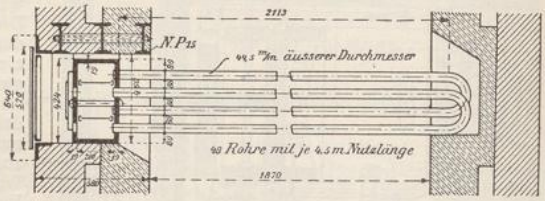


Fig. 17. Ueberhitzer der Düffeldorf-Ratinger Röhrenkeffelfabrik, vorm. Dürr & Co.

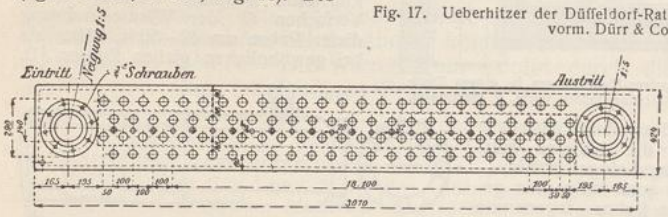


Fig. 18. Dampfkammer zum Ueberhitzer der Düffeldorf-Ratinger Röhrenkeffelfabrik, vorm. Dürr & Co.

oberfte Reihe des Rohrbündels ift nicht waffer-, fondern dampfgefüllt. Jedes Rohr fteht vorn durch einen elaftifchen Krümmer mit einem Dampfverteilungsrohr in Verbindung, das den Dampf unmittelbar vom Oberkeffel empfängt. Am hinteren Keffelende find die Rohre mit einem Dampffammelrohr verbunden, welches den überhitzten Dampf in die Dampfleitung führt. Nachteilig ift der große Durchmeffer der Ueberhitzerrohre, da die Wärme innerhalb des überhitzten Dampfes fchlecht weitergeleitet wird. Aus demfelben Grunde erfcheint auch die Anwendung gerader Rohre wenig zweckmäßig, weil bei diefen der Dampf keinen Richtungswechfel erfährt und daher nicht fo gut durcheinander gewirbelt wird wie bei

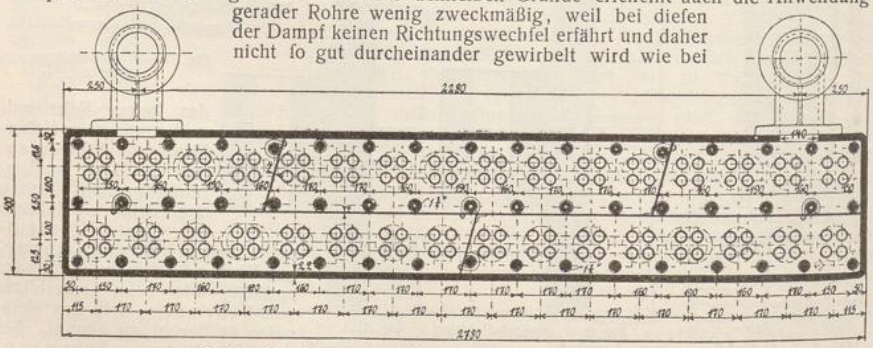


Fig. 20. Dampfkammer zum Ueberhitzer der Guilleaume-Werke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

U- oder S-förmig gebogenen Rohren oder Rohrſpiralen. — Die Fig. 17—19 zeigen den Ueberhitzer der Düſſeldorf-Ratinger Röhrenkeſſelfabrik vorm. Dürr & Co. Die U-förmig gebogenen Rohre haben 44,5 mm äußeren Durchmeſſer und ſind in der Rohrwand der ſchmiedeeiſernen geſchweißten Dampfkammer (Fig. 18) eingewalzt. Von den 48 Rohren ſind die Hälfte parallel geſchaltet. Die Verbindung der beiden hintereinander geſchalteten Hälften geſchieht mit Hilfe der Dampfkammer, die durch eingelegte Zwiſchenbleche in die erforderlichen Kammerabteilungen zerlegt iſt (in Fig. 18 punktiert). Die Verſteifung der Kammerwände erfolgt mit Hilfe von 28 bezw. 32 mm ſtarken Stehbolzen. Der Einbau des Ueberhitzers geſchieht nach Fig. 19 zwiſchen dem Waſſerrohrbündel und dem Oberkeſſel.

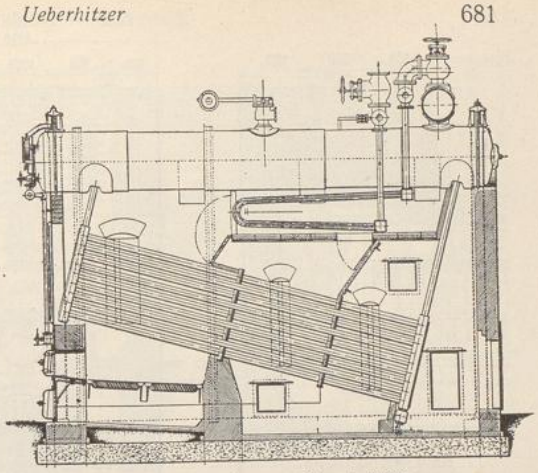
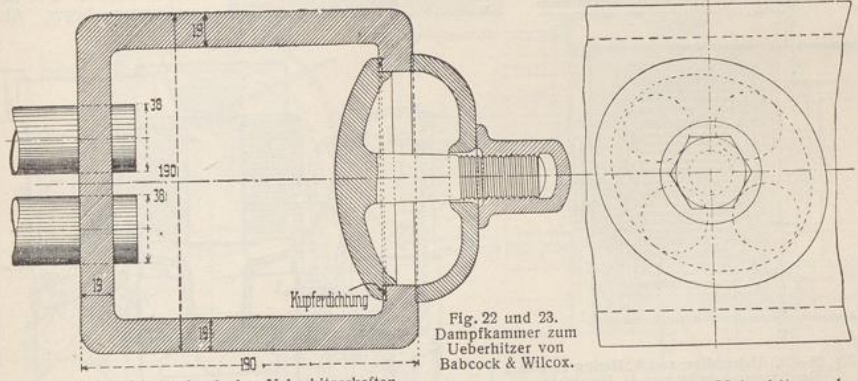


Fig. 21. Ueberhitzer von Babcock & Wilcox.



Querſchnitt durch den Ueberhitzerkaſten.

Fig. 22 und 23. Dampfkammer zum Ueberhitzer von Babcock & Wilcox.

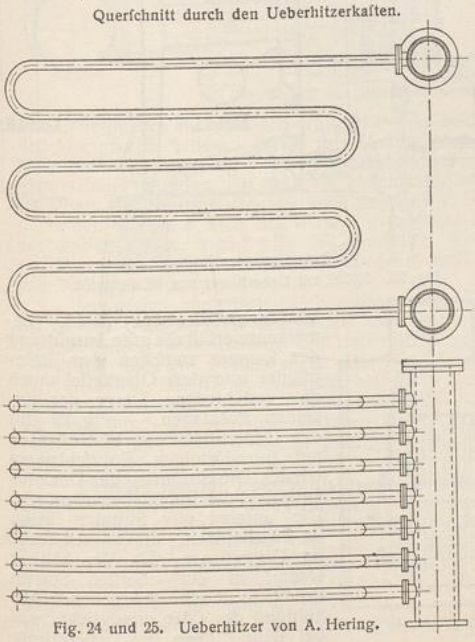


Fig. 24 und 25. Ueberhitzer von A. Hering.

Aehnlich gebaut iſt der Ueberhitzer der Guilleaume-Werke, Neuſtadt a. d. H. (Fig. 20), doch ſind hier je vier Rohre zu einem Bündel vereinigt und durch ein gemeinſames Loch in der Dampfkammerwand zugänglich gemacht. Die Zahl der Kammerverſchlüſſe (koniſche Innenverſchlüſſe, wie bei den Waſſerkammern) iſt hierdurch auf den vierten Teil vermindert; 16 Rohre ſind parallel und vier Rohrlagen hintereinander geſchaltet. Der Einbau des Ueberhitzers am Keſſel der Guilleaume-Werke erfolgt zwiſchen Waſſerrohrbündel und Oberkeſſel, doch pflegt die Dampfkammer in der hinteren Stirnwand der Keſſeleinmauerung zu liegen [4], [5]. — Bei dem Ueberhitzer von Babcock & Wilcox (Fig. 21) ſind getrennte Dampfkammern für den Eintritt und Austritt des Dampfes vorhanden. Die Fig. 22 und 23 zeigen einen Schnitt durch die geſchweißte Dampfkammer und den Verſchluß der Rohrlöcher, der auch hier für vier Rohre gemeinſam erfolgt. Die Verſchlußdeckel ſind oval und werden mit einem Kupferring abgedichtet. Von den Ueberhitzern mit S-förmigen Rohrſchlangen hat beſonders derjenige von A. Hering, Nürnberg, weite Verbreitung gefunden. Die Fig. 24 und 25 zeigen die übliche Anordnung der Rohrſchlangen. Die Dampfkammern ſind zylindriſch und werden meiſtens aus Guß-

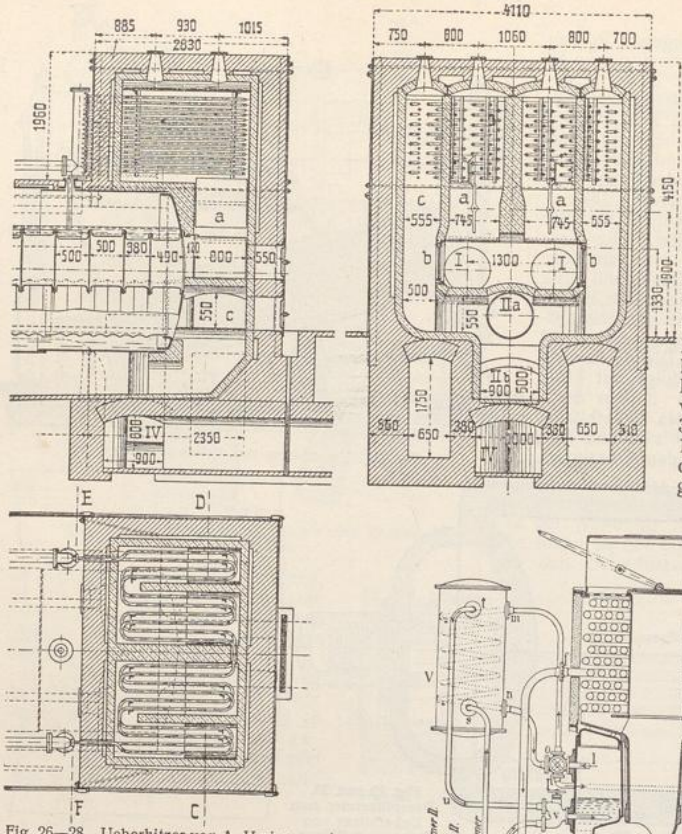


Fig. 26—28. Ueberhitzer von A. Hering an einem Dreiflammrohrkeſſel von H. Pauckſch.

eiſen hergeſtellt. Die Rohre werden mit Flanſchen, die aber außerhalb der Heizkanäle liegen, an den Dampfkammern befeſtigt; die Firma A. Hering führt jedoch auch ſchmiedeeiſerne geſchweißte Kammern mit eingewalzten Ueberhitzerrohren aus. Die Fig. 26 bis 28 geben den Einbau eines Hering ſchen Ueberhitzers von 35 qm Heizfläche in einen Dreiflammrohrkeſſel der Firma H. Pauckſch von 110 qm Heizfläche, 3,33 qm Roſtfläche und 11 Atmoſphären Ueberdruck wieder. Zur Regulierung bezw. Abſperrung ſind die beiden Klappen *a* und *b* vorhanden [5]. — S-förmige Rohrſchlangen weiſt auch der Ueberhitzer am Keſſel von Göhrig & Leuchs (S. 522) auf. Der geſättigte Dampf ſtrömt (vgl. die Pfeile) den beiden äußeren Dampfkammern zu und wird überhitzt aus der mittleren Kammer abgeleitet. Die erſte Hälfte der Rohrſchlangen liegt im Parallelſtrom, die zweite im Gegenſtrom zu den Heizgaſen. — Einen weiteren Ueberhitzer mit S-förmigen Röhren an einem Keſſel von Petry Dereux zeigt Fig. 1 bei

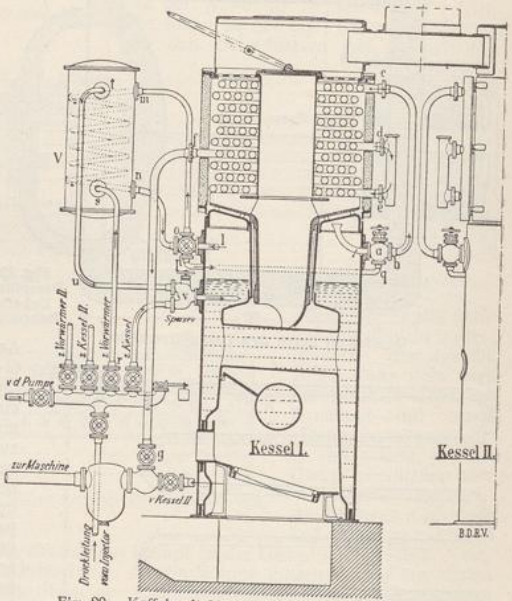


Fig. 29. Keſſel mit Ueberhitzer von W. Schmidt.

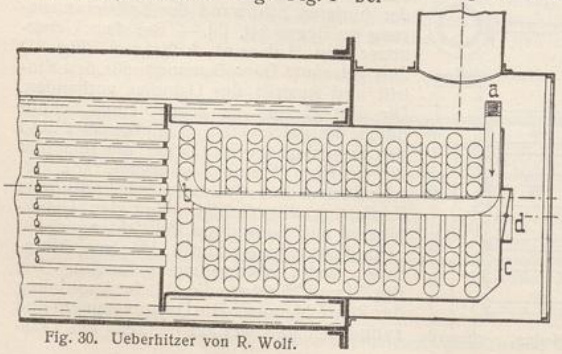


Fig. 30. Ueberhitzer von R. Wolf.

Waſſerabſcheider (ſ. d.). Bemerkenswert iſt die gute Ausnutzung des Raumes zwiſchen dem Rohrbündel und dem Oberkeſſel durch die verſchiedene Länge der einzelnen Rohrlagen. — Fig. 29 gibt den Ueberhitzer von W. Schmidt mit ſpiralförmigen Rohrſchlangen wieder. Die Strömung des Dampfes entſpricht den Buchſtaben *abcdefg*. Die unteren vier Spiralen liegen im Parallelſtrom, die oberen ſechs im Gegenſtrom. Da der kälteſte Dampf in der oberſten Spirale ſtrömt, ſo iſt eine weitgehende Abkühlung der Gaſe ermöglicht, was bei dem Einbau des Ueberhitzers

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

am Ende des Heizgaskanales von besonderer Wichtigkeit ist. Außerdem bietet diese Vereinigung von Parallel- und Gegenstrom den Vorteil, daß die unterste Rohrschlange, die mit den heißesten Gasen in Berührung kommt, nicht zugleich den heißesten Dampf enthält, wie es beim reinen Gegenstrom der Fall wäre. Aehnliche Wirkung hat die Vereinigung von Parallel- und Gegenstrom beim Ueberhitzer von Göhrig & Leuchs, doch ist hier die Forderung, daß der kälteste Dampf mit den kältesten Gasen zusammentrifft, nicht von der gleichen Bedeutung, da die Gase hinter dem Ueberhitzer noch die Hälfte der Kesselheizfläche zu bestreichen haben. Eine weitere Ausführung eines Schmidtschen Ueberhitzers an einem Flammrohrkessel ist unter Vorwärmer (Fig. 14) zu finden. — Für Lokomobilen wendet R. Wolf, Magdeburg-Buckau, die in Fig. 30 dargestellte Bauart

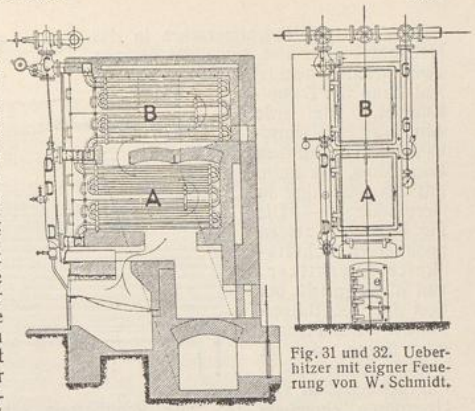


Fig. 31 und 32. Ueberhitzer mit eigner Feuerung von W. Schmidt.

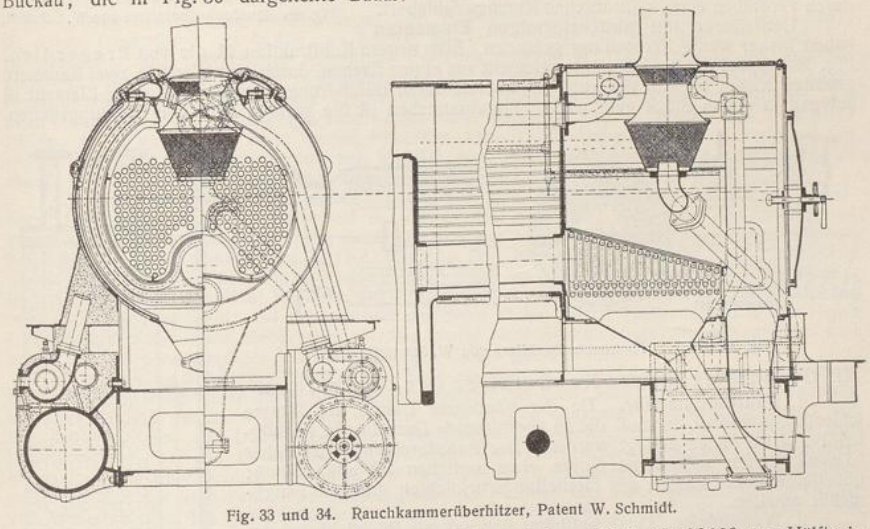


Fig. 33 und 34. Rauchkammerüberhitzer, Patent W. Schmidt.

des Ueberhitzers an. Die Ueberhitzerkammer reicht nach dem D.R.P. Nr. 98980 zur Hälfte in den Dampfkessel hinein. Durch die Kürzung der Heizrohre des Kessels erhält der Ueberhitzer Gase von der notwendig hohen Temperatur. Die erste Spirale ist nach dem D.R.P. Nr. 96592 exzentrisch gewunden, um die Gase gleichmäßig auf den ganzen Ueberhitzer zu verteilen. Die Schaltung der Rohrspiralen soll nach dem D.R.P. Nr 85440 derart erfolgen, daß der Dampf von der ersten Spirale *b* nach der letzten, von dieser zur zweiten, von dieser zur vorletzten, dann zur dritten u. s. w. strömt. Es soll hierdurch für die erste Hälfte der Spiralen Parallelstrom, für die zweite Gegenstrom erreicht werden, doch ist diese Schaltung umständlicher als die bei Fig. 29 angewandte.

Die bisher angeführten Ueberhitzer waren Kesselzugüberhitzer, d. h. der Ueberhitzer lag in den Heizgaszügen des Kessels und wurde mit denselben Heizgasen wie dieser geheizt. Es gibt Fälle, in denen aber der Ueberhitzer getrennt vom Kessel aufgestellt und **mit eigner Feuerung** versehen werden muß. Die Fig. 31 und 32 zeigen einen solchen Ueberhitzer von W. Schmidt. Die Dampfströmung entspricht den Buchstaben *CD, DE*. Die Vorteile dieser Schaltung: Kühlung der der Feuerung zunächst liegenden Rohre und weitreichende Abkühlung der Gase durch die mit dem kältesten Dampf gefüllten Rohre sind bei einem Ueberhitzer mit eigner Feuerung noch höher zu veranschlagen, als bei dem am Kesselende liegenden Ueberhitzer (Fig. 29).

Ueberhitzer für Lokomotiv- und Schiffskessel sind in verschiedenen Bauarten zur Ausführung gekommen. Bei dem Rauchkammerüberhitzer für Lokomotiven von W. Schmidt (Fig. 33 und 34) wird an Stelle der unteren Heizröhren ein Flammrohr angeordnet, das einen entsprechenden Teil der Heizgase zu dem aus spiralförmigen Röhren gebildeten, im unteren Teil der Rauchkammer eingebauten Ueberhitzer führt. — Fig. 35 zeigt den Rauchrohrüberhitzer für Lokomotiven von W. Schmidt; hier sind die oberen Heizröhren mit derartig großem Durchmesser ausgeführt, daß sie je vier Ueberhitzerrohre aufnehmen können. Aus einer stählernen, in der Rauchkammer liegenden Dampfkammer gelangt der Dampf durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwei der vier Ueberhitzerrohre in das Heizrohr hinein und durch die übrigen zwei wieder heraus zu einer andern Abteilung der Dampfkammer. Die erſte Abteilung der Dampfkammer ſteht mit dem Dampfdom, die andre mit der Maſchine in Verbindung. — Die Fig. 36 und 37 zeigen noch einen Schiffskeſſelüberhitzer von W. Schmidt, bei dem die Ueberhitzerrohre in einem Flammrohr liegen, das an Stelle einer entſprechenden Zahl von Heizröhren eingebaut iſt. Die Regulierung erfolgt durch Verdrehen eines zylindriſchen Rauchgasſchiebers.

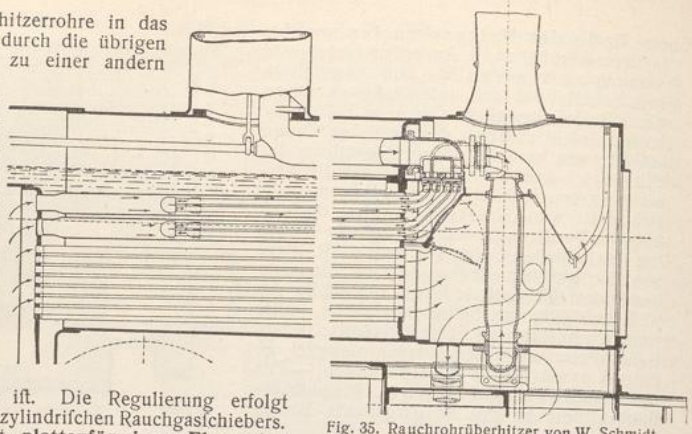


Fig. 35. Rauchrohrüberhitzer von W. Schmidt.

Ueberhitzer mit **plattenförmigen Elementen** haben bisher wenig Verbreitung gefunden. Eine neuere Konſtruktion iſt die von Pregardien, Fig. 38—40, bei der das Ueberhitzerelement aus einem flachen, durch eine Wand in zwei Kammern geteilten Kaſten beſteht, der von kurzen Heizröhren durchdrungen wird. Das ganze Element iſt autogen in einem Stück geſchweißt. Hervorzuheben iſt die geringe Zahl von Dichtungsſtellen.

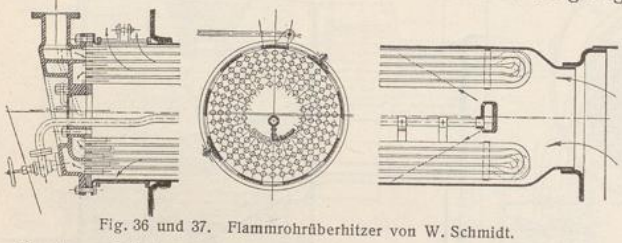


Fig. 36 und 37. Flammrohrüberhitzer von W. Schmidt.

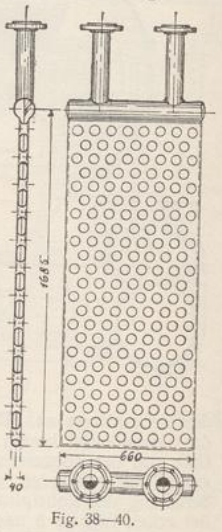


Fig. 38—40.

II. Grundſätze für die Konſtruktion der Ueberhitzer.

1. **Rohrdurchmeſſer.** Da der überhitzte Dampf die Wärme ſchlecht weiterleitet, ſo muß die zu überhitzende Dampfmaſſe in möglichſt dünne Fäden zerlegt werden. Der Rohrdurchmeſſer ſei daher klein, für ſchmiedeeiſerne Rohre etwa zwiſchen 30 und 50 mm; gußeiſerne Rohre müſſen aus Herſtellungsrückſichten größeren Durchmeſſer erhalten.

2. **Wandſtärke.** Dieſe beſtimmt ſich: a) mit Rückſicht auf genügende Feſtigkeit gegen inneren Druck; b) mit Rückſicht auf ausreichende Sicherheit gegen Durchbrennen; c) mit Rückſicht auf genügende Wärmeaufſpeicherung. Gewöhnlich iſt b) oder c) maßgebend, da a) für dünne Rohre ſehr kleine Werte liefert. Die Wärmeaufſpeicherung der Rohrwand ſoll im allgemeinen ſo groß ſein, daß die mit dem normalen Betriebe verbundenen Unregelmäßigkeiten (Oeffnen der Feuertür, Beſchickung des Roſtes u. ſ. w.) keinen erheblichen Einfluß auf die Dampftemperatur auszuüben vermögen. Schmiedeeiſerne Rohre erhalten $2\frac{1}{2}$—6 mm, gußeiſerne etwa 20 mm Wandſtärke.

3. **Rohrform.** Die gerade Form iſt im allgemeinen nicht zu empfehlen, da zur Erzielung einer guten Durchwirbelung ein mehrmaliger Richtungswechſel des Dampfes erwünſcht iſt. U-förmig gebogene Röhren ſind bequem herzuſtellen, laſſen ſich leicht entwäſſern, bedürfen keiner beſonderen Zwiſchenſtützung im Feuerraum, erfordern aber mehr Dichtungsſtellen als S-förmig gebogene Röhren. Dieſe müſſen bei großer Länge zuſammengeſchweißt oder verſchraubt werden; die Entwäſſerung iſt ſchwieriger ausführbar, bei ſenkrecht hängenden Rohrſchlangen überhaupt unmöglich; die einzelnen Windungen müſſen beſonders unterſtützt werden, doch iſt die Zahl der Dichtungen gering, auch ermöglicht dieſe Rohrform eine ſehr gute Anpaſſung an den zur Unterbringung gegebenen Raum. Spiralförmig gebogene Röhren verurſachen mehr Arbeit bei der Herſtellung; die Entwäſſerung iſt nur bei ſenkrechter Achſe der Spirale möglich; es kann eine verhältnismäßig große Heizfläche auf verhältnismäßig kleinem Raum untergebracht werden.

4. **Parallel- und Hintereinanderſchaltung der Rohre.** Maßgebend iſt die Dampfgeſchwindigkeit; iſt dieſe zu klein, ſo iſt der Wärmedurchgang ungenügend; iſt ſie zu groß, ſo wird der Druckabfall im Ueberhitzer zu bedeutend. Man ſchaltet ſoviel Rohre parallel, daß die Dampfgeſchwindigkeit möglichſt nicht unter 6 m/sec bezw. nicht über 20 m/sec ausfällt. Die übrigen Rohre werden nötigenfalls hintereinander geſchaltet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

5. **Einbauſtelle.** Je höher der Dampf überhitzt werden ſoll, um ſo heißer müſſen die Gaſe ſein, die ihn beſtreichen. Einbau im Fuchs ermöglicht nur eine geringe Ueberhitzung, falls der Keſſel normal belaſtet iſt. Bei den beiden Ausführungen, Fig. 29 und 30, wo der Ueberhitzer für hohe Ueberhitzung am Ende der Keſſelheizfläche liegt, iſt die Ueberhitzerheizfläche verhältnismäßig groß gegenüber der Keſſelheizfläche, ſo daß letztere relativ hoch belaſtet iſt und die Gaſe noch mit hoher Temperatur in den Ueberhitzer treten. Die zweckmäßigſte Einbauſtelle hängt vorwiegend vom Keſſelſyſtem ab. Beim Flammrohrkeſſel liegt der Ueberhitzer am Ende der Flammrohre beim Uebergang der Gaſe aus dem erſten in den zweiten Zug (Fig. 3—5 und 26—28); das gleiche gilt vom vereinigten Flammrohr- und Heizrohrkeſſel. Beim einfachen Heizrohrkeſſel (Lokomobil-, Lokomotiv-, Schiffskeſſel) erfolgt der Einbau hinter bezw. im Röhrenbündel (Fig. 30 und 33—37). Beim Waſſerrohrkeſſel wird der Ueberhitzer regelmäßig zwiſchen Röhrenbündel und Oberkeſſel eingebaut (Fig. 15, 16, 19 und 21). Die vorgeſchaltete Waſſerrohrheizfläche wird hierbei um ſo kleiner gewählt, je höher der Dampf überhitzt werden ſoll. Je kleiner die vor dem Ueberhitzer liegende Keſſelheizfläche iſt, je heißer alſo die Gaſe zum Ueberhitzer gelangen, um ſo kleiner kann für dieſelbe Leiſtung die Ueberhitzerheizfläche gewählt werden, um ſo größer iſt aber die Gefahr einer Beſchädigung der Rohre. Wenn irgend möglich, iſt der Einbau ohne Vergrößerung des Keſſelmauerwerkes zu bewirken. Die Unterbringung in beſonderen an- oder aufgebauten gemauerten Kammern (Fig. 3—5 und 26—28) iſt wegen der Vergrößerung der Wärmeausſtrahlung nur dann gerechtfertigt, wenn in andrer Weiſe die Unterbringung der Ueberhitzerheizfläche nicht möglich iſt.

6. **Gegenſtrom und Parallelſtrom von Gas und Dampf.** Für die Wärmeausnutzung iſt reiner Gegenſtrom am beſten, da hierbei die Gaſe zuletzt mit dem kälteſten Dampf zuſammentreffen, alſo weitgehende Abkühlung der Gaſe möglich iſt. Da aber auch die heißeſten Gaſe mit dem heißeſten Dampf zuſammentreffen, ſo iſt bei hohen Gastemperaturen bezw. hoher Dampfüberhitzung die Gefahr des Verbrennens der Rohre für Gegenſtrom am größten. Da beim Parallelſtrom die Rohre gegen Verbrennen beſſer geſchützt ſind, ſo wendet man in ſolchen Fällen, wo dieſer Schutz nicht entbehrt werden kann (hohe Ueberhitzung, Ueberhitzer mit eigner Feuerung), eine Vereinigung von Parallel- und Gegenſtrom an, wie ſie aus den Fig. 29 bis 32 (auch Fig. 2, S. 522) und den dazugehörigen Beſchreibungen erſichtlich iſt.

7. **Schutzklappen und Schieber.** Dieſe ſind notwendig, wenn es ſich um hohe Gas- bezw. Dampftemperaturen handelt und der Ueberhitzer zeitweiſe, z. B. beim Anheizen, nicht vom Dampfe durchſtrömt wird. Die Zahl der Klappen oder Schieber iſt nach Möglichkeit zu beſchränken; häufig genügt ein Abſperrorgan (vgl. Fig. 2, S. 522, und Bd. 2, S. 569, Fig. 19), da es nur nötig iſt, das Vorbeiſtreichen der Gaſe zu verhüten, während eine einfache Beſtrahlung vom Ueberhitzer meiſtens gut ertragen wird. Die Klappen werden aus Schamotte oder Gußeiſen hergeſtellt; die Lebensdauer derſelben iſt bei hohen Temperaturen in der Regel eine geringe. Gußeiſerne Ueberhitzer werden häufig ohne Schutzvorrichtungen ausgeführt und haben ſich bei zweckmäßiger Beſchaffenheit des Eiſens gut bewährt.

8. **Regelung der Dampftemperatur.** Kurz andauernde Einwirkungen, die eine Aenderung der Dampftemperatur veranlaſſen, ſollen durch ausreichend große Maſſe der Ueberhitzerwandung in ihrem Einfluß möglichſt gehemmt werden. Für länger andauernde Einwirkungen hat ſich die Regelung des am Ueberhitzer vorbeiſtreichenden Gasgewichtes durch Einſtellen von Regulierungsklappen am zweckmäßigſten erwieſen. Das Einſpritzen von Waſſer in den Ueberhitzer iſt wenig gebräuchlich. Damit ſich in den ſchwer zu reinigenden Rohren kein Keſſelſtein anſetzt, müßte mit keſſelſteinfreiem Waſſer gearbeitet werden. Der Hauptnachteil iſt die Gefahr von Waſſerſchlägen bei unvorſichtiger Bedienung. Eine Regelung der Dampftemperatur durch Aenderung der Ueberhitzerheizfläche iſt zwar zur Ausführung gekommen (L. Koch, Sieghütte-Siegen), wird aber zu umſtändlich und zu teuer [1]. Die Miſchung des überhitzten Dampfes mit geſättigtem ermöglicht zwar eine Regelung der Dampftemperatur, doch iſt das erzielte Gemiſch ſchwer von gleichmäßiger Beſchaffenheit zu erhalten. Außerdem kommt die Regelung nur der Verbrauchsſtelle zugute, während die Ueberhitzerheizfläche die volle Temperaturänderung aushalten muß.

III. Berechnung der Ueberhitzerheizfläche [5].

Es bezeichne: D die ſtündlich zu überhitzende Dampfmenge in Kilogramm; B den ſtündlichen Brennſtoffverbrauch in Kilogramm; L die zur Verbrennung von 1 kg Brennſtoff erforderliche theoretiſche Luftmenge; m das Verhältnis der wirklichen Luftmenge zur theoretiſchen; $H\ddot{u}$ die Heizfläche des Ueberhitzers in Quadratmeter, k den Wärmedurchgangskoeffizienten, d. h. den ſtündlichen Wärmedurchgang in Wärmeeinheiten/Quadratmeter Heizfläche für 1° Temperaturunterſchied zwiſchen den Feuergaſen und dem Dampfe, T_1 bezw. T_2 die Temperaturen der Feuergaſe vor bezw. hinter dem Ueberhitzer, t bezw. t_1 die Dampftemperaturen am Ueberhitzer beim Eintritt bezw. beim Austritt, w den Feuchtigkeitsgrad des Dampfes, d. h. das Gewicht Waſſer in Kilogramm, das in 1 kg Dampf enthalten iſt; c_1 die ſpezifiſche Wärme für 1 kg Waſſerdampf (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 81); c_2 die ſpezifiſche Wärme für 1 kg Heizgas. Der zur Verdampfung des mitgeführten Waſſers und zur Ueberhitzung des Dampfes erforderliche ſtündliche Wärmebetrag iſt

$$Q = D\,[c_1\,(t_1 - t) + w\,(606{,}5 - 0{,}717\,t)]. \qquad 1.$$

Nimmt man den Wärmedurchgang proportional der mittleren, zwiſchen Heizgaſen und Dampf beſtehenden Temperaturdifferenz an, ſo folgt für den ſtündlichen Wärmedurchgang auch die Gleichung

$$Q = k\,H\ddot{u}\left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_1 + t}{2}\right) \text{ bezw. } H\ddot{u} = \frac{2\,Q}{k\,(T_1 + T_2 - t_1 - t)}. \qquad 2.$$

Die Werte D, t und t_1 ſind als gegeben vorauszuſetzen; w wird unter normalen Verhältniſſen bei kurzer Leitung zwiſchen Keſſel und Ueberhitzer $= 0$ geſetzt werden dürfen. Iſt die Leitung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwiſchen Keſſel und Ueberhitzer verhältnismäßig lang, z. B. bei Ueberhitzern mit eigner Feuerung, ſo iſt die Berückſichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes unter entſprechender Schätzung des in der Leitung kondenſierten Dampfes notwendig, da es wirſchaftlich ratſamer ſein wird, das Kondenswaſſer nicht abzuzapfen, ſondern dem Ueberhitzer zur Verdampfung und Ueberhitzung zuzuführen. — Zuverläſſige Angaben über den Wärmedurchgangskoeffizienten k können zurzeit noch nicht gemacht werden, da der Einfluß der verſchiedenen, die Höhe von k beſtimmenden Größen noch völlig unaufgeklärt iſt. Nach den bisherigen Erfahrungen wird für Keſſelzugüberhitzer im allgemeinen $k = 10$ bis 15 zu ſetzen ſein; doch ſind bei praktiſchen Verſuchen an Ueberhitzern außerordentlich verſchiedene Werte für k ermittelt worden; insbeſondere haben ſich bei Ueberhitzern mit eigner Feuerung erheblich größere Werte bis zu $k = 30$ und darüber gezeigt, ohne daß es bisher gelungen iſt, die Gründe für die verſchiedene Höhe von k klarzulegen. Nur ſoviel ſcheint feſtzuſtehen, daß k mit der Größe der an der Ueberhitzerheizfläche vorbeigeführten Gasmenge, alſo mit der Geſchwindigkeit der Heizgaſe in den Kanälen bezw. der Anſtrengung der Anlage erheblich zunimmt. Einen nicht unweſentlichen Einfluß dürfte auch die Führung der Gaſe ausüben, indem k um ſo höher ausfallen wird, je vollſtändiger alle Teile der Heizfläche beſtrichen werden. Tote Räume, in denen ſich nur eine unvollkommene Gasbewegung ausbilden kann, ſind beim Einbau des Ueberhitzers ſtreng zu vermeiden.

Bei Ueberhitzern mit eigner Feuerung kann $T_1 = 800$—900^0 und $T_2 = 250$—300^0 geſetzt werden. Eine derartig weitgehende Abkühlung iſt natürlich nur bei geeigneter Führung von Dampf und Heizgaſen zu erreichen. Bei Keſſelzugüberhitzern hängt T_1 von der Einbauſtelle ab. Soll der Ueberhitzer nachträglich am Keſſel angebracht werden, ſo läßt ſich T_1 durch Meſſung beſtimmen. Bei Neuanlagen kann man für mittlere Keſſelanſtrengung folgende Angaben verwenden:

1. Hinter Flammrohren: a) bei einfachen Flammrohrkeſſeln üblicher Länge $T_1 = 500$—600^0; b) bei übereinander liegenden Doppelkeſſeln $T_1 = 600$—800^0.

2. Zwiſchen Waſſerröhrenbündel und Oberkeſſel: a) wenn etwa $^2/_3$ der Keſſelheizfläche vorgeſchaltet wird, $T_1 = 400$—450^0; b) wenn etwa $^1/_2$ der Keſſelheizfläche vorgeſchaltet wird, $T_1 = 450$—550^0; c) wenn etwa $^2/_5$ der Keſſelheizfläche vorgeſchaltet wird, $T_1 = 550$—650^0.

3. In der Rauchkammer von Lokomobilkeſſeln mit gekürztem Röhrenbündel $T_1 = 400$—450^0.

Die Temperatur T_2 hinter dem Ueberhitzer kann unter der Vorausſetzung, daß ſämtliche Rauchgaſe den Ueberhitzer beſtreichen und hierbei nur Wärme an dieſen abgeben, berechnet werden aus der Beziehung:

$$Q = B\,(1 + m\,L)\,c_2\,(T_1 - T_2) \text{ bezw. } T_2 = T_1 - \frac{Q}{B\,(1 + m\,L)\,c_2}. \qquad 3.$$

Das wirkliche Luftgewicht für 1 kg Steinkohle kann zu $m\,L = 15$—20 kg, für 1 kg Braunkohle zu $m\,L = 10$—16 kg angenommen werden; ferner iſt $c_2 = 0{,}24$. Sind größere Ausſtrahlungsverluſte zu erwarten (Kammerüberhitzer) oder beſtreichen die Gaſe zugleich mit dem Ueberhitzer einen geringen Teil der Keſſelheizfläche (Oberkeſſel bei Waſſerröhrenkeſſeln), ſo kann dies durch Schätzung dadurch berückſichtigt werden, indem man den Wert T_2 etwas kleiner annimmt, als er ſich nach Gleichung 3 berechnet. Gelangt nur ein beſtimmter Teil des ganzen Rauchgasgewichtes $B\,(1 + m\,L)$, z. B. $^1/_2$, $^1/_3$ u. ſ. w. zum Ueberhitzer, ſo hat man in Gleichung 3 den Wert $B\,(1 + m\,L)$ mit dem entſprechenden Koeffizienten $^1/_2$, $^1/_3$ u. ſ. w. zu multiplizieren. Berner [1] empfiehlt, um die Temperatur T_2 unberückſichtigt laſſen zu können, für die Berechnung von $H\ddot{u}$ die Formel:

$$H\ddot{u} = \alpha\,\frac{H \cdot 0{,}48 \cdot (t_1 - t)}{T_1 - t_1}. \qquad 4.$$

Hierin iſt H die Heizfläche des Keſſels in Quadratmetern und α ein von t_1 abhängiger Wert; innerhalb der gebräuchlichen Temperaturen $t_1 = 250$—380^0 iſt nach Ermittlungen des Verfaſſers auf Grund der bisherigen Erfahrungen zu ſetzen [5]:

$$\alpha = 3{,}4 - 0{,}007\,t_1. \qquad 5.$$

Für Ueberhitzeranlagen, die in ähnlicher Weiſe mehrfach ausgeführt worden ſind und für die bereits gewiſſe Erfahrungen vorliegen, kann es genügen, die Ueberhitzerheizfläche einfach auf Grund der Keſſelheizfläche, der Roſtfläche und der Einbauſtelle zu ſchätzen. Iſt z. B. bei Waſſerröhrenkeſſeln die Hälfte der Heizfläche vorgeſchaltet, ſo erreicht man erfahrungsgemäß mit einer Ueberhitzerheizfläche von 10—12 % der Keſſelheizfläche eine Dampftemperatur von 240—260^0, von 20 % der Keſſelheizfläche eine ſolche von 300—320^0.

Wählt man die Ueberhitzerheizfläche zehnmal ſo groß wie die Roſtfläche, ſo erreicht man bei einer Keſſelbelaſtung von 15 kg für 1 qm Heizfläche und Stunde Dampftemperaturen, wenn $^1/_2$ der Keſſelheizfläche vorgeſchaltet wird, bis 300^0, wenn $^1/_3$ der Keſſelheizfläche vorgeſchaltet wird, bis 350^0. Vorſtehende Angaben gelten unter der Vorausſetzung, daß die geſamte Heizgasmenge den Ueberhitzer beſtreicht und daß hierbei keine erheblichen Wärmemengen an die Keſſelheizfläche abgegeben werden.

Literatur: [1] Berner, O., Die Erzeugung des überhitzten Waſſerdampfes, Berlin 1904. — [2] Dietrich, Max, Der moderne Dampfkeſſel der Kriegs- und Handelsſchiffe, Roſtock i. M. 1908. — [3] Herre, O., Anwendung des überhitzten Dampfes im Dampfmaſchinenbetriebe, Mittweida 1899. — [4] Derſ., Moderne Dampfkeſſelanlagen, Mittweida 1903. — [5] Derſ., Die Dampfkeſſel, Stuttgart 1906. — [6] Mentz, W., Schiffskeſſel, München und Berlin 1907. — [7] Reinert, E., Die modernen Dampfkeſſelanlagen, Stuttgart 1900. — [8] Schenkel, Der überhitzte Dampf, Wien 1897. — [9] Stach, Entwicklung und Anwendung der Dampfüberhitzung, Gelſenkirchen 1901. — [10] Tetzner, F., Die Dampfkeſſel, 3. Aufl., Berlin 1907; vgl. a. die Literatur unter Dampfkeſſel, Heißdampfmaſchinen u. ſ. w.; ferner ſind wertvolle Mitteilungen in den techniſchen Zeitſchriften (insbeſondere: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.; Mitteil. aus der Praxis des Dampfkeſſel- und Dampfmaſchinenbetriebes; Zeitſchr. d. bayeriſchen Dampfkeſſelüberwachungsvereins; Zeitſchr. d. Dampfkeſſelunterſuchungs- und Verſicherungsgeſellſchaft, A.-G. Wien u. ſ. w.) enthalten.

O. Herre.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueberhitzte Dämpfe, Ueberhitzung, f. Dampf, Dampf, überhitzter.

Ueberhöhung des äußeren Schienenſtranges, f. Krümmungsverhältniſſe, Bd. 5, S. 720.

Ueberhöhung von Trägern. Wenn ein Träger (f. d.) auf geeigneten Unterlagen (in möglichſt ſpannungsloſem Zuſtande) hergeſtellt wird, ſo ſenkt er ſich infolge ſeines eignen Gewichts, ſobald die Unterlagen entfernt werden und er nur noch auf ſeinen Stützen ruht (vgl. Einſenkung Bd. 3, S. 247). Demnach beſitzt der Träger auch ohne Verkehrslaſt nicht diejenige Form, welche man als normale angenommen hat, und von welcher häufig aus äſthetiſchen Rückſichten bei gewöhnlicher Belaſtung keine merklichen Abweichungen gewünſcht werden. Der Anſchein des Durchhängens wird bei einfachen Balkenträgern (Bd. 1, S. 503, 518, 527; Bd. 2, S. 55) mit horizontalem Untergurt durch die üblichen Deckplatten (nach der Trägermitte hin) noch verſtärkt. Infolge von Probebelaſtungen können auch kleine bleibende Einbiegungen eintreten. Bei Brücken gibt man deshalb den Trägern vielfach eine ſogenannte Ueberhöhung, indem man bei der Herſtellung ſo weit von der normalen Form abweicht, daß dieſe erſt nach den zu berückſichtigenden Einwirkungen erreicht wird.

Die Ueberhöhung in der Mitte pflegt bei einfachen Balkenträgern zwiſchen 1/2000 und 1/1000 der Spannweite zu liegen [3], [5], ſie wird oft ohne Rechnung angenommen, während man die Ueberhöhung nach den Stützen hin allmählich abnehmen läßt, z. B. für die Knotenpunkte eines Horizontalgurts einfacher Balkenfachwerke einem Parabelbogen oder Kreisbogen entſprechend [3], [5]. Ueber kontinuierliche Balkenträger ſ. [4], über Bogenträger [3]. Bezüglich der Herſtellung der Ueberhöhung ſchreiben beiſpielsweiſe die ſchweizeriſchen Eiſenbahngeſellſchaften vor: „Die Brücken ſind um das Maß der elaſtiſchen Einſenkung der unbelaſteten Brücke zu überhöhen. Die Ueberhöhung darf aber nicht erſt bei der Montierung, durch Auftreiben, gegeben werden, ſondern es iſt die Verkürzung oder Verlängerung, welche die Brückenteile durch die Ueberhöhung erleiden, zu berechnen und beim Ablängen derſelben zu berückſichtigen. Die Verlängerungen und Verkürzungen müſſen auf den Werkzeichnungen vorgemerkt ſein“ [3], vgl. [5]. Als bleibende Einſenkung durch die Probebelaſtung iſt in der Schweiz nach Verordnung des Bundesrats bis 1/5000 der Spannweite, bei Spannweiten unter 5 m jedoch 1 mm zugelaſſen (Schweiz. Bauztg. 1892, Bd. 20, S. 88; vgl. [1], S. 24). In manchen Fällen hat man durch die Ueberhöhung noch andre Zwecke als die bereits erwähnten zu erreichen geſucht, z. B. bei Bogenträgern die Aufhebung der Biegungsmomente durch das Eigengewicht und die Reduktion der Normaltemperatur auf die mittlere Ortstemperatur. Vgl. Horizontalſchub, künſtlicher, Bd. 5, S. 139. Betreffs der Anwendung geeigneter Ueberhöhung zur Vermeidung eines ungünſtigen Einfluſſes bewegter Laſten auf die Einſenkungen ſ. [4].

Literatur: [1] Winkler, Die Gitterträger und Lager gerader Träger, Wien 1875, S. 24. — [2] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, München 1897, S. 90, 92, 98, 272, 290 (neue Auflage in Vorbereitung). — [3] Löhle, Beitrag zur Ausführung eiſerner Brücken, Schweiz. Bauztg. 1898, Bd. 31, S. 109. — [4] Reißner, Ueber Fahrbahnüberhöhung, Zentralbl. der Bauverwaltung 1899, S. 156, 547 (ſ. a. Zimmermann, S. 199, und Land, S. 313). — [5] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, 6. Abt., Leipzig 1903, S. 189. *Weyrauch.*

Ueberhöhungsmaß, ſ. Oberbaugeräte, Bd. 6, S. 725.

Ueberholungsgleis, ſ. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 477.

Ueberlaufdeich ſchützt nur gegen die Sommerhochfluten, während er dem Winter- und Frühjahrshochwaſſer den Zutritt in die bedeichte Marſch geſtattet, um eine Ablagerung des düngenden Schlickes herbeizuführen.

Damit dieſe durch wiederholte Erneuerung des Waſſers unterſtützt werde, ſind am unteren Ende der Marſch Ausläſſe anzulegen, durch die das ſchlickfreie Waſſer abfließen kann. Dieſes Verfahren ſchließt ſich alſo der Einrichtung nach an die Kolmation (ſ. d.) an, wenngleich es ſich hier weniger um eine Aufhöhung als um eine Düngung der Niederung handelt. Die Einrichtung von Ueberlaufdeichen kann aber auch zu dem Zwecke erfolgen, dem Waſſer eines Fluſſes bei Eisſtopfungen einen Ausweg zu ſchaffen und dadurch Deichbrüche zu verhindern. In dieſem Falle muß das zur Aufnahme des Waſſers dienende Gebiet von ausreichender Größe ſein (vgl. das im Art. Einlage genannte Beiſpiel aus dem unteren Weichſelgebiet) und durch Querdeiche dafür Sorge getragen werden, daß ſich keine zu ſtarke Strömung bildet. In ähnlicher Weiſe dienen Ueberlaufdeiche zur Entlaſtung bei Hochwaſſer, wenn das Bett infolge fehlerhafter Anlage der Hauptdeiche oder aus andern Gründen bei Hochwaſſer zu eng ſein ſollte. — Die Seite des Deiches, auf der das Waſſer überläuft, iſt ſo flach zu halten, daß eine Beſchädigung der Raſennarbe nicht eintritt. Die Böſchungsanlage richtet ſich zweckmäßig nach der Höhe des Deichs und beträgt bei 1, 2, 3 m Höhe 1 : 4, 1 : 8, 1 : 12. Bei Abpflaſterung, die aber wegen der erforderlichen Länge der Ueberfallſtrecke in der Regel zu teuer wird, darf die Böſchung ſteiler ſein; auch bei Raſendeckung kann ſie unter den angegebenen Grenzen bleiben, wenn es ſich nur um Anfüllung kleiner Becken und ſomit nur um kurze Ueberſtrömungsdauer handelt. *Frühling.*

Ueberlaufwehr, ein in der Regel feſtes Wehr, um die Spiegelerhebung bei Waſſerläufen einzuſchränken (ſ. Streichwehr unter Stauanlagen), auch zum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zwecke der Ausnutzung bezw. Unfchädlichmachung überfchüffigen Waffers (Hochwafferüberfälle bei Sammelteichen, Sandfängen und ähnlichen Anlagen); vgl. a. Ueberlaufdeich.

Uebermanganfaures Kali, f. Manganfäuren.

Ueberfchar, f. Grubenbetrieb, Bd. 4, S. 638.

Ueberfchneidung, 1. eine Verbindung zur Aufblattung von Hölzern, welche nicht in einer Ebene liegen; das Blatt geht auf ganze Breite der Hölzer durch;

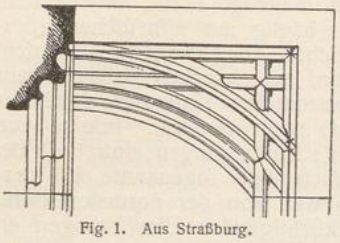


Fig. 1. Aus Straßburg.



Fig. 2. Von der Galerie eines Haufes zu Nürnberg.

2. Durchdringung zweier Stäbe, Gewölbegurten oder Simsglieder, befonders in der Spätgotik angewendet (Fig. 1 und 2). *Weinbrenner.*

Ueberfchnittenes, im Bergbau, f. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 652.

Ueberfchwemmung, f. Inundation.

Ueberfetzungsverhältnis bei Zahnrädern oder Transmiffionen ift gleich dem Verhältnis der Drehgefchwindigkeiten bezw. der Umlaufzahlen zweier Zahnräder oder Wellen.

Das Ueberfetzungsverhältnis bei nacheinander eingreifenden Zahnrädern, vom erften treibenden Zahnrade bis zum letzten getriebenen Zahnrade, ift gleich dem Verhältnis des Produktes der Zähnezahlen der getriebenen Zahnkränze zu dem Produkte der Zähnezahlen der treibenden Zahnkränze (vgl. Vorgelege). Das Ueberfetzungsverhältnis zweier Kräfte K, L bezw. Kraft und Laft, welche, an einer Mafchine oder Vorrichtung wirkend, abgefehen von der Reibung, fich im Gleichgewicht befinden, wird nach dem Prinzip der virtuellen Verfchiebungen beftimmt. Bezeichnet k die fenkrechte Projektion der virtuellen Verfchiebung des Angriffspunktes der Kraft K auf ihre Richtung, ebenfo l die fenkrechte Projektion der virtuellen Verfchiebung des Angriffspunktes der Kraft L auf ihre Richtung, fo ift $K \cdot k = L \cdot l$. Da die Komponenten v_k, v_l der Gefchwindigkeiten der Angriffspunkte der Kräfte K, L in den Kraftrichtungen fich wie die virtuellen Verfchiebungen k, l verhalten, fo ift auch das Ueberfetzungsverhältnis $K : L = v_l : v_k$. *Burmefter.*

Es hat fich für das Verhältnis φ der Umdrehungszahlen n_1 und n_2 keine beftimmte Regel im Sprachgebrauch eingeführt, ob es für $n_1 : n_2$ oder für $n_2 : n_1$ gelten foll. Wählt man $\varphi = n_1 : n_2 = \omega_1 : \omega_2 = r_1 : r_2 = z_2 : z_1$, fo gilt die Ueberfetzung für $\varphi < 1$ ins Schnelle, $\varphi > 1$ ins Langfame.

Für Zahnräder wählt man die Ueberfetzung gern in möglichft einfachem Verhältnis wie 1 : 2 oder auch 2 : 5, fo daß ein Zahn immer nur mit beftimmten Zähnen des andern Rades zufammentrifft, damit fich kleine Ungleichheiten fchneller ausgleichen. Schwankt der Zahndruck bei jeder Umdrehung, fo ändert fich die Abnutzung der Zähne mit der Stärke der Kraft; hierbei kann ein unganzes Verhältnis, wie 2 : 7, die Abnutzung der Verzahnung hinausfchieben (vgl. Holzeifenräder). — An Winden geht man bis zu zehnfacher Ueberfetzung, an Triebwerken bis 1 : 4, auch 1 : 6 mit wenigftens 36 Zähnen am kleineren Rade.

Für den Riementrieb (f. d.) gilt 1 : 8 bis 1 : 10 als Grenzwert. Wegen der Elaftizität und der dadurch bedingten Gleitung von Riemen und Seilen ift das Ueberfetzungsverhältnis nicht genau beftimmt. Man rechnet gewöhnlich mit den größten Durchmeffern ballig gedrehter Riemfcheiben und an Seilfcheiben von Mitte zu Mitte Seil. Gefchwindigkeitsverluft etwa 1—2%. *Lindner.*

Ueberfichtsriß, f. Grubenriffe, Markfcheidekunde.

Ueberfpännig, 1. fchräg gegen die Jahresringe gearbeitet; 2. Brett, das aus windfchiefem oder gedrehtem Holze gefchnitten ift.

Ueberfpannen, einen Raum oder eine Oeffnung nach oben abfchließen, z. B. überwölben.

Ueberzählige Stäbe und Reaktionen, f. Fachwerke, ftatifch unbeftimmte, Bd. 3, S. 551, vgl. Träger, zufammengefetzte.

Ueberzug, 1. ein über der Balkenlage hinziehender Träger, an welchen jeder Balken mit einem Schraubenbolzen angehängt ift; er kommt zur Anwendung, wo eine Unterbrechung der Deckenfläche durch einen Unterzug (f. Unterziehen) nicht angängig ift; 2. deckender Anftrich; 3. Belag oder Bekleidung einer Fläche. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ufer, der Landſtreifen längs der Begrenzungslinie (Uferlinie) der Oberfläche (des Spiegels) einer fließenden oder ſtehenden Waſſeranſammlung.

Als neue, künftige Uferlinie oder Streichlinie bezeichnet man bei Flußregulierungen jene Linie, bis zu welcher die Einſchränkung eines übermäßig breiten Waſſerlaufes vorgenommen werden ſoll.

Uferbau, die Ausführung regelmäßiger, zweckentſprechender Uferlinien ſowie die allfällige Befeſtigung derſelben vermittelſt Uferdeckwerken (ſ. d.).

Als beſonderes Syſtem kommt der Uferbau namentlich an Meeresküſten und an Strommündungen im Flutgebiete vor; dort handelt es ſich außer um die Abwehr und den Schutz gegen die Angriffe der Waſſerſtrömung auch noch um die Ausnutzung und Förderung der letzteren entweder behufs Erzielung einer Auflandung aus Sinkſtoffen oder behufs Wegſchwemmung von abgelagerten Sinkſtoffen zur Freihaltung der erforderlichen Schiffahrtstiefe.

Uferbefeſtigung, im allgemeinen alle Arbeitsvornahmen zum Schutze der Ufer gegen die Angriffe des Waſſers.

Soweit hierbei Neuanlagen an Flüſſen in Betracht kommen (ſ. Flußkorrektion, Flußregulierung, Gebirgsflußregulierung, Wildbäche), handelt es ſich in der Regel um Uferdeckwerke (ſ. d. und Berauſung, Pflanzungen, Pflaſterung) an den Grenzen des normalen Betts und an den Deichen (ſ. d. und Flußdeiche). Es ſei jedoch hervorgehoben, daß der Beſtand dieſer Anlagen nur dann einigermaßen geſichert, d. h. das Ufer nur dann genügend befeſtigt iſt, wenn durch richtige Bemeſſung des Profils (ſ. Normalbreite der Flüſſe, Querprofil der Flüſſe und Kanäle, Schleppkraft) oder auch beſondere Sohlenbefeſtigungen (Schwellen, Grundwehre u. ſ. w.), Veränderungen in der Lage der Flußſohle, die Unterſpülungen der Uferdeckwerke im Gefolge haben, verhindert werden. Bei Flußregulierungen iſt außerdem auch noch das ſogenannte Vorland bezw. das Inundationsgebiet zu befeſtigen; es geſchieht dies in der Regel durch Berauſung und durch Pflanzungen, eventuell auch durch Einlage gepflaſterter Streifen, wobei auf eine genügende Entwäſſerung dieſes Gebietes nach dem Abſchwellen der Flut zur Verhinderung von Verſumpfung Bedacht genommen werden muß. — Bei beſtehenden Anlagen iſt die Erhaltung von Uferbefeſtigungen, die Verteidigung derſelben gegen die Angriffe des Hochwaſſers und des Eisgangs (vgl. Deichverteidigung, Eisſchutz) ſowie die rechtzeitige Erneuerung verwitterter Steinſchüttungen, zerſtörter Pflanzungen u. ſ. w. von größter Wichtigkeit und verurſacht bedeutende Koſten. — Die Befeſtigung des Strandes am Meere gegen Abtrieb (ſ. Uferdeckwerke) ſowie der Dämme bei Hafenanlagen (ſ. Seehäfen) erfordert beſondere Vorkehrungen gegen die Wirkungen der Flutwellen; ebenſo ſind die Ufer der Schiffahrtskanäle (ſ. d., Bd. 7, S. 636) gegen den von der Schiffsbewegung, den Winden u. ſ. w. verurſachten Wellenſchlag zu ſichern. *Lueger.*

Uferdeckwerke, unmittelbar auf der Uferböſchung bewirkte Befeſtigungen zur Sicherung gegen Waſſerangriff.

1. **Deckwerke an Flüſſen und Kanälen.** Hier erfolgt die Deckung entweder auf geböſchten ebenen oder gekrümmten Flächen mittels Berauſung, Pflanzung, Spreutlagen, Rauhwehren, Steinwürfen, Pflaſterung oder Steinbekleidungen, Beton- und Eiſenbetonkonſtruktionen aller Art oder durch Verpfählungen, Flechtwerke, Bohlwände (in Holz, Eiſen, Beton, Eiſenbeton) ſowie — hauptſächlich innerhalb der Stadtgebiete — durch Mauern (ſ. Ufermauer). Eine einfache Erdböſchung bietet niemals ein ausreichendes Deckwerk. Bei allen Deckwerken iſt dem Fuß der Böſchung bezw. den Fundamenten der Mauern die größte Aufmerkſamkeit zuzuwenden, da der dauernde Beſtand jeder Anlage hiervon in erſter Linie abhängt. Vor allem ſind Vorſtudien darüber, ob und in welchem Umfange das fließende Gewäſſer Sohlenauskolkungen veranlaßt, anzuſtellen. Sind letztere nicht ausgeſchloſſen, ſo dürfen bei Eintritt derſelben die oberhalb der Sohle gelegenen Teile der Deckwerke möglichſt wenig Not leiden; man muß dann durch Steinwürfe, Senkwürſte, Sinkſtücke u. ſ. w., welche ſo weit über den eigentlichen Uferſchutz vortreten, daß auch beim Nachrollen oder Nachgeben eines Teils derſelben noch genügend Anhalt für das oberhalb liegende Deckwerk verbleibt, möglichſte Sicherheit ſchaffen. Ganz verhindern laſſen ſich Beſchädigungen nur dann, wenn der Fuß der Böſchung bezw. das Fundament der Mauer auf eine, jeden möglichen Kolk übertreffende Tiefe geſchützt wird. Dies iſt ſelbſtverſtändlich um ſo leichter möglich, je mehr durch Schaffung eines richtigen Querprofiles, Sohlſchwellen u. ſ. w. die Auskolkungen auf ein minimales Maß beſchränkt werden. — Alle Bauarbeiten an Deckwerken, welche unter Waſſer ausgeführt werden müſſen, ſind ſchwierig und ſollten — abgeſehen von Notarbeiten — nur nach Eintritt niederer Waſſerſtände vorgenommen werden. Das anzuſtrebende Koſtenminimum für Bau und Unterhaltung wird im beſonderen Falle eingehende Studien erfordern; der Aufwand für die von den Deckungen beanſpruchte Ausdehnungsfläche iſt in erſter Linie in Betracht zu ziehen; die in Ausſicht genommene Benutzung der Ufer für Zwecke der Schiffahrt u. ſ. w. beſtimmt in vielen Fällen die einzuhaltende Bauweiſe; je nach den vorhandenen Mitteln iſt die Dauerhaftigkeit der Ausführung bezw. der geringſte Unterhaltungsaufwand das entſcheidende Moment u. ſ. w. — Raſenböſchungen bieten dann, wenn die Böſchungsneigung ſehr flach iſt, noch genügenden Schutz, ſolange die Schleppkraft (ſ. d.) 2 kg/qm nicht weſentlich überſteigt. Sie empfehlen ſich für die zwiſchen Mittelwaſſer und Hochwaſſer gelegene Uferfläche. Der Teil des Ufers, der unter Mittelwaſſer liegt, kann nicht durch Raſen geſchützt werden, ſondern erfordert eine harte Verkleidung. In den Fig. 1 und 2 ſind diesbezügliche Dispoſitionen angegeben. Bei Fig. 1 wird der Fuß des Deckwerks durch Längsfaſchinen geſtützt, die auf Querfaſchinen verpfählt ſind; über den Längsfaſchinen iſt eine Steinpflaſterung bis auf Mittelwaſſer angelegt; von da ab beginnt die Raſenböſchung. Die Querfaſchinen ſind eine Art Sohlenbefeſtigung, ſo daß auch bei ſtärkerem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spiegelgefälle und höheren Waſſerſtänden keine bedeutenden Auskolkungen entſtehen. Je flacher die Raſenböſchung gehalten wird, um ſo beſſer wachſen die Raſen an, um ſo widerſtandsfähiger wird alſo die Anlage. In Fig. 2 iſt die unter Mittelwaſſer liegende und ſteiler gehaltene harte Böſchung gegen Pfahlreihen geſtützt; gegen die einzelnen Pfähle legt ſich eine

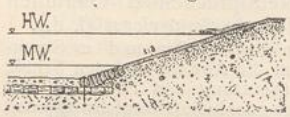


Fig. 1. Raſenabdeckung.



Fig. 2. Bekleidung mit Raſen oder Buſch. Maßſtab (von Fig. 1—12) 1 : 250.

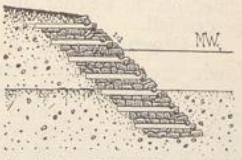


Fig. 3. Am Fellafluß in Kärnthen

Bohle, an die ſich ein Steinſatz anſchließt. — Unter ſonſt gleichen Umſtänden, aber bei ſtärkerer Strömung, bei welcher Raſen gefährdet wird, empfehlen ſich Pflanzungen (ſ. d.) mit bodenbindenden, nicht hoch wachſenden Sträuchern, die tief wurzeln und deshalb ſchwer losreißen; Rauhwehren oder Spreutlagen (ſ. d. und Beſpreutung) treten bei noch ſtärkeren Strömungen an Stelle der Pflanzungen. — In allen Fällen, in welchen während längerer Perioden die ſogenannte Schleppkraft (ſ. d.) den Wert von 5 kg/qm weſentlich überſteigt oder in welchen aus andern Urſachen das Ufer häufig ſtärker angegriffen wird, pflegt man in der ganzen Uferfläche zur harten Deckung überzugehen, obſchon die Koſten hierfür ſchon recht bedeutende werden. Man wird dies beſonders dort einhalten, wo paſſende Steine ([1], S. 149 ff.) an Ort und Stelle billig zu beſchaffen ſind bezw. künſtliche Steine mit relativ kleinem Aufwande hergeſtellt werden können; ferner dort, wo die Uferböſchungen wegen mangelnden Raumes nicht flach, ſondern ſteil (1 : 1 und darüber) angelegt werden müſſen. Die Unterlage der harten Deckung wird vielfach durch Senkwürſte (ſ. Senkfaſchine) hergeſtellt; Beiſpiele liefern Fig. 6 und 7 bei Flußregulierung (ſ. d.), Fig. 8a und 8b bei Gebirgsflußregulierung (ſ. d.) und Fig. 1 bei Parallelwerk (ſ. d.).



Fig. 4. An der Sarca in Südtirol.

Die Senkwürſte haben den Vorteil, daß ſie bei Unterwaſchungen nachrollen. Durch Nachbringen von weiteren Senkwürſten kann man dann den bedrohten Böſchungsfuß wieder ſtützen. Im Laufe der Zeit unterliegen jedoch die

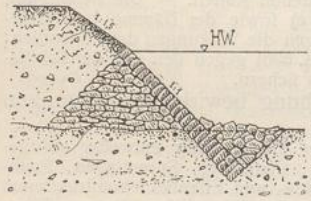


Fig. 5. An der Rienz bei Franzensfeſte.



Fig. 6. Am Rhein bei Mönchenwerth.

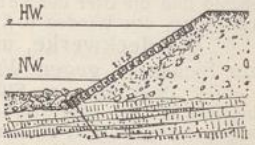


Fig. 7. Enzkorrektion bei Pforzheim.

Senkwürſte der Zerſtörung, welche auch durch Anfahren von Schiffen erfolgen kann, weshalb ſie ſich mehr beim Binnenflußbau ohne Verkehr als in Strömen mit großem Verkehr zur Verwendung eignen. — Im Gebirge wird vielfach auch Holzblockbau mit Steinfüllung angewendet, wie in Fig. 3 dargeſtellt; vgl. a. die Fig. 11 und 12 in Flußregulierung. — Steinſchüttungen ſind in den Fig. 8 und 9 bei Flußregulierung (ſ. d.) und in den Fig. 6, 7 und 8 bei Gebirgsflußregulierung (ſ. d.) angegeben. Ergänzend ſollen hier noch die Anordnungen an der Sarca in Südtirol (Fig. 4), an der Rienz bei Franzensfeſte (Fig. 5) und am Rhein bei Mönchenwerth (Fig. 6) vorgeführt werden. Das Einbringen der Steine erfolgt meiſtens vom Schiffe aus; die richtige Form des Steinwurfs wird durch Peilung (ſ. d.) geprüft. Die zur eigentlichen Uferbildung verwendete Pflaſterung beſteht aus möglichſt großen wetterbeſtändigen, rauhen oder nicht bearbeiteten, in Sand, Kies oder Mörtel verlegten Steinen. Je ebener und glatter die Pflaſteroberfläche iſt, um ſo weniger leicht wird das Pflaſter durch Waſſerangriffe geſchädigt; deshalb ſind auch Betonſteine (vgl. Fig. 8b und 9 in Gebirgsflußregulierung) vorzüglich geeignet. Befindet ſich das zu ſchützende Ufer ſtark im Abbruch (Fig. 5 und 6), ſo würde es zu große Koſten verurſachen, den ganzen Raum zwiſchen dem alten und neuen Ufer mit Steinwürfen zu füllen. Der Steinwurf wird dann nur im vorderen Teil erſtellt und hinter den angeſchütteten Steinwällen Kies nachgefüllt. Pflaſter darf in ſolchen Fällen erſt dann hergeſtellt werden, wenn ſich die Hinterfüllung genügend geſetzt hat. — Da und dort iſt das Böſchungspflaſter mit Pfählen und Schwellen, entſprechend den Fig. 4 und 7, geſtützt. Bei Fig. 7 werden die Schwellen (30/30 cm) durch eiſerne Nadeln in dem mürben Sandſteinfels feſtgeheftet; dieſes Verfahren iſt nur dort durchführbar, wo der Niederwaſſerſtand eine geringe Höhe über der Sohle erreicht. Zur Verhütung von Unterwaſchungen iſt auch hier noch eine Steinſchüttung (Vorgrund) zu empfehlen, die durch Nachſinken etwa



Fig. 8. An der Düna bei Riga.



Fig. 9. An der Murr (Württemberg).



Fig. 10. An der oberen Seine.

entſtandene Auskolkungen wieder ausfüllt. — Verwickelter und teurer geſtalten ſich die in den Fig. 8—12 dargeſtellten Deckwerke. In Fig. 8 lehnt ſich die Pflaſterung gegen ſtarke, tief eingetriebene Pfähle bezw. an eine, an letzteren befeſtigte Bohlwand an; Senkwürſte ſchützen die Pfähle gegen Unterſpülung. Fig. 9 ſtellt eine an der Murr in Württemberg durchgeführte Bauweiſe dar, bei welcher das Pflaſter ſich gegen eine auf der feſten Flußſohle aufgebaute Betonſchwelle anlehnt, die auf einem Steinſatz aufſitzt. In Fig. 10 ſehen wir eine franzöſiſche, durchaus ſolide, aber

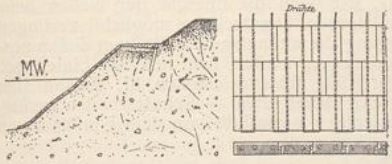


Fig. 13. Bekleidung Syſtem Villa.

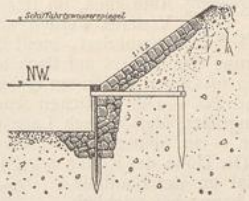


Fig. 11. Am Marnekanal.

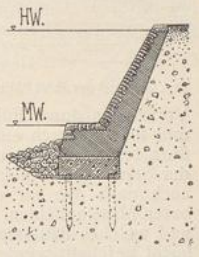


Fig 12. Ufermauer an der Salzach.

teure Bauweiſe. Ebenfalls teuer iſt die in Fig. 11 erläuterte, den Zwecken eines Schiffahrtkanals entſprechende Uferbildung mit verankerter Bohlwand und Steinhinterpackung. Bei beſchränktem Raum für die Böſchung und wilden Gewäſſern werden auch (hauptſächlich zum Schutz von Straßen und Eiſenbahnen an Flußufern) gemauerte Deckwerke ausgeführt, von welchen wir in Fig. 12 ein Beiſpiel geben. Das in Fig. 13 veranſchaulichte Syſtem Villa [2] bekleidet das Ufer mit einem Mantel aus durch Drähte miteinander verbundenen Ton- bezw. Betonplatten; ſ. a. Flußregulierung, Bd. 4, S. 122. — Uferbefeſtigungen in Eiſenbeton haben in neueſter Zeit ganz umfaſſende Anwendung nach zahlreichen Bauweiſen (Caſſe, Frafer, Grün & Bilfinger, Hennebique, Melan, Melveces, Möbus, Möller, de Murazt, Pittel & Brauſewetter, Rabitz, Rechtern, Züblin u. a.) gefunden; ausführliche Beſchreibungen und Zeichnungen darüber enthält [3], S. 175 ff.

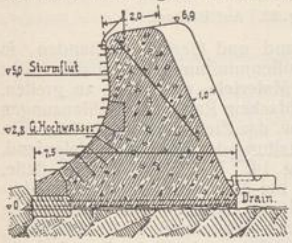


Fig. 14. Uferſchutzmauer auf Helgoland.



Fig. 15. Deckwerk bei Neukuhren.

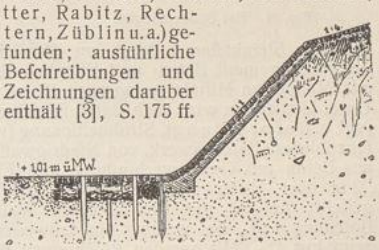


Fig. 16. Bei Streckelberg in Pommern.

Meeresuferdeckwerke. Zu unterſcheiden iſt der Schutz des Vorgrundes vor dem Ufer, der Strandſchutz, und der eigentliche Uferſchutz, das Uferdeckwerk. Letzteres hindert ſeiner Beſtimmung nach den Uferabbruch, alſo den Erſatz des bei leicht beweglicher Beſchaffenheit des Vorgrundes (Strandes) durch Strömung und Wind abgetriebenen Materiales; wird aber dieſes nicht erſetzt, ſo bilden ſich Vertiefungen vor dem Uferdeckwerke, die eventuell zur Unterſpülung und zum Einſturze führen. Als Mittel zum Schutze des beweglichen Strandes dienen meiſtens Buhnen und Pflanzungen; vgl. darüber die in [4] genannten Werke. Bei feſtem Strande dagegen (z. B. felſigem Vorgrund) iſt der Beſtand des Uferdeckwerks allein von ſeiner Beſchaffenheit abhängig. Techniſch unterſcheidet man unter den eigentlichen Meeresuferdeckwerken (alſo abgeſehen vom Strandſchutz) ſteile, in Holz, Mauerwerk, Pflaſterung, als Steinkäſten, aus Beton und Eiſenbeton u. ſ. w. ausgeführte Uferbegrenzungen, etwa bis zum Böſchungsverhältnis 1 : 1

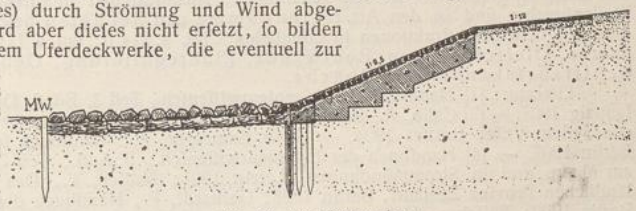


Fig. 17. Bei Heiligendamm.

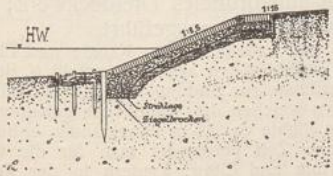


Fig. 18. Bei Geeſtemünde.

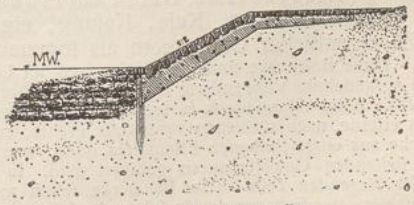


Fig. 19. Bei Neufahrwaſſer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 20. Auf der Inſel Föhr bei Wyk.

aus dem Vorgrunde ſich erhebend, gegen welche die Wellen anprallen und nach kurzem Anſteigen in ſich zuſammenſtürzen (Fig. 14—16); ſodann ſolche, an deren flachen Böſchungen (bis 1 : 20) die Wellen auflaufen und wieder zurückſtrömen, wenn das Waſſer am höchſten Punkte ſeine Energie verloren hat (Fig. 17 bis 20). Im erſten Falle wird der Böſchungsfuß am meiſten beim Anſtrömen, im letzteren beim Rückſtrömen der Flut angegriffen. Vielfach werden auch beide Dispoſitionen an einem Bauwerke kombiniert, meiſt ſo, daß man die Energie der Wellen beim Vorſtrömen durch Führung des Waſſers auf flach anſteigender Uferdeckung möglichſt verringert und ſodann durch einen im Bogen bewirkten Uebergang die auflaufende Welle zum Zuſammenſturz bringt (Fig. 21 und 22). — Die baulichen Anordnungen müſſen ſich in erſter Linie nach der Stärke des Waſſerangriffes, der je nach Lage der Küſte ſehr verſchieden iſt, ſodann aber auch nach den für die — in keinem Falle unbegrenzt dauerhaften — Schutzarbeiten verfügbaren Mitteln richten. Die Höhe der Koſten wird weſentlich beeinflußt von dem Umſtande, ob und welches Baumaterial an der Bauſtelle leicht beſchafft werden kann; bei reichlich vorhandenen wetterbeſtändigen Steinen werden Pflaſterungen

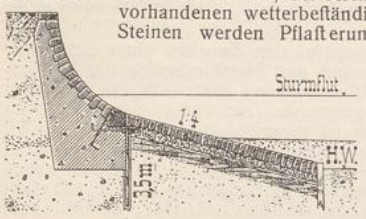


Fig. 21. Bei Scheveningen.

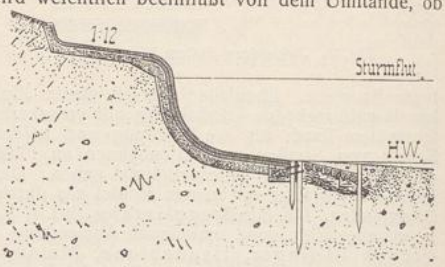


Fig. 22. Auf Borkum.

Mauern, Steinkäſten u. dergl. am dienlichſten ſein; iſt nur Sand und Gerölle vorhanden, ſo entſprechen meiſt Beton- und Eiſenbetonkonſtruktionen dem Koſtenminimum, wenn man nicht aus Mangel an Mitteln gezwungen iſt, zu dem vergänglichſten Materiale, dem Holz, zu greifen. Unter Umſtänden wird auch durch ſehr flache Böſchungen mit einfachem Raſenbelag, Pflanzungen (vgl. a. Beſpreutung), Strohbeſtickung (vgl. Beſtickung) u. ſ. w. das Ziel zu erreichen ſein. Ein ſehr ſolides Uferdeckwerk, von Niedrigwaſſer beginnend, zur Erhaltung der Felſeninſel Helgoland, aus Beton mit Quaderverbindung und Eiſeneinlagen zeigt Fig. 14. In Fig. 15 iſt eine ſteile, 20 m über Mittelwaſſer beginnende gepflaſterte Uferdeckung bei Neukuhren a. d. Oſtſee dargeſtellt; ſie hat nur den höchſten Waſſerſtänden Widerſtand zu leiſten. Eine geradlinige Böſchung 1 : 1, bei welcher ein teilweiſes Zuſammenſtürzen der auflaufenden Welle ſtattfindet, zeigt Fig. 16. Mit geraden Böſchungen für auflaufende und rückſtrömende Flutwellen ſind die in den Fig. 17—20 (letztere Anlage in Eiſenbeton, Syſtem Möller [3], S. 197) gezeichneten Deckwerke erbaut; ſie beginnen alle über den Mittelwaſſerſtänden. Die Fig. 21 und 22 ſtellen Deckwerke mit Uebergang auf nahezu ſenkrechte Wände dar, an welchen ein vollſtändiges Zuſammenſtürzen der Flutwelle erreicht wird. Zahlreiche andre Ausführungen findet man in den unter [4] genannten Werken beſchrieben; Ausführungen in Eiſenbeton ſ. [3], S. 193 ff. — Wellenbrecher ſind in den Art. Hafendämme und Seehäfen beſchrieben; wegen neueren diesbezüglichen Konſtruktionen in Eiſenbeton ſ. [3], S. 214 ff; vgl. a. Ufereinfaſſung, Ufermauer, Uferſchälungen, Bohlwände, Flußregulierung, Gebirgsflußregulierung, Schiffahrtskanäle, Wildbäche.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Teil 3, Bd. 6, Der Flußbau (von Kreuter), Leipzig 1907. — [2] Caſſe, A., Befeſtigung von Dämmen und Böſchungen bei Waſſerläufen durch das Syſtem Villa, Brüſſel 1904. — [3] v. Emperger, F., Handbuch für Eiſenbetonbau, Bd. 3, Berlin 1907. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., 3. Aufl., Teil 3, Bd. 3, Der Waſſerbau am Meere und in Strommündungen, Leizig 1901; Müller, F., Das Waſſerweſen der niederländiſchen Provinz Zeeland, Berlin 1898; Gerhardt, P., Handbuch des deutſchen Dünenbaues, Berlin 1900; Fülſcher, Ueber Schutzbauten zur Erhaltung der oſt- und nordfrieſiſchen Inſeln, Berlin 1905; Möller, M., Grundriß des Waſſerbaues, Bd. 2, Abſchn. 6, Leipzig 1906. *Lueger.*

Uferdeich, Deich, der mit ſeinem Fuße die Uferlinie des Fluſſes berührt. Iſt er zugleich dem Angriff der Strömung ausgeſetzt, ſo führt er den Namen Schaar- oder Gefahrdeich und bedarf in dieſem Falle einer beſonders guten Sicherung der Außenböſchung (ſ. Außenberme, Deich und Flußdeiche). *Frühling.*

Ufereinfaſſung, Kaje, Kajung, ein ſteil angeordnetes Uferdeckwerk, an Stelle eigentlicher Ufermauern als ſogenanntes Bollwerk ausgeführt.

Dieſe Bollwerke finden in Häfen und an Löſch- und Ladeſtellen der Kanäle und Flüſſe eine ausgedehnte Verwendung und wurden früher faſt ausſchließlich aus Holz erſtellt (ſ. Bd. 2, S. 178). Beim Viktoriadock in London benutzte man erſtmals zur Bildung einer Ufereinfaſſung auch eiſerne, nach rückwärts verankerte Pfähle, zwiſchen welchen die Wandfläche gehalten iſt, welche aus eingeſchobenen Eiſentafeln oder, wenn die Pfähle ca. 2,5 m voneinander entfernt, aus ſtehenden Gewölbmauern gebildet wird. In neuerer Zeit verwendet man für die über Waſſer liegenden Teile dieſer Bauwerke ſelten mehr Holz und Eiſen, ſondern in der Regel Eiſenbeton, der ſich gerade für ſolche Ausführungen beſonders eignet. Man unterſcheidet dabei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eine gemiſchte Bauweiſe, bei welcher ein Teil des Bollwerks noch aus Holz oder Eiſen beſteht, und reine Eiſenbetonbauweiſe, bei welcher auch die unter Waſſer liegenden Teile (Pfähle u. ſ. w.) in Eiſenbeton ausgeführt ſind. Ein Beiſpiel erſterer Art ([1], S. 227) zeigt Fig. 1, die eine Uferbekleidung am Wikinger Ufer der Spree in Berlin darſtellt. Die Oberkante des Bollwerks erhebt ſich hier bis 5,4 m über Niederwaſſer. Die aus Doppel-T-Eiſen, Profil 38, beſtehenden Stützen der Eiſenbetonplatten ſind in Entfernungen von 4 m wiederholt und ruhen auf einem auf ſtarken hölzernen, 7 m langen Pfählen von 38 cm Durchmeſſer gelagerten Holm (30/38 cm). Die Dicke der an Ort und Stelle hergeſtellten Betoneiſenplatten, deren Einlagen aus gekrümmten, hakenförmig über die Flanſchen der Stützen beigebogenen Rundeiſenſtäben beſtehen, beträgt 40 cm. Die Wand iſt rückwärts im Boden vermittelſt eiſerner Zugſtangen von 50 mm Durchmeſſer, die an Betonplatten von 1,40/1,40 m Fläche und 30 cm Dicke angreifen, verankert. In Fig. 2 iſt die Kaje zur Verlängerung der Muelle fiscale in Valparaiſo nach [1], S. 251, in reiner Eiſenbetonweiſe dargeſtellt. Je vier hohle, im oberen Teil achteckig geſtaltete Eiſenbetonpfähle von 1 m Durchmeſſer und 8 cm Wandſtärke, nach erfolgtem Einſchrauben mit Sandbeton gefüllt, werden mit Hilfe von gußeiſernen Schraubenſchuhen eingedreht und ſtehen in Längsrichtung der Mauer in 5 m Entfernung als Stützen einer 13 m breiten Plattform *P*. In der Querrichtung ſind die Pfahlreihen durch 20/70 cm ſtarke, in Nuten eingreifende Betonbalken *q* abgeſteift; entlang der Waſſerlinie dient ein 1 m breiter, 40 cm hoher Balken *b* zum Anbringen der Reibhölzer. Den Abſchluß der Hinterfüllungserde bildet eine ſich gegen ein die hintere Pfahlreihe verbindendes Syſtem von Längs- und Querbalken *s* ſtützende Steinſchüttung, die vorn bis zur Hafenſohle herab fortgeſetzt iſt. Weitere zahlreiche, ſehr beachtenswerte Beiſpiele enthalten [1] und [2].

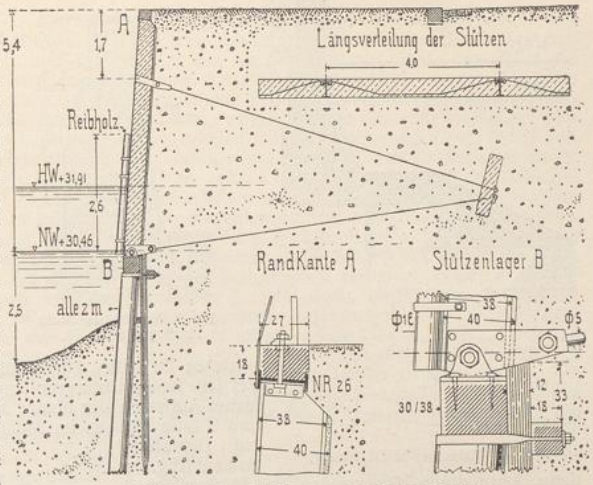


Fig. 1. Ufereinfaſſung an der Spree in Berlin.

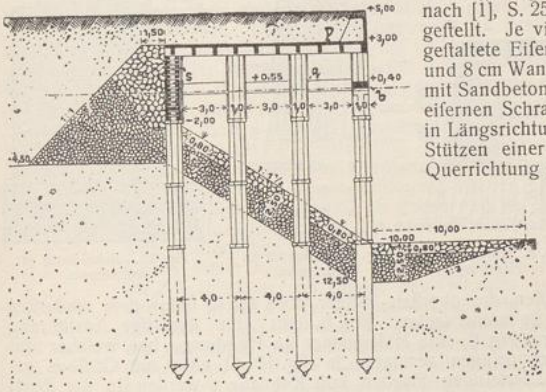


Fig. 2. Kaimauer zur Verlängerung der Muelle fiscale in Valparaiſo.

Literatur: [1] Emperger, F. v., Handbuch für Eiſenbetonbau, Bd. 3, Berlin 1907. — [2] Beton und Eiſen, Zentralblatt der Bauverwaltung, Oeſterr. Wochenſchrift für den öffentlichen Baudienſt, Zeitſchr. f. Bauweſen u. a.; Verzeichnis im Betonkalender.

Ufermauer, Kaimauer, Kai, eine Mauer, unmittelbar am Fluß- oder Meeresufer, welche nicht nur zur Uferdeckung, ſondern auch zur Erleichterung der Schiffsbe- und -entladungen dient ſowie zur möglichſten Ausnutzung des Uferbodens für ſonſtige Zwecke errichtet ſein kann.

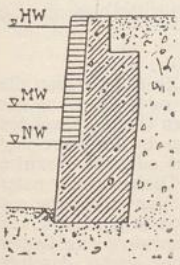


Fig. 1. Hafenmauer in Straßburg.

Die Krone der Ufermauer muß in der Regel über dem höchſten Hochwaſſerſtande, für die Schiffahrt auch möglichſt in der mittleren Deckhöhe liegen; das Fundament derſelben muß feſt und gegen Unterwaſchung geſchützt ſein. Ihre Stärke hat wie jene einer Stützmauer dem Erddrucke, aber dem größten Werte des

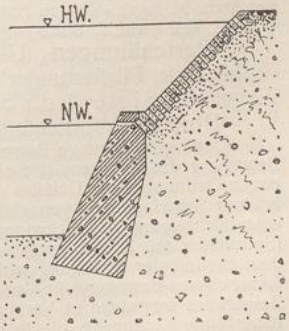


Fig. 2. Ufermauer am Oſthafen in Frankfurt a. M.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

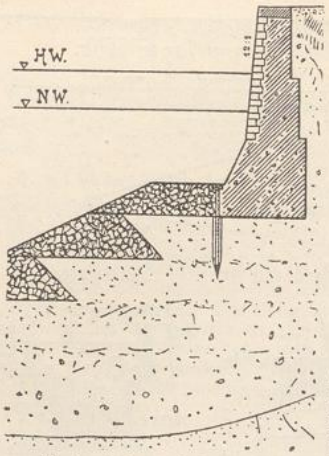


Fig. 4. Kaimauer in Düſſeldorf.

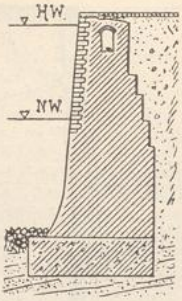


Fig. 3. Nordkai am Main in Frankfurt a. M.

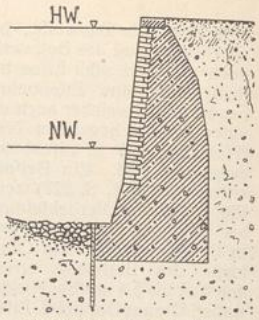


Fig. 6. Kaimauer am Oſthafen (Flußhafen) in Frankfurt a. M.

letzteren für naſſes Hinterfüllungsmaterial, zu entſprechen. Bei fehr feſtem Untergrund genügt an Flüſſen entweder einfaches Auffetzen der Mauer auf den Baugrund wie in Fig. 1 und 2 (alle Figuren im Maßſtab 1 : 300) oder Auffetzen auf ein Betonfundament (Fig. 3); dabei kann durch Hinterziehen der Rückenflächen Material geſpart werden. Iſt der Untergrund nicht fehr feſt, ſo müſſen die Mauern durch Spuntwände gegen Verſchiebung und Unterſpülung geſchützt werden, wie in den Fig. 4—7 an verſchiedenen Ausführungen gezeigt iſt. In lockerem Untergrunde ſind

Fig. 5. Hafenmauer in Karlsruhe i. B.



Fig. 7. Kaimauer in Dortmund.

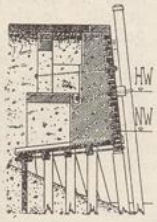


Fig. 9. Hafenmauer in Hamburg.

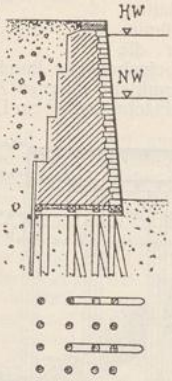


Fig. 8. Kaimauer in Mannheim.

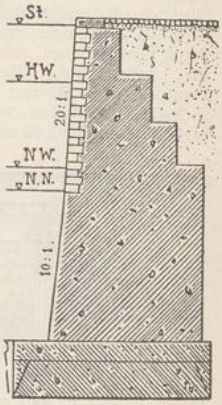


Fig. 10. Scheldekai in Antwerpen.

Pfahlroſte unentbehrlich; dabei müſſen die oberſten Hölzer etwa 0,5 m unter dem niederſten Waſſerſtande gelegen ſein, damit ſie nicht faulen. Fig. 8 ſtellt eine derartige Ausführung am freien Rhein bei Mannheim dar, Fig. 9 eine Hafenmauer in Hamburg, bei welcher das Waſſer unter den Gründungsroſt zu dringen vermag. In Fig. 10 iſt eine auf Caiſſons gegründete Mauer dargeſtellt. Die waſſerſeitigen Flächen von Kaimauern werden in der Regel mit Quadern oder Moellons verkleidet und gut ausgefugt; die Rückenflächen ſollten ſtets einen Mörtelverputz und etwaige Staffelungen ein Gefäll landeinwärts erhalten. — Verſchiedene andre Konſtruktionsformen und Gründungsweiſen von ausgeführten Kaimauern in [1]—[3]. Vgl. a. Seehäfen und Stützmauern.

Literatur: [1] Zſchokke, Konradin, Druckluftgründungen, Leipzig 1896. — [2] Zeitſchrift des Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1894, Taf. 26. — [3] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 4. Aufl., Teil I, Bd. 2, Stütz- und Futtermauern, Leipzig 1905; Bd. 3, Grundbau, Leipzig 1906.

Uferſchälungen, Uferſchälwände heißen insbeſondere die Uferdeckungen (Bohlwände, Pflaſterungen u. ſ. w.) der Sieltiefen, welche ſich unmittelbar an die Flügel der Siele (ſ. d.) bezw. an die Vorfiele anſchließen.

Uhr, eine Vorrichtung zur Meſſung und Anzeige der Zeit.

Jede gleichförmige Bewegung vermag der Zeitmeſſung zu dienen. Die Alten haben die Bewegung des Schattens (ſ. Sonnenuhren) und den Ausfluß von Waſſer oder Sand aus der engen Oeffnung eines Gefäßes dazu benutzt [2], [5], [8], [26]. — Unſre heutigen Uhren verwenden faſt nur Schwingungen von gleicher Dauer als Zeitmaß und ſetzen dieſe um in die Bewegung eines Zeitzeigers. Das ſchwingende Glied der Uhr iſt entweder ein Pendel oder die Unruhe (Spiralfeder mit Schwungrad) und wird gewöhnlich Regulator genannt. Dieſer würde unter dem Einfluß der Bewegungswiderſtände (Reibung und Luftwiderſtand), die ihm einerſeits aus ſeiner eignen Bewegung und anderſeits dadurch entſtehen, daß er mit dem von ihm beherrſchten Zeigerwerk irgendwie in Verbindung treten muß, allmählich in Stillſtand geraten. Er bedarf daher einer Kraftquelle, die ihm dasjenige Arbeitsvermögen immer wieder neu erſetzt, das ihm durch die Ueberwindung jener Widerſtände verloren geht. Nach der Art und Weiſe, wie dieſer

Erſatz bewirkt wird, teilen ſich die Uhren in zwei Gruppen. Der Antrieb des Regulators geſchieht nämlich entweder unmittelbar, wie bei den ſelbſtändigen elektriſchen Uhren und den Uhren mit Kegelpendel, oder, und dies iſt der bei weitem häufigere Fall, mit Hilfe der Hemmung (auch Gang und Echappement genannt), die zwiſchen den Motor und den Regulator eingeſchaltet wird. Alsdann beſteht der Motor in einem Feder- oder Gewichtstriebwerke, und die Hemmung dient zugleich dem Regulator als Mittel, wodurch dieſer ſeine Schwingungen von dem Zeigerwerk der Uhr, in Zeitmaß ausgedrückt, zählen läßt. Das Zeigerwerk wird dabei von demſelben Uhrtriebwerk zur Drehung angeregt. Infolge des unmittelbaren Kraftverſatzes hängt die Genauigkeit der Uhren mit Kegelpendel in erſter Linie davon ab, daß die Betriebskraft und die Widerſtände des Uhrwerkes konſtant erhalten werden. Dem ſtehen natürlich große Schwierigkeiten entgegen, und es haben daher die Kegelpendeluhren keine Bedeutung erlangen können. Ihre Konſtruktion findet ſich in allen Lehrbüchern der Uhrmacherei beſchrieben; über ihre Theorie vgl. z. B. [11]. Regulator, Triebwerk, Hemmung und Zeigerwerk bilden die Teile einer einfachen Gehuhr. Bei den Uhren für den bürgerlichen Gebrauch kommen zu dem einfachen Gehwerk häufig noch verſchiedene andre Einrichtungen hinzu: das Schlagwerk (Schlaguhren), das Weckerwerk (Weckeruhren), das Kalenderwerk (Kalenderuhren), der Sekundenzähler (Chronographuhren). Bei den Präziſionsuhren (ſ. aſtronomiſche Uhren, S. 705, Chronometer, Boxchronometer), deren Ziel die höchſte erreichbare Genauigkeit und Gleichmäßigkeit iſt, werden derartige Nebenwerke gänzlich vermieden, weil ihr Betrieb zeitweiſe Bewegungswiderſtände verurſacht, die von dem Gehwerk zu überwinden ſind und deſſen gleichmäßigen Gang dadurch ſtören. Eine Ausnahmeſtellung beanſpruchen die Uhren mit gemeinſamem Betrieb auf elektriſchem oder pneumatiſchem Wege.

Man kann die Uhren auch gruppieren nach der Art ihres Gebrauches in Taſchenuhren, Uhren für den Hausgebrauch (Stutzuhren, Wanduhren, Regulatoren u. ſ. w.) und Turmuhren oder öffentliche Uhren. Ferner ſei hier auf die mannigfachen Anwendungen der Uhr bei dem Bau von Kontroll- und Regiſtrierapparaten (ſ. d.) und Zeitkontrollvorrichtungen hingewieſen (ſ. S. 704). Der Gebrauch ſtellt natürlich im einzelnen Falle beſondere Bedingungen, denen zu genügen iſt; für Taſchenuhren z. B. iſt nur die Unruhe, nicht das Pendel als Regulator benutzbar. Achttage-, Vierzehntage-, Jahresuhren (ſ. ſpäter unter Laufwerk, Drehpendel und Drehpendelhemmung) kommen dem Bequemlichkeitsbedürfnis entgegen, da ſie nur in ebenſo großen Zeiträumen, nicht täglich, aufgezogen zu werden brauchen.

Gehäuſe der Uhr. Das Gehäuſe bezweckt den Schutz des Uhrwerkes gegen das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit und hat bei den im Freien aufgeſtellten Uhren auch Schutz gegen Wind und Wetter zu gewähren. Es ſoll daher dicht und unter Umſtänden auch genügend widerſtandsfähig ſein. Die Gehäuſe der Großuhren zeigen unendliche Mannigfaltigkeit, und auf die Dichtheit derſelben wird kein großer Wert gelegt. Präziſionsuhren dagegen werden zuweilen völlig luft- und waſſerdicht abgeſchloſſen (Schiffschronometer, aſtronomiſche Uhren, Glaszylindergehäuſe von Ort & Riefler [33], 1896, S. 503). Auch bei den Taſchenuhren findet ſich nicht ſelten die Anwendung von Dichtungsmitteln, namentlich für die Aufziehwelle. Die Verbreitung der Knopfaufzüge (Remontoiruhren) hat es ermöglicht, den Taſchenuhrgehäuſen einen kräftigeren und dichteren Schluß zu geben und zu erhalten, da das Gehäuſe nicht mehr täglich zum Aufziehen geöffnet zu werden braucht und ſeine Schlußfugen ſomit der Abnutzung wenig unterliegen. Aus Gründen der Staubdichtheit pflegt bei feineren Uhren dieſer Art die nur ſelten gebrauchte Einrückvorrichtung für die Zeigerſtellung ins Innere des Gehäuſes verlegt zu werden. Im übrigen beſitzen die Taſchenuhrengehäuſe einen Gehäuſereifen *E* (Karrüre, Fig. 1), mit dem der Gehäuſeknopf *G* (Pendant) vereinigt iſt, der den Bügel zum Anhängen der Uhrkette trägt. Auf einem Flanſch *f* des Reifens wird das Uhrwerk mit ſeiner Platte *P* durch vorreiberartig wirkende Schrauben *s* befeſtigt (Gehäuſepaſſung). Der Ring *B* iſt die Faſſung für das Uhrglas und liegt mit dem Teil *F* auf dem Zifferblatt. Der Vorſprung *D* dient zur Befeſtigung des innerhalb des Gehäuſes befindlichen Staubdeckels (der Cuvette), über welchen der eigentliche (äußere) Uhrdeckel zu liegen kommt. — In der eben beſchriebenen Form bildet das Gehäuſe die ſogenannte offene Taſchenuhr, die ſich in die Springdeckeluhr — Savonette — verwandelt, wenn auch die Glasſeite noch mit einem Schutzdeckel *D* verſehen wird (Fig. 2). Dieſer ſteht unter dem Drucke einer Feder, die den Deckel aufſpringen läßt, wenn ihn ein Schnappverſchluß beim Einſchieben eines Drückers freigibt. Neuerdings iſt dieſer Einrichtung die bequemere umgekehrte Anordnung gegeben worden (D.R.P. Nr. 54097). Fig. 2 zeigt noch eine weitere Eigentümlichkeit mancher Gehäuſe, nämlich die Anordnung eines Staubringes *B*, der das Werk feiner Uhren zu umgeben pflegt, um ein weiteres Schutzmittel gegen das Eindringen von Staub zu bilden. *H* iſt hier das Zifferblatt, *G* das Uhrglas und *E* die Cuvette.



Fig. 1.

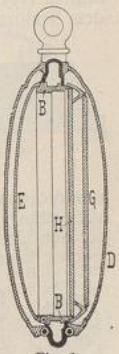


Fig. 2.

Geſtell. Abgeſehen von Ausnahmen bei den Taſchenuhren wird das Werk der Uhr ſtets zwiſchen und an zwei Platten (Platinen) gelagert, die durch Pfeiler in dem gehörigen Abſtande miteinander verbunden ſind. Die dem Zifferblatt zunächſt liegende Platte heißt Vorder-, die andre Hinterplatte. Bei den ſogenannten Amerikaneruhren werden die Platten mit ihren Ausſparungen und den Löchern zur Lagerung der Wellen durch Stanzen hergeſtellt; feinere Uhren (Regulatorwerke) haben Vollplatten mit gebohrten Löchern. In den eigentlichen Schwarzwälderuhren (Schottenuhren) bilden die Platten mit dem Gehäuſe ein Stück und ſind aus Holz hergeſtellt. Zur beſſeren Lagerung der Wellen haben die Lagerlöcher dieſer Holzgeſtelle Meſſingfutter.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 3.

Die Taſchenuhrgeſtelle [13] ſind entweder Klobenwerke — ſchweizeriſche Bauart — oder ſie haben, wie die größeren Uhren, ebenfalls zwei Platten — vorwiegend in England und Amerika heimiſch —, oder ſie ſind endlich ſogenannte Dreiviertelplatinengeſtelle, wie ſie z. B. die Glashütter Uhren beſitzen. Das Klobenwerk (vgl. Fig. 3) iſt die verbreitetſte Geſtellart und beſteht aus einer Grundplatte mit aufgeſchraubten ⌐-förmig geſtalteten Kloben und ⌐¬-förmigen Brücken oder Stegen. In den Kloben und Stegen befinden ſich die einen, in der Grundplatte die andern Löcher zur beiderſeitigen Lagerung der verſchiedenen Wellen und Achſen des Werkes. — Das Geſtell mit zwei Platten hat dem vielteiligen Klobenwerk gegenüber den Vorzug der Einfachheit und gewährt außerdem größere Sicherheit in der Erhaltung der gegenſeitigen Stellung der Werkteile (Achſen) als dieſes, zwingt aber bei Reparaturen u. ſ. w. zur mühſamen Zerlegung und Wiederzuſammenſetzung des ganzen Werkes. In dem Dreiviertelplattenwerk ſind nur für die Hemmungsteile Kloben vorhanden; dasſelbe findet zumeiſt bei den beſſeren Taſchenuhren Anwendung.

Triebwerke. Die Uhr wird unmittelbar entweder von einem Gewichts- oder einem Federtriebwerk oder durch elektromagnetiſche Kraft (ſelbſtändige elektriſche Uhren) im Betrieb erhalten. Mittelbarer Betrieb kann elektriſch, hydrauliſch oder pneumatiſch bewirkt werden; die Kräfte beſorgen dann nur das Aufziehen der Feder- oder Gewichtstriebwerke.

Bei dem Gewichtstriebwerk iſt um eine Walze eine Kette, Schnur oder dergl. geſchlungen, an der das treibende Gewicht hängt, das ſeinen Zug durch ein auf der Walzenachſe befeſtigtes Rad dem übrigen Räderwerk mitteilt (Gewichtszuguhren).

Das Federtriebwerk beſteht in einer geſpannten Spiralfeder, deren inneres oder äußeres Ende treibend auf ein damit verbundenes Rad wirkt, während das andre Ende unbeweglich feſtgehalten wird. Dieſe Feder iſt entweder in ein „Federhaus“ eingeſchloſſen, oder ſie liegt frei zwiſchen den Geſtellplatten (amerikaniſche Uhren) und iſt alsdann mit ihrem äußeren Ende an einem Geſtellpfeiler befeſtigt (Federzuguhren). In manchen Fällen läßt man beide Federenden zugleich wirken und treibt ſo zwei verſchiedene Werke, z. B. Schlagwerk und Gehwerk, mittels ein und derſelben Feder an (vgl. unter anderm D.R.P. Nr. 41497).

Zur Erzielung eines gleichmäßigen Uhrganges iſt die Bedingung zu erfüllen, daß das Kraftmoment, mit welchem die erwähnten Triebräder in Drehung erhalten werden, möglichſt konſtant ſei; denn naturgemäß haben Veränderlichkeiten dieſes Kraftmomentes zur Folge, daß ſich auch der Antrieb, den der Regulator (Pendel, Unruhe) zum Erſatze von verloren gegangenem Arbeitsvermögen periodiſch erhält, ſeiner Größe nach ändert. Alsdann unterliegt der Ausſchlagwinkel und ſomit die Schwingungsdauer des Regulators ebenfalls Aenderungen, und das Schlußergebnis ſind Ungleichmäßigkeiten im Uhrgange. Das Gewichtstriebwerk genügt jener Bedingung ohne weiteres. Anders verhält es ſich jedoch beim Federtriebwerke, bei dem die Zugkraft der in Aufwindung begriffenen Spiralfeder allmählich abnimmt. Hier ſind, falls von der Uhr große Genauigkeit verlangt wird, Vorkehrungen zu treffen, die auf Vergleichmäßigung des Antriebes hinwirken. Dazu dient die ſogenannte Schnecke, die von den vorgeſchlagenen Mitteln (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 13253) allein Verbreitung erlangt hat. Sie beſteht aus einer mit dem Treibrade *R* (Fig. 4) feſt verbundenen kegelförmigen Trommel *T*, die durch eine Gallſche Kette *K* derart mit dem Federhauſe *F* verbunden iſt, daß, wenn ſich die Triebfeder im Zuſtande der größten Spannung befindet, die Kette am kleinſten Radius der Schnecke *T* angreift. In demſelben Maße, wie bei der Aufwicklung der Triebfeder deren Spannkraft nachläßt, verlängert ſich bei der Abwicklung der Kette der wirkſame Hebelarm, da die Abwicklung vom dünneren zum dickeren Ende des Kegels fortſchreitet. Das fragliche Kraftmoment bleibt ſomit konſtant. Die Vollendung unſrer heutigen Hemmungen hat den Einfluß der ungleichen Zugkraft der Triebfeder auf den Gang der Uhr ſo weit verringert, daß er bei den gewöhnlichen Uhren vernachläſſigt werden kann. Die Schnecke ſteht daher nur noch bei den Chronometern in Anwendung.

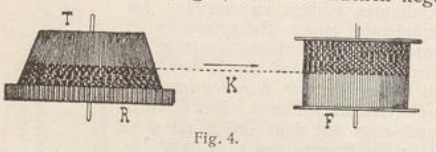


Fig. 4.

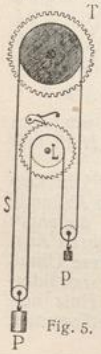


Fig. 5.

Zuweilen läßt man den Motor nicht unmittelbar auf die Hemmung wirken, ſondern zieht durch ihn in beſtimmten Zeitabſchnitten ein ſchwaches Hilfstriebwerk (Gewicht oder Feder) auf, das die Uhr während dieſer kurz bemeſſenen Abſchnitte (etwa 1 Minute) in Gang erhält. Auch dieſe, zuerſt von Leibniz vorgeſchlagene Einrichtung ſoll die Gleichmäßigkeit des Antriebes ſichern, der dem Pendel oder der Unruhe neues Arbeitsvermögen zuführt. Die Hilfsfeder oder das Hilfsgewicht pflegt dabei am Steigrad unmittelbar anzugreifen, ſo daß dieſes von der Wirkung der veränderlichen Widerſtände im Räderwerk (Vermehrung der Reibung durch Verharzung des Schmieröles u. ſ. w.) in ſeinem Gange unbeeinflußt bleibt. Aehnliche Hilfstriebwerke dieſer Art werden hier und da benutzt, um die beſonderen Werke, mit denen die Uhr ausgeſtattet iſt, zu betreiben, z. B. das Schlagwerk, die Weckervorrichtung, ein Kalenderwerk u. ſ. w.

Beim Aufziehen einer Federzuguhr wird deren Gang nicht geſtört. Anders bei den Gewichtsuhren. Hier ſchwingt zwar der Regulator infolge des ihm innewohnenden Arbeitsvermögens weiter, aber das Zeigerwerk bleibt wegen des inzwiſchen mangelnden Antriebes dabei ſtehen. Um dies zu vermeiden, pflegt man an der Gewichtswalze das Harriſonſche Gegengeſperr anzuordnen, bei dem

während des Aufziehens eine Hilfsfeder in Wirkung tritt. Diese Anordnung ist in allen Lehrbüchern der Uhrmacherei beschrieben. Ein andres Mittel zu demselben Zweck stellt der Huyghenssche Gewichtszug (Fig. 5) dar. Das Aufziehen geschieht hier durch Drehung der Leitrolle *L*, über welche die Schnur *S* geführt ist, an der das Treibgewicht *P* hängt. *T* ist das zu bewegende Rad; *p* lediglich ein Spanngewicht für die lose herabhängende Schnur.

Damit die Spannung der Triebfeder nicht unter ein gewisses Maß beim Gang der Uhr herabsinke und auch eine bestimmte Grenze beim Aufziehen nicht überschreite, wird (in Taschenuhren) die sogenannte Stellung angebracht, von der Fig. 6 ein Beispiel zeigt. Am Boden des Federhauses ist ein teilweise verzahntes Rad *k* gelagert, das beim Aufziehen durch den Zahn *x* des Federstiftes geschaltet wird, bis der Zahn *x* endlich an dem nicht verzahnten Radteil ein Hemmnis findet, womit das Aufziehen begrenzt wird. Beim Ablaufen der Uhr bewegt sich das Federhaus mit dem Rade *k* um den Federstift, und es wird dabei folglich das Rad *k* ebenfalls geschaltet, aber nach der entgegengesetzten Richtung. Trifft endlich auch hier der Zahn *x* mit dem unverzahnten Radteil zusammen, so bleibt die Uhr stehen. Letzteres Ereignis tritt natürlich nicht ein, wenn die Uhr rechtzeitig aufgezogen wird. Vorrichtungen, die zum Schutze der Feder gegen Bruch angewendet werden, und Mittel, um bei Federbrüchen den dabei erfolgenden Stoß unschädlich zu machen, finden sich beschrieben in [13] (S. 28—42).

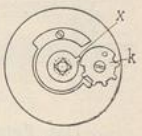


Fig. 6.

Aufziehvorrichtungen; autodynamische Uhren. Das Aufziehen erfolgt in der Regel von Hand durch die bekannten Schlüssel oder Kurbeln, die entweder besondere aufzusteckende Teile bilden oder auch mit der Aufziehwelle vereinigt sind. Bei den Taschenuhren hat gegenwärtig der Remontoir- oder Knopfaufzug den früher allgemein gebräuchlichen Schlüsselaufzug fast völlig verdrängt. Man unterscheidet Remontoiruhren mit sogenanntem Bréguetschem Gesperr (Fig. 7) und Remontoiruhren mit Wippe (Fig. 8 und 9). Die erstgenannte Aufziehvorrichtung besitzt auf einem runden Teil der Aufziehwelle *a* ein loses Rad *r* und auf einem Vierkant *v* dieser Welle ein verschiebbares Zeigerstellrad *z*. Wird letzteres durch den Druckknopf *b* zum Eingriff mit dem Zeigerwerkrade *w* gebracht, so können die Zeiger vor- und rückwärts gestellt werden, wobei sich die Welle *a* lose im Rade *r* dreht. Dieses steht beständig im Eingriff mit einem Rade, von dem die Bewegung des die Feder aufziehenden Rades abgeleitet wird. Befindet sich die Vorrichtung bei losgelassenem Druckknopfe in der gezeichneten Stellung, so wird das Rad *r* vermöge der Zahnkupplung *k* — das Bréguetsche Gesperr — von dem Rade *z* mitgenommen, wenn man die Welle *a* in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung dreht. Diese Drehung bewirkt den Aufzug. Drehungen in der Pfeilrichtung verlaufen ohne Schädigung des Uhrwerkes, indem sich hierbei das Rad *z* fortgesetzt aus der Kupplung aus- und einrückt. — Die Feder *f* und das Scheibchen *e* dienen zur Abdichtung. — Unter der Wippe versteht man ein um einen festen Zapfen *a* (Fig. 8 und 9) verschwenkbares Räderwerk, das in der einen Grenzstellung mit einem Aufziehrade (*H*), in der andern mit dem Zeigerstellrade (*P*) in Eingriff kommt. Für gewöhnlich befindet sich die Wippe *E* in solcher Lage, daß bei der Drehung der Aufziehwelle durch die Krone *k* das Aufziehen stattfindet, indem dabei diese Drehung durch das

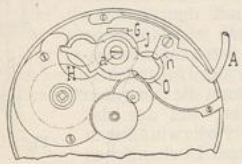


Fig. 9.

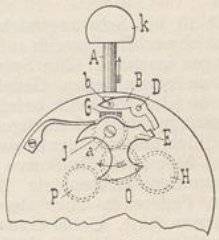


Fig. 8.

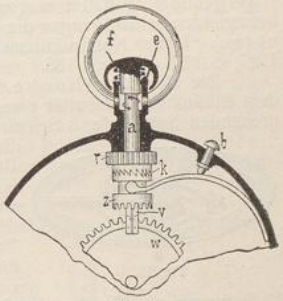


Fig. 7.

Rad *G* und das um den Drehzapfen *a* der Wippe lose drehbare Rad *J* auf ein das Aufziehen vermittelndes Zwischenrad *O* übertragen wird. Die Umschaltung der Wippe *E* zum Zwecke des Zeigerstellens geschieht entweder durch Ausziehen der Aufziehwelle (Fig. 8) oder durch einen besonderen aus dem Gehäuse herauszuziehenden Hebel *A* (Fig. 9), dessen Arm *n* den gewünschten Eingriff herstellt. Im ersteren Falle bewegt die Aufziehwelle einen Zwischenhebel *B*, der um *D* drehbar ist, mit dem einen Arm auf die Wippe wirkt und am andern Arm mit einem Stift *b* oder in andrer Weise in eine Ringnut der Welle *A* eingreift. Ist die Zeigerstellung beendigt, so ist durch Einschieben der Aufziehwelle oder des Stellhebels *A* der ursprüngliche Zustand wieder herzustellen, wobei geeignete Federn die Wippe in ihre Anfangsstellung zurückbringen.

Um der Mühe des Aufziehens überhoben zu sein, hat man vielfach vorgeschlagen, Uhren durch Benutzung der Erschütterungen, denen sie beim Gehen, Reiten oder Fahren ausgesetzt sind, oder durch die Schwankungen des Luftdrucks und der Temperatur selbsttätig aufziehen zu lassen (autodynamische Uhren). Auch die sogenannten Windradaufzüge, bei denen Zugluft (Zimmeruhren) oder der Wind (Turmuhren) die wirkende Kraft abgibt, gehören unter anderm hierher. Von allen diesen Vorrichtungen hat nur der „Rüttelaufzug" einige Verbreitung bei Taschenuhren gefunden. Er ist ganz ähnlich eingerichtet wie die bekannten Schrittzähler (vgl. [28], Bd. 3, S. 284 und 416). Zur Dienstbarmachung der Luftdruckschwankungen (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 69723) werden luftleere Gefäße benutzt, die ähnlich wirken wie die Kapseln der Aneroidbarometer. Alle Arten dieser selbsttätigen Aufzüge haben das Mißliche an sich, daß die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Uhr zum Stillſtand kommt, wenn ſie den genannten Einwirkungen überhaupt nicht ausgeſetzt wird, oder wenn dieſe gerade fehlen oder zu geringfügig ſind.

Laufwerk heißt das zwiſchen dem Motor des Gehwerks einer Uhr und dem Steigrad eingeſchaltete Räderwerk; dieſelbe Benennung führen die Räder des Schlagwerkes bis zum Windfangrad einſchließlich. Unruhuhren pflegen, eintägige Gangdauer vorausgeſetzt, wegen der größeren Schwingungszahl ihres Regulators ein Rad mehr zu haben als Pendeluhren. Die zur Erzielung einer längeren Gangdauer (Achttaguhren u. ſ. w.) nötigen Hilfsräder werden Zuſatz- oder Beifatzräder genannt. Dasjenige Rad der Uhr, welches in der Stunde eine Umdrehung macht, heißt Minutenrad, auch Mittelrad; ſeine Achſe iſt die Minutenradwelle und trägt den Minutenzeiger.

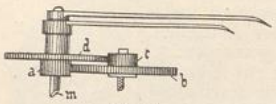


Fig. 10.

Das **Zeigerwerk** hat in der Regel vier Räder zur verlangſamten Uebertragung der Drehung der Minutenwelle auf den Stundenzeiger. Dieſer iſt mit der Nabe (Rohr) des Rades *d* (Fig. 10) verbunden, das loſe auf der Minutenwelle *m* ſitzt. Die Achſe des Rades *b* iſt am Geſtell der Uhr befeſtigt. Um die Zeiger ſtellen zu können, wird das Rad *a* auf der Welle *m* durch Reibung befeſtigt und mit einem Rohr (Minutenrohr) als Nabe verſehen, das den Minutenzeiger trägt. Dieſe Reibungsverbindung kann auch in andrer Weiſe hergeſtellt werden. Bei Großuhren pflegt für das Zeigerwerk ein beſonderes Triebwerk angeordnet zu ſein, das zugleich die Auslöſung des Schlagwerkes zu beſorgen hat und ſelbſt vom Gehwerk ausgelöſt wird. Dies geſchieht in der Regel von Minute zu Minute, ſo daß die Zeiger — oder auch Zahlenſcheiben hinter Ableſeöffnungen — ſprungweiſe bewegt werden. — Weiteres ſ. in [4].

Regulatoren. Die Theorie derſelben gibt [11]. Der Regulator, als Glied einer Hemmung von Reuleaux auch Taktgeber genannt, kann ſein: 1. ein ebenes Pendel, 2. ein Drehpendel, 3. ein Kegelpendel (ſ. S. 695) und 4. die Unruhe.

Das ebene Pendel, zuerſt von Huyghens 1656 bei Uhren benutzt, beſteht aus einer Stange mit der bekannten Linſe, deren Kantenebene gewöhnlich in der Schwingungsebene des Pendels liegt. Da hierbei Schrägſtellungen der Linſe zu (elliptiſchen) Horizontalſchwingungen Anlaß geben können, ſo empfahl Nippold die Horizontalſtellung der Linſe (von Riefler in München angewendet) oder Anwendung der Kugelform für den Linſenkörper. Das Pendel iſt an biegſamen Federn (Blattgelenk) oder an Fäden aufgehängt und wird in ſeiner Länge durch Verſtellung der Linſe oder durch ſolche Vorkehrungen am Aufhängepunkt reguliert, vermöge deren ſich die Länge der Aufhängefedern — oder Fäden — verändern läßt. Es teilt ſeine Bewegung dem Hemmungsanker u. ſ. w. in der Regel durch ein Zwiſchenglied, die Gabel *F* (Fig. 11), mit.

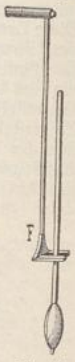


Fig. 11.

Das Drehpendel (Torſionspendel), aus einem Schwungkörper *w* (Fig. 28) und einem langen, elaſtiſchen Aufhängedraht oder -bändchen *v* nach Art einer Drehwage gebildet, geſtattet wegen der langen Dauer ſeiner oft mehrere Umdrehungen betragenden Schwingungen die Herſtellung von Uhren mit ſehr langer Laufzeit (Jahresuhren). Ueber Konſtruktionseinzelheiten bei Jahresuhren ſ. z. B. [38], 1906, S. 238; 1907, S. 112, 171 und 185.

Die Unruhe (Hooke 1660) iſt ein Schwungrädchen *a* (Fig. 12), das unter dem Einfluß der Elaſtizität einer ſich abwechſlungsweiſe zuſammendrehenden und aufdrehenden Spiralfeder *b* Schwingungen ausführt. Die Spirale iſt mit ihrem äußeren Ende an einem feſten Geſtellpunkt, mit dem inneren Ende an der Radachſe befeſtigt. Durch eigentümliche Krümmungen der Federendigungen läßt ſich annäherungsweiſe Iſochronismus der Schwingungen der Unruhe herſtellen. Eine ſolche Endkurve kennzeichnet die bei guten Taſchenuhren vielbenutzte Bréguetfeder, bei der das äußere Federende über den andern Federwindungen nach innen führt. Ueber einen Apparat zur mechaniſchen Beſtimmung von Endkurven ſ. Guillaume in [38], 1898, S. 101. Gewöhnlich beſteht die Spirale aus Stahl; antimagnetiſche Taſchenuhren haben Palladiumſpiralen. — Zur Regulierung der Schwingungsdauer dient der Rücker, ein um die Unruhachſe beweglicher Hebel, der die äußere Windung der Spirale mit zwei gabelartigen Stiften umfaßt und dadurch, je nach ſeiner Einſtellung, ein mehr oder minder großes Stück der Spirale von der Teilnahme an den Schwingungen ausſchließt. Die Schwingungsdauer der Unruhe iſt nämlich unter ſonſt gleichen Umſtänden im weſentlichen außer von dem Trägheitsmoment des Schwungrädchens von der Länge der Spirale abhängig.

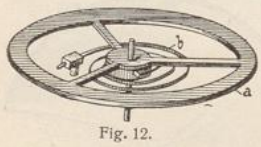


Fig. 12.

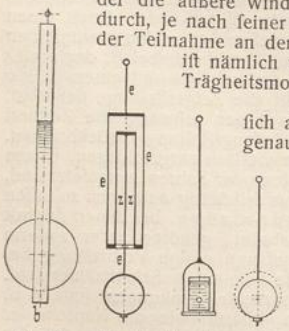


Fig. 16.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 13.

Kompenſation. In gleichem Sinne wie die Temperatur ändert ſich auch die Pendellänge, ſo daß bei Pendeluhren, von denen ein genauer Gang verlangt wird, eine Ausgleichung nötig iſt. Dieſe beruht auf der ungleichen Ausdehnung verſchiedener Körper durch die Wärme. Am einfachſten erfolgt die Konſtanterhaltung der Pendellänge, wenn man die Pendelſtange aus Holz herſtellt, das ſich in der Längenrichtung nur ſehr wenig ausdehnt; dieſe an ſich geringe Ausdehnung wird ſodann noch, wie Fig. 13 zeigt, von der größeren Ausdehnung der Linſe ausgeglichen. Andre Formen des Kompenſationspendels ſind das Roſtpendel (Fig. 14) mit den (Eiſen-) Stäben *e* von geringerem und den (Zink-) Stäben *z* von größerem Ausdehnungskoeffizienten (kann auch als Röhrenpendel gedacht werden) und das Queckſilberpendel (Fig. 15).

Dieſes wird neuerdings (von Riefler in München) in der Form (Fig. 16) ausgeführt, bei der als Pendelſtange ein (Mannesmann-)Rohr mit Queckſilberfüllung dient und die übliche Linſenform beibehalten iſt. Als Vorzüge der neuen Ausführung können unter anderm der geringere Luftwiderſtand und Erſparnis an Queckſilber gelten. Eine Queckſilberkompenſation für Drehpendel beſchreibt das D.R.P. Nr. 215604. Ueber Kompenſationsunruhen ſ. Chronometer, Bd. 2, S. 462. — Schließlich ſei noch bemerkt, daß der Kompenſation neue Wege eröffnet worden ſind ([38], 1898, S. 84), ſeitdem von Guillaume (1897) das merkwürdige Verhalten der Nickelſtahllegierungen unter dem Einfluß der Wärme feſtgeſtellt wurde. Da der Ausdehnungskoeffizient einer Legierung von 36% Nickel und 64% Stahl nahezu Null iſt, ſo liegt die Verwendung ſolcher Legierungen zu Kompenſationsunruhen und Pendeln nahe und iſt auch vielfach erfolgt. Ueber die Nickelſtahlkompenſation von Riefler (D.R.P. Nr. 100870) ſ. [38], 1902, S. 123 ff., von Straßer, ebend. 1906, S. 318 ff.

Hemmung. Den Erſatz des Arbeitsverluſtes, den der Regulator bei ſeinen Schwingungen erleidet, vermittelt bei den gebräuchlichen Hemmungen ſtets ein von dem Triebwerk der Uhr bewegtes Rad mit eigenartigen Zähnen: das Hemmungsrad, gewöhnlich Steigrad genannt. Die Bezeichnung Steigrad rührt von der Spindelhemmung, der eigentlichen Steigradhemmung, her, bei der das in Gang befindliche Hemmungsrad anſcheinend eine ſteigende Bewegung macht. Das Steigrad kann den Regulator unmittelbar oder durch ein Zwiſchenglied antreiben; es kann aber auch ein Zwiſchenglied vorhanden ſein, das nur die Auslöſung des Steigrades zu beſorgen hat, während der Antrieb des Regulators durch das Steigrad ſelbſt geſchieht. Wir unterſcheiden daher unmittelbar wirkende Hemmungen und Hemmungen mit Zwiſchenglied. Zu erſteren gehören die ruhenden und zurückſpringenden Hemmungen; die letzteren ſtellen die freien Hemmungen dar, ſo genannt, weil der Regulator während einer mehr oder minder geraumen Zeit völlig außer Verbindung mit den übrigen Hemmungsteilen tritt und dabei frei ſchwingt. Dieſes in möglichſt vollkommener Weiſe zu erreichen, iſt Zweck und Ziel der Einſchaltung jenes Zwiſchengliedes.



Fig. 17.

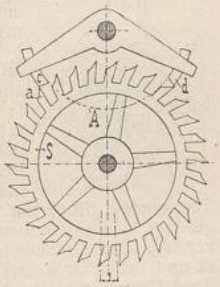


Fig. 18.

Je nach den Umſtänden iſt die Größe des erforderlichen Antriebes, den die Hemmung zu erteilen hat, verſchieden und iſt bei ſorgfältig gearbeiteten Uhren meiſt verſchwindend klein. — Zurückſpringende Hemmungen ſind die Spindelhemmung und der Hakengang (zurückſpringende Ankerhemmung). Sie haben die Eigentümlichkeit, daß der Regulator während des größten Teiles ſeiner Bewegung vom Motor getrieben wird und dadurch ein viel größeres Arbeitsvermögen mitgeteilt erhält, als nötig wäre, und daß er das überſchüſſige Arbeitsvermögen wieder vernichtet, indem er das Steigrad ſamt dem übrigen Räderwerk bei jeder Schwingung um ein beſtimmtes Stück zurückbewegt. Dadurch entſtehen, namentlich wenn der Rückfall beträchtlich iſt, wie bei der Spindelhemmung, Erſchütterungen und vermehrte Reibungswiderſtände, die den Gang der Uhr in hohem Maße ſchädlich beeinfluſſen. Die früher allgemein verbreitete Spindelhemmung hat daher den vollkommeneren ruhenden Hemmungen das Feld räumen müſſen. Dagegen iſt der Hakengang (Clement 1680, Fig. 17) in verſchiedenen Formen bei billigeren Uhren (Schwarzwälder Uhren) noch gebräuchlich. Sein Rückfall iſt nur gering. Die Herſtellung kann auch minderer Geſchicklichkeit überlaſſen werden. — Zu den ruhenden Hemmungen zählen unter anderm hauptſächlich die ruhenden Ankerhemmungen und die Zylinderhemmung. Beim Spiel einer ruhenden Hemmung laſſen ſich ſtets drei Vorgänge: Ruhe, Hebung und Fall, unterſcheiden, die mit Bezug auf Fig. 18, welche die ruhende Ankerhemmung von Graham (1715) für Pendeluhren darſtellt, erläutert werden ſollen. Der mit dem Pendel vereint ſchwingende Anker trägt zwei Klauen *c* und *d* (Paletten), die wechſelweiſe in die Zahnlücken des Steigrades *S* eingreifen. Zunächſt gleitet der Steigradzahn *a* auf der kreiszylindriſchen Fläche der (Eingangs-)Klaue *c*; dieſer Vorgang heißt die Ruhe. Hierauf gelangt er auf die Schrägfläche (Hebefläche) der Klaue, das Steigrad ſetzt ſich in Bewegung, und der Zahn treibt, während er auf der Hebefläche gleitet, das Pendel hebend weiter: dies iſt die Hebung. Alsdann verläßt er die Klaue *c*, und das Steigrad macht, ehe ein andrer Zahn auf die (Ausgangs-)Klaue *d* trifft, völlig frei einen kleinen Sprung, den Fall. Der Fall bedeutet nur einen Spielraum, der nötig iſt, damit nicht infolge der unvermeidbaren Ungenauigkeiten in der Zahnteilung des Steigrades Klemmungen eintreten. Der Grahamgang iſt die Hemmung unſrer beſſeren und beſten Pendeluhren (Regulatoren). Für Turmuhren nimmt die ruhende Ankerhemmung häufig die Form der ſogenannten Stiftenhemmung (Fig. 19) an. Die Zylinderhemmung (Fig. 20—22), für Unruhuhren beſtimmt, findet ſich faſt nur bei Taſchenuhren. Bei ihr ſind die Hebungsflächen an das Steigrad verlegt, und der Zylinder (Fig. 21), der hier die Stelle des Ankers verſieht und mit der Unruhe vereint iſt, bietet den Zähnen des Steigrads die Ruhe abwechſelnd an ſeiner äußeren (Fig. 22) und inneren (Fig. 20) Mantelfläche. Da ſich die

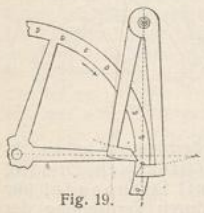


Fig. 19.

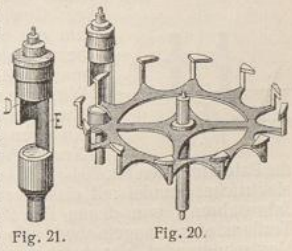


Fig. 21.

Fig. 20.

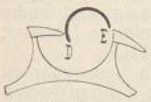


Fig. 22.

Zähne bei zu großem Ausfchwung der Unruhe in dem Zylinder fangen können, fo muß ein Prellftift angebracht fein (gewöhnlich am Reifen der Unruhe), welcher die Schwingungen begrenzt. — Der Grahamgang geht in die freie Ankerhemmung über, wenn man fich den Regulator von dem Anker getrennt und mit Mitteln verfehen denkt, durch welche er auf den Anker zeitweife einzuwirken vermag. Fig. 23 zeigt die Grundform der bei Tafchenuhren gebräuchlichen freien Ankerhemmung, bei welcher der Anker mit der fogenannten Kabel *f* ausgerüftet ift, in die ein Zahn oder Stift einer auf der Unruhwelle befeftigten Scheibe *d* eingreift. Diefer Zahn bewirkt die Auslöfung des Ankers und empfängt auch vom letzteren den Impuls. Während der freien Unruhfchwingung liegt hier, ebenfo in Fig. 24, die Gabel am Rand der Scheibe *d* an, damit der Eingriff des Ankers in das Steigrad gefichert werde. Die leicht herftellbare Form Fig. 24 ift bei billigen Uhren gebräuchlich; die Hebungsflächen befinden fich am Steigrade, und der Anker hat als Klauen Stifte. Ueber Konftruktion und Arten der freien Ankerhemmung mit Unruhe f. [14]. Bei Pendeluhren ift der freie Ankergang felten; eine folche Hemmung mit Grahamanker für Pendeluhren hat Löbner (D.R.P. Nr. 8916) erfunden und ausgeführt. Die eigentliche freie Hemmung ift der Chronometergang oder die fogenannte Feder- oder Wippenhemmung, bei der die Auslöfung des Hemmungsrades und die Impulserteilung getrennt vor fich gehen (vgl. Chronometer). Von allen älteren Hemmungen weicht in der Art des Antriebes die freie Pendelhemmung (für Turm- und aftronomifche Uhren) mit Federantrieb ab, der zuerft Riefler lebensfähige Geftalt verliehen hat [30]. Das Pendel (Fig. 25) fchwingt völlig frei und erhält den Antrieb durch Biegungsfpannungen der Aufhängefeder, die zu diefem Zwecke bei jeder Schwingung in entfprechendem Sinne um einen gewiffen Winkel gebogen wird. Das Pendel ift fo aufgehängt, daß es mit dem Anker *B* zugleich und auch unabhängig davon zu fchwingen vermag. Die Aufhängefedern find an dem Anker befeftigt, der auf Schneiden gelagert ift und deffen Drehachfe mit der Biegungsachfe des Federgelenks zufammenfällt. Schwingt das Pendel durch die Gleichgewichtslage, fo wird der Anker zunächft vermöge feiner Verbindung mit der Aufhängefeder aus dem Steigrade ausgelöft, das hier ein Doppelrad (Fig. 26) ift. Das vordere Rad *R* ftellt das Ruherad dar, das hintere *H* dient zur Hebung, wobei es auf die Klaue (Stift) *S* wirkt. Dadurch wird der Anker *B* abwechfelnd nach der einen und andern Richtung bewegt und der Aufhängungsfeder jene Biegung zum Antrieb des Pendels gegeben. Die Rieflerfche Hemmung (D.R.P. Nr. 50739) kann auch für Unruhen dienen. Da die Ankerbewegung der Rieflerfchen Hemmung begrenzt ift und ftets unter demfelben Winkel erfolgt und die Pendelaufhängungsfeder fomit immer diefelbe Biegungsfpannung erhält, fo gehört diefe Hemmung unter die Hemmungen mit konftanter Kraft, deren Eigenart darin befteht, daß der Antrieb des Regulators durch eine Feder oder ein Gewicht gefchieht, die bei jedem Spiel um ein beftimmtes konftantes Maß gefpannt bezw. gehoben werden. Eine folche Hemmung mit Gewichtsantrieb zeigt Fig. 27; die Wirkungsweife ift nach dem Gefagten daraus ohne weiteres verftändlich, wenn man fich die Knaggen *g* an dem Pendel angebracht denkt. Neuere Ausführungen des Antriebes durch Pendelfederbiegung behandeln die Patentfchriften Nr. 204351 (Siemens-Schuckert-Werke) und 212549 (Heubach, Dresden, elektrifches Pendel mit elaftifchem Antrieb). — Bei den Hemmungen mit Drehpendel (für Jahresuhren), von denen Fig. 28 ein Beifpiel gibt, wird das Pendel durch Verdrehung der Torfionsfeder *v* angetrieben, alfo in ähnlicher Weife wie bei der Hemmung von Riefler. Diefe Verdrehung wird hier durch das Glied *m* bewirkt, das mit dem wagerecht angeordneten Grahamanker *e f* auf einer und derfelben Welle *a* befeftigt ift; *h* ftellt das Steigrad dar. Neuere Konftruktionen find unter Nr. 176335 und 183392 patentiert worden. — Ueber die Brocot-, Kurbel-, Duplex- und Kommahemmung, über den Tourbillongang und andre Hemmungen, von denen es insgefamt etwa 300 Arten geben mag, f. die angeführte Literatur, insbefondere [28], [4], [19] und [22]. Die Theorie der Hemmungen behandelt [11].

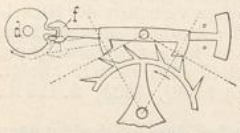


Fig. 23.



Fig. 24.

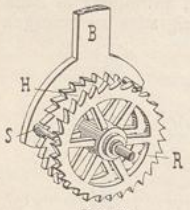


Fig. 26.

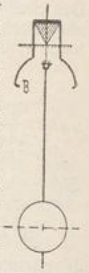


Fig. 25.

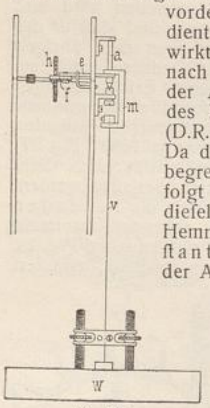


Fig. 28.

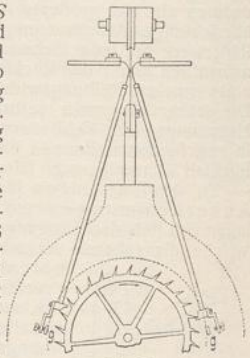


Fig. 27.

Schlagwerke. Um den Ablauf der kleineren Zeiteinheiten dem Ohre bemerkbar zu machen, find den Uhren häufig Schlagwerke beigefellt, die im entfprechenden Zeitpunkte von dem Gehwerke ausgelöft werden und nach Vollendung ihrer Tätigkeit fich felbfttätig wieder fperren. Sie geben entweder nur die Stunden allein an oder außerdem auch noch den Halbfchlag oder die fämtlichen Viertelftunden. Man unterfcheidet hiernach Stundenfchlagwerk und Viertelwerk. Die Angabe der Zeit gefchieht dabei durch Schläge eines Hammers auf

eine ſpiralförmig gewundene Tonfeder, eine Glocke oder abgeſtimmte Metallrohre (Röhrengong von Gebr. Junghans & Schaller). Zu einem Schlagwerk gehört: 1. ein Triebwerk mit Regulator; 2. die Hammerhebung und 3. die ſogenannte Anrichtung, welche die Zahl der jeweils zu gebenden Schläge zu beſtimmen hat und die Art des Schlagwerkes kennzeichnet. Es ſind zwei verſchiedene Arten Schlagwerke gebräuchlich: Schlagwerke mit Rechen und Staffel und Schlagwerke mit Schloßrad und Falle, die jedoch in bezug auf die Anordnung des Triebwerkes und die Hammerhebung weſentlich übereinſtimmen. Der Betrieb der Schlagwerke wird zuweilen dem Triebwerke des Gehwerks aufgebürdet. Da aber die daraus entſpringenden großen Ungleichmäßigkeiten der Betriebskraft den Gang des Gehwerks ſchädigen, ſo ſind zumeiſt eigne Triebwerke für das Schlagwerk vorhanden. In beiden Fällen iſt ein Geſchwindigkeitsregulator nötig, damit das erforderliche Gleichmaß in der Aufeinanderfolge der Schläge erzielt wird. Hierzu dient ein Windfang; vereinzelt wird die Regelung der Ganggeſchwindigkeit des Schlagwerkes auch durch Pendel (D.R.P. Nr. 29367 und 86587), Zentrifugalregulatoren, Reibungsbremſen (bei Taſchenuhrſchlagwerken wegen mangelnden Raumes) oder durch das Gehwerk (D.R.P. Nr. 52604) bewirkt. Zur Bewegung des Hammers dient das Hebnägelrad, das am Kranze kronradartig mit Stiften — Hebnägeln — beſetzt iſt, die den Hammerhebel in bekannter Weiſe erfaſſen und abfallen laſſen. Fig. 29 ſtellt ein Rechenſchlagwerk ſchematiſch dar. Seine weſentlichen Teile, der Rechen *M* und die Staffel *N*, kehren bei allen derartigen Schlagwerken wieder, während in den übrigen Einzelheiten eine außerordentlich große Mannigfaltigkeit herrſcht. Der Rechen *M* fällt bei der Auslöſung des Schlagwerks auf die Staffel *N* nieder, die vermöge ihrer Form den Fall des Rechens derart begrenzt, daß die Rechenbewegung, wie die Stundenzahlen, für jede folgende Stunde um eine Einheit wächſt. Um 1 Uhr iſt demgemäß der Weg des Rechens am kleinſten, um 12 Uhr am größten. Die Staffel *N* iſt entweder auf eine Achſe (Minutenwelle) des Gehwerks befeſtigt, die in 12 Stunden eine Umdrehung macht, oder ſie wird vom Gehwerk aus in andrer zweckentſprechender Weiſe, alsdann gewöhnlich ſpringend, ſo bewegt, daß ſie ſtündlich je um eine Teilung weiterrückt. Die Auslöſung des Schlagwerks erfolgt durch einen am Stundenrade des Gehwerks befeſtigten Stift, der zunächſt die Klinke *L* (den Vorfall) aushebt, ſo daß der Rechen abfällt, wobei (aber nicht immer, vgl. z. B. D.R.P. Nr. 34223) eine Vorauslöſung (der Anlauf) ſtattfindet. Hierauf läßt der Stundenradſtift den auf ihm ruhenden Auslöſehebel abſchnappen, und die Schlagwerksräder *G H* und der Windfang *K* ſetzen ſich in Bewegung. Dabei wird von dem Hebnägelrade *G* der auf die Glocke *E* ſchlagende Hammer *F* bewegt und gleichzeitig der Rechen von dem Schöpfer *S* ſchrittweiſe gehoben, bis er wieder in ſeiner urſprünglichen Stellung angelangt iſt. Kurz zuvor bringt der Rechen in irgend einer geeigneten Art die Sperrvorrichtung des Schlagwerks in die Sperrſtellung, und das Schlagwerk wird infolgedeſſen abgeſtellt. Das Hebnägelrad wird demnach eine um ſo größere Zahl von Schlägen bewirken, je weiter der Rechen bei Beginn des Schlagens von ſeiner Anfangsſtellung entfernt iſt. — Das Rechenſchlagwerk iſt das Schlagwerk unſrer Repetieruhren, d. h. derjenigen Uhren, die durch Zug an einer Schnur oder Druck auf einen Knopf oder dergl. wiederholt ſchlagen. Denn das Schlagwerk (Fig. 29) wird auch in Wirkung treten, wenn der Hebel *L* von Hand ausgehoben wird, falls man nur Sorge trägt, daß ſich hierbei das Triebwerk des Schlagwerks mit auslöſt. — Sollen außer den Stunden auch die Viertel angegeben werden, ſo bedarf es eines zweiten Rechens und einer zweiten Staffel — Viertelſtaffel —, die im weſentlichen in derſelben Art wirken wie das Stundenwerk. Auf einem andern Wege läßt ſich das Ziel erreichen, wenn man dem Rechen drei ſtufenweiſe verkürzte Zähne hinzufügt und ſtatt eines Stundenradſtiftes vier anordnet, von denen drei der Stundenradachſe näher liegen als der Stundenauslöſungsſtift, in Abſtufungen, die den drei erſten Vierteln entſprechen. Dieſe Stifte heben bei den einzelnen Vierteln die Rechenſperrklinke *L* zwar ebenfalls, jedoch nicht in dem Maße als der den größten Hub beſitzende Stundenauslöſungsſtift. Es kann daher, je nachdem der eine oder andre Viertelſtift gerade wirkſam iſt, nur der eine oder noch ein zweiter und dritter verkürzter Rechenzahn unter der Klinke *L* durchſchlüpfen und der Rechen alſo nur eine entſprechend kleine Fallbewegung machen. Infolge deſſen bewegt ſich das Schlagwerk nur um denjenigen Betrag, der zur Abgabe der jeweiligen Viertelſchläge nötig iſt. Auslöſung und Sperrung des Triebwerks geſchieht hierbei ebenſo wie beim Stundenſchlag. — Damit Verwechſlungen zwiſchen den Viertelſchlägen und Stundenſchlägen vermieden werden, müſſen ſich dieſe voneinander unterſcheiden. Zu dieſem Zweck wendet man Schallerzeuger mit ungleicher Tonhöhe an und läßt die Stunden in tieferem Tone ſchlagen. Sicherer iſt die bei Zimmeruhren vielbenutzte Unterſcheidung durch einfachen und Doppelſchlag, wobei letzterer ſtets die Viertel kennzeichnet. Alsdann ſind drei Hämmer und Tonfedern u. ſ. w. nötig. Um im letzteren Falle hiervon einen Hammer und Tonerzeuger zu erſparen, findet man häufig das Hammerwerk nur in zweifacher Anordnung, aber ſo eingerichtet, daß beim Stundenſchlag die eine Hammerwelle ausgeſchaltet oder der eine Hammer abgefangen wird und nur ein Hammer in Tätigkeit kommt, während beim Viertelſchlag beide wirken. Zur Stillſetzung des einen Hammers wird dabei entweder die Bewegung des Viertelrechens oder eines andern geeigneten Schlagwerkteiles benutzt oder ein beſonderer Hebel angeordnet, der vom Zeigerwerk kurz vor Vollſchlag entſprechend verſtellt wird (vgl. D.R.P. Nr. 95599). Schlagwerke mit Schloßrad und Falle werden durch ein Stirnrad — das Schloß- oder Schlußrad — gekennzeichnet, deſſen Zahnlücken ungleichmäßige, aber beſtimmte Abſtände voneinander haben. In einer der Lücken ruht mit einer Naſe ein Hebel — die Falle, der bei der Auslöſung des Schlagwerks,

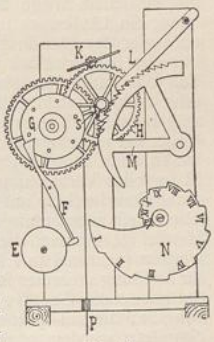


Fig. 29.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wobei sich das Schloßrad in Gang setzt, ausgehoben wird und alsdann auf einem der Zähne des Schloßrades gleitet, bis er in die folgende Lücke einfällt, um dadurch den Schluß des Schlagens herbeizuführen. Die Abstände der Lücken und somit die Breite der Zähne sind derart bemessen, daß die Falle jedesmal so lange gehoben bleibt und folglich das Schlagwerk so lange in Gang erhalten wird, als es zur Abgabe der jeweils erforderlichen Schläge nötig ist. Ueber weitere Einzelheiten der beiden Schlagwerkarten s. die Kapitel „Schlagwerke" in [4], [10], [24] sowie die Patentschriftenliteratur. — Taschenuhrschlagwerke sind entweder selbsttschlagend (selten) oder nur Repetierwerke, deren Triebfeder bei Benutzung jedesmal von neuem aufgezogen wird (gewöhnliche Ausführung). Ihre Grundform ist stets die des Schlagwerks mit Rechen und Staffel. Vgl. [28], Bd. 3, S. 273. Zahlreiche Ausführungen enthalten die schweizerischen Patentschriften. — Kuckucks-, Wachtel-, Trompeteruhren sind Uhren, die beim Schlagen zugleich den Kuckucks- oder Wachtelruf oder eine Trompete ertönen lassen. Zu diesem Zwecke werden vom Hebnägelrade des Schlagwerks Blasbälge aufgezogen, um abgestimmten Pfeifen oder einer Trompete Wind zuzuführen, wenn der zum Aufziehen des Blasebalgs dienende Hebel vom Hebnagel abschnappt. Der Blasebalg sinkt dabei durch sein Eigengewicht zusammen und führt den Aufziehhebel stets in die ursprüngliche Lage zurück, so daß er von den Hebenägeln von neuem erfaßt werden kann. Die Kuckucksuhr hat entsprechend dem Kuckucksruf zwei verschieden gestimmte Pfeifen und zwei Blasebälge, die bei jedem Ruf aufgezogen und kurz nacheinander freigegeben werden.

Die **Weckeruhren** besitzen Vorrichtungen, vermöge deren die Uhr auf elektrischem oder mechanischem Wege zu einem bestimmten Zeitpunkte, der nach Belieben eingestellt werden kann, ein Läutewerk in Tätigkeit setzt. Bei den einfachen elektrischen Weckeruhren bildet entweder der Stundenzeiger selbst oder ein mit der Stundenzeigerachse fest verbundener Teil das eine Kontaktstück und ein in bezug auf den Stundenzeiger verstellbarer oder versetzbarer Teil das andre Kontaktstück einer Stromschlußvorrichtung für einen Stromkreis, in dem eine oder mehrere elektrische Klingeln eingeschaltet sind, die ertönen, sobald das mit der Stundenzeigerachse sich bewegende Kontaktstück das eingestellte feststehende Kontaktstück berührt. Ueber verwickeltere Einrichtungen dieser Art vgl. [23], S. 194 ff. — Die mechanischen Weckerwerke üben ihre Tätigkeit meist mit Hilfe eines Einfallkerbs und einer Einfallnase aus. Letztere ist in fester Verbindung mit dem Weckerzeiger oder mit einer Weckerscheibe, die nach einer Stundenskala auf den Zeitpunkt gestellt wird, an dem der Wecker ertönen soll. Näheres über diese Einrichtungen in der Patentschriftenliteratur. Neuerdings sind Weckeruhren in den Handel gekommen, die, um ihren Zweck besser zu erreichen, in kurzen Zeitabständen wiederholt wecken (neunmal in 7 Minuten). Vgl. z. B. D.R.P. Nr. 38507. — Hierher gehören auch die Uhren für Meldung mehrerer festbestimmter Tageszeiten zum Gebrauch in Fabriken, Schulen, Eisenbahnstationen, die Zeitsignaluhren. Sie besitzen gewöhnlich eine vom Gehwerk angetriebene Scheibe, die am Rande Bohrungen hat, in die nach Belieben Stifte, Auslösefinger oder dergl. eingesetzt werden können. Diese Stifte lösen bei der Umdrehung der Scheibe die Sperrung eines Wecker- oder Läutewerkes aus, oder sie setzen eine elektrische Klingel in Tätigkeit, so daß die neben den benutzten Bohrungen angegebenen Zeitpunkte signalisiert werden. Zahlreiche Ausführungen solcher Signaluhren enthalten die Patentschriften der Klasse 74 a (Gruppe 13 und 19), z. B. Nr. 124586 (Schwilgué & Ungerer, Straßburg) und 162151. — Kalenderuhren sind Gegenstand zahlreicher Patentschriften; einzelne Ausführungen finden sich gewöhnlich auch in den Lehrbüchern der Uhrmacherei behandelt, z. B. in [28], Bd. 3, S. 303. Zusammenfassende Darstellungen fehlen. Soll nur das Datum oder dieses und zugleich der Wochentag angezeigt werden, so bietet die Konstruktion keinerlei Schwierigkeit. Die Uhr schaltet täglich einen Zeiger, der sich über einer auf dem Zifferblatt oder einer andern Stelle der Uhr angebrachten Datumskala bewegt und von dessen Bewegung die Fortschaltung des Wochentagzeigers abgeleitet wird, wenn ein solcher vorhanden ist. Bei den Monaten mit weniger als 31 Tagen ist alsdann die Einstellung auf den folgenden Ersten von Hand vorzunehmen. Schwieriger gestaltet sich die Sache, wenn dieser Uebergang selbsttätig sein soll und noch Berückfichtigung der Schaltjahre verlangt wird. Vgl. die angeführte Literatur.

Sekundenzähler. Taschenuhren sind nicht selten mit einer Vorrichtung ausgerüstet, die die Dauer kurzer Vorgänge nach Sekunden zu messen gestattet. Für besondere Fälle erstreckt sich der Meßbereich zuweilen auch auf Minuten und Stunden (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 46073), und man könnte daher die Vorrichtung füglich besser Zeitzähler nennen. Diese Art Uhren, die in der Uhrmacherei gewöhnlich fälschlich den Namen „Chronograph" führt und auch unter den Bezeichnungen „Taschenuhr mit unabhängiger Sekunde" und „Beobachtungsuhr" bekannt ist, stellt also ein Chronoskop (s. d.) dar. Im wesentlichen trägt der Sekundenzähler, in die Uhr eingefügt, fast stets das Gepräge der in Fig. 30 dargestellten Ausführung, deren Hauptbestandteile das mit doppelter Verzahnung versehene Schaltrad *E* und die von diesem gesteuerten Hebel *G* und *D* sind. Ersterer ist der Hebel zur Nullstellung und *D* der Ein- und Ausrückungshebel; ihre Drehpunkte sind *g* und *d*. Der die Sekunden anzeigende Zeiger des Chronographen sitzt auf der Achse des Rades *B*, welche durch die hohle Achse des Minutenzeigers der eigentlichen Uhr geht. Das Rad *B* wird, wenn die Zählvorrichtung eingerückt ist, angetrieben von dem Rade *C*, das an dem Hebel *D* gelagert ist und in immerwährendem Eingriff mit einem auf die Sekundenradachse des Gehwerks aufgesetzten Rad *A* steht. Die Ein- und Ausrückung des Zählers

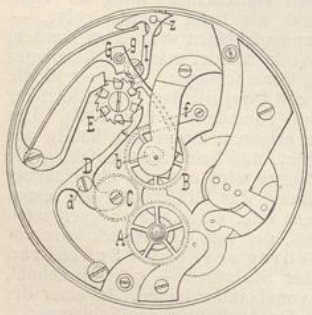


Fig. 30.

geschieht durch einen gewöhnlich zugleich die Aufziehkrone bildenden Drücker, der hier an dem Zapfen *z* angreift und den unter Federwirkung stehenden Klinkenschieber *J* bewegt. Dieser treibt bei jedem Druck das Schaltrad *E* um eine Zahnteilung vorwärts. In der Figur ist die Zählvorrichtung in Ruhe dargestellt. Wird nun ein Druck auf den Drücker ausgeübt, so gleitet die Nase des Hebels *G* von dem Zahne, auf dem sie eben aufruht, ab, das keilförmige Ende dieses Hebels fällt auf die Herzscheibe *b* und dreht diese infolge seines Druckes so weit, bis es in deren Einschnitt angelangt ist. Hierdurch kommt der mit der Herzscheibe fest verbundene Zeiger in die Nullstellung. Bei Beginn einer Beobachtung wird zum zweiten Male gedrückt, wobei der folgende Stirnzahn des Rades *E* den Nullstellungshebel *G* von der Herzscheibe abhebt und der Hebel *D* in eine Zahnlücke einfällt. Dadurch wird das Rad *C* zum Eingriff mit dem Rade *B* gebracht, und die Zählvorrichtung beginnt zu laufen. Am Ende der Beobachtung erfolgt der dritte Druck und somit eine dritte Bewegung des Rades *E*. Diese bringt die beiden Hebel *D* und *G* in die gezeichnete ursprüngliche Stellung zurück, in der die Ablesung zu geschehen hat. Zur Sicherung der Zeigerstellung ist eine kleine Feder *f* angebracht, die das Rad *B* mit sanfter Reibung festhält. Näheres in [28], Bd. 3, S. 287 ff.

Zentraluhrenanlagen dienen zur Vereinheitlichung der Zeitangaben. Zu diesem Zwecke werden die einer Anlage angehörigen Uhren durch elektrische oder pneumatische Betriebsleitungen mit einer genau gehenden Hauptuhr (Zentral- oder Normaluhr) so verbunden, daß diese den Gang der angeschlossenen Uhren in irgend einer Weise zu regeln vermag. Die abhängigen Uhren, die ihrer Art nach verschieden sein können, heißen Nebenuhren. Bei großen Anlagen bilden häufig die mit der Hauptuhr direkt verbundenen Uhren selbst wieder Hauptuhren zweiter Ordnung für kleinere Uhrgruppen. Man kann die zu regelnden Uhren an vorhandene telephonische oder telegraphische Leitungsnetze (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 48925) oder auch an Starkstromleitungen anschließen. Bei Benutzung von Leitungen letzterer Art wird die Regulierung der Uhren durch vorübergehende Aenderung der Stromspannung bewirkt (Hefner-Alteneck, D.R.P. Nr. 55239 und 67710). Auch die Vereinheitlichung der Uhrangaben mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie ist schon vorgeschlagen worden [17] und in Wien durch Reithofer und Morawetz zur Ausführung gelangt [18]. Die Hauptuhr pflegt stets eine astronomische Pendeluhr zu sein. Sie entsendet zu vorausbestimmten Zeitpunkten elektrische Stromstöße zu den Nebenuhren oder veranlaßt, falls es sich um eine pneumatische Anlage handelt, die Entstehung eines Luftstromes in dem Rohrnetz (durch Zutritt gepreßter Luft aus einem Luftreservoir oder durch Einschaltung eines von der Wasserleitung gespeisten Ejektors). — Die Nebenuhren sind entweder bloße Zeigerwerke oder selbständige gewöhnliche Uhren mit Feder- oder Gewichtsbetrieb. — Im ersteren Falle erhält das Zeigerwerk seine Fortbewegung dadurch, daß der von der Zentralstelle (Hauptuhr) kommende elektrische Strom bezw. der Luftstoß durch Anzug eines Elektromagnetankers bezw. durch Verschiebung eines Kolbens ein die Räder des Zeigerwerkes treibendes Schaltwerk bewegt. Vielfach gebräuchlich sind hierbei der Wechselstrombetrieb und die Bewegung des Zeigerwerkes durch rotierende Anker (Grau, Wagner, Bohmeyer u. s. w.). Gilt es, große Widerstände zu überwinden (lange Zeiger bei öffentlichen Uhren, Winddruck auf die Zeiger), so erhält das Zeigerwerk meist ein besonderes Triebwerk mit Selbsteinlösung (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 41888). Der Betriebsstrom hat alsdann die Aufgabe, dieses Triebwerk auszulösen. Zur Erzeugung von Betriebsstrom kann ein Magnetinduktor dienen, der von der Hauptuhr durch Auslösung eines (Gewichts-)Triebwerkes in Bewegung gesetzt wird. Dies geschieht z. B. bei den „Magneta"-Uhren (D.R.P. Nr. 147024 von Fischer). Solche Einrichtungen vermeiden Kontakte. — Sind die Nebenuhren selbständige Uhren, so ist nur eine Regelung des Zeigerstandes nötig. Dies kann in sehr verschiedener Weise erfolgen: 1. durch unmittelbare Verstellung der Zeiger selbst; 2. durch Veränderung der Pendellänge; 3. durch Entkupplung eines Zeigers, der sich hierauf entweder pendelartig in eine bestimmte Winkelstellung begibt oder auf anderm Wege verstellt wird (D.R.P. Nr. 76517) und alsdann wieder mit seiner Welle verkuppelt wird; 4. durch Anhalten des Zeigers und 5., indem das Triebwerk der zu regelnden Uhr irgendwie verhindert wird, während der Fehlerzeit auf die Hemmung zu wirken, so daß dann das Pendel leer weiter schwingt, der Hemmungsanker im stillstehenden Steigrad leer geht. In den letzten beiden Fällen ist vorausgesetzt, daß die Nebenuhr niemals nach-, sondern stets vorgehe. Sie wird demgemäß reguliert, natürlich unter Beschränkung auf zulässige Grenzen. Auch Methoden zur Richtigstellung auf Nachgehen regulierter Uhren sind bekannt, aber nicht zweckmäßig. — Wird von Nebenuhren mit selbständigem Gehwerk außergewöhnliche Genauigkeit verlangt (öffentliche Normaluhren mit Regulierung bis auf Bruchteile einer Sekunde), so läßt man das Nebenuhrpendel in völliger Uebereinstimmung mit dem Pendel der entfernten Hauptuhr schwingen, und erreicht dies dadurch, daß letzteres Pendel bei jeder Schwingung für kurze Zeit ($^1/_{10}$ Sekunde) den Stromkreis eines an der Nebenuhr angeordneten Elektromagnets schließt, dessen Einfluß das Nebenuhrpendel zwingt, denselben Schwingungsbogen zu machen und einzuhalten wie das Hauptpendel. — Um die Ueberwachung sehr ausgedehnter Anlagen zu erleichtern, hat man Vorrichtungen getroffen, die die stattgehabte Regulierung der Uhr an einer Zentralstelle melden (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 73850, ausgeführt von der „Normalzeit" in Berlin). — Näheres über Einzelheiten vgl. [7], [23], [34] sowie die Patentschriftenliteratur.

Selbständige elektrische Uhren, fast durchweg Pendel-, seltener Unruhuhren, haben weder Hemmung noch Triebwerk. Die Abgabe von neuem Arbeitsvermögen an den Regulator findet bei ihnen durch elektromagnetische Kräfte statt, und das Zeigerwerk wird in der Regel vom Pendel selbst, das zu diesem Zwecke mit einem Schaltgetriebe ausgerüstet ist, fortbewegt. Indessen kann die Schaltung des Zeigerwerks auch von dem den Impuls erteilenden Elektromagneten besorgt werden. Dieser wirkt entweder auf das Pendel oder die Unruhe unmittelbar anziehend oder abstoßend, oder er hebt kleine Gewichte oder spannt schwache Federn, die, frei-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gegeben, hernach das Pendel antreiben. Der Stromkreis des Elektromagnets wird entweder vom Pendel u. f. w. bei jeder einzelnen Schwingung oder mit Hilfe einer befonderen eigentümlichen Kontaktvorrichtung erft dann gefchloffen, wenn die Amplitude auf ein gewiffes kleinftes Maß gefunken ift (Hippfche Uhr). Näheres in [23], §§ 22—32, [7] und zahlreichen Patentfchriften. Zum Antrieb von felbftändigen elektrifchen Uhren aus einem Beleuchtungsftromkreis (mittelbar durch Kondenfatorftröme) haben vor kurzem Ericsfon & Co., Stockholm, eine Einrichtung angegeben (D.R.P. Nr. 214432 und 214433). — Als felbftändige elektrifche Uhren werden zuweilen, aber eigentlich mit Unrecht, auch folche mechanifche Uhren (mit Hemmung und Triebfeder) bezeichnet ([23], § 27), die von einer felbfttätig wirkenden elektrifchen Aufziehvorrichtung nach beftimmtem Ablauf immer wieder aufgezogen werden. Zu diefen Uhren mit elektrifcher Aufziehvorrichtung gehören z. B. die Elektrouhr von Möller (D.R.P. Nr. 124293) und die Uhr von Riefler nach dem D.R.P. Nr. 151710.

Kontrolluhren werden vielfach auch die Zeitkontrollvorrichtungen genannt, d. h. Vorrichtungen, die zu gewerblichen Ueberwachungszwecken, insbefondere bei dem Dienft von Angeftellten (Wächtern, Arbeitern, Heizern u. f. w.), oder zu Zwecken des Sports unmittelbar den Zeitpunkt oder die Zeitdauer beftimmter Vorgänge und damit zugleich entweder die Erfüllung und Verletzung von Pflichten feftftellen oder Betrügereien ausfchließen follen. Zeitkontrolle kann zwar auch mittelbar geübt werden, indem z. B. aus den Aufzeichnungen eines regiftrierenden Gefchwindigkeitsmeffers auf das Verhalten des Lokomotivführers zu beftimmten Zeiten gefchloffen wird. Für derartige Vorrichtungen zu mittelbarer Zeitkontrolle ift jedoch die Bezeichnung Regiftrierapparat (f. d.) gebräuchlich. Den Zeitkontrollvorrichtungen verwandt find ferner die Chronographen und Chronofkope (f. d.). Zu den Zeitkontrollvorrichtungen in vorftehendem Sinne gehören: 1. die Arbeiterkontrollvorrichtungen; 2. die Wächterkontrolluhren; 3. die Zeitftempel (für allgemeine Verwendung); 4. die Flugzeit-, Rennzeit-, Spielzeitmeffer u. dergl. Auch die Drofchkenkontrollapparate (Fahrpreisanzeiger) können hierher gerechnet werden. — Gemeinfam ift ihnen die Benutzung eines Uhrwerks zur Einftellung oder zum Antrieb des zeitbeftimmenden Teils der eigentlichen Kontrollvorrichtung (Papierband, Zeitdruckräder, Markenbehälter, Zeitzeiger u. f. w.) nach Zeitmaß.

Bei den Arbeiterkontrollvorrichtungen handelt es fich, abgefehen von der Kontrolle der Anwefenheit und der Pünktlichkeit der Arbeiter, hauptfächlich darum, die Arbeitszeiten der einzelnen Arbeiter zu ermitteln. Hierzu werden meift nur die Zeitpunkte ihrer Ankunft und ihres Wegganges feftgeftellt. Die gebräuchlichften Vorrichtungen dazu find entweder Markenapparate, bei denen vom Uhrwerk unterhalb einer Einwurföffnung Leitvorrichtungen oder Behälter (Zellenkränze u. dergl.) bewegt werden, um die bei der Ankunft oder beim Weggang vom Arbeiter eingeworfenen Kennmarken je nach den Einwurfszeiten zu fondern, oder fie ftellen regiftrierende Vorrichtungen dar, die über die fraglichen Zeitpunkte Vermerke auf Karten (in der Hand des Arbeiters) oder auf liftenartigen Papierbändern, -fcheiben, -tafeln (im Apparat felbft) zu machen geftatten, und die für den Zweck der Zeitangabe durch Druck häufig ein Typenräderwerk befitzen, das vom Uhrwerk fortlaufend eingeftellt wird. Zu den Kartenapparaten gehört der Apparat von Rochefter. Kürzlich ift von W. Bryce eine Kartenvorrichtung angegeben worden (D.R.P. Nr. 210662), die mit Hilfe eines Rechenwerks auch die Dauer der zwifchen dem Eintritt und Austritt des Arbeiters verfloffenen Zeit in Zahlen felbfttätig auf der Karte vermerkt. Bei dem Deyfchen Apparat (D.R.P. Nr. 153400) verftellt der Arbeiter, indem er einen Zeiger auf feine (des Arbeiters) Nummer rückt, eine Papiertrommel derart, daß die dem Arbeiter zugehörige Spalte eines um die Trommel gewickelten Papierbands dem Typendruckwerk gegenüber zu ftehen kommt und der Zeitvermerk (beim Gebrauch eines Druckhebels) nun in diefer Spalte erfolgt. Andre Arbeiterkontrolleinrichtungen, z. B. die von Bundy, find für den Abdruck von Typenfchlüffeln eingerichtet; jeder Arbeiter befitzt alsdann einen befonderen, ihn kennzeichnenden Schlüffel, deffen Zeichen neben dem Zeitvermerk abgedruckt wird. Zuweilen find die zeitdruckenden Apparate mit einer Einfchreiböffnung verfehen, vermöge deren der Arbeiter feinen Namen handfchriftlich einzutragen vermag. Um betrügerifche Stellvertretung zu vereiteln, hat man ferner den Abdruck des Daumens und felbfttätige photographifche Aufnahmen (D.R.P. Nr. 107797) vorgefchlagen. — Als Arbeiterkontrollvorrichtung können auch die Zeitauffchreiber dienen (z. B. der Bürkfche, D.R.P. Nr. 49927), d. h. Vorrichtungen mit einer zeitgleich bewegten Schreibfläche und einer Anzahl Schreibhebel, die vom Arbeiter beim Ein- und Austritt durch Anhängen einer Marke, durch Umlegen u. f. w. ein- und ausgerückt werden und auf der Schreibfläche Linien zeichnen, deren Länge je die Dauer der Arbeitszeit bedeutet.

Wächterkontrolluhren fcheiden fich in ortsfefte und tragbare mechanifche und in elektrifche Uhren, von denen die erften hauptfächlich zur Kontrolle von Heizern, Krankenwärtern, Torwachen, Mälzereiarbeitern u. f. w. dienen und zuweilen mit einer Signalvorrichtung verfehen find. Die älteffe und bekannteffe Art Kontrolluhr ift die Bürkfche tragbare Uhr mit einer ftetig bewegten Schreibfläche und einer Stech-, Loch- oder Druckvorrichtung, die der Wächter an vorgefchriebenen Stellen feines Rundganges durch dort befindliche Schlüffel in Tätigkeit fetzt, um fo ein Zeichen auf jener Fläche herzuftellen, das fpäterhin feine Wachfamkeit prüfen läßt. Elektrifche Wächterkontrolluhren befchreiben u. a. die Patentfchriften Nr. 160895 (Reitz), Nr. 161139 (Siemens), Nr. 166685 (Dey-Zeitregifter-Syndikat).

Zeit- und Datumftempel befitzen die wefentlichen Merkmale eines gewöhnlichen Handftempels mit ftellbaren Typenrädern, find jedoch mit einem Uhrwerk zur felbfttätigen Schaltung diefer Räder ausgerüftet.

Flugzeitmeffer (für Taubenwettflüge) haben in der Regel unterhalb einer Einwurföffnung ein verdecktes Zellenrad und eine Schaltvorrichtung, die bei ihrem Gebrauch diefes Rad um einen Zellenabftand weiterfchaltet und dabei zugleich eine Vermerkvorrichtung bewegt, die den Zeitpunkt des Schaltens auf einer Schreibfläche (Papierblatt) vermerkt. Dies gefchieht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

jedesmal bei Ankunft einer Taube, nachdem ihr der gebräuchliche Erkennungsring vom Fuß geſtreift und durch die Einwurföffnung ins Zellenrad gelegt worden iſt. Mit dem Weiterſchalten des Rades gelangt der Ring in das Unbefugten nicht zugängliche Innere der Vorrichtung und eine leere Zelle unter den Einwurf. (Vgl. D.R.P. Bürk, Nr. 138669.)

Ueber die ſonſt noch genannten Zeitkontrollvorrichtungen und weitere Einzelheiten überhaupt ſ. die einſchlägige Patentſchriftenliteratur, in den deutſchen Patentſchriften die Gruppen 25 bis 37 der Klaſſe 43a. Die Droſchkenkontrollvorrichtungen finden ſich in den Gruppen 12 und 13 der Klaſſe 42p.

Fabrikation. Die Erzeugung der Uhren für den bürgerlichen Gebrauch geſchieht heute faſt ausſchließlich auf dem Wege und mit den Hilfsmitteln der modernen Maſſenfabrikation. Sie hat umfaſſende und erſchöpfende Darſtellung bisher noch nicht gefunden; einzelnes enthält zerſtreut die angegebene periodiſche Literatur und die Patentſchriftenliteratur. Das Verfahren des Uhrmachers bei Erzeugung einzelner Uhren behandelt von neueren Werken ausführlich [8] und [29], bei Reparaturen von Taſchenuhren [3]. Ueber amerikaniſch-engliſche Werkzeugmaſchinen für Uhrenfabrikation ſ. [32]. Bei der Herſtellung der Präziſionsuhren waltet zwar Arbeitsteilung, aber nicht eigentlicher Fabrikbetrieb mit Maſſenerzeugung vor. — Fabrikationszentren ſind in Deutſchland der Schwarzwald, Elſaß, Freiburg i. Schl., Glashütte und Ruhla. Die Zahl der Arbeiter beläuft ſich auf etwa 13000. Aber nur die Ausfuhr von Großuhren iſt bedeutend (ſie erreicht gegenwärtig etwa einen Wert von 23000000 *M.*). Von Taſchenuhren wird in Deutſchland im großen nur billigſte und beſte Ware hergeſtellt, keine gediegene Mittelware.

Literatur: Ueberſichten über die ſehr reichhaltige Literatur geben: [19], S. 332—357; [30], S. 134—178; ferner [20], S. 613, 621—629 und 639—642, fachlich vorzüglich geordnet und auch die periodiſche Literatur berückſichtigend; endlich der von der Kühlſchen Buchhandlung in Berlin herausgegebene „Führer durch die Uhrmacherliteratur“ (neue Ausgabe, bis 1908 einſchließlich fortgeführt). — Für die Geſchichte der Uhrmacherei erſcheint von älteren Werken insbeſondere wichtig [2], [5], [8] und [26]. — Vgl. a. die unter Chronometer, Bd. 2, S. 464, angegebene Literatur. — Lehr- und Handbücher: [1] Barfuß-Gelcich, Geſchichte der Uhrmacherkunſt, 5. Aufl., Weimar 1892. — [2] Berthoud, F., Essai sur l'horlogerie, Paris 1773, und Histoire de la mesure du temps par les horloges, ebend. 1802. — [3] Schultz, Der Uhrmacher am Werktiſch, Berlin 1902. — [4] Dietzſchold, Die Turmuhren mit Einſchluß der ſogenannten Kunſtuhren, Weimar 1894. — [5] Dubois, Histoire de l'horlogerie, Paris 1849. — [6] Favarger, L'électricité et ses applications à la chronométrie, Genf 1892. — [7] Fiedler, Die Zeittelegraphen und die elektriſchen Uhren, Wien. — [8] Saunier, Praktiſches Handbuch für Uhrmacher, deutſch von Loeske, 1892. — [9] Gelcich, Uhrmacherkunſt und Behandlung der Präziſionsuhren, Wien 1892. — [10] Georgi, Handbuch der Uhrmacherkunſt, Altona 1867. — [11] Grashof, Theorie der Getriebe und mechaniſchen Meßinſtrumente, Hamburg 1883, S. 571 ff. — [12] Schulte, Lexikon der Uhrmacherkunſt, Bautzen 1902/03. — [13] Großmann, Konſtruktion einer einfachen, aber mechaniſch vollkommenen Uhr, Glashütte 1880. — [14] Derſ., Freier Ankergang, 2. Aufl., Bautzen 1893. — [15] Derſ., Horological Pocket-Dictionary, Glashütte 1880. — [16] Derſ., Das Regulieren der Uhren, Bautzen 1903. — [17] Bigourdan, Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la télégraphie électrique sans fil, Comptes rendus 1904, Bd. 138, S. 1657. — [18] Die radiotelegraphiſche Uhrenregulierung in Wien, Zeitſchr. für Schwachſtromtechnik 1907, S. 406 ff. — [19] Jürgenſen, Höhere Uhrmacherkunſt, Kopenhagen 1872. — [20] Karſten-Harms-Weyer, Einleitung in die Phyſik, Leipzig 1869, S. 607 ff. — [21] Loſſier, Das Regulieren der Uhren in den Lagen, Bautzen 1895. — [22] Martens, Hemmungen der höheren Uhrmacherkunſt, Furtwangen 1858. — [23] Merling, Die elektriſchen Uhren, Braunſchweig 1884. — [24] Moinet, Nouveau traité général d'horlogerie, Paris 1877. — [25] Philippe, Les montres sans clef, Paris 1863. — [26] Poppe, Ausführliche Geſchichte der Uhrmacherkunſt, Leipzig 1801. — [27] Rüffert, Katechismus der Uhrmacherkunſt, 4. Aufl., Leipzig 1901. — [28] Saunier, Lehrbuch der Uhrmacherei, deutſch von Großmann, 3. Aufl., Bautzen 1902—06. — [29] Sievert, Leitfaden für Uhrmacherlehrlinge, 8. Aufl., Berlin 1906. — [30] Bauer, Hemmungen und Pendel für Präziſionsuhren, München 1893. — [31] Förſter-Leman, Vorſchläge, betreffend die künftige Geſtaltung der öffentlichen Zeitregulierung in Berlin nebſt einem Gutachten über die für die öffentliche Zeitregulierung überhaupt in Betracht kommenden Einrichtungen, Berlin 1887 (im Selbſtverlag des Magiſtrats). — [32] Dinglers Polyt. Journ. 1894, Bd. 293, S. 126. — Zeitſchriften: [33] Journal der Uhrmacherkunſt 1876 ff. — [34] Uhrmacherztg., deutſche, 1877 ff. — [35] Uhrmacherztg., Leipziger, 1893 ff. — [36] The horological Journal 1859 ff. — [37] Journal suisse d'horlogerie, Genf 1881 ff. — [38] Revue chronométrique, Paris 1857—62 und 1866 ff. — Patentſchriften: Im Deutſchen Reiche in Kl. 83, mit 93 einzeln beziehbaren Untergruppen. Die engliſchen Patente ſind zuſammengeſtellt in den von der britiſchen Patentbehörde herausgegebenen „Abridgments of specifications relating to watches, clocks and other time-keepers“, 8 Bde., umfaſſend die Jahre 1661—1900, London 1858—1903. Ein mit kurzen Inhaltsangaben verſehenes Verzeichnis franzöſiſcher Patente aus der Zeit von 1792 bis 1869 enthält: Alleaume, Les brevets d'inventions concernant l'horlogerie, Paris 1873. Von den ſchweizeriſchen Erfindungspatenten kommen die Klaſſen 64, „Taſchenuhren“ und 65, „Uhren andrer Art und Inſtrumente für die Uhreninduſtrie“, in Betracht. Die bezüglichen Patente der Vereinigten Staaten ſind dort in Kl. 58 eingereiht, deren Unterklaſſen (190) einzeln bezogen werden können.

Fickentſcher.

Bei den **aſtronomiſchen Uhren** unterſcheidet man: 1. Pendeluhren (Regulatoren) und 2. Federuhren. Die erſteren ſind die genaueſten Zeitmeſſer, allein nur bei guter Aufſtellung brauchbar und nur nach Auseinandernehmen zu transportieren, die letzteren für den Transport (Reiſen zu Waſſer und Land) eingerichtet. Von den Federuhren kommen vorzugsweiſe in Betracht die ſogenannten Chronometer (ſ. d.), bei denen wieder Boxchronometer (engliſch; Doſen- oder Schiffschronometer) und Taſchenchronometer (engliſch Pocketchronometer) zu unter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſcheiden ſind, für viele Zwecke aber auch Taſchenuhren gewöhnlicher Konſtruktion (feine Taſchenuhren mit Ankerechappement, oft Halbchronometer genannt, ſind z. B. auf Reiſen, wo für das Taſchenchronometer meiſt nicht genügende Gewähr gegen Erſchütterung u. ſ. w. gegeben iſt, dieſem oft vorzuziehen). Beide Arten von Uhren können ſelbſtverſtändlich nach Sternzeit oder nach mittlerer Zeit reguliert ſein, d. h. der Sekundenzeiger der Uhr ſoll entweder in einem Sterntag oder in einem Mittleren Tag genau 1440 Umläufe = 86400 Sekundenintervallen zurücklegen oder das Pendel der Pendeluhr ſoll, je nachdem der „Schlag“ 1^s, $0{,}5^s$ iſt, in einem der angegebenen beiden Zeiträume 86400, 172800 (oder 259200) Schwingungen machen, die „Unruhe“ der Chronometer ſoll, je nachdem der Schlag 1^s, $0{,}5^s$ oder $0{,}4^s$ iſt, in einer der angegebenen Zeiten 86400, 172800 oder 216000 Schläge hören laſſen; die Unruhe der oben angeführten Ankeruhren ſchwingt raſcher, faſt ausnahmslos iſt der Schlag $0{,}2^s$ (5 Schläge in 1 Sekunde). Zur Beobachtung an Sternen ſind immer nach Sternzeit regulierte Uhren, für Beſtimmungen mit Hilfe der Sonne aber Mittlere-Zeit-Uhren bequemer. Doch iſt auch eine Sternzeituhr für Meſſung mit Hilfe der Sonne und eine Mittlere-Zeit-Uhr für Sternbeobachtungen zu gebrauchen, wie ſchon daraus hervorgeht, daß man von einer aſtronomiſchen Uhr eigentlich nur verlangt, daß ſie gleichförmig geht, nicht aber „richtig“ zeigt im gewöhnlichen Sprachgebrauch.

Ulme, im Bergbau, ſ. Strecken, S. 366.

Ultraelliptiſche Integrale, ſ. Hyperelliptiſche Integrale.

Ultramarinblau, lebhafte blaue Farbe, in Oel, Waſſer und auch in Verbindung mit Kalk anwendbar, wird durch Gaſe nicht geſchwärzt, jedoch von ganz ſchwachen Säuren unter Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff zerſetzt.

Seine Widerſtandsfähigkeit gegen Alkalien gewährt ihm einen nicht zu unterſchätzenden Vorzug vor andern blauen Farben. Die groben Ultramarine ſind immer dunkler als die feinen und werden vielfach mit Gips, Schwerſpat u. ſ. w. vermiſcht. Der Wert zweier verſchiedener Sorten kann nur vergleichend feſtgeſtellt werden, nachdem beide auf einer Glasſcheibe zerrieben ſind. Haben ſie dann noch gleiche Farbe, ſo kann ein weiterer Unterſchied hervortreten beim Zerreiben mit gleichen Mengen, z. B. 20% Gips. Die Sorte, welche mehr Gipszuſatz verträgt, um die gleiche tiefe Farbe zu bilden, iſt die beſſere. — Ultramarinblau iſt dermalen großen Verfälſchungen mit durch Alkaliblau gefärbtem Gips und Ton ausgeſetzt, die ſich durch Behandeln mit Alkohol nachweiſen laſſen. Die chemiſche Konſtitution des Ultramarins, das früher durch ein mechaniſches Verfahren aus dem Lapurſteine gewonnen wurde (natürliches Ultramarin), iſt noch nicht genau ermittelt; man nimmt aber an, daß es ein Tonerdeſilikat iſt, in dem ein Teil des Sauerſtoffes durch Schwefel vertreten wird. Es wird im großen hergeſtellt, indem man Kaolin mit Glauberſalz oder Soda und Schwefel, Kohle und Kieſelerde ſowie Pech oder Harz zerkleinert, vermiſcht, die Miſchung mahlt, dann in beſonderen Gefäßen glüht, wodurch man den ſogenannten Rohbrand erhält; dieſer wird zerkleinert, geröſtet, geſchönt, ausgewaſchen, naßgemahlen, geſchlämmt, gepreßt, getrocknet und geſiebt. In der Fabrikation unterſcheidet man drei Arten Ultramarin: 1. Glauberſalzultramarin, hell, wenig deckend, durch Alaunlöſung am leichteſten zu zerſetzen, Nuance ins Grünliche gehend; 2. Sodaultramarin mit wenig Schwefel, gibt dunkle Sorten, deckt beſſer, die Zerſetzung durch Alaunlöſung geht weniger ſchnell vor ſich, Nuance rein blau; 3. Sulfatultramarin mit viel Schwefel und Kieſelſäure, gibt die dunkelſten Farben, deckt am beſten, iſt leicht und für Papierfabrikation allein geeignet, Nuance violettblau. — Das Hauptgewicht in der Fabrikation iſt auf richtige Zuſammenſetzung der Miſchungen und auf das zweckentſprechende Brennen zu legen. Zum Brennen dienen teils Häfen, teils Backöfen, Schachtöfen oder Muffelöfen und reſultiert nach der erforderlichen Zeitdauer eine grüne, feſte Maſſe (Ultramaringrün) aus den sub 1 und 2 genannten, aus der alaunhaltigen Soda- und Kaolinmiſchung jedoch direkt ſogenannter Blaubrand. Der Grünbrand wird nun zerkleinert, eventuell ausgewaſchen, in Muffeln gebracht, Schwefel eingeworfen und ungefähr 7 Stunden geröſtet, worauf die Muffeln gedichtet werden. Der Röſtprozeß dauert etwa 4—5 Tage. Die weiteren Prozeſſe beziehen ſich auf das Auswaſchen, Verfeinern und Trocknen des fertigen Produktes. Näheres über die Verwendung u. ſ. w. in [1]—[4].

Literatur: [1] Hoffmann, Die Entwicklung der Ultramarinfabrikation, Braunſchweig 1875. — [2] Fürſtenau, Das Ultramarin, Wien 1880. — [3] Gentele, Lehrbuch der Farbenfabrikation, 2. Aufl., Braunſchweig 1880. — [4] Berſch, Fabrikation der Mineral- und Lackfarben, 2. Aufl., Wien 1894; Hoffmann, R., Ueber das Ultramarin, Braunſchweig 1902. *Andés.*

Ultramaringelb, ſ. v. w. Zinkgelb (ſ. d.) und Zinkchromat.

Ultramaringrün, ſ. Ultramarinblau.

Umbiegemaſchine, ſ. Biegemaſchine, Bördeln, Kümpeln.

Umbra (römiſche Erde, römiſche Umbra, Schönrot, Türkiſchbraun, Umbrabraun, Umbraun), braune Erdfarben, neben als Farbenſubſtrat anzuſehenden Kalk- und Tonarten als färbende Hauptbeſtandteile vorwiegend Eiſenoxydhydrat, wenn gelblich, Manganhydrat, wenn bräunlich, enthaltend. Außerdem finden ſich noch Hydrate des Manganhyperoxyds von ſchwarzbrauner bis ſchwarzer Farbe. *Andés.*

Umbralin, Miſchung von Benzin und Paraffin, in der Mineralmalerei angewendet. Die Fläche wird damit warm überſtrichen und nach dem Trocknen mit einer Löt- oder Abbrennlampe das Paraffin noch eingeſchmolzen. *Andés.*

Umdrehung, ſ. Rotation.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umdrehungsanzeiger (Tachometer), f. Gefchwindigkeitsmeffer.

Umdrehungsflächen entftehen durch Umdrehung einer Kurve um eine gerade Linie als Achfe. Geometrifches darüber vgl. Fläche, Bd. 4, S. 56.

Ift (a, b, c) ein Punkt der Achfe, l, m, n die Richtungscofinus derfelben, fo ift $(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2=\Phi(lx+my+nz)$ die Gleichung einer Umdrehungsfläche mit dieſer Achfe. Ihre Differentialgleichung ift $\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial z} \\ l & m & n \\ x-a & y-b & z-c \end{vmatrix}=0$. Ift die z-Achfe Achfe der Fläche, fo ift $z=f(x^2+y^2)$ die Gleichung und $y\frac{\partial z}{\partial x}-x\frac{\partial z}{\partial y}=0$ die Differentialgleichung derfelben. Die Normale der Umdrehungsfläche geht durch die Achfe hindurch. Die Krümmungslinien der Fläche ſind die Meridiane und die Parallelkreiſe. Hauptkrümmungshalbmeſſer ſind die Krümmungsradien der Meridiane und die Abſchnitte der Normalen der Meridiane bis zur Achfe. Durch Drehung eines Kegelſchnitts um eine Achfe entſtehen Umdrehungsflächen zweiter Ordnung. Andre Beiſpiele von Umdrehungsflächen ſind der Wulſt, das Unduloid, das Catenoid, das Nodoid. *Wölffing.*

Umdruckpapier, beſonderes, in verſchiedener Weiſe hergerichtetes Papier, das in lithographiſchen Betrieben und Aetzanſtalten vielfach dazu benutzt wird, bei Uebertragungen von Schrift und Bildern, z. B. von „Originalformen“ auf die Steine oder Metallplatten für den Auflagendruck als Zwiſchenträger, ferner bei direkt ausgeführten Zeichnungen als proviſoriſche Unterlage zu dienen.

In allen Fällen muß das Umdruckpapier mit einer waſſerlöslichen Iſolierſchichte verſehen ſein, die einerſeits das Einſinken des darauf gemachten Abdrucks oder der Zeichnung in den Papierfilz zu verhindern hat und die anderſeits eine Trennung des Papierblattes vom Bilde ſpäter leicht durchführen läßt. Für gewöhnliche Arbeiten ſtellen ſich die Druckereien Umdruckpapier ſelbſt her, indem ſie dünnes Poſtpapier mit Kleiſter oder Gummiarabikumlöſung überſtreichen. Die im Handel befindlichen fabrikmäßig erzeugten Sorten von Umdruckpapier ſind entweder ähnlich verfertigt oder auch (für den Umdruck ſehr feiner Zeichnung oder Schrift) mit einer durch Leim oder Stärkekleiſter gebundenen „Kreideſchicht“ (Barytſulfat, ſelten Calciumſulfat) überzogen. Sogenanntes „immerfeuchtes“ Umdruckpapier enthält in der Streichſchichte viel Glyzerin. Eine gute Streichmaſſe erzielt man durch Verkleiſtern von 1 kg in wenig Waſſer angeriebener Stärke mit 4 l kochenden Waſſers und nachfolgende Eintragung von 40 g feinſt pulveriſierten Chromgelbs (um die Schichtſeite deutlich erkennbar zu machen) und 1 kg Glyzerin. — Die für direkt darauf auszuführende Zeichnungen mit fetter Tuſche oder fetter Kreide beſtimmten Kreidezeichenpapiere werden mit verſchiedener „Körnung“ durch Gaufrieren verſehen. — Für photolithographiſche Zwecke wird ſtärkeres, gut geleimtes und nach beiden Richtungen gut ſatiniertes Längenpapier auf einer Gelatinelöſung (nach Albert 100 Teile mittelharter Emulſionsgelatine, 1000 Teile Waſſer, 55 Teile Glyzerin) durch 3—5 Minuten ſchwimmen gelaſſen. Die Senſibiliſierung mit Chromatlöſungen erfolgt erſt bei der Verarbeitung. — Für kartographiſche Zwecke (vgl. Kartendruck) und bei Farbenarbeiten muß das Umdruckpapier auch durch Uebereinanderlegen mehrerer Schichten gegen Dimenſionsveränderungen gewiſſe Sicherungen erhalten. Das außerordentlich dünne, ſehr durchſichtige „Transparentumdruckpapier“ geſtattet die Herſtellung umdruckfähiger Zeichnungen mittels fetter Tuſche u. ſ. w. durch direktes Pauſen. Ferner benutzt man es zum „Trockenumdruck“. Starke Papiere müſſen nämlich vor dem Umdrucken ſchwach angefeuchtet werden, weil ſonſt die Blätter auf dem Stein verſchoben werden können. Das „Feuchtumdrucken“ verhindert aber genaues Maßhalten.

Literatur: Valenta, E., Die Rohſtoffe der graphiſchen Druckgewerbe, Bd. 1, Das Papier, Halle a. S. 1904; Albert, A., Verſchiedene Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1900. *A. W. Unger.*

Umfangskraft, die von einem Rade in tangentialer Richtung abgegebene oder aufgenommene Kraft. An Zahnrädern bildet ſie eine Komponente des Zahndruckes, an Riem- und Seilſcheiben den Unterſchied der beiden Bandſpannungen.

Man rechnet ſie in Kilogramm für N Pferdeſtärken und n minutliche Umgänge bei r cm Radius und $v=2r\pi n/60\cdot 100$ m/sec Umfangsgeſchwindigkeit aus $P=75N/v=71\,620N/nr$. Das Moment am Rade iſt M cmkg $=P\cdot r=71\,620N/n$. *Lindner.*

Umformer, elektriſcher (Transformator), Apparat, welcher eine Spannung oder Stromart in eine andre umwandelt. Man unterſcheidet Transformatoren für Gleichſtrom, Gleichſtrom-Wechſelſtrom und Wechſelſtrom.

Ein **Gleichſtromtransformator** [3] beſteht aus zwei miteinander gekuppelten Dynamomaſchinen, von denen die eine als Motor läuft und mit dem umzuwandelnden Strom geſpeiſt wird, während die andre, als Dynamo wirkende Maſchine, Strom von der gewünſchten Spannung liefert. — Die Wechſelſtrom-Gleichſtrom-Umformer beſtehen in der Regel ebenfalls aus zwei miteinander verbundenen Maſchinen, wovon die eine als Wechſelſtrommotor, die andre als Gleichſtromdynamo läuft. — Der Wechſelſtrommotor kann ein ſynchroner oder auch ein aſynchroner Motor ſein und mit ein- oder mehrphaſigem Wechſelſtrom geſpeiſt werden. Rechnet man den Wirkungsgrad der Dynamo zu 0.92 und ebenſo groß den des Motors, ſo iſt der des Aggregats $0{,}92\cdot 0{,}92=0{,}85$. Weſentlich vorteilhafter in bezug auf den Wirkungsgrad arbeiten die Einankerumformer. Das ſind gewöhnliche Gleichſtrommaſchinen mit Schleifringen (ſ. Drehſtrom). Werden zwei Schleifringe auf die Achfe geſetzt, die bei der zweipoligen

Maschine mit zwei um 180° voneinander entfernt liegenden Lamellen verbunden sind, so eignet sich diese Maschine zur Entnahme von einphasigem Wechselstrom; bringt man jedoch vier Schleifringe an und verbindet sie mit Punkten der Wicklung, die um je 90° voneinander entfernt sind, so erhält man zwischen je zwei Schleifringen, die mit gegenüberliegenden Punkten verbunden sind, zwei einphasige Wechselströme oder sogenannten zweiphasigen Wechselstrom. Entnimmt man dagegen den Strom von zwei Schleifringen, bei denen die Verbindungspunkte der Wicklungen nur um 90° voneinander entfernt sind, so hat man es mit vierphasigem Strom zu tun. Drei Schleifringe, mit drei um 120° voneinander entfernt liegenden Punkten der Wicklung verbunden, geben Drehstrom. Einer derartigen Maschine kann man, wenn sie mechanisch angetrieben wird, sowohl Gleich- als auch Wechselstrom entnehmen [6]. Man kann sie aber auch als Gleichstrommotor laufen lassen und ihr dann Wechselstrom entnehmen (Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer). Schickt man dagegen zu den Schleifringen Wechselstrom hinein, so erhält man am Kollektor Gleichstrom. Da der Gleichstrom die Richtung der elektromotorischen Kraft des Ankers besitzt, der zugeführte Wechselstrom ihr aber entgegenwirkt, so fließt im größten Teile der Ankerwicklung nur die Differenz der Ströme, so daß der Stromwärmeverlust bei einem Drehstrom-Gleichstrom-Umformer wesentlich geringer ist, als wenn der mechanisch angetriebenen Gleichstrommaschine derselbe Strom entnommen würde. Der Wirkungsgrad eines solchen Einankerumformers ist infolgedessen sehr hoch. Zwischen der E.M.K. (elektromotorischen Kraft) des Gleichstromes und der des Wechselstromes besteht ein ganz bestimmtes Verhältnis, das von dem Quotienten Polbogen : Polteilung abhängt. Ist f_g dieses Verhältnis, so ist $e' = f_g E$, wo e' die E.M.K. des Wechselstromes und E die des Gleichstromes bezeichnet. Um daher dem Umformer die gewünschte Gleichstromspannung zu entnehmen, muß ihm der Wechselstrom mit einer bestimmten Spannung zugeführt werden, wozu noch ein Transformator erforderlich ist, der die gegebene Wechselstromspannung auf die verlangte Spannung reduziert. Immerhin bleibt der Wirkungsgrad des Umformeraggregats noch sehr hoch, etwa 0,92. Als ein weiterer Nachteil muß das unbequeme Ingangsetzen des Umformers von der Wechselstromseite aus angesehen werden, da der Umformer als Synchronmotor angelassen wird (s. Motor, elektrischer, Bd. 6, S. 500).

Den Vorzug beider Systeme ohne deren Nachteile vereinigt der Kaskadenumformer von Bragstad und La Cour. Derselbe besteht aus einem Drehstrommotor, der mit einer Gleichstrommaschine gekuppelt ist. Die Wicklung des Läufers ist mit der Wicklung des Gleichstrommotors in bestimmter Weise verbunden, so daß ein Teil des Wechselstromes direkt in Gleichstrom umgewandelt wird, während ein andrer Teil als mechanische Energie zum Antrieb der Gleichstrommaschine benutzt wird. — Das Prinzip wird durch die Fig. 1 erläutert. Es sind S die drei Phasen des Stators, denen der Drehstrom zugeführt wird. Die drei Läuferphasen L sind mit ihren Enden zu drei Schleifringen geführt, die ihrerseits mit einem gewöhnlichen dreiphasigen Anlasser in Verbindung stehen. Die Anfänge dagegen führen zu drei Punkten a, b, c des Gleichstromankers, denen an den Bürsten A und B Gleichstrom entnommen wird. Ist die Polzahl von Motor und Dynamo die gleiche, so läuft der Motor mit der halben Tourenzahl, die er als Drehstrommotor allein machen würde. Die Hälfte des eingeleiteten Drehstromeffektes wird in mechanische Energie verwandelt und zum Treiben der Gleichstrommaschine benutzt, die andre Hälfte wird direkt in Gleichstrom umgeformt. Die Umformung auf die richtige Wechselanspannung geschieht im Drehstromläufer, so daß ein Transformator nicht erforderlich ist. Der Anlauf erfolgt, wie bei jedem Drehstrommotor, mit Hilfe des Anlassers R. Der Wirkungsgrad ist hoch, da gewöhnlich nur zwei Lager vorhanden sind, und der Stromwärmeverlust im Gleichstromanker ist klein wegen der entgegengesetzten Richtung der beiden Ströme.

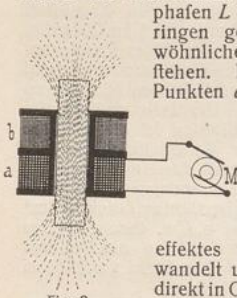
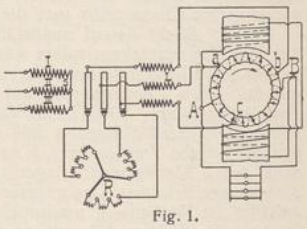


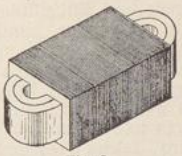
Fig. 2.


Fig. 1.

Ein **Wechselstromtransformator** [1]—[3] besteht im wesentlichen aus zwei Wicklungen, die auf einem gemeinsamen Eisenkern angebracht sind. In die eine Wicklung, die primäre, wird Wechselstrom von der ungeeigneten Spannung eingeleitet und aus der andern Wicklung, der sekundären, Strom von geeigneter Spannung entnommen.

Fig. 2 stellt den einfachsten Fall eines solchen Transformators dar. Die Spule a erhält von der Wechselstrommaschine M Strom, und die entstehenden Kraftlinien durchdringen die Spule b. Die Anzahl der Kraftlinien ändert sich in derselben Weise wie der in die Spule a eingeleitete Strom und erzeugt hierdurch (s. Induktion) in den Windungen der Spule b elektromotorische Kräfte, deren Größe sich wie folgt berechnen läßt. — Es bezeichne E_2 die in der Spule b erzeugte mittlere elektromotorische Kraft, ξ_2 ihre Windungszahl, $\sim$ die Anzahl der Perioden des Wechselstromes, N_0 die von der Spule a während einer halben Periode erzeugte maximale Kraftlinienzahl, so folgt E_2 aus der allgemeinen Formel $E = \frac{N_2 - N_1}{T \cdot 10^8} \xi$ Volt. Hier ist zu setzen $N_1 = N_0$, $N_2 = -N_0$, $\xi = \xi_2$ und T, die Zeitdauer einer halben Periode, $= \frac{1}{2 \sim}$, mithin $E_2 = -\frac{2 N_0 \xi_2 2 \sim}{10^8}$ Volt. Bei sinusförmigem Verlaufe des Wechselstromes hängt aber der mittlere Wert E mit dem durch Wechselstrominstrumente angezeigten sogenannten effektiven Wert $e_2{}^1$ zusammen durch die Formel $e_2{}^1 = \frac{\pi E}{2\sqrt{2}}$, so daß der effektive Wert der

sekundären elektromotorischen Kraft $e_2{}^1 = \frac{4{,}44\, N_0\, \xi_2 \sim}{10^8}$ Volt wird. Dieselben Kraftlinien, welche durch die sekundäre Spule gehen, durchsetzen aber auch die primäre und bringen dort eine elektromotorische Kraft der Selbstinduktion hervor, deren Größe $e_1{}^1 = \frac{4{,}44\, N_0\, \xi_1 \sim}{10^8}$ Volt ist. Durch Division beider Gleichungen erhält man $e_1{}^1 : e_2{}^1 = \xi_1 : \xi_2$, d. h. die elektromotorischen Kräfte verhalten sich wie die zugehörigen Windungszahlen. Ist z. B. $e_1{}^1 = 2000$ Volt, $\xi_1 = 1000$ Windungen und soll $e_2{}^1 = 100$ Volt werden, so muß $\xi_2 = \frac{100 \cdot 1000}{2000} = 50$ Windungen sein. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Transformator durchdringen jedoch nicht alle in der primären Spule erzeugten Kraftlinien die sekundären Windungen, sondern ein Teil derselben wird zwischen den beiden Spulen austreten, so daß für die Wirkung der sekundären Spule eine Anzahl Kraftlinien durch Streuung verloren gehen. Um die Streuung auf ein möglichst geringes Maß herabzudrücken, ordnet man die beiden Spulen in der Regel nicht neben, sondern übereinander an (Fig. 3) oder man teilt sowohl die primäre als auch die sekundäre Wicklung in eine Anzahl Abteilungen (Fig. 4); die mit *p* bezeichneten Spulen tragen die primäre Wicklung, die mit *s* bezeichneten die sekundäre. Der Eisenkern besteht bei allen Wechselstromtransformatoren zur Vermeidung von Wirbelströmen aus übereinander gelegten dünnen, durch Seidenpapier oder Lack voneinander isolierten Blechen von 0,3 bis 0,5 mm Stärke. — Die bisher besprochenen Formen besitzen einen sehr großen magnetischen Widerstand, weil ja die Kraftlinien den größten Teil des Weges in der Luft zurücklegen müssen, und brauchen deshalb zur Erzeugung der erforderlichen Kraftlinien einen verhältnismäßig starken Leerlaufstrom, welcher in den Zentralen den Betrieb großer Maschinen auch dann nötig macht, wenn die sekundäre Leistung der Transformatoren gleich Null ist. Außerdem wird hierdurch der Verlust durch Stromwärme in den Leitungen ein bedeutender, da er ja vom Quadrate der Stromstärke abhängt. Swineburne hat den Leerlaufstrom durch Parallelschalten eines Kondensators zum Transformator [2] verringert; doch ist dieses Verfahren wegen der geringen Haltbarkeit der Kondensatoren nicht nachgeahmt worden, und man baut statt dessen Transformatoren mit geschlossenem magnetischem Kreise, wodurch der genannte Uebelstand vermieden wird.


Fig. 6.

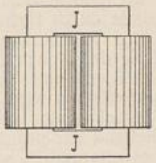


Fig. 5.


Fig. 3.

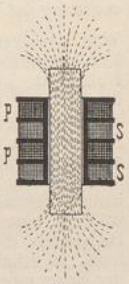


Fig. 4.



Fig. 8.



Fig. 9.

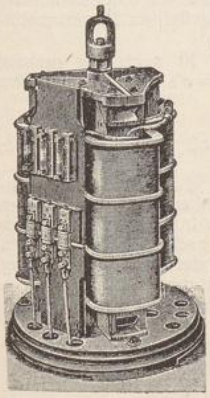
Je nach der Bauart unterscheidet man **Kerntransformatoren** (Fig. 5) und **Manteltransformatoren** (Fig. 6).

Die Herstellung der Kerntransformatoren erfolgt auf zweierlei Art. Entweder man legt die Bleche so übereinander, daß an den Enden eine Art Verzapfung entsteht (Fig. 7), oder man setzt auf die Spulenkerne (Fig. 5), deren Endflächen gut bearbeitet sind, nach Aufschieben der Spulen die für sich hergestellten Joche *J* auf. Das Zusammenpressen der Bleche sowie der Joche erfolgt durch isolierte Bolzen. Damit an den Preßstellen Wirbelströme vermieden werden, unterläßt man auch häufig die Bearbeitung der Preßstellen und legt ein Blatt Papier zwischen dieselben. Die Windungen werden sowohl primär als auch sekundär auf beide Kerne gleichmäßig verteilt.


Fig. 7.


Fig. 11.

Die Manteltransformatoren werden am besten in der Weise hergestellt, daß man Bleche von der in Fig. 9 dargestellten Form stanzt, dieselben bei *e* aufschneidet und dann die Ecken *a* umbiegt, wie Fig. 8 zeigt. Nachdem diese Bleche in die fertig gewickelten Spulen abwechselnd von rechts und links eingesetzt sind, werden die Ecken *a* wieder zurückgebogen. Man kann jedoch auch gegen den Kern, der die Wicklung trägt, zwei ⊏-förmig gestaltete Joche pressen. Die Fig. 10 stellt einen Manteltransformator für einphasigen Wechselstrom dar. Die Windungen werden, soweit sie nicht in das Eisen eingebettet sind, durch besondere Gehäuse *G* vor Beschädigungen geschützt.


Fig. 12.

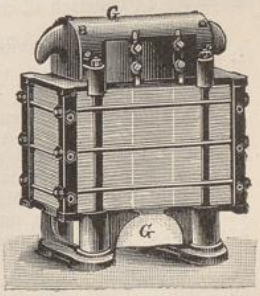


Fig. 10.

Bei Drehstromtransformatoren sind drei Kerne vorhanden, auf die die Wicklung der drei Phasen kommt. Die Kerne liegen meistens in einer Ebene, können aber auch nach Fig. 11 angeordnet werden. Fig. 12 zeigt einen Transformator der letzten Art. Wie aus der Figur zu erkennen ist, besteht die Hochspannungsspule aus drei einzelnen

Spulen, damit ein Durchschlagen von Drahtlage zu Drahtlage vermieden wird. Man geht davon aus, daß der Spannungsunterschied zweier übereinander liegender Drähte 100—150 Volt nicht überschreiten soll. Der Spannungsunterschied zweier Drähte ist der Quotient $e'_1 : \xi_1$; hieraus ergibt sich dann die Anzahl der Unterteilungen der Hochspannungsspule.

Die **Effektverluste eines Transformators** setzen sich zusammen: a) Aus den Verlusten durch Stromwärme in den primären und sekundären Windungen. Dieselben sind $i_1^2 w_1$ und $i_2^2 w_2$, wenn i_1 und i_2 die effektiven Stromstärken, w_1 und w_2 die zugehörigen Widerstände bezeichnen. b) Aus dem Verluste durch Hysteresis. Dieser ist $\mathfrak{E} = \eta_0 V B_0^{1.6} \sim 10^{-7}$ Watt, wo V das Volumen in cm³ ∼ die Periodenzahl, B_0 die maximale Induktion im Eisen und η einen Koeffizienten bezeichnet, der für gewöhnliche Transformatorenbleche 0,002—0,0012 und für legierte Bleche 0,0007 gesetzt werden kann. Um den Hysteresisverlust klein zu erhalten, muß B_0 klein, etwa zwischen 4000 und 7000 bei gewöhnlichen Blechen und bis 11000 bei legierten Blechen gewählt werden. c) Aus den Verlusten durch Wirbelströme. Dieselben können durch Verwendung dünner Bleche auf ein geringes Maß herabgedrückt werden. Für die Berechnung des Verlustes durch Wirbelströme kann man die Gleichung [3] $\mathfrak{E}_w = (2 \text{ bis } 2{,}5) \frac{(\Delta \sim B_0)^2}{10^{10}} V$ Watt benutzen, wo Δ die verwendete Blechstärke in Millimetern und V das Eisenvolumen in Kubikdezimetern bezeichnet. Das Güteverhältnis oder der Wirkungsgrad ist dann: $\eta =$ sekundärer Nutzeffekt: primär eingeleiteter Effekt. Bei großen Transformatoren steigt dieses Verhältnis bis 0,98 und erreicht auch bei kleinen den Wert 0,94.

Bei Zentralen bleiben die Transformatoren primär dauernd angeschlossen, so daß die Eisenverluste, das sind die Verluste durch Hysteresis und Wirbelströme, das ganze Jahr hindurch auftreten, während sekundär der Transformator nur einige hundert Stunden in Betrieb ist. Infolgedessen ist für die Zentrale der Jahreswirkungsgrad maßgebend, das ist das Verhältnis: sekundäre Nutzarbeit während eines Jahres dividiert durch primär aufgewendete Arbeit während eines Jahres. Dieses Verhältnis wird groß, wenn der Eisenverlust klein gemacht wird. Da aber in diesem Falle der Transformator aus wenig Eisen, aber vielen Windungen bestehen muß, so erhöht sich der Widerstand der primären und sekundären Wicklungen und somit auch der Spannungsabfall, so daß es erforderlich wird, solche Transformatoren bei wechselnder Belastung nachzuregulieren, um die sekundäre Spannung konstant zu halten. — Die unter *a*, *b*, *c* erwähnten Verluste setzen sich in Wärme um und erhöhen hierdurch die Temperatur des Transformators so lange, bis die zugeführte Wärme gleich der abgeführten wird. Da die letztere jedoch proportional der Temperaturerhöhung und proportional der ausstrahlenden Oberfläche wächst, so muß die Oberfläche des Transformators in einem bestimmten Verhältnis zu den Verlusten stehen, wenn nicht die Temperaturerhöhung eine so bedeutende werden soll, daß sie die Isolation der Drähte gefährdet. Nach den Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker darf die Temperaturerhöhung 60° C. nicht überschreiten.

I: in Kasten ohne Oel;
II: in Kasten mit Oel ohne mechanische Zirkulation.

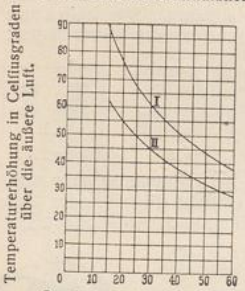


Fig. 13.

Nach Versuchen von G. Kapp [1] ergibt Fig. 13 den Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung und der Anzahl von Quadratzentimetern Oberfläche für 1 Watt Effektverlust, welches in Wärme umgesetzt wird. Sind z. B. für jedes Watt Effektverlust 20 cm² Oberfläche vorhanden, so ergibt die Figur eine Temperaturerhöhung von 75° C., wenn der Transformator in einem Kasten ohne besondere Kühlung steht; wird derselbe hingegen mit Oel gefüllt, so steigt die Temperatur nur noch auf 55° C. an. Da die Transformatoren jedoch nicht dauernd vollbelastet sind, so gestalten sich die Verhältnisse etwas günstiger, d. h. die maximalen Temperaturen erreichen nicht die in Fig. 13 angegebenen Werte. Berechnungen von Transformatoren findet man in [3] und eine hiervon abweichende in [7]. Die Eigenschaften eines Transformators ergeben sich am deutlichsten aus dem von G. Kapp aufgestellten Transformatordiagramm [1], aus dem die folgenden Sätze zu entnehmen sind:

1. Wird ein Transformator sekundär induktionsfrei belastet, so ist auch der primäre Leistungsfaktor ungefähr gleich Eins, es ist also der eingeleitete Effekt $\mathfrak{E}_1 = e'_{k1} i_1$. Der sekundäre $\mathfrak{E}_2 = e'_{k2} i_2$, demnach ist der Wirkungsgrad $\eta = \frac{e'_{k2} i_2}{e'_{k1} i_1}$.

2. Die primäre Ampèrewindungszahl ist angenähert ebenso groß wie die sekundäre $i_1 \xi_1 = i_2 \xi_2$.

Zum Anlassen von Wechselstrommotoren verwendet man häufig einspulige oder **Autotransformatoren**, welche aus einer einzigen Spule mit Eisenkern bestehen, an deren Enden die Einleitung des primären Stromes stattfindet. Der sekundäre Strom wird abgeleitet an dem einen Ende der Spule und an einer Stelle, die von diesem Ende, je nach der gewünschten Spannung, mehr oder weniger weit entfernt ist. Man erhält hierdurch in der sekundären Leitung Ströme, die wesentlich größer sein können als der Strom, den die Zuleitungen führen.

Zum Betriebe von Motoren eignet sich der mehrphasige Wechselstrom (s. Wechselstrom) besser als der einphasige, und man verwandelt daher nach dem Verfahren von Galileo Ferraris und Riccardo Arnò einphasigen Wechselstrom in mehrphasigen mittels eines **Verschiebungstransformators.** — Es bedeute nach [4] Fig. 14 einen Zweiphasenmotor, gebildet aus zwei Drahtspulen AA^1 und BB^1, die sich in rechten Winkeln kreuzen und aus einer in sich selbst kurz geschlossenen Armatur K (Kurzschlußanker). Schickt man durch AA^1 und BB^1 zwei

Wechselströme, welche einen Phasenunterschied von 90° gegeneinander haben, so beginnt die Armatur K sich zu drehen im Sinne der Rotation des magnetischen Feldes, welches seinerseits durch die Uebereinanderlagerung der beiden, durch die zwei Ströme hervorgebrachten, wechselnden Magnetfelder zustande kommt. Dementsprechend läßt sich zeigen, daß, wenn man die Armatur K sich drehen läßt, während ein Wechselstrom in einer der beiden Wicklungen, z. B. in einer Spule AA^1, kreist, dadurch in den beiden Spulen AA^1 und BB^1 zwei wechselnde elektromotorische Kräfte erzeugt werden, die einen Phasenunterschied von einer Viertelperiode gegeneinander besitzen. Wenn nun die Ohmschen Widerstände der beiden Wicklungen gering sind, so hat man auch zwischen den Spannungsdifferenzen an den Enden von AA^1 und BB^1 eine Phasendifferenz von annähernd 90°. Wenn man das Verhältnis zwischen den Windungszahlen der Spulen BB^1 und AA^1 passend wählt, kann man außerdem erreichen, daß die beiden elektromotorischen Kräfte irgend ein gewünschtes Verhältnis zueinander haben. Auf diese Art repräsentiert der Apparat einen wirklichen Transformator, von welchem AA^1 die primäre und BB^1 die sekundäre Wicklung ist. Dieser Transformator kann, wie jeder gewöhnliche Transformator, irgend ein beliebiges Transformationsverhältnis haben, unterscheidet sich jedoch vom gewöhnlichen Transformator darin, daß die Phasen der elektromotorischen Kraft, der Klemmenspannung und der Stromstärke in der sekundären Spule um eine Viertelperiode differieren gegen diejenigen, welche man unter sonst gleichen Umständen in der sekundären Spule eines gewöhnlichen Transformators haben würde. Zur Aufrechterhaltung der notwendigen Drehung der Armatur ist kein weiterer Apparat notwendig. Dieselbe wird auf die passende Geschwindigkeit gebracht, und sobald diese erreicht ist, läuft die Armatur wie die Armatur eines gewöhnlichen asynchronen Einphasenmotors.

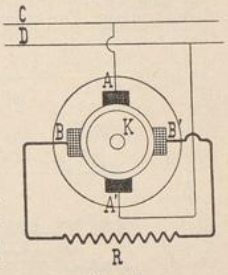


Fig. 14.

Scott verwandelt einen zweiphasigen Strom in einen Drehstrom auf folgende Weise: In einer Maschine M (Fig. 15) wird ein zweiphasiger Wechselstrom erzeugt und in zwei Transformatoren T_1 und T_2 geleitet. Die sekundäre Wicklung des Transformators T_1 ist mit der Mitte O der sekundären Wicklung von T_2 verbunden, während die Anfänge zu den Klemmen K_1, K_2, K_3 geführt sind. Die sekundäre Windungszahl von T_2 wird so berechnet, daß an den Klemmen $K_2 K_3$ die gewünschte Spannung e^1 herrscht. Berechnet man jetzt die sekundäre Windungszahl von T_1 derart, daß die Spannung $OK_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3}\,e^1$ wird, so entnimmt man den Klemmen K_1, K_2, K_3 dreiphasige Wechselströme. — Nach Scott erreicht man hierdurch eine leichtere Regulierbarkeit der Spannung, wenn gleichzeitig Lampen und Motoren eingeschaltet sind. — In den Zentralen muß, dem Spannungsverlust entsprechend, die Klemmenspannung der Maschinen reguliert werden können, wodurch aber gleichmäßig die Spannungen in allen Speiseleitungen, die von der Zentrale ausgehen, geändert werden. Um diese Aenderung nur auf eine bestimmte Speiseleitung zu beschränken, bedient man sich des Spannungserhöhers (Boosters) von G. Kapp [1].

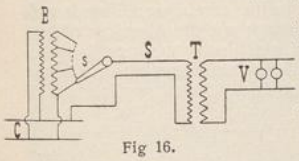


Fig 16.

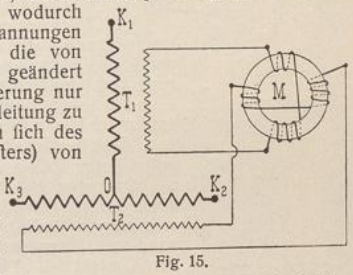


Fig. 15.

In Fig. 16 sind C die Sammelschienen der Zentrale, S die Speiseleitung, in welcher die Spannung erhöht werden soll, T der zugehörige Transformator und V die von ihm versorgte Verteilungsleitung. Die primäre Wicklung des Spannungserhöhers B ist an die Sammelschienen angeschlossen; die sekundäre ist in einzelnen Abteilungen hergestellt, deren Enden zu Kontakten führen, auf welchen ein mit der Leitung S verbundener Kontakthebel s schleift. In der gezeichneten Stellung erhält die primäre Wicklung des Transformators T die Spannung der Sammelschienen C. Dreht man jedoch den Hebel s nach rechts, so wird die Spannung erhöht um die elektromotorische Kraft der eingeschalteten Abteilungen der sekundären Wicklung von B, welche Erhöhung so bemessen ist, daß der Spannungsverlust in der Leitung ausgeglichen wird. Andre Konstruktionen in [1] und [3]. — Zur Messung des Wechselstromes verwendet man in Wechselstromanlagen häufig Stromwandler (Transformatoren), welche den Vorteil bieten, daß bei Hochspannung das Meßinstrument in den Niederspannungskreis zu liegen kommt.

Unter die Umformer kann man auch die sogenannten **Droffelspulen** rechnen, welche den Wechselstrombogenlampen als Vorschaltwiderstand dienen, um die überschüssige Spannung zu vernichten. Sie bestehen aus einigen Windungen Kupferdrahts, die auf einen unterteilten Eisenkern gewickelt sind. Man verwendet die Droffelspulen auch in Parallelschaltung zu hintereinander geschalteten Glühlampen. Wird in diesem Falle eine Glühlampe schadhaft, so erlöschen nicht sämtliche Lampen, sondern der Strom geht durch die parallel geschaltete Droffelspule. — Die größte derartige Anlage ist am Kaiser-Wilhelms-Kanal ausgeführt, wo 250 Glühlampen von je 25 V Spannung hintereinander geschaltet sind unter Parallelschaltung einer Droffelspule zu jeder Lampe.

Schaltung. Mehrere Transformatoren werden meistens sowohl primär als auch sekundär parallel geschaltet. Man kann sie jedoch auch primär hintereinander verbinden, sie müssen aber in diesem Falle besonders berechnet sein, da sonst beim Ausschalten der Belastung eines Transformators die Spannung sehr bedeutend gesteigert werden müßte, um konstante Stromstärke zu halten [7].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für manche Zwecke ſchaltet man die Transformatoren primär parallel und ſekundär hintereinander, wodurch ſich die Spannungen addieren. — Bei Drehſtromtransformatoren kann man die Wicklungen eines Transformators entweder beide in Stern oder in Dreieck ſchalten. Auch eine gemiſchte Schaltung iſt üblich. So wählt man z. B. primär Dreieckſchaltung, wenn ſekundär Sternſchaltung mit vierter Leitung verwendet wird, um für Lampen die Spannung $e' : \sqrt{3}$ zu erhalten. Durch die gemiſchte Schaltung wird bei gleicher Belaſtung der drei Zweige der beſte Spannungsausgleich erzielt. Demſelben Zweck dient auch die ſogenannte Zickzackſchaltung. Die primären Windungen werden in Sternſchaltung verbunden. Die ſekundären Windungen eines jeden Kerns beſtehen aus zwei Spulen, die nach dem Schema der Fig. 17 zu verbinden ſind.

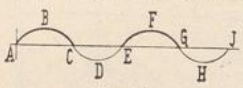


Fig. 18.

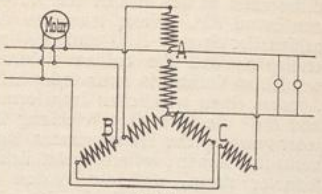


Fig. 17.

Zu den Umformern ſind auch die Wechſelſtromgleichrichter von Grätz, Cooper Hewitt und Koch zu rechnen.

Gleichrichter von Grätz. Leitet man einen Gleichſtrom durch eine Zerſetzungszelle, bei welcher die eine Elektrode aus Aluminium, die andre aus Kohle oder einer Bleiplatte beſteht, ſo geht der Strom nur dann durch die Zelle, wenn der poſitive Pol mit der Kohle verbunden iſt. Als Elektrolyt eignen ſich Kalium- oder Natriumalaun, Phosphorſäure und viele andre Flüſſigkeiten. Durch Hintereinanderſchalten mehrerer Zellen kann man einem Strome von beliebiger Spannung den Durchgang verwehren. Schaltet man alſo eine derartige Zelle oder Zellenbatterie in den Stromkreis einer Wechſelſtrommaſchine, ſo werden von den Stromwellen nur diejenigen durchgelaſſen, bei welchen die Kohle die Anode bildet, ſo daß der Wechſelſtrom *ABCDEFGHJ* (Fig. 18) in den gleichgerichteten Strom *ABC EFG* verwandelt wird. Will man auch die Wellenſtücke *CDE* und *GHJ* erhalten, ſo braucht man nur die in Fig. 19 dargeſtellte Schaltung anzuwenden. In derſelben bedeuten *W* die Wechſelſtrommaſchine, *Z* die Aluminiumkohlezellen, und zwar mögen die langen Striche die Aluminiumplatten, die kurzen die Kohle- oder Bleiplatten vorſtellen, und *L* eine Lampenbatterie, in welcher der gleichgerichtete Strom fließen ſoll. Während der einen halben Periode iſt *a* die poſitive Klemme, und es fließt der Strom über *a, c, A, B, d* nach *b*; während der nächſten halben Periode iſt *b* poſitiv, und der Strom fließt jetzt über *e, A, B, f* nach *a*.

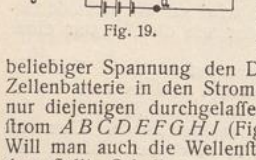


Fig. 19.

Im Gleichrichter von Cooper Hewitt wird eine Queckſilberdampflampe verwendet, bei der die Kathode ſich ähnlich wie die Aluminiumplatte verhält. Die Schaltung zeigt Fig. 20. Der Wechſelſtrom wird zu 1 und 2 zugeführt, der ſich bei 5 und 6 zu zwei Droſſelſpulen abzweigt. Zwiſchen 1 und 5 ſowie 2 und 6 fließt intermittierender Gleichſtrom, zwiſchen 3, 4 konſtanter Gleichſtrom. — Der Gleichrichter von Koch (Fig. 21) beſteht aus einem polariſierten Relais *R*, das im Nebenſchluß zur Stromquelle *G* liegt. Fließt während einer halben Periode ein Strom durch die Windungen desſelben, welcher den vorhandenen Magnetismus ſchwächt, ſo wird der Kontakt bei *A* geſchloſſen, und es gelangt während dieſer Zeit Strom durch die zu ladende Batterie *B*. Kehrt der Wechſelſtrom ſeine Richtung um, ſo tritt bei *A* Stromunterbrechung ein. Der Kondenſator *C* und die Selbſtinduktion *L* dienen zur Aufhebung der Phaſenverſchiebung zwiſchen dem Ladeſtrom und dem Strom im Nebenſchluß. Der Widerſtand W_1 iſt zur Regulierung da [5]. Berechnungen von Transformatoren in [3], [7].

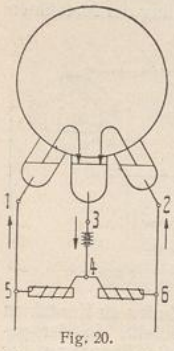


Fig. 20.

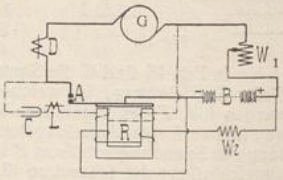


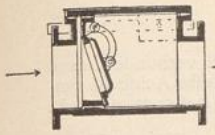
Fig. 21.

Literatur: [1] Kapp, G., Transformatoren für Wechſel- und Drehſtrom, Berlin 1905. — [2] Feldmann, C., Wirkungsweiſe der Wechſelſtromtransformatoren, Leipzig 1909. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1909. — [4] Ferraris, G. und Arnò, R., Ein neues Syſtem zur Verteilung der Energie mittels Wechſelſtrömen (überſetzt von Heim), Hannover 1896. — [5] Elektrotechn. Zeitſchr., Berlin 1908. — [6] Arnold, Wechſelſtromtechnik, Berlin 1909. — [7] Vieweger, Aufgaben nebſt Löſungen, Mittweida 1908. *Holzt.*

Umgänge, die Einrichtungen einer Gasanſtalt, die es ermöglichen, ohne Betriebsunterbrechung jeden einzelnen Apparat außer Tätigkeit zu ſetzen.

Dazu muß jeder Apparat mit drei Abſperrvorrichtungen verſehen ſein (Eingangs-, Ausgangs- und Umgangsventil), und die Apparatrohre (ſ. Gasrohrleitungen) müſſen ſo angeordnet werden, daß, wenn die beiden erſteren geſchloſſen ſind und das Umgangsventil geöffnet iſt, das Gas ungehindert zum folgenden Apparat ſtrömen kann, ohne den abgeſchloſſenen zu paſſieren. Bei Anwendung eines Dreiwegeventils (ſ. Abſperrvorrichtungen) und eines Eckventils oder eines Schiebers fällt das dritte Ventil fort. Bei den Wechſlern (ſ. Abſperrvorrichtungen) wird die Ausſchaltung durch Umſtellung desſelben bewirkt. Die verſchiedenartigen Abſperrvorrichtungen geſtatten verſchiedene Kombinationen der Umgänge; in beſonderen Fällen wendet man Umgangsklappen ſtatt des Umgangsventils an.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Die Umgangsklappe (ſ. die Figur) beſteht aus einem gußeiſernen Gehäuſe, in welchem ſich eine um eine Achſe drehbare Klappe gasdicht gegen die geneigte Dichtungsfläche anlegt. Auf der einen Seite tritt die Achſe durch eine Stopfbüchſe aus dem Gehäuſe heraus und trägt hier einen Hebel, auf dem ein verſtellbares Gewicht ſitzt. Dieſes Gewicht wird ſo eingeſtellt, daß bei Ueberſchreitung eines beſtimmten Gasdruckes vor der Klappe dieſe ſich öffnet und ſich wieder ſchließt, ſobald der Druck auf das beſtimmte Maß wieder geſunken iſt. *G. F. Schaar.*

Umgang, ein ſchmaler oder breiter Gang, der ſich außerhalb oder innerhalb um Teile eines Gebäudes hinzieht, z. B. Chorumgang, oder eine um einen Hof führende Galerie. *Weinbrenner.*

Umgehungskanal, ein kurzer Schiffahrtskanal mit einer oder mehreren Kammerſchleuſen, der oberhalb einer Stromſchnelle oder einer Wehranlage von dem ſonſt ſchiffbaren Fluſſe abzweigt und unterhalb des Schiffahrtshinderniſſes in denſelben wieder einmündet (ſ. a. Schiffahrtskanäle).

Umhüllungsflächen, ſ. Enveloppen, Flächen.

Umhüllungslinien der Kämpferdrücke, ſ. d., Bd. 5, S. 278; vgl. a. Bogen ohne Gelenke, Bd. 2, S. 159.

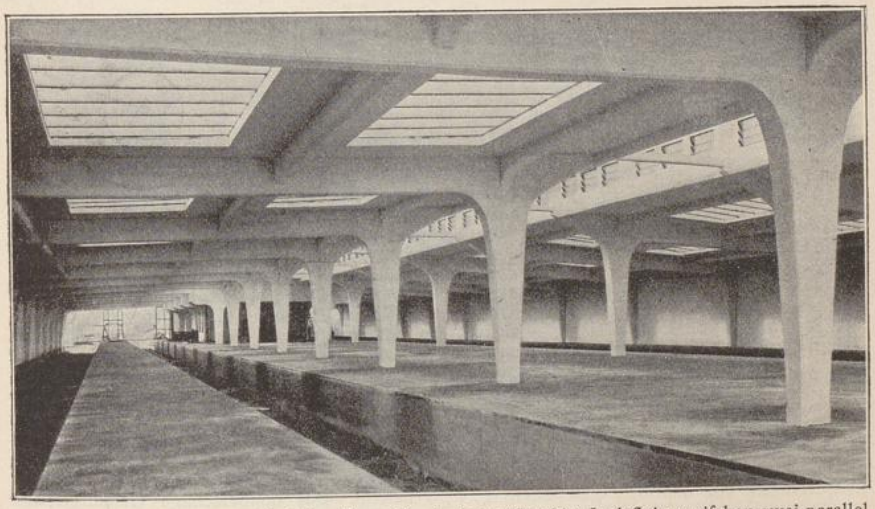
Umkehranlaſſer, ſ. Widerſtand, elektriſcher.

Umkehrbare Kreisprozeſſe, ſ. Kreisprozeß.

Umkehrbare Zuſtandsänderungen, ſ. Zuſtand.

Umkutten (eine Halde, den Bergeverſatz), im Bergbau ſ. v. w. nochmals nach brauchbaren Materialien durchſuchen.

Umladebühnen, Umladehallen, Umladeſchuppen, dienen zum Umladen der Stückgüter bei der Eiſenbahnbeförderung, weil es nicht möglich iſt, von jeder Eiſenbahnſtation nach jeder Eiſenbahnſtation ſelbſtändige Stückgutwagen laufen zu laſſen. — Umladeſtationen, ſ. Eiſenbahnverkehr III.



Die Umladebühne einfachſter Form iſt ein langgeſtreckter Ladeſteig zwiſchen zwei parallel laufenden Gleiſen, das Ganze zweckmäßig überdeckt. Bei größerer Zahl der gleichzeitig aufzuſtellenden Wagen ordnet man entweder mehrere parallele Ladeſteige an, die bisweilen an einem Ende durch einen Querſteig verbunden ſind (dann Kammform), oder man ſchafft an der einteiligen Umladebühne durch Einſchneiden von Sägezähnen u. ſ. w. vermehrte Ladegelegenheit. Sofern behufs Umladens ein Teil der Güter aufgeſammelt wird, muß die Umladebühne bezw. einer oder mehrerer der Ladeſteige entſprechende Breite beſitzen. Die beiſtehende Figur zeigt die Anordnung der Umladebühne auf Bahnhof Wuſtermark bei Berlin, die von Gebr. Helfmann, Frankfurt a. M., ausgeführt iſt.

Literatur: [1] Goering-Oder, Anordnung der Bahnhöfe, Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften V, 4, S. 189. — [2] Eiſenbahntechnik der Gegenwart II, 3, S. 624. — [3] Cauer, Perſonen- und Güterverkehr der Pr.-H.-St.-B. S. 243 ff. *Cauer.*

Umlaufgetriebe. Mehrere der Reihe nach ineinandergreifende Zahnräder 1, 2 . . . *n*, deren parallele Achſen in einem Gliede 0 gelagert ſind, bilden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wie in Fig. 1 ſchematiſch dargeſtellt iſt, und wo beiſpielsweiſe $n = 3$ iſt, ein Vorgelege (ſ. d.).

Wird nun das Zahnrad 1 als feſt betrachtet, alſo feſt mit einem Geſtell verbunden, dann erhält man ein Umlaufgetriebe. Bei Drehung des Gliedes 0 um die feſte Achſe 01 umlaufen die Zahnräder 2 . . . n, deren Achſen 02 . . . 0n um die feſte Achſe 01 rotieren, das feſte Zahnrad 1, und die Zahnräder 2 . . . n heißen die Umlaufräder. Jeder mit einem dieſer Umlaufräder verbunden gedachte Punkt beſchreibt eine Trochoide (ſ. Kurven, zykliſche). Vermittelſt eines ſolchen Umlaufgetriebes, welches auch ein trochoidiſches genannt wird, hat Suardi [1] die Trochoiden mechaniſch gezeichnet, und dasſelbe wird auch angewendet, um die mannigfaltig geſtalteten Trochoiden auf der Drehbank zu erzeugen [2]. Anſtatt der zylindriſchen Zahnräder können beim Umlaufgetriebe ebenſo wie beim Differentialgetriebe (ſ. d.) auch koniſche Zahnräder angewendet werden. Bezeichnet bei dem in Fig. 1 aus drei Zahnrädern 1, 2, n beſtehenden Umlaufgetriebe r_1 den Radius des Teilkreiſes des erſten Zahnrades, ferner r_2, r'_2 bezw. die Radien der beiden Teilkreiſe des Doppelzahnrades 2 und $r'n$ den Radius des Teilkreiſes des Zahnrades n; ſind dann z_1, z_2, z'_2, $z'n$ die zugehörigen Zähnezahlen, ſo iſt, wenn man zunächſt das Glied 0 als feſt betrachtet, das Verhältnis der Drehgeſchwindigkeiten ω_{10}, ω_{n0} der Zahnräder 1, n in bezug auf das Glied 0 beſtimmt durch $\frac{\omega_{10}}{\omega_{n0}} = \frac{r'_2\, r'n}{r_1\, r_2} = \frac{z'_2\, z'n}{z_1\, z_2}$.

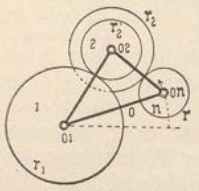


Fig. 1.

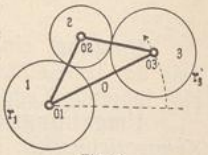


Fig. 2.

Setzt man dieſes Verhältnis $\omega_{10} : \omega_{n0} = \pm \nu$, ſo iſt zu beachten, daß dieſes Verhältnis poſitiv oder negativ iſt, je nachdem das erſte und das letzte Zahnrad ſich in bezug auf das Glied 0 in gleichem oder ungleichem Sinne drehen; und es können bei den Zahnrädern nicht nur äußere, ſondern auch innere Verzahnungen vorkommen. Wird nun das Zahnrad 1 feſtgeſtellt und das Glied 0 um die feſte Achſe 01 mit der Drehgeſchwindigkeit ω_{01} in bezug auf das feſte Zahnrad gedreht; bezeichnet ω_{n1} die Drehgeſchwindigkeit, welche das Zahnrad n in bezug auf das feſte Zahnrad 1 erhält, dann iſt $\omega_{10} = -\omega_{01}$ und $\omega_{n0} = \omega_{n1} - \omega_{01}$. Demnach ergibt ſich: $-\frac{\omega_{01}}{\omega_{n1} - \omega_{01}} = \pm \nu$; und das Verhältnis $\frac{\omega_{n1}}{\omega_{01}} = 1 - \frac{1}{\pm \nu}$.

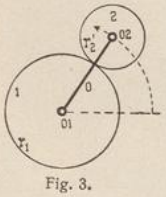


Fig. 3.

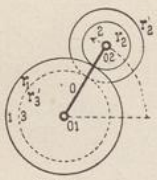


Fig. 4.

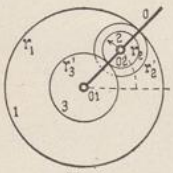


Fig. 5.

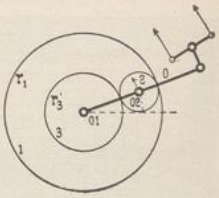


Fig. 6.

Bei dem in Fig. 2 dargeſtellten dreirädrigen, ſpeziellen Umlaufgetriebe ſind beiſpielsweiſe die beiden Zahnräder 1, 3 gleich, und zwiſchen beiden befindet ſich ein einfaches Zahnrad 2. In dieſem Falle iſt $\nu = 1$ und das Verhältnis $\omega_{31} : \omega_{01} = 0$. Demnach macht das Zahnrad 3 während der Drehung des Gliedes 0 keine Drehung in bezug auf das feſtgeſtellte Zahnrad 1 und vollzieht alſo gegen dasſelbe eine kreisförmige Parallelbewegung. Dieſes ſpezielle Umlaufgetriebe ſtammt von Ramelli [3]. — Beſteht das Umlaufgetriebe wie in Fig. 3 aus dem feſten Zahnrade 1 und dem umlaufenden Zahnrade 2, dann iſt $-\nu = r'_2 : r_1 = z'_2 : z_1$, und ſomit folgt $\frac{\omega_{21}}{\omega_{02}} = 1 + \frac{r_1}{r'_2} = 1 + \frac{z_1}{z'_2}$. Wenn z. B. die Zähnezahlen z_1, z'_2 gleich ſind, iſt $\omega_{21} : \omega_{01} = 2$, und während einer Umdrehung des Armes 0 vollendet das umlaufende Zahnrad 2 alſo zwei Umdrehungen in gleichem Sinne auf das feſte Zahnrad 1. Wird die Anordnung in Fig. 1 ſo getroffen, daß die Achſe 0n des letzten Rades n mit der Achſe 01 zuſammenfällt, dann entſteht, wie in Fig. 4 dargeſtellt iſt, ein doppelachſiges Umlaufgetriebe, welches beiſpielsweiſe aus den drei Zahnrädern 1, 2, 3 beſteht. Das doppelachſige Umlaufgetriebe wurde von David a San Cajetano zuerſt in geiſtvoller Weiſe zur genauen Ueberſetzung bei primzahligen und großzahligen Verhältniſſen der Drehgeſchwindigkeiten oder Umlaufzahlen mannigfach angewendet [4]; ferner wird das doppelachſige Umlaufgetriebe auch oft zur Kraftüberſetzung verwendet und dann ein Epicykelvorgelege genannt (ſ. d.).

In Fig. 5 iſt das feſte Zahnrad 1 mit innerer Verzahnung verſehen, und in dieſem Falle iſt r_1 bezw. z_1 negativ zu nehmen. Demnach iſt $-\nu = r'_2\, r'_3 : r_1\, r_2 = z'_2\, z'_3 : z_1\, z_2$. Wenn insbeſondere das Zahnrad 2 wie in Fig. 6 ein einfaches iſt, alſo $r_2 = r'_2$, $z_2 = z'_2$, ſo folgt $\frac{\omega_{31}}{\omega_{10}} = 1 + \frac{r_1}{r'_3} = 1 + \frac{z_1}{z'_3}$. Dieſes Umlaufgetriebe mit einfachem Zahnrad 2 iſt bei dem nach Barette [5] benannten Zylindergöpel angewendet. Iſt z. B. $r_1 = 2\, r'_3$ bezw. $z_1 = 2\, z'_3$, ſo wird während einer Umdrehung des Gliedes 0 oder während eines Umganges des Pferdes das Zahnrad 3 drei Umdrehungen machen.

Literatur: [1] Suardi, Nuovi istromenti per la descrizione di diverse curve antiche e moderne, 1752, S. 99. — [2] Geißler, Der Drechſler, 1801, 3. Teil, 2. Abt., S. 81; Prechtl, Technologiſche Enzyklopädie, 1836, Bd. 7, S. 248. — [3] Ramelli, Le diverse et artificiose machine,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1588, Fig. 188; Schatzkammer der mechan. Künſte, 1620, Fig. 188. — [4] David a San Cajetano, Neues Rädergebäude, Wien 1791; Neues Rädergebäude mit Verbeſſerungen und Zuſätzen, Wien und Leipzig 1793; Praktiſche Anleitung für Künſtler, alle aſtronomiſchen Perioden durch brauchbare, bisher noch nie geſehene, ganz neue Räderwerke mit Leichtigkeit vom Himmel unabweichlich genau auszuführen u. ſ. w., Wien und Leipzig 1793. — [5] Perels, Handbuch der landwirtſchaftlichen Maſchinen, Leipzig 1880, 2. Aufl., Bd. 1, S. 66; Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 492.

Burmeſter.

Umlaufregler (Beipaßregler) hat den Zweck, den infolge der Schwankungen der Gasproduktion ſich ſtets verändernden Gasdruck im Saugrohr des Gasſaugers (ſ. d.) ſelbſttätig zu regeln; dazu wird er in den Umgang zwiſchen Saug- und Druckrohr eingebaut. Saugt der Gasſauger mehr, als produziert wird, ſo ſinkt der Druck im Saugrohr unter ein beſtimmtes Maß, und es läßt alsdann der Umlaufregler Gas aus dem Druckrohr in das Saugrohr zurücktreten, und wenn umgekehrt im Saugrohr der Druck über das beſtimmte Maß hinaus ſteigt, ſo läßt er einen Teil des Gaſes aus dem Saugrohr in das Druckrohr ſtrömen, bis in erſterem der verlangte Druck wiederhergeſtellt iſt, und endlich läßt der Umlaufregler beim plötzlichen Stillſtand des Gasſaugers alles Gas vom Saugrohr in das Druckrohr treten.

Der Deſſauer Umlaufregler (Fig. 1) beſteht aus einem gußeiſernen Gehäuſe, welches einen ausgedrehten Zylinder *a* enthält, deſſen Mantel oben durch die Umgangsöffnungen *b*, unten durch die ſich nach unten zu erweiternden Rückflußöffnungen *c* durchbrochen iſt, und in welchem ſich die paſſend eingedrehte Druckſcheibe *d* bewegt, welche in feſter Verbindung ſteht mit einer im oberen Teil des Gehäuſes befindlichen, in Waſſer tauchenden Glocke *e*, die an einem über eine Rolle geführten Stahlband aufgehängt iſt, deſſen andres Ende ein Gewicht *f* trägt. Solange ſich die Druckſcheibe vor den Oeffnungen *c* bewegt, ſtrömt Gas von der Druckſeite durch die Oeffnungen *b* und *c* zur Saugſeite; ſteht ſie aber oberhalb der Oeffnungen *b*, ſo iſt der Umgang geöffnet, und das Gas ſtrömt ungehindert von der Saugſeite zur Druckſeite, und endlich in der Stellung zwiſchen *b* und *c* iſt jede Gasverbindung abgeſchloſſen. Dadurch, daß der Zylinder *e* denſelben Durchmeſſer hat, wie die Druckſcheibe, übt der Druck im Druckrohr des Gasſaugers keinen Einfluß auf dieſe aus, während der Druck im Saugrohr von unten auf die Scheibe wirkt und durch bei *f* aufgelegte Gewichtsſcheiben in beliebige Höhe eingeſtellt wird, ſo daß in der Mittelſtellung der Scheibe kein Gas durch den Apparat geht, ſolange ſich der eingeſtellte Druck nicht ändert. Steigt der Druck in der Saugleitung, ſo hebt ſich der Teller, das Gas geht ungehindert von der Saugleitung in die Druckleitung, während umgekehrt beim Sinken des Druckes unter das eingeſtellte Maß die Scheibe ſinkt und dem Gaſe den Rückfluß vom Druckrohr zum Saugrohr ermöglicht. Der erſtere Fall tritt ein, wenn der Gasſauger zu langſam geht oder plötzlich ſtillſteht. Der im Regler ſich anſammelnde Teer gelangt in den unterſten Teil des Gehäuſes, von dem er abgeleitet wird.

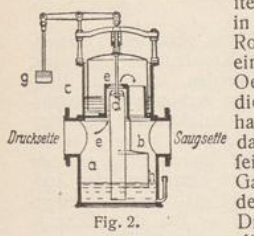


Fig. 2.

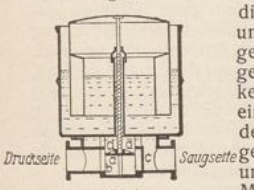


Fig. 3.

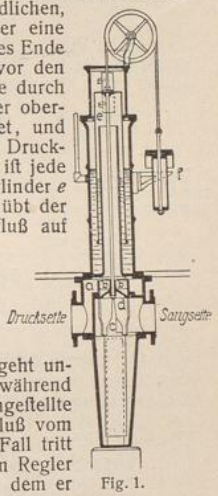


Fig. 1.

Der Umlaufregler von Elſter (Fig. 2) beſteht aus einem Unterſatz *a* mit der Scheidewand *b* und einem Kübel *c*, in dem eine Glocke ſchwimmt, mit welcher der in der Oeffnung *e* ſpielende Hohlkegel *d*, der durch das Rohr *f* entlaſtet iſt, feſt verbunden iſt. Dieſes Rohr *f* und die Scheidewand tauchen in die im Unterſatz befindliche Waſſerſchicht um ein Maß, welches von dem Druckunterſchied im Saug- und Druckrohr abhängt. Der in der Saugleitung gewünſchte Druck wird mit dem Gewicht *g* eingeſtellt. Saugt der Gasſauger zu ſtark, ſo ſinkt die Glocke mit dem Kegel, und Gas tritt aus dem Druckrohr durch den freien Querſchnitt der Oeffnung *e* in das Saugrohr; wächſt dagegen der Druck, ſo hebt ſich der Kegel, das Rohr *f* taucht nur wenig, der Waſſerſpiegel ſinkt bei *h*, und das Gas ſchlägt teils hier unter der Scheidewand durch, teils geht es durch den Hohlkegel in das Rohr *f*, ſchlägt unter deſſen Unterkante durch und gelangt zur Druckſeite.

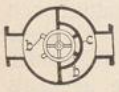


Fig. 4.

Bei dem Umlaufregler von Pintſch (Fig. 3 und 4) ſchwimmt in einem Gefäße eine belaſtete Glocke, die mit der Platte *a* feſt verbunden iſt, welch letztere zwiſchen ſechs Rippen geführt iſt. Nach der Saugſeite zu ſind die Rippen durch eine Wand vereint. Steht die Platte genau in der Oeffnung *d*, ſo iſt jede Verbindung zwiſchen Saug- und Druckſeite unterbrochen. Sinkt der Druck im Saugrohr, ſo ſinkt die Glocke mit der Ventilplatte, und das Gas kann vom Druckrohr durch *d* in das Saugrohr gelangen. Steigt dagegen der Druck im Saugrohr, ſo heben ſich die Glocke und die Ventilplatte, und das Gas tritt ungehindert vom Saugrohr zum Druckrohr.

Literatur: Schilling, N. H., Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl., München 1879, S. 357 ff.; Schilling, E., Neuerungen auf dem Gebiete der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1892, S. 72; Journ. f. Gasbeleucht. 1874, S. 88; 1884, S. 796, 826; 1890, S. 150; 1897,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 653; 1902, S. 575; 1903, S. 533; Ueberſicht über neuere Apparate für das Gasfach, Berlin-Anhalter Maſchinenbauaktiengeſellſchaft 1903. *G. F. Schaar.*

Umlaufvorgelege, ſ. Epicykelvorgelege.

Umſchalter für elektriſche Ströme finden Anwendung, wenn eine Leitungsſtelle unterbrochen und hierauf mit einer oder mit mehreren andern Leitungen nacheinander verbunden werden ſoll.

Fig. 1 ſtellt einen einpoligen Umſchalter dar; für größere Stromſtärken werden Hebelſchalter mit Kontaktmeſſern oder Drehſchalter mit Kontaktbürſten verwendet.

Die Umſchalter finden am häufigſten Verwendung als ſogenannte Voltmeterumſchalter, um mittels nur eines Voltmeters die Spannung an verſchiedenen Punkten einer Leitungsanlage der Reihe nach zu meſſen (vgl. Akkummulatorenſchaltungsſyſteme, Fig. 5) und ferner als ſogenannter Gruppen- oder Wechſelſchalter zum ſtufen- oder wechſelweiſen Ein- und Ausſchalten von Glühlampengruppen.

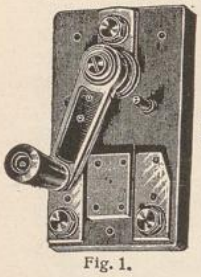
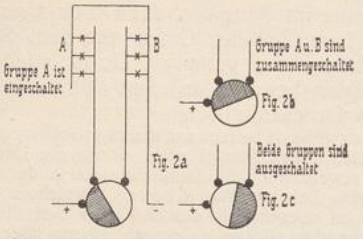
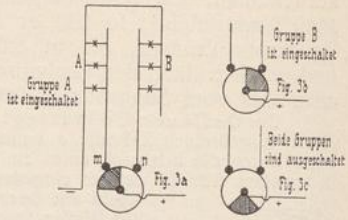
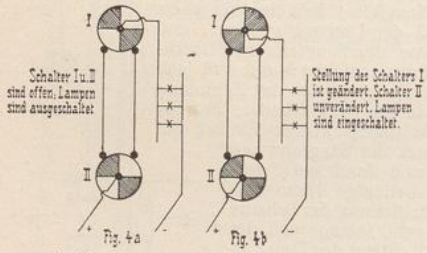


Fig. 1.





Die Fig. 2a, 2b und 2c zeigen ein Schaltungsſchema, bei dem zwei getrennte Lampengruppen, die ſich gewöhnlich auf ein und demſelben Beleuchtungskörper (Kronleuchter) befinden, durch einen Gruppenſchalter ſtufenweiſe ein- und zuſammengeſchaltet werden. *o* iſt das drehbare, mit der einen Zuleitung verbundene Kontaktſtück, *m* und *n* die zu zwei Kontaktfedern geführten andern Leitungsenden. Die Ausſchaltung beider Gruppen erfolgt gleichzeitig. Durch entſprechende Geſtaltung des Kontaktſtückes kann auch das Ausſchalten beider Gruppen nicht gleichzeitig, ſondern ſtufenweiſe bewirkt werden. — Bei dem Schema Fig. 3a, 3b und 3c werden zwei Glühlampengruppen wechſelſeitig eingeſchaltet; dieſe Schaltung findet z. B. in Hotelzimmern Anwendung, wenn die Lampe an der Zimmerdecke und die Lampe am Bett, der Erſparnis halber, nicht gleichzeitig brennen ſollen. — Sogenannte Wechſelſchalter, Fig. 4a und 4b, eignen ſich bei Treppen- und Flurbeleuchtungen zur Ein- und Ausſchaltung derſelben Lampengruppen von zwei verſchiedenen Stellen aus. — Eine beſondere Art Umſchalter ſind die Zellenſchalter für Akkumulatoren (vgl. Akkumulatorenſchaltungsſyſteme).



Literatur: [1] Heim, Die Einrichtung elektriſcher Beleuchtungsanlagen, Leipzig 1903. — [2] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1908. *Holzt.*

Umſchlageiſen, ſ. Amboß, Bd. 1, S. 171, Fig. 9.

Umſchlaghallen, Güterſchuppen für den Umſchlagsverkehr zwiſchen Bahn und Schiff; ſie ſollen auch dem Landfuhrwerk (am Giebelende) zugänglich ſein.

Deren Zweck iſt, die Waren während des Umſchlags von Schiff zur Bahn oder umgekehrt vor Beſchädigung durch Näſſe zu ſchützen. Es genügen daher ſchmale, ſeitlich offene Hallen mit weit ausladenden Vordächern. Die Stützen ſind gegen Verſchiebung zu ſichern, alſo am Fuße feſt zu verankern. An Dienſträumen genügen meiſt Aufenthaltsräume für die Arbeiter, in ſeltenen Fällen ſind ſolche für Beamte zu ſchaffen (ſ. Güterbahnhöfe, Bd. 4, S. 668, Abſ. 5). *Weinbrenner.*

Umſchlagmaſchine, ſ. Biegemaſchine, Bd. 1, S. 782.

Umſchlagprobe (Biegeprobe), ſ. Drahtprüfungen, Bd. 3, S. 34.

Umſteuerung, ſ. Lokomotive, Bd. 6, S. 212, und Schiffsmaſchine.

Umwandlung der Geſteine und Minerale begreift die natürlichen chemiſchen und mechaniſchen Veränderungen derſelben in ſich. Soweit dieſe unter dem Einfluſſe der ſogenannten Atmoſphärilien (Regen, Schnee, fließendes Waſſer, Wind, Wärmeunterſchiede u. a.) vor ſich gehen, werden ſie auch als Verwitterung und Zerſetzung bezeichnet.

Von den einzelnen Agentien der Umwandlung iſt das wichtigſte das Waſſer. In chemiſch reinem Zuſtand löſt es auf, zerſtört und führt fort Steinſalz, Gips, Vitriole, Alaun, Chloralkalien, Alkaliſulfate, Karbonate; iſt es mit Kohlenſäure aus der Luft (Regen) oder wie in Säuerlingen geſchwängert, ſo löſt es langſam und zerſtört kohlenſaure Salze (Kalkſtein u. ſ. w.), Silikate von Kalk, Natron, Kali, Eiſenoxydul, Manganoxydul, Zink, Kupfer, Nickel u. ſ. w., alſo Augite, Hornblende, Feldſpate, Glimmer und alle dieſe enthaltenden Geſteine, nicht aber Tonerdeſilikate, alſo nicht reinen Ton. Unter den geſteinsbildenden Mineralien iſt Quarz am wenigſten oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gar nicht angreifbar, weit mehr werden Feldſpate (unter ihnen Anorthit und Labradorit am meiſten), Leucit dagegen wenig, Nephelin ſtark, von den Glimmern der Biotit mehr als der Muskowit, Hornblende ſtärker als Augit angegriffen. Bei der Einwirkung auf genannte Silikate bilden ſich kohlenſaure Salze dieſer zweiwertigen Metalle und Halbmetalle (Calcium, Magneſium, Eiſen, Mangan u. ſ. w.) und Kieſelſäure als Quarz. Enthält das Waſſer neben Kohlenſäure noch Spuren von Schwefelſäure oder ſchwefliger Säure, Salpeterſäure u. a. (wie z. B. das Regenwaſſer in der Umgebung von Rauch liefernden Fabrikſchloten) oder Humusſäuren (wie in der Nähe von Torfmooren und Sümpfen), ſo wird ſeine Löſungskraft geſteigert und die Verwitterung der ihm ausgeſetzten Minerale beſchleunigt (beſchleunigte Verwitterung der Geſteine, beſonders des Marmors in großen Fabrikſtädten). Die Löſung oder Verwitterung wird auch beſchleunigt, wenn die verwitternden Geſteine oder Minerale große Flächen für den Angriff bieten, alſo bei poröſen, löcherigen, rauhen, nicht oder wenig behauenen Geſteinen mehr als bei glatten oder polierten. Die feinen Haarſpalten und Riſſe vermitteln aber auch bei letzteren das Eindringen des löſungskräftigen Waſſers. Neben Waſſer wirkt der Sauerſtoff der Luft noch zerſetzend, indem er mit Waſſer eine Reihe von Mineralen beſonders in der Wärme oxydiert, z. B. Metalloxydule (Eiſen, Mangan) gehen in Oxyde und Oxydhydrate über, Schwefelkies wird in ſchwefelſaures Eiſenoxydul verwandelt. Auf der Bildung von Eiſenoxydhydrat aus Eiſenoxydulſalzen beruht die Heller-, beſonders die Gelb-, Braun- und Rotfärbung in der Verwitterung der Geſteine. An organiſchen Subſtanzen reiches Waſſer verändert viele Minerale unter Entziehung von Sauerſtoff. Wind wirkt verwitternd, indem er entweder den Zuſammenhang der ihm ausgeſetzten Geſteine (Sandſteine) lockert oder auf ihnen und in ihren feinen Poren veränderliche und lösliche Staubteile, Mikroorganismen (Algen, Flechten, Bakterien, Samen u. ſ. w.) ablagert und durch deren Veränderungen die Geſteine angreifen läßt. Unter dem Einfluß ſtarker Sonnenbeſtrahlung (Tag) und darauffolgender ſtarker Abkühlung (Nacht) zerfallen und ſpringen Geſteine entzwei, werden gelockert und den löſenden Agentien zugänglicher. Geht die Abkühlung bei Gegenwart von Waſſerdampf (Tau) ſtark unter den Gefrierpunkt, ſo bildet ſich auf und in den Geſteinen Eis, was Volumenveränderungen und Zerſprengungen der Geſteine im Gefolge hat. Mit letzteren Erſcheinungen, mit Zerſprengung, Lockerung und Zerfall beginnt die natürliche Umwandlung der Geſteine. Polierte und Kriſtallflächen werden rauh, glanzlos. Im weiteren entſtehen beim Vorhandenſein der weit verbreiteten Eiſenverbindungen Aenderungen in der Farbe. Das dritte Stadium beſteht in der vollſtändigen chemiſchen Umſetzung der lösbaren Minerale. Das Endergebnis der Verwitterung aller tonerdehaltigen Minerale, alſo der meiſten Silikate, iſt Ton.

Literatur: Zirkel, F., Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1894, Bd. 1; Biſchof G., Lehrbuch der chemiſchen Geologie, 1863—1866, 2. Aufl.; Brauns, R., Chemiſche Mineralogie, Leipzig 1896; Roth J., Allgemeine und chemiſche Geologie, Berlin 1879, Bd. 1; Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, 2. Aufl., Freiburg 1907; Gabriel, A., Verwitterung der Mineralien durch Adſorption, Diſſertation, Jena 1909. *Leppla.*

Umwandlungstemperatur. Feſte Körper (auch einige Flüſſigkeiten) exiſtieren oft in mehreren „allotropen“ (ſ. Allotropie) Modifikationen, die in verſchiedenen Temperaturbereichen beſtändig ſind. Diejenige Temperatur, bei welcher zwei Modifikationen gleichzeitig beſtändig ſind, heißt deren Umwandlungstemperatur, da oberhalb die eine, unterhalb die andre unbeſtändig wird und ſich in die beſtändige Form umwandelt.

Einige Umwandlungstemperaturen ſind $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$ in Na_2SO_4-Anhydrid bei 33,9° rhombiſchem Schwefel in monoklinen Schwefel 95°, $ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$ in $ZnSO_4 \cdot 6\,H_2O + H_2O$ bei 39,9°, wobei die an erſter Stelle genannte Modifikation die unterhalb der Umwandlungstemperatur beſtändige iſt. Die Umwandlungstemperatur iſt analog dem Schmelzpunkt oder Siedepunkt, und es gibt auch analog der latenten Schmelz- und Verdampfungswärme eine Umwandlungswärme.

Literatur: Nernſt, Theoretiſche Chemie, 2. Aufl., Stuttgart 1898. *Abegg.*

Unal, eine Entwicklerſubſtanz für Bromſilbergelatinetrockenplatten, wird von der Berliner Aktiengeſellſchaft für Anilinfabrikation in den Handel gebracht. Dasſelbe iſt Rodinalentwickler (Para-amidophenol, Aetznatron, Natriumſulfit) in feſter Form. *Novak.*

Unbeſtimmte Formen, ſolche mathematiſche Ausdrücke, deren Wert nicht unmittelbar beſtimmt iſt. Dies rührt in manchen Fällen davon her, daß die betreffenden Ausdrücke überhaupt keinen beſtimmten Wert haben.

Beiſpiele ſind die Funktionen $\sin\frac{1}{x}$, $\cos\frac{1}{x}$, $e^{\frac{1}{x}}$ für $x=0$. Andre Ausdrücke ſind nur ſcheinbar unbeſtimmte Formen, ſo z. B. alle Ausdrücke, die für $x=0$ unter der Form $\frac{0}{0}$ oder $\frac{\infty}{\infty}$ erſcheinen. Man erhält in dieſem Fall den wahren Wert, indem man ſowohl den Zähler als den Nenner differenziert und dieſes Verfahren, wenn notwendig, wiederholt.

Beiſpiele: $\left.\frac{1-\cos x - l\cos x}{x^2}\right|_{x=0} = \frac{0}{0} = \left.\frac{\sin x + \operatorname{tg} x}{2x}\right|_{x=0} = \frac{0}{0} = \left.\frac{\cos x + \sec^2 x}{2}\right|_{x=0} = 1;$

$$\left.\frac{l\,x}{a + b\,l\sin x}\right|_{x=0} = \frac{\infty}{\infty} = \left.\frac{\frac{1}{x}}{b\cot x}\right|_{x=0} = \left.\frac{\operatorname{tg} x}{b\,x}\right|_{x=0} = \frac{0}{0} = \left.\frac{\sec^2 x}{b}\right|_{x=0} = \frac{1}{b}.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei Ausdrücken $0 \cdot \infty$ muß einer der beiden Faktoren in den Nenner gebracht werden. Beiſpiel:

$$(\pi - 2x)\operatorname{tg} x \Big|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0 \cdot \infty = \frac{\pi - 2x}{\cot x}\Big|_{x=\frac{\pi}{2}} = \frac{0}{0} = \frac{-2}{-\operatorname{cosec}^2 x}\Big|_{x=\frac{\pi}{2}} = 2.$$

Iſt $y = [f(x) - \varphi(x)]\Big|_{x=a} = \infty - \infty$, ſo wird $e_y = \frac{e^{f(x)}}{e^{\varphi(x)}} = \frac{\infty}{\infty}$. Iſt $y = [f(x)]^{\varphi(x)} = 0^0$, ſo wird $ly = \varphi(x) \cdot lf(x) = 0 \cdot \infty$. Ebenſo werden die Ausdrücke ∞^0 und 1^∞ auf die Form $0 \cdot \infty$ gebracht.

Literatur: [1] Wiener, Ueber die wahre oder ſcheinbare Unbeſtimmtheit der Größen $\frac{0}{0}$, Gießen 1851. — [2] Mache, Zur Lehre von den unbeſtimmten Ausdrücken von der Form $\frac{0}{0}$, Elbogen 1862. — [3] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, I, 2. Aufl., Leipzig 1873, Kap. 9.

Wölffing.

Undulator von Lauritzen, ſ. Telegraph, S. 443.

Unendlich oder genauer: unendlich groß, heißt eine Größe, welche größer iſt als jede angebbare Größe. Unendlich klein heißt eine Größe, welche näher bei Null liegt als jede angebbare Größe.

Endliche Größen können neben unendlich großen und unendlich kleine neben endlichen vernachläſſigt werden. Die Summe von unendlich vielen unendlich kleinen Größen kann einen endlichen Wert beſitzen.

Literatur: [1] Cohn, Geſchichte des Unendlichkeitsproblems im abendländiſchen Denken bis auf Kant, Leipzig 1896. — [2] Caſſe, Das Unendliche in der Mathematik und das Größenelement, Oſterode 1879. — [3] Lierſemann, 0. *e*, 1, ∞, ϑ, eine mathematiſche Studie, Reichenberg 1879. — [4] Bammert, Ueber das mathematiſche Unendliche, Tübingen 1884. — [5] Meyer, Zur Lehre vom Unendlichen, Tübingen 1889. — [6] Bolzano, Paradoxien des Unendlichen, 2. Aufl., Berlin 1889. — [7] Couturat, De l'infini mathématique, Paris 1896.

Wölffing.

Unfälle auf Eiſenbahnen, ſ. Eiſenbahnbetrieb VIII., Hilfszug.

Unfallverhütung. Durch § 120a der im Deutſchen Reich geltenden Gewerbeordnung vom 1. Juni 1891 ſind die Gewerbeunternehmer verpflichtet, durch Betriebsmaßnahmen die Arbeiter gegen die in der Natur des Betriebes oder der Betriebsſtätte liegenden Gefahren für Leben und Geſundheit zu ſchützen; weitere Beſtimmungen geben den zuſtändigen Polizeibehörden und dem Bundesrat die Befugnis zum Erlaß von Schutzvorſchriften [11] und den Gewerbeaufſichtsbeamten die Aufſicht über die Durchführung des Arbeiterſchutzes (ſ. Fabrikinſpektoren). Die Berufsgenoſſenſchaften (ſ. d.) ſind durch die Unfallverſicherungsgeſetze (Bd. 1, S. 275) befugt, Unfallverhütungsvorſchriften zu erlaſſen; zurzeit haben von den 66 gewerblichen Berufsgenoſſenſchaften 65, von den 48 land- und forſtwirtſchaftlichen 42 von dieſer Befugnis Gebrauch gemacht; die Vorſchriften ſind zum Teil in [5] veröffentlicht, im übrigen von den Berufsgenoſſenſchaften zu erhalten. Für die Induſtrie hat 1896 der Verband der deutſchen Berufsgenoſſenſchaften, für die Land- und Forſtwirtſchaft 1895 eine Kommiſſion der landwirtſchaftlichen Berufsgenoſſenſchaften Normalvorſchriften aufgeſtellt ([5], 1904, S. 258, 1906, S. 198, 1907, S. 135). Zur Durchführung der Vorſchriften haben viele Berufsgenoſſenſchaften beſondere Beamte (techniſche Aufſichtsbeamte) angeſtellt; zurzeit beträgt ihre Zahl 350. Bei Zuwiderhandeln gegen die Unfallverhütungsvorſchriften der Berufsgenoſſenſchaften können dieſe die Unternehmer mit Geldſtrafen belegen.

Unfallſtatiſtik. Das Reichsverſicherungsamt hat für die in den Jahren 1887 und 1897 in der Induſtrie und für die in den Jahren 1891 und 1901 in der Land- und Forſtwirtſchaft nach den Unfallverſicherungsgeſetzen als entſchädigungsberechtigt anerkannten Unfälle eine genaue Statiſtik bearbeitet ([5] 1890, S. 199, Beihefte 1899 und 1900, 1893, S. 233, Beihefte 1904), welche zeigt, daß eine große Zahl von Unfällen verhütbar ſind; eine gewerbliche Unfallſtatiſtik für 1907 iſt in Bearbeitung. Weitere Angaben über die jährlich entſchädigten Unfälle enthalten die Rechnungsergebniſſe der Berufsgenoſſenſchaften u. ſ. w. [5]. Die Zahl der in Deutſchland 1908 erſtmalig entſchädigten Unfälle betrug 141 848, und zwar gewerbliche Berufsgenoſſenſchaften 75 354, land- und forſtwirtſchaftliche 61 027, Ausführungsbehörden 5467. Die für die Unfälle 1908 gezahlten Entſchädigungen betrugen 157 488 494 ℳ. Außer dieſen, nach Maßgabe der Unfallverſicherungsgeſetze an verſicherte Arbeiter zu zahlenden Entſchädigungen kommen in beſonderen Fällen die Entſchädigungen nach dem Haftpflichtgeſetz (ſ. d.) in Betracht. Erfolgreiche Unfallverhütung würde dieſe von der Induſtrie und Landwirtſchaft zu tragenden Ausgaben vermindern können.

Die Maßnahmen zur Unfallverhütung betreffen 1. die unfallſichere Geſtaltung der Betriebseinrichtungen, 2. zweckmäßige Betriebsführung und 3. ſachgemäßes Verhalten der Arbeiter.

1. **Die Betriebseinrichtungen** ſind möglichſt ſchon bei ihrer Herſtellung ſo zu geſtalten, daß ihre Unfallgefährlichkeit ſo gering als möglich wird; das nachträgliche Anbringen von Schutzvorrichtungen führt vielfach zu unſchönen, der Betriebseinrichtung ſich nicht organiſch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

anpassenden und die Handhabung nicht selten erschwerenden Einrichtungen. Zur Vorführung bewährter Einrichtungen des Arbeiterschutzes sind im In- und Auslande Museen geschaffen worden, z. B. vom Deutschen Reich die ständige Ausstellung für Arbeiterwohlfahrt in Charlottenburg, von der bayerischen Regierung das Kgl. Bayerische Arbeitermuseum in München.

Kraftmaschinen sind, sofern sie nicht in besonderen Räumen aufgestellt oder unmittelbar mit Arbeitsmaschinen verbunden sind, durch ein festes Geländer oder dergleichen von den Arbeitsräumnn abzuschließen. Die Schwungräder, Hauptriemen oder -seile, die freiliegenden bewegten Teile, wie Kurbel, Kreuzkopf, Lenk- und Kolbenstange, Schwungkugeln, Räder u. s. w. sind, soweit sie im Verkehrsbereich des Arbeiters liegen, einzufriedigen oder zu umwehren; Kurbelzapfen, Kreuzkopf, Exzenter, Hauptlager, Gleitbalken, Stopfbüchsen sind mit selbsttätigen Schmiervorrichtungen zu versehen. Damit die im Ruhezustande der Maschinen an diesen beschäftigten Arbeiter nicht durch ein unbeabsichtigtes, plötzliches Ingangkommen gefährdet werden, sind Einrichtungen zum sicheren Stillsetzen zu treffen (Bremsen, besondere Wasserableitung bei Wasserrädern). An- und Abstellen der Maschine ist, wenn die Arbeiter diese nicht zugleich bedienen und fortdauernd unter Augen haben, durch ein in allen Betriebsräumen hörbares, bestimmtes Zeichen (Pfeife, Klingel) anzukündigen. Häufig werden auch Vorrichtungen angebracht, durch welche von den Betriebsräumen aus dem Maschinenwärter ein Signal zum Abstellen der Maschine gegeben werden kann. Manchmal werden rasch wirkende Abstellvorrichtungen, welche auf ein besonderes Absperrventil oder auf die Steuerung wirken, angewendet, durch welche ohne Zuhilfenahme des Wärters von den Arbeitsräumen aus die Maschine zum Stillstand gebracht werden kann. Um letzteres sehr rasch zu erzielen, werden



Fig. 1.

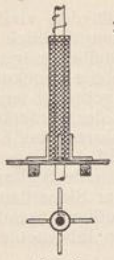


Fig. 2.

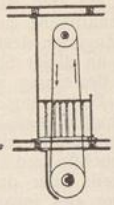


Fig. 3.

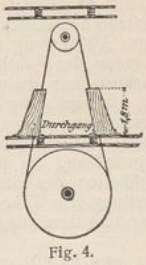


Fig. 4.

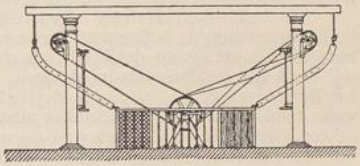


Fig. 5.

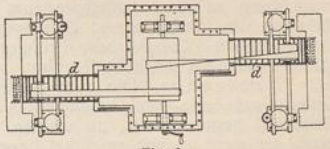


Fig. 6.

Schwungradbremsen angeordnet. Größere einzylindrige Dampfmaschinen sind mit Andrehvorrichtung auszurüsten. Bei Gaskraftmaschinen, namentlich die mit Hochofengas oder ähnlichen Gasarten arbeitenden Großgasmotoren, sind Gasvergiftungen durch Lüftung der Kanäle, Leitungen und Fundamente zu verhüten, Vergiftete durch Einatmen von Sauerstoff zu retten; Sauerstoffatmungsapparate werden hergestellt von Westfalia, A.-G. in Gelsenkirchen, Drägerwerk in Lübeck u. a. Explosionsmotoren sind mit Anlaß- oder Andrehvorrichtungen zum gefahrlosen Ingangsetzen auszurüsten. Bei Göpel (s. d.) sind die erfahrungsgemäß sehr gefährlichen Zahngetriebe und Kupplungen zu verdecken.



Fig. 9.



Fig. 8.

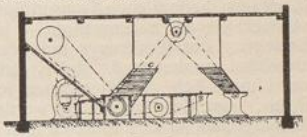


Fig. 7.

Transmissionen. Wellen, Riemen- und Seiltriebe, Zahn- und Reibungsräder sind bis zur Höhe von 1,8 m über dem Fußboden zu umwehren (durch Verschläge, Gitter, Schutzhülsen u. s. w.), sofern nicht die betreffende Transmissionsabteilung gegen den Verkehr der Arbeiter abgeschlossen ist. Die Fig. 1—4 veranschaulichen Schutzverkleidungen für lotrechte Wellen und für Riementriebe, die Fig. 5—7 für wagerechte und schräglaufende Riemen, die Fig. 8 und 9 zwei-

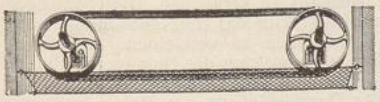


Fig. 13.

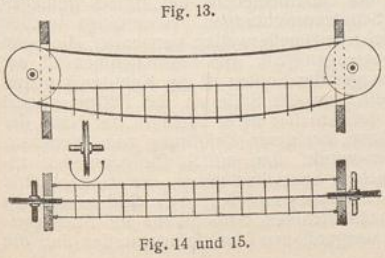


Fig. 14 und 15.

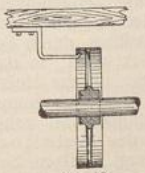


Fig. 10.



Fig. 11.

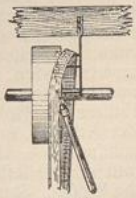


Fig. 12.

teilige, mit eingefetzten Holzringen fich lofe auf die Wellen legende Holzhülfen, die bei abfichtlicher oder unabfichtlicher Berührung fofort ftehenbleiben und ein Mitreißen durch die Welle verhindern. In ähnlicher Weife werden Blechhülfen, Hülfen aus lofe umgewundenem Draht angewendet. Vorftehende Teile, wie Keilnafen, Stellring- und Kupplungsfchrauben, find durch Anwendung geeigneter Bauarten zu vermeiden oder durch glatte Umhüllungen zu verdecken. Um das für in der Nähe befindliche Arbeiter gefährliche Mitreißen abgeworfener Riemen oder Seile durch die Welle zu verhüten, find feite Riementräger anzuordnen, fofern die Riemen nicht ganz entfernt werden. Fig. 10—12 veranfchaulichen zwei Bauarten. — Sofern rafch bewegte oder fehr fchwere Riemen über einer Verkehrsftelle laufen, find zum Schutz gegen die beim Reißen herabfallenden Enden Fangvorrichtungen anzubringen (Fangbretter, Fangnetze nach Fig. 13, Fangbügel für Drahtfeile nach Fig. 14 und 15). Rafchlaufende (etwa von mehr als 10 m Gefchwindigkeit) Riemen dürfen während des Ganges nicht von Hand aufgelegt werden; hierzu find Riemenauflegerzu verwenden; beffer als die einfachen Auflegeftangen find Apparate, die neben der Riemenfcheibe angebracht und, durch Zugkette bedient, den Riemen auflegen und abwerfen. Ebenfo find zum Putzen, Reinigen und Schmieren der Transmiffionen während des Ganges geeignete Werkzeuge zu benutzen, welche die Arbeit in ficherer Entfernung von den gefährlichen Teilen vornehmen laffen (Schmierfpritze, fchwingende Oelkanne, Reinigungshaken, Reinigungszange u. f. w.). Um im Notfalle die Transmiffion rafch ftillftellen zu können, find entweder von jedem Arbeitsraum bedienbare Ausrück- oder Signalvorrichtungen, die nach der nächften Ausrückftelle oder nach der Betriebsmafchine hin ein Zeichen zum Stillftellen geben laffen, einzurichten. Die Ausrückvorrichtungen find fo herzuftellen, daß eine felbfttätige Inbetriebfetzung ausgefchloffen ift.

Arbeitsmafchinen. Fahrftühle (Aufzüge, f. d.) find mit den vielfach durch Polizeiverordnungen beftimmten Sicherheitsvorkehrungen auszurüften; hauptfächlich find anzubringen: Umfriedigung des Förderfchachts; Abfperrung der Zugänge desfelben möglichft derart, daß diefe nur geöffnet werden können, wenn der Fahrkorb an diefer Stelle angekommen und zur Ruhe gelangt ift, und daß der Fahrkorb nur dann in Bewegung gebracht werden kann, wenn fämtliche Zugänge gefchloffen find; Umfriedigung und Bedachung des Förderkorbs fowie ficbere Verfchlüffe an demfelben; Fangvorrichtung oder Gefchwindigkeitsbremfe bei Fahrftühlen, die von Perfonen betreten werden; ficbere Führung des Förderkorbs und der Gegengewichte; felbfttätige Ausrückung der Bewegungsvorrichtung für die höchfte und tiefite Stellung; Sperrvorrichtung an jeder Ladeftelle zum Feftbalten des Steuerfeils oder der Steuerftange in der Ruhelage des Förderkorbes; Zeigervorrichtung zur Erkennung des jeweiligen Stands und der Bewegung des Förderkorbes; Prüfung der Fahrftuhlanlage vor der erften Inbetriebfetzung und fpäter mindeftens jährliche Revifion.

Hebezeuge. Die zum Bewegen und Befeftigen der Laft anzuwendenden Seile und Ketten fowie alle fonft belafteten Teile find der größten Laft entfprechend ftark, mit großer Sicherheit gegen Bruch, zu wählen. Die Einlaufftellen der Zahn- und Reibungsräder find, fobald fie nicht an fich gefchützt liegen, zu verkleiden. Hebezeuge mit Kurbel- oder Zugfeilantrieb find mit wirkfamer Sperrvorrichtung zu verfehen, beffer felbftfperrend einzurichten. Alle Teile find mindeftens jährlich einmal auf ihre Tragfähigkeit und ficbere Wirkfamkeit zu prüfen. Anleitung hierzu in Nr. 2 von [18].

Alle Werkzeugmafchinen find mit ficher wirkenden Ausrückvorrichtungen auszurüften, die vom gewöhnlichen Standort des bedienenden Arbeiters leicht zugänglich find. Die an den Mafchinen befindlichen Transmiffionsteile (Zahnräder, Riementriebe u. f. w.) find, fofern fie nicht verdeckt liegen, zu umwehren. — Holzbearbeitungsmafchinen find wegen der fchnellen Bewegung des Werkzeugs befonders gefährlich, wenn diefem das Werkftück mit den Händen zugeführt werden muß. Bei Kreisfägen, welche nur zum Querfchneiden benutzt werden, kann der hintere Teil des Sägeblattes feft verkleidet werden. Muß das Holz, wie bei Langfchnittfägen, ganz durchgefchoben werden, fo ift ein Spaltkeil anzubringen, der Schutz gegen das Hineingreifen in den hinteren Teil des Sägeblattes bietet und das Vorwärtsfchleudern des Holzes durch die hinten aufftcigenden Zähne verhindert. Außerdem ift eine Schutzhaube anzubringen, welche das Sägeblatt oben fo weit bedeckt, als es nicht zum Eingriff in das Holz freiliegen muß. Für diefe Schutzhaube gibt es zahlreiche Formen [8]. Um Spaltkeil und Schutzhaube gegebenenfalls verfchiedenen Sägeblattgrößen anpaffen zu können, werden fie verftellbar gemacht. Der unter dem Tifch liegende Teil des Sägeblatts ift jedenfalls zu verkleiden. Bei Bandfägen find die obere und untere Scheibe fowie alle nicht zum Eingriff in das Holz notwendigerweife freibleibenden Teile mit Gittern, Schutzbügeln und Schutzleiften zu verkleiden. An Hobelmafchinen ift befonders das rafchlaufende Meffer gefährlich, über welches das Holz weggefchoben werden muß. Die Meffcrfpalte ift daher ftets, auch im Ruhezuftande der Mafchine, fo weit zugedeckt zu halten, als das Meffer nicht während des Durchfchiebens des Holzes freiliegen muß. Am beften eignen fich felbfttätig deckende Schutzvorrichtungen. Neuerdings werden ftatt der viereckigen Hobelmefferwelle zylindrifche Sicherheitsmefferwellen verwendet, die beim Hineingeraten der Finger nur leichte Verletzungen erzeugen [20]. Bei Fräsmafchinen ift der Fräfer fo weit als möglich zu verdecken; beim Fräfen gerader Leiften ift ein Kehldruckapparat zu verwenden, bei dem das Arbeitsftück durch Federn von der Seite an das Führungslineal und von oben auf den Tifch gedrückt wird, fo daß der Arbeiter nicht mehr in der Nähe des Fräfers das Holz feftzuhalten braucht. Kurze Holzftücke, bei deren Zuführung zum Werkzeug der Arbeiter in unmittelbare Nähe desfelben kommen würde, find mittels Einfpannladen zuzuführen. — Ueber Schutzvorrichtungen an zahlreichen Spezialmafchinen der Holzinduftrie und der Gatterfägen f. [8]. — Von den Metallbearbeitungsmafchinen find namentlich die Preffen, Stanzen, Fallwerke u. dergl., Walzen, Schneidmafchinen, Schleifteine und Schmirgelmafchinen gefährlich. — Bei den mit Schwungkugeln ausgerüfteten Handfpindelpreffen find die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Arbeiter vor Verletzung durch die umfliegenden Kugeln durch Abſperrung der einzelnen Arbeitsplätze, Umwehrung der Kugelbahn durch Ringe oder Gitter zu ſchützen. Bei Preſſen und Stanzen zur Bearbeitung von Metallſtücken empfiehlt es ſich, wenn möglich, Einlegeapparate für letztere zu verwenden, welche der Arbeiter in geſicherter Entfernung von dem Preßſtempel bedienen kann. Sind ſolche Apparate nicht anwendbar, ſo kann in vielen Fällen die Hand des Arbeiters vor Verletzung durch den niedergehenden Preßſtempel dadurch geſchützt werden, daß der Stempel von einem Schutzring aus gelochtem Blech oder Drähten umgeben wird, der unter ſich nur den für die Zuführung des zu preſſenden Metallſtückes notwendigen Raum freiläßt. Laſſen ſich ſolche Schutzringe nicht verwenden, ſo kann häufig ein Handabweiſer angebracht werden, welcher, kurz bevor der Stempel die etwa noch unter ihm befindliche Hand treffen würde, dieſe aus dem Bereich des Stempels bewegt. — Für Preſſen und Stanzen, welche für jeden Hub durch Fußtritt eingerückt werden müſſen, wird eine Verriegelung dieſes Antriebs mit der Einrückvorrichtung der Stempelwelle derart hergeſtellt, daß der Arbeiter beide Hände braucht, um die Verriegelung zu löſen und den Fußtritt behufs Einrückung bewegen zu können; dadurch werden beide Hände aus dem Bereich des Stempels gebracht, wenn dieſer niedergeht. Zahlreiche zweckmäßige Sicherheitsvorkehrungen ſind in [18] und [20] beſchrieben. — Bei Walzen wird, wenn der Betrieb es zuläßt, vor dem gefährlichen Walzeneingriff eine Schutzleiſte oder Schutzrolle angebracht, welche den Zutritt der Hand zu den Walzen verhindert; ſolche Schutzleiſten laſſen ſich auch häufig vor dem Schneidmeſſer von Blechſchneidmaſchinen u. dergl. anbringen. — Schleifſteine und Schmirgelſcheiben ſind dadurch gefährlich, daß ſie bei zu großer Geſchwindigkeit, ſchlechter Befeſtigung auf der Welle, ſchlechtem Material zerſpringen, wobei die Sprengſtücke mit großer Gewalt durch den Arbeitsraum fliegen. Die größte zuläſſige Geſchwindigkeit (weſentlich von der Güte des Scheibenmaterials abhängig) iſt bei gutem Material für Schleifſteine 12 m, für Schmirgelſcheiben beim Naßſchleifen 12 m, beim Trockenſchleifen 25 m. Die Scheiben dürfen nicht auf der Welle aufgekeilt werden, ſondern müſſen leicht auf dieſe aufzuſchieben ſein und mittels möglichſt großer Seitenbacken, die durch auf der Welle ſitzende Schraubenmuttern anzuziehen ſind, unter Zwiſchenlage von Pappe, weichem Holz u. dergl. befeſtigt werden. Bei Verwendung koniſcher oder abgeſtufter Schmirgelſcheiben iſt eine beſondere Sicherung gegen das Herausfliegen abſpringender Stücke zu geben. Schmirgelſcheiben ſind ferner mit Schutzhauben aus Schmiedeeiſen oder Stahl zu verſehen, welche zur Anpaſſung an die bei der Verwendung kleiner werdenden Scheiben nachſtellbar und ferner gut befeſtigt ſein müſſen. — Schutzbügel aus Flacheiſen oder Wellblech liefern Mayer & Schmidt in Offenbach a. M. Die Aktiengeſellſchaft für Schmirgel- und Maſchinenfabrikation in Bockenheim bildet die Schutzhaube aus einem Stahldrahtband; Fontaine & Co. in Bockenheim verwenden ein wellenförmig geſtaltetes Stahldrahtband; das Schmirgeldampfwerk Naxos Union in Frankfurt a. M. legt um die Scheibe eine Gallſche Gelenkkette, die durch ein zwiſchen die Glieder geſtecktes Blechband in Bügelform feſtgehalten wird (ſ. die Kataloge dieſer Firmen). — Die Maſchinen der Spezialinduſtriezweige bedürfen vielfach beſonders gearteter Schutzvorrichtungen; ausführliche Angaben über die Sicherung an Maſchinen der Textilinduſtrie in [6], an Maſchinen der Toninduſtrie in [7], der Nahrungsmittelinduſtrie in [9]; weitere Angaben in den Unfallverhütungsvorſchriften der gewerblichen Berufsgenoſſenſchaften [5] und in [3], [4], [12], [13], [18]—[20].

Landwirtſchaftliche Maſchinen. Sehr gefährlich ſind die Dreſchmaſchinen und Futterſchneidmaſchinen. Abgeſehen von den Verkleidungen der Riemen- und Zahnrädergetriebe ſind beſonders Schutzvorrichtungen an den Zuführungsſtellen anzubringen, wenn das Einlegen der Garben bezw. das Zuführen des zu ſchneidenden Strohs, Grünfutters u. ſ. w. nicht ſelbſttätig erfolgt. Als ſolche Schutzvorrichtungen werden an den Einführungsöffnungen der Dreſchmaſchinen Umfriedigungen angebracht, welche zweckmäßig auch mit Klappen zum Abſchluß der Oeffnung beim Stillſtand der Maſchine verſehen werden. Bei den Futterſchneidmaſchinen wird das Schneidmeſſer auf beiden Seiten ſoweit als möglich durch Holzverſchlag, Drahtgeflecht, gelochtes Blech verdeckt; ferner wird die Zuführungslade vor den Einziehwalzen mit einem Deckel verſehen, der das zu weite Vordringen des Armes beim Nachſchieben verhindert. Dieſer Deckel wird auch bei manchen Bauarten mit dem Antrieb derart verbunden, daß er durch den Arm, ehe die Hand in die Nähe der Einziehwalzen kommt, angehoben und dadurch der Antrieb umgeſchaltet wird, ſo daß die Einziehwalzen rückwärts laufen. Näheres in den Katalogen von Heinr. Lanz, Mannheim, Aktiengeſellſchaft H. F. Eckert, Berlin, und in [16].

Dampfkeſſel und Dampfäffer; Dampfleitungen. Ueber die für Dampfkeſſel geſetzlich (ſ. Dampfkeſſelbetrieb) vorgeſchriebenen Sicherheitsvorrichtungen ſ. Dampfkeſſelarmaturen, Sicherheitsventile. Die Waſſerſtandsgläſer werden zum Schutz gegen die beim Zerſpringen abfliegenden Glasſplitter und ausſpritzenden Dampf- und Waſſerſtrahlen mit Schutzhülſen verſehen, für welche es zahlreiche Formen gibt; vgl. die Kataloge von Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover, Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau, Schott & Genoſſen in Jena, H. Reifert in Köln, F. Rockſtroh in Görlitz, Rich. Schwartzkopff in Berlin, Schumann & Co. in Leipzig-Plagwitz. — Es werden auch Waſſerſtandszeiger mit beſonderen Ventilen verwendet, welche beim Zerſpringen des Glaſes ſich ſelbſttätig ſchließen und den weiteren Austritt von Dampf und Waſſer hindern (vgl. z. B. Kataloge von Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover, C. F. Pilz in Chemnitz, Schumann & Co. in Leipzig-Plagwitz). Zur Signalgebung bei Ueberſchreitung des höchſten zuläſſigen Dampfdrucks, Sinken des Waſſerſtandes unter die zuläſſig niedrigſte Marke, Erglühen der Keſſelbleche bei Waſſermangel werden beſondere Sicherheitsapparate angebracht; häufige Anwendung finden die Apparate von Rich. Schwartzkopff in Berlin, Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover, Schäffer & Budenberg in Magdeburg u. a., auf deren Kataloge wir verweiſen. — Die Dampfkochgefäße (Dampfkochapparate) unterliegen in einigen Regierungsbezirken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und bei mehreren Berufsgenoſſenſchaften wie die Dampfkeſſel beſonderen Vorſchriften für die Herſtellung, die Prüfung bei Inbetriebſetzung und die in gewiſſen Zeiträumen zu wiederholende Reviſion. Solche Vorſchriften ſind angegeben in [5] und [11]. — Die Dampfleitungen (ſ. d.) werden manchmal mit ſelbſttätigen Abſchlußventilen ausgerüſtet, welche beim Bruch der Leitung dieſe ſchließen und das weitere Austreten von Dampf, durch den die Arbeiter verbrüht oder erſtickt werden können, hindert. Solche Ventile bauen z. B. Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau, A. Dehne in Halle a. S., Dicker & Werneburg in Halle a. S., Schumann & Co. in Leipzig-Plagwitz, Hübner & Mayer in Wien u. a.

Eiſenbahnen (ſ. d.) und Fuhrwerk. Ueber die Sicherung des Eiſenbahnbetriebs ſ. [13]. Für Feldbahnen enthalten die Unfallverhütungsvorſchriften mancher Berufsgenoſſenſchaften beſondere Beſtimmungen [5]. Beim Fuhrwerk iſt zu fordern: Brems- oder Hemmvorrichtung an den Wagen, die auf unebenem Boden verwendet werden; ſicherer Sitz, wenn der Führer des Wagens auf dieſem Platz nehmen darf; Beleuchtung beim Gebrauch während der Dunkelheit.

Schiffahrt. Die Sicherheit des Seeſchiffahrtbetriebes erfordert im weſentlichen: ſeetüchtigen Bau (für Paſſagierdampfer und größere Frachtſchiffe werden Schotten angeordnet), genügende Bemannung und Verproviantierung, Ausrüſtung mit ausreichendem Inventar (Seekarten, Segelanweiſung, Kompaſſe, Chronometer, Laternen u. ſ. w.) ſowie mit Booten und andern Rettungsgeräten, Feuerlöſcheinrichtungen, Pumpen u. ſ. w. Das Schiff darf nicht überladen (genügender Freibord, Einhaltung der Tiefladelinie) und muß mit der erforderlichen Garnierung und dem nötigen Schwergut oder Ballaſt verſehen ſein; letzterer iſt, wenn er aus beweglichem Material (Sand, Erde) beſteht, gegen Ueberſchießen, nötigenfalls durch Schotten, zu ſichern. Decklaſt darf nicht mehr genommen werden, als mit der Tragfähigkeit und Stabilität des Schiffes vereinbar iſt; die Decklaſt iſt durch ſtarke Befeſtigung vor dem Lostreiben zu bewahren. Für die Ladung gefährlicher Güter (Getreide, Steinkohlen, Säuren, Sprengſtoffe, feuergefährliche Gegenſtände) ſind beſondere Vorkehrungen zu treffen. Für die Lichterführung und das Signalweſen beſtehen beſondere Verordnungen; vgl. a. die Unfallverhütungsvorſchriften der See-Berufsgenoſſenſchaft und jene der Binnenſchiffahrts-Berufsgenoſſenſchaften ſowie [14].

Elektriſche Anlagen. Gewöhnlich werden Spannungen von über 800 Volt, beſonders bei Wechſelſtrom, als gefährlich angeſehen, jedoch ſind auch bei geringeren Spannungen durch Berühren von nichtiſolierten Leitungen u. ſ. w. Tötungen eingetreten. — Nähere Angaben über Sicherheitsvorſchriften in [10] und in den Unfallverhütungsvorſchriften der Berufsgenoſſenſchaft der Feinmechanik. Letztere verlangen hauptſächlich Aufſtellung der Dynamomaſchinen, Elektromotoren, Transformatoren und Stromwender in luft- und ſtaubdichten Schutzkäſten oder in Räumen, in denen eine Exploſion durch Entzündung von Gaſen, Staub oder Faſern ausgeſchloſſen iſt; Abgrenzung aller ſtromführenden Teile bei Hochſpannungsanlagen (über 500 Volt bei Wechſelſtrom, über 1000 Volt bei Gleichſtrom) derart, daß zufälliges Berühren ausgeſchloſſen iſt; Ausſchaltung und Erdung und Kurzſchließung der ſtromführenden Teile beim Arbeiten an Hochſpannung führenden Teilen des Leitungsnetzes und der ſtromverbrauchenden Apparate ſowie beim Bedienen der Lampen; Abgrenzung der Prüffelder durch Gitter oder Geländer und Anbringung von Warnungstafeln; der Zutritt zu Prüffeldern und Probierräumen für Dynamos iſt nur beſonders inſtruierten Leuten zu geſtatten.

Bauweſen, Betriebsanlage. Alle baulichen Anlagen, beſonders die Verkehrswege, Fußböden, ſind in gutem Zuſtand zu erhalten; Gruben, Kanäle, verſenkte Gefäße und andre gefahrbringende Vertiefungen ſind abzudecken oder zu umfriedigen, ſoweit dies mit der Arbeitsweiſe vereinbar iſt. Luken im Fußboden ſind mit Falltüren, Deckeln oder Geländer, Luken in den Gebäudewänden mit Bruſtwehr und beiderſeits mit Handgriffen zu verſehen. Galerien, feſte Uebergänge, Bühnen, Treppenöffnungen ſind mindeſtens von einer Seite mit feſtem Geländer und Fußleiſte, feſtſtehende Treppen gleichfalls mindeſtens an einer Seite mit Handleiſte oder Handſeil zu verſehen. Bewegliche Treppen, Leitern und Treppenleitern ſind gegen Abgleiten und Ausrutſchen zu ſichern; bei Leitern werden hierzu je nach Art der Anbringung und des Fußbodens Haken zum Einhängen oder Leiterſchuhe (eiſerne Spitzen, Schuhe aus Gummi, nach der Leiterneigung einſtellbare Schuhe) angewendet. Zur Feuerſicherheit und zur Rettung aus Feuersgefahr ſind gewöhnlich polizeiliche Vorſchriften für feuerſicheren Bau, Aufbewahrung und Verwendung feuergefährlicher Materialien, Anbringung von Notausgängen u. ſ. w. zu befolgen. — Bei der Herſtellung von Gebäuden iſt hauptſächlich den Gerüſten große Sorgfalt zuzuwenden; Beſtimmungen hierüber wie über die bei Herſtellung von Gräben, Brunnen u. dergl. zu treffenden Vorſichtsmaßregeln enthalten namentlich die Unfallverhütungsvorſchriften der Baugewerks-Berufsgenoſſenſchaften und die Polizeiverordnungen [11].

Bergbau, Steinbrüche, Gräbereien. Durch zweckmäßigen Abbau und Ausbau (Zimmerung) iſt das ſehr gefährliche Hereinbrechen des abzubauenden Materials (Stein- oder Kohlenfall) möglichſt zu verhüten (vgl. die Verhandlungen und Unterſuchungen der Preußiſchen Stein- und Kohlenfallkommiſſion, 6 Hefte, Berlin 1901—03). Die Gefährdung durch Waſſermaſſen iſt durch genügende Waſſerhaltung, die Gefahr der Exploſion von ſchlagenden Wettern iſt durch genügende Wetterführung, Verwendung von zweckmäßigen Sicherheitslampen und Sicherheitsſprengſtoffen, Verbot der Verwendung von Schwarzpulver und nötigenfalls auch von andern Sprengſtoffen (vgl. Hauptbericht der Preußiſchen Schlagwetterkommiſſion, Berlin 1887), die Gefahr der Kohlenſtaubexploſion durch Berieſelung und Abſpritzen der Kohle, die Gefahr des Erſtickens durch giftige Gaſe (faule Wetter) durch genügende Zuführung friſcher Luft (Wetterführung) zu bekämpfen. Dem Bau und der Inſtandhaltung der Fördereinrichtungen, auch der Grubenbahnen, iſt große Sorgfalt zuzuwenden. Spezielle Anordnungen enthalten die bergpolizeilichen Vorſchriften (Einecker, Die Sicherheitsvorſchriften für die Bergwerke in Deutſchland, Berlin 1909) und die Unfallverhütungsvorſchriften der Steinbruchs- und der Ziegelei-Berufsgenoſſenſchaft [4]. S. a. Atmungsapparate, Fangvorrichtungen, Geleucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die in den andern beſonderen Induſtriezweigen zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen geben die Unfallverhütungsvorſchriften der betreffenden Berufsgenoſſenſchaften und die Veröffentlichungen in [1]—[4], [12], [13], [15], [17]—[20] Aufſchluß. Von allgemeinerem Intereſſe iſt noch die perſönliche Ausrüſtung der Arbeiter. Da loſe flatternde Kleidungsſtücke leicht von laufenden Maſchinen mitgeriſſen werden und dann den Arbeiter in große Gefahr bringen, ſollten die Maſchinenarbeiter nur enganliegende Kleider, auch feſtanliegendes Schuhwerk tragen. Als Schutzmittel gegen Verbrennungen werden von Gießern ganze Anzüge oder Schürzen, Handſäcke, Fußbekleidungen aus Aſbeſt, von Schmieden Schurzfelle, Gamaſchen, von Walzwerksarbeitern Schienbein- und Fußſchirme getragen. Gegen Berührung von ätzenden Stoffen werden geeignete Handſchuhe, gegen Gefährdung durch elektriſche Ströme Handſchuhe aus Gummi benutzt. — Bei allen Arbeiten, die zu Augenverletzungen Veranlaſſung geben können (Bearbeiten von harten Materialien, wie Steinen, Gußſtücken; beim Arbeiten an Schmirgelſcheiben, Steinbrechern, beim Schotterſchlagen, Zerkleinern von Chemikalien, Walzen glühender Metalle, Umgießen von Säuren oder Laugen, Abfüllen hochgeſpannter Gaſe oder Flüſſigkeiten, Kalklöſchen, in Eiſengießereien u. ſ. w.), ſind Geſichtsmasken, Schutzbrillen u. dergl. zu benutzen (vgl. Hartmann und Villaret, Die Arbeiterſchutzbrillen, Berlin 1900). Die Brillen müſſen gegen anſpringende Splitter widerſtandsfähig ſein, das Auge von allen Seiten ſchützen, leicht im Gewicht, leicht zu befeſtigen ſein, bequem ſitzen und reichlichen Luftwechſel zulaſſen, damit das Auge ſich nicht erhitzt; wenn ſcharfes Zuſehen erforderlich iſt, darf das Geſichtsfeld und die Sehſchärfe nicht weſentlich beeinträchtigt werden. Für rohe Steinbearbeitung u. dergl. (z. B. Steinklopfen) genügen Brillen aus Drahtgeflecht, für genaues Zuſehen werden Brillen mit Einſätzen aus Glas, Glimmer, Gelatoid verwendet. Brillen für verſchiedene Arbeitsweiſen liefern: C. Goerg in Berlin, J. Seipp in Frankfurt a. M., C. Merz in Frankfurt a. M., K. P. Simmelbauer & Co. in Montigny, Scheidig & Sohn in Fürth i. B., K. Wendſchuch in Dresden, M. Raphael in Breslau, J. G. Eifel in Griesheim u. a. — Zum Schutze gegen Einatmung giftiger Gaſe und Dämpfe, von Rauch und Staub dienen Reſpiratoren, die entweder nur die eingeatmete Luft durch Filterſtoffe (Schwamm, Watte, feines Gewebe) reinigen oder unter Abſchließung der Atmungsorgane von außen dieſen Luft oder Sauerſtoff zuführen.

2. **Betriebsführung.** Der Unternehmer hat beſonders folgendes zu beachten: Inſtandhaltung der Betriebseinrichtungen und Schutzvorrichtungen; genügende Aufſicht, insbeſondere bei gefährlichen Arbeiten; Bekanntmachung der Unfallverhütungsvorſchriften an die Arbeiter; Uebertragung gefährlicher Arbeiten nur an hierzu geeignete Arbeiter. Ferner ſind den Arbeitern die gegebenenfalls notwendigen Schutzmittel: Geſichtsmasken, Schutzbrillen, Reſpiratoren, Sicherheitslampen u. ſ. w. zur Verfügung zu ſtellen.

3. **Verhalten der Arbeiter.** Durch ſachgemäßes Verhalten der Arbeiter können viele Unfälle verhütet werden. Insbeſondere haben die Arbeiter zu beachten: Prüfung der Werkzeuge, Geräte, Apparate, Maſchinen und der daran angebrachten Schutzvorrichtungen auf ihren ordnungsmäßigen Zuſtand; Anzeige vorgefundener Mängel an Vorgeſetzte; vorſchriftsmäßige Benutzung der Schutzvorrichtungen, Schutzmittel u. dergl.; Vermeidung von Spielereien, Neckereien, Zänkereien u. dergl.; genaue Beobachtung der ſpeziell für die Arbeiter geltenden Unfallverhütungsvorſchriften. Solche ſind von faſt allen gewerblichen Berufsgenoſſenſchaften erlaſſen. Das Zuwiderhandeln gegen dieſe Vorſchriften kann nach den Unfallverſicherungsgeſetzen mit Geldſtrafe belegt werden; vorſätzliches Herbeiführen des Unfalles zieht den Verluſt der Unfallrente nach ſich. S. a. Gewerbehygiene.

Literatur: [1] Bericht über die Ausſtellung für Unfallverhütung, Berlin 1889 u. 1890. — [2] Albrecht, H., Handbuch der prakt. Gewerbehygiene, Berlin 1894—96. — [3] Gewerblich-Techniſcher Ratgeber, ſeit 1907, Sozial-Technik, Berlin 1901—1909. — [4] Zeitſchr. d Zentralſtelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen (jetzt für Volkswohlfahrt), Berlin 1894—1909. — [5] Amtliche Nachrichten des Reichsverſicherungsamts, Berlin. — [6] Geſellſchaft zur Verhütung von Fabrikunfällen in Mülhauſen, Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maſchinen, 2. Aufl., Berlin 1895. — [7] Wahlen, Vorkehrungen zur Unfallverhütung in den Betrieben der Ziegelei-Berufsgenoſſenſchaft, Berlin 1895. — [8] Nordd. Holz-Berufsgenoſſenſchaft, Normalkonſtruktionen von Unfallverhütungsvorkehrungen, Berlin. — [9] Nahrungsmittelinduſtrie-Berufsgenoſſenſchaft, Skizzen von Schutzvorrichtungen, Mannheim. — [10] Weber, Erläuterungen zu den Sicherheitsvorſchriften des Verbands deutſcher Elektrotechniker, Berlin-München 1908. — [11] Landesbehördl. Arbeiterſchutzvorſchriften, zuſammengeſtellt im Reichsamt des Innern, Berlin. — [12] Zeitſchr. f. Gewerbehygiene, Unfallverhütung u. ſ. w., Wien 1894—1909. — [13] Hartmann, K., Unfallverhütung f. Ind. u. Landw., Stuttgart 1903. — [14] Flamm, O., Sicherheitseinrichtungen der Seeſchiffe, Berlin 1904. — [15] Archiv für Volkswohlfahrt, Berlin 1907—09. — [16] Schotte, F., Die notwendigſten Schutzvorrichtungen an den in landwirtſchaftl. Betrieben benutzten Maſchinen, Berlin 1901. — [17] Weyl, Th. u. A., Handbuch der Hygiene, Bd. 8, Jena 1897. — [18] Schriften des Vereins deutſcher Reviſionsingenieure, Berlin 1899—1908. — [19] Jahresberichte der Gewerbeaufſichtsbeamten und Bergbehörden des Deutſchen Reichs, Berlin. — [20] Jahresberichte der gewerblichen Berufsgenoſſenſchaften über Unfallverhütung für 1907/08, Berlin. *K. Hartmann.*

Unfallverſicherung, Teil der Arbeiterverſicherung (Bd. 1, S. 275), durch die Geſetze vom 6. Juli 1884, 28. Mai 1885, 5. Mai 1886, 11. und 13. Juli 1887 (in revidierter Faſſung als Abänderungsgeſetz, Gewerbe-Unfallverſicherungsgeſetz, Unfallverſicherungsgeſetz für Land- und Forſtwirtſchaft, Bau- und See-Unfallverſicherungsgeſetz vom 30. Juni 1900 erlaſſen [2] und [3]), im Deutſchen Reiche eingeführt, bezweckt Erſatz des Schadens, der infolge eines Betriebsunfalls durch Körperverletzung oder Tötung entſteht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Schadenersatz umfaßt die Kosten des Heilverfahrens oder der Beerdigung und eine dem Verletzten für die Dauer der Erwerbsbeeinträchtigung oder den Hinterbliebenen vom Todestage an zu gewährende Rente. Diese beträgt bei völliger Erwerbsunfähigkeit zwei Drittel des letzten, nach gewissen Sätzen zu berechnenden Jahresarbeitsverdienstes, bei nur teilweiser Erwerbsunfähigkeit und für die Hinterbliebenen (Witwe, Kinder, gegebenenfalls auch Eltern) einen Bruchteil jener Vollrente. Die Entschädigungsberechtigung beginnt jedoch erst nach Ablauf von 13 Wochen nach dem Unfall; während dieser Wartezeit haben die Krankenkassen für eine Entschädigung einzutreten. Versicherungspflichtig sind alle Arbeiter und Betriebsbeamte in Fabriks-, Gewerbe-, land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, sofern der Jahresarbeitsverdienst an Lohn oder Gehalt 3000 ℳ nicht übersteigt. Durch Statut der zur Durchführung der Versicherung eingesetzten Organe kann die Versicherungspflicht auf Betriebsunternehmer ausgedehnt werden, auch ist für solche unter gewissen Umständen eine freiwillige Versicherung zugelassen. Nicht versichert sind die Arbeiter in ungefährlicheren Handwerksbetrieben. Im Jahre 1908 waren rund 20000000 Personen versichert; die Zahl aller angemeldeten Unfälle betrug 655859, die der erstmalig entschädigten 141848. Die im Jahr 1908 verausgabten Entschädigungen (Renten u. s. w.) betrugen etwa 157500000 ℳ; Entschädigungen wurden gezahlt oder angewiesen an 1146239 Personen [1].

Zur Durchführung der Unfallversicherung sind für die Privatbetriebe 66 gewerbliche und 48 land- und forstwirtschaftliche Berufsgenossenschaften mit weitgehender Selbstverwaltung, für die Reichs-, Staats-, Provinzial- und Kommunalbetriebe Ausführungsbehörden (im Jahre 1908 540) eingerichtet. Die Aufsicht erfolgt durch das Reichsversicherungsamt und 8 Landesversicherungsämter (diese für 5 gewerbliche, 18 landwirtschaftliche Berufsgenossenschaften und 115 Ausführungsbehörden). Die Aufbringung der Mittel erfolgt allein durch die Unternehmer durch jährlich zu zahlende Umlagebeiträge. Zur Verminderung der Lasten ist den Berufsgenossenschaften das Recht gegeben, Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen und deren Durchführung durch technische Aufsichtsbeamte zu überwachen, auch zuwiderhandelnde Unternehmer zu bestrafen (vgl. Unfallverhütung und [4]).

Literatur: [1] Amtliche Nachrichten des Reichsversicherungsamts, Berlin. — [2] Graef, Die Unfallversicherungsgesetze des Deutschen Reichs, 5. Aufl., Berlin. — [3] Handbuch der Unfallversicherung, Berlin 1909. — [4] Unfallstatistik für 1901 und 1907, Beihefte zu [1] 1904 und 1909.

K. Hartmann.

Ungarischgrün, s. Berggrün.

Ungleichungen heißen Behauptungen von der Ungleichheit zweier Größen. Dabei bedeutet $a > b$, daß a größer als b ist, $a < b$, daß a kleiner als b ist. Ist $a > b$, $c > d$, so ist auch $a + c > b + d$, $a - d > b - c$, $ac > bd$, $\frac{a}{d} > \frac{b}{c}$.

Literatur: Schlömilch, O., Ueber Ungleichungen und deren geometrische Anwendungen, Leipzig 1886; Tartinville, Théorie des équations et des inéquations du 1er et du 2me dégré à une inconnue, 3. Aufl., Paris 1902.

Wölffing.

Ungünstigste Belastungen (gefährlichste Belastungen) sind diejenigen, die in einem Balkenquerschnitte oder in einem Fachwerkstabe eine möglichst große (oder auch möglichst kleine) Spannung hervorrufen. Vgl. a. Balken, Bogen, Dimensionenberechnung, Fachwerk, Grenzwerte, Belastungsgrenze, Einflußlinien u. s. w.

Universaleisen, Bezeichnung für Walzeisen von rechteckigem Querschnitt (Flacheisen), das auf dem Universalwalzwerk hergestellt wird; s. Walzen.

Universalgelenk, s. Gelenk, Cardanisches, Bd. 4, S. 356.

Universalholzarbeiter, s. v. w. Abrichthobelmaschine, die auch noch mit Bohr-, Stemm- und andern Vorrichtungen versehen ist (s. Hobeln). — **Universaltischler,** weitere Ausbildung des Universalholzarbeiters durch Beifügung einer im Tische selbst oder in einem besonderen Gestelle gelagerten Kreissäge und einer senkrechten Welle mit Fräskopf (Tischfräser).

A. Widmaier.

Universalinstrument, in der Geodäsie und Astronomie sehr häufig verwendetes Winkelmeßinstrument von im wesentlichen gleicher Konstruktion wie der Theodolit (s. d.).

Universitätsgebäude (Hochschulgebäude) sind, den verschiedenartigen Zwecken der Fakultäten (Fachabteilungen) entsprechend, sehr mannigfaltig gestaltet.

In einem mehrstöckigen Kollegiengebäude sind zu vereinigen die Räume für die Vorlesungen der Rechts- und Staatswissenschaft, der Theologie und der Philosophie mit Hörsälen in verschiedener Größe (s. Saal, 6.). Dazu kommen: im Hauptgeschosse die Aula für Festakte (oft mit Galerien für Gäste), im Erdgeschosse die Zimmer der Verwaltung mit Kassenraum, Säle für Sitzungen, Prüfungen, für Institute und Seminarien, für Fecht- und Turnübungen. Sammlungsräume sind zu beschaffen: a) die Bibliothek mit Lesezimmer und Packraum; kunstgeschichtliche Sammlung mit Bildwerken in Gipsguß. — Das berechtigte Bestreben, für die einzelnen wissenschaftlichen Institute getrennte Gebäude in geeigneter Lage und Gruppierung zu erstellen, findet besonders bei der medizinischen Fakultät und den einzelnen naturwissenschaftlichen Lehrgebieten weitgehende Anwendung. Die Kaiser-Wilhelms-Universität zu Straßburg i. E., die mit den reichsten Mitteln ausgestattete mustergültige Anstalten besitzt, hat hierfür eine große Anzahl von Einzelgebäuden aufführen lassen [2], [3], [5]. In dem Gesamtlageplan (Fig. 1) ist die Bau-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

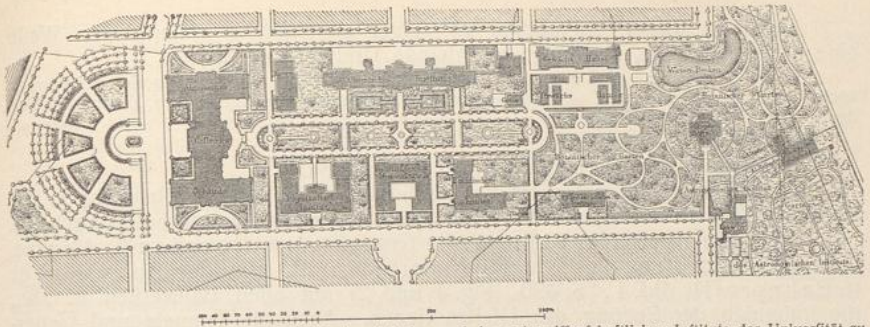


Fig. 1. Urſprünglicher Lageplan des Kollegiengebäudes und der naturwiſſenſchaftlichen Inſtitute der Univerſität zu Straßburg i. E.

gruppe des allgemeinen Kollegiengebäudes (wovon in Fig. 2 der Grundriß des Obergeſchoſſes gegeben) mit einer Anzahl getrennter Inſtitute gezeigt. Die Gebäude ſind umgeben von Gartenanlagen mit Baumgängen und am Südende begrenzt durch den botaniſchen Garten mit Gewächshäuſern ſowie durch das aſtronomiſche Inſtitut. Dagegen fehlen die ſämtlichen Gebäude der mediziniſchen Fakultät, welche entfernt hiervon in der Nähe des ſtädtiſchen Krankenhauſes erbaut worden ſind. Es ſind dies: 1. Anatomie, 2. chirurgiſche Klinik, 3. pſychiatriſche Klinik, 4. Augenklinik, 5. geburtshilfliche Klinik, 6. phyſiologiſches Inſtitut, 7. phyſiologiſch-chemiſches Inſtitut; die folgenden Inſtitute 8—13 liegen in den obenerwähnten Anlagen längs der Univerſitäts- und Goetheſtraße: 8. pharmazeutiſches Inſtitut, 9. phyſikaliſches Inſtitut, 10. chemiſches Inſtitut, 11. botaniſches Inſtitut mit Gärten u. Gewächshäuſern, 12. vereinigte Inſtitute für Geologie, Mineralogie, Geognoſie, Paläontologie und geologiſche Landesanſtalt, 13. aſtronomiſches Inſtitut mit Sternwarte. — Bei den meiſten Gebäuden ſind Wohnungen für Vorſtände und Diener. — Die äußere und innere Ausſtattung ſei monumental und würdig.

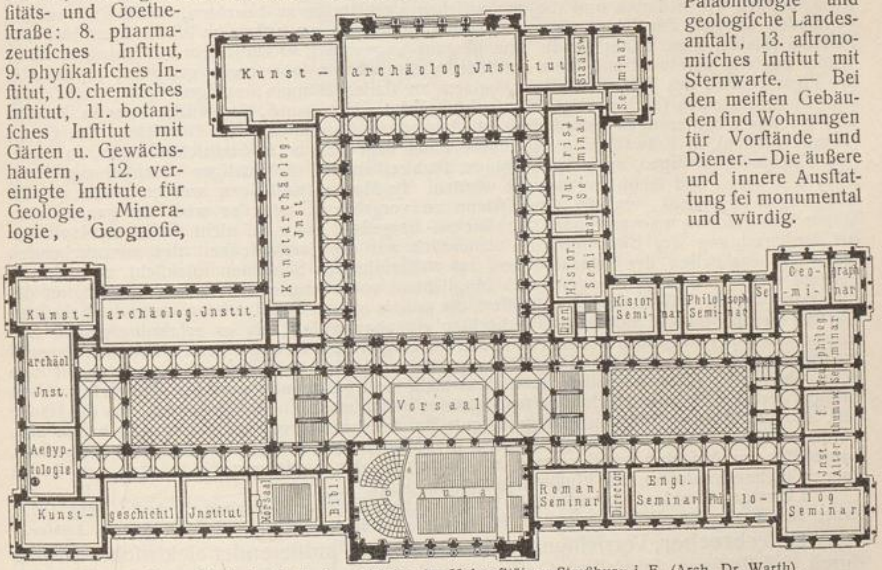


Fig. 2. Obergeſchoß des Kollegiengebäudes der Univerſität zu Straßburg i. E. (Arch. Dr. Warth).

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1900, Häfeke, E., Univerſitäten, S. 307—320. — [2] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., Heft 2, a) Hochſchulen u. ſ. w., 2. Aufl., Stuttgart 1905 (mit Angabe der Werke über phyſikaliſche, chemiſche und geologiſche Inſtitute). — [3] Feſtſchrift zur Einweihung der Neubauten der Kaiſer-Wilhelms-Univerſität zu Straßburg 1884. — [4] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [5] Straßburg und ſeine Bauten, Straßburg 1894.

Weinbrenner.

Unofocal, photographiſches Doppelobjektiv von C. A. Steinheil, München. Dasſelbe iſt aſtigmatiſch korrigiert und beſteht aus vier voneinander getrennten Linſen. Es gibt zwei Typen von der Lichtſtärke $F = 1:4{,}5$ und $F = 1:6$. *Novak.*

Unruhe, ſ. Uhren.

Unrunddrehbank dient zur Herſtellung von Drehkörpern durch Drehen (ſ. d.), deren ſenkrecht zur Drehachſe liegende Querſchnitte eine vom Kreis abweichende Form aufweiſen. Von beſonderer Bedeutung für die Technik ſind die hierhergehörigen Ovaldrehbänke (ſ. d.) und die Hinterdrehbänke (ſ. d.); ſ. a. Paffigdrehen, Bd. 7, S. 46. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unrunde Räder übermitteln von einer gleichmäßig umlaufenden Welle eine ungleichförmige, periodiſch wechſelnde Drehgeſchwindigkeit.

Gewöhnlich benutzt man nur elliptiſche Räder (ſ. Bd. 3, S. 438 f.), ſo vielerlei Formen auch ſonſt noch möglich ſind. — Ueber unrunde Scheiben für Steuergetriebe ſ. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 1581/1629. *Lindner.*

Unſchlitt, ſ. Talg.

Unteramboß, ſ. Dampfhammer, Schabotte.

Unterbau, 1. der unter der Erde befindliche Teil eines Gebäudes; 2. der über dem Boden aufſteigende tragende Teil, beſonders wenn dieſer hoch iſt.

Unterbau der Eiſenbahnen, im Gegenſatz zum Oberbau (ſ. d.) alles, was zur Unterſtützung des Oberbaus erforderlich iſt, alſo der Bahnkörper (ſ. Bahnprofil, Bd. 1, S. 490, Fig. 1 und 2) mit allen Bauwerken u. ſ. w., die unterhalb der Bettung des Gleiſes liegen. Auch die Tunnels und Ueberbrückungen kann man im weiteren Sinne zum Unterbau rechnen, da ihre Herſtellung erforderlich iſt, um die fortlaufende Unterlage für den Oberbau zu ſchaffen. Die Herſtellung eines ſicheren Unterbaus iſt die Vorbedingung für die eines ſicheren Oberbaus, ſie iſt ſomit die Grundlage für die Betriebsſicherheit.

Der Unterbau beſteht ſomit aus dem durch Auf- und Abträge (Dämme und Einſchnitte) gebildeten Erdkörper ſamt zugehörigen Gräben, Durchläſſen, Brücken, Wegerampen, Böſchungsbefeſtigungen u. ſ. w. An Brücken und Viadukten, die bis zum Oberbau hinaufreichen, wird der Erdkörper völlig durch dieſe erſetzt. Bei Ausführung des Unterbaus ſind ſowohl bei Schüttung und Gründung der Dämme als auch bei Ausführung der Einſchnitte und Tunnels die Beſchaffenheit der Erdarten und die geologiſchen Verhältniſſe zu beachten, damit Rutſchungen vermieden werden. Zur Schüttung von Dämmen eignet ſich am beſten im Waſſer nicht lösliches Material (Steine, Kies, reiner Sand). Ton iſt ganz ungeeignet, er verurſacht Rutſchungen, da er Waſſer begierig aufnimmt und dann zerfließt. Lehm iſt um ſo weniger geeignet, je mehr er die Eigenſchaften des Tons hat. Bei Dämmen an ſteilen Hängen, auf geneigten, nicht tragfähigen Erdſchichten (z. B. geneigte Tonſchichten) im Untergrund, im Waſſer oder in Mooren ſind beſondere Sicherungen erforderlich, beſtehend in Abtreppung der Oberfläche des Gangs (Terraſſierungen), in Entwäſſerung der Fläche unter dem Damm, in Steinſchüttungen, in Stein- oder Faſchinenpackungen, auch Spundwände, Pfahlreihen mit rückwärtiger Verankerung, Stützmauern u. dergl. ſind ſchon angewendet worden. In Mooren und Seen werden manchmal die Böſchungen abgeflacht, um die Grundfläche zu vergrößern, oder es wird der ganze Bahnkörper aus Faſchinenpackung oder Sinkſtücken hergeſtellt (ſo z. B. nicht ſelten in Holland). Bei Ausſchachtung der Einſchnitte iſt namentlich auf die Beſchaffenheit des auszuhebenden Materials, das Fallen der Schichten und auf waſſerführende Schichten Rückſicht zu nehmen. Letztere werden, um Rutſchungen nach Möglichkeit vorzubeugen, am beſten vor Beginn der Ausſchachtung durch Sickerungen entwäſſert, die mittels offener Schlitze oder, wenn die Schichten ſehr tief liegen, mittels Stollen und Schächten einzubauen ſind, da es erfahrungsgemäß ſehr ſchwer und mit ſehr großen Koſten verbunden iſt, eingetretene Bewegungen im Erdreich dauernd zur Ruhe zu bringen. Derartige Entwäſſerungsarbeiten ſpielen beim Eiſenbahnbau eine wichtige Rolle, obwohl ſie ſpäter äußerlich meiſt nicht mehr wahrgenommen werden. Zur Erſparnis an Grunderwerbskoſten oder an Erdarbeiten, letzteres beſonders in Gebirgsgegenden, wo die Hänge ſteil, alſo die Querprofilflächen ſehr groß, gute Bruchſteine dagegen meiſt billig zu haben ſind, werden vielfach Stütz- und Futtermauern (in Mörtel- oder Trockenmauerwerk) hergeſtellt. Namentlich im Anſchluß an Bauwerke zur Sicherung des Laufs von Wildbächen, an ſteilen Lehnen (Lehnenviadukte), bei Flußverlegungen u. dergl.

Literatur: Winkler, Vorträge über Eiſenbahnbau, Heft V: Unterbau, 3. Aufl., Prag 1877; ferner alle Werke über Eiſenbahnbau, z. B. Handbuch d. Ingenieurw., 1. Teil, 2. Bd. *H. Kübler.*

Unterbrecher, Vorrichtungen zur Erzeugung pulſierender elektriſcher Ströme durch ſelbſttätiges ſchnelles Oeffnen und Schließen eines Gleichſtroms. Sie finden Anwendung bei elektriſchen Läutewerken (ſ. d. und Alarmvorrichtungen) und bei Induktionsapparaten (ſ. Induktion).

Die einfachſte Form (bei Alarmglocken und kleineren Induktionsapparaten heute noch im Gebrauch) iſt der ſogenannte Platinunterbrecher, nach ſeinen Erfindern auch als Wagnerſcher oder Neeffcher Hammer bezeichnet (ſ. Induktion, Bd. 5, S. 185/86, und Hammer, Wagnerſcher, Bd. 4, S. 766). Konſtruktive Verbeſſerungen ſind angegeben von Dèprez, Carpentier u. a. [3]. Wegen des unſicheren Kontaktes an der Unterbrechungsſtelle eignet ſich der Platinunterbrecher nur für geringere Stromſtärken, z. B. für Funkeninduktoren bis höchſtens 20 cm Schlagweite.

Für größere Stromſtärken verwendet man die ſogenannten Queckſilberunterbrecher, bei denen das Unterbrechen durch ſchnell wechſelnde Berührungen eines Metallſtiftes mit einem Queckſilberſpiegel oder durch zeitweiſes Auftreffen eines Queckſilberſtrahles auf eine bewegte Metallfläche erzeugt wird. Die Bewegung des Metallſtiftes, deſſen Ende, ſoweit es in das Queckſilber untertaucht, aus Platin beſteht, kann entweder durch Federwirkung erfolgen, wobei ein Elektromagnet die Antriebskraft liefert (Foucault-Unterbrecher [1], [2]), oder ſie wird durch einen kleinen Elektromotor erzeugt, der mittels Kurbel und Geradführung den Kontaktſtift auf und ab bewegt [3]. Da die Unterbrechung bei Induktionsapparaten ſo ſchnell als möglich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfolgen muß, befindet sich über dem Quecksilber eine Schicht Petroleum oder Alkohol; diese Flüssigkeiten treten sofort zwischen Kontaktstift und Quecksilber und vereiteln das Auftreten eines Lichtbogens. Der kleine Motor kann bequem 3600 Umdrehungen machen, und man erhält daher mit diesem Unterbrecher bis zu 60 Unterbrechungen in der Sekunde.

Wesentlich mehr Unterbrechungen erzielt man durch die Queckſilberſtrahlunterbrecher. Man denke sich ein vertikales Rohr, das einen seitlichen horizontalen Stutzen trägt, mit Quecksilber gefüllt und um die vertikale Achse in rasche Drehung versetzt wird. Das Quecksilber wird dann in einem feinen Strahle aus dem Stutzen im Kreise herum austreten. Stellt man nun einen Blechzylinder mit Aussparungen konzentrisch um das Rohr, so wird es durch den Strahl mit dem Zylinder leitend verbunden sein, wenn die Wandung getroffen wird, hingegen wird der Strom unterbrochen beim Durchtritt des Strahles durch eine Aussparung. Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft baut nach diesem Prinzip ihre Turbinenunterbrecher, bei denen durch eine kleine Zentrifugalpumpe das Quecksilber vom Boden des Gefäßes immer von neuem in das Rohr getrieben wird. Anstatt des Strahles kann man auch den Zylinder drehen, was im Levyschen Unterbrecher ausgeführt ist. Eine kleine Kapselräderpumpe, die im Quecksilber steht, pumpt dasselbe vertikal in die Höhe und spritzt es zu einer seitlichen, feststehenden Düse wieder heraus, wobei es entweder die Wandung des rasch rotierenden Zylinders trifft oder durch die Aussparungen hindurchgeht. Die Drehung des Zylinders und der Pumpe wird durch einen kleinen Motor bewirkt [3]. Ueber dem Quecksilber befindet sich eine Schicht Petroleum oder Alkohol, welche die Ausflußöffnung der Düse noch bedeckt. Bei normaler Tourenzahl des Motors werden etwa 100 Unterbrechungen pro Sekunde erreicht. — Die Queckſilberſtrahlunterbrecher können für Ströme von beliebig hoher Spannung verwendet werden, dürfen daher direkt an die Lichtleitungen angeschlossen werden. — Ein Nachteil aller Queckſilberunterbrecher ist die Verschlammung des Queckſilbers, durch die nach einiger Zeit der Apparat versagt, so daß das Queckſilber erneuert werden muß.

Die elektrolytiſchen Unterbrecher. Taucht man das aus einem Glasrohr einige Millimeter hervorragende Ende eines Platinſtiftes zusammen mit einer Bleiplatte in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 20) und bildet aus einer Batterie, aus der primären Spule des Induktionsapparats und diesem Gefäß einen Stromkreis, wobei der positive Pol mit dem Platinſtift verbunden ist, so gibt der Induktionsapparat starke, dicht aufeinander folgende Funken, ein Zeichen, daß der Strom in rascher Folge geöffnet und geschlossen wird. Die Erklärung dieser Erscheinung ist einfach: der sehr starke Strom bringt die dünne Platinspitze zum Glühen, so daß die umgebende Flüssigkeit rasch verdampft und den Strom unterbricht, weil Dampf ein Nichtleiter ist. Hierdurch wird aber infolge der Kondensation die Leitung wieder hergestellt, und das Spiel beginnt von neuem. Der erste derartige Unterbrecher wurde von Wehnelt konſtruiert [3]. Die Zahl der Unterbrechungen beträgt 1000—2000 pro Sekunde und übertrifft daher alle bisher besprochenen Konstruktionen um ein Vielfaches. Da der Unterbrecher Kondensatoreigenschaften besitzt, was man z. B. daraus erkennt, daß die Spannung an seinen Klemmen, gemessen mit einem Wechselſtromvoltmeter, viel größer ist als die Spannung der Stromquelle, so ist ein besonderer Kondensator bei Funkeninduktoren entbehrlich. Man kann diesen Unterbrecher an jede Gleichſtromleitung von mindestens 65 Volt Spannung anschließen; allerdings ist sein Stromverbrauch ein ziemlich bedeutender. — Nach ähnlichem Prinzip arbeitet der elektrolytische Unterbrecher von Simon [3], [5]. — Ausführliche Angaben nebst Abbildungen über Unterbrecher findet man in [4].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Physik. Technik, Braunschweig 1907. — [2] Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, Braunschweig 1890. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1908. — [4] Ruhmer, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren, Leipzig 1904. — [5] Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, Bd. 2, Leipzig 1909. *Holzt.*

Unterfahrung von Fundamenten, s. Stützgerüst.

Unterführung, s. Wegkreuzungen.

Untergärung, s. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 20.

Untergrundbahnen und **Stadtbahnen.** Untergrundbahnen sind dem Wortlaut nach alle im Untergrund, d. h. unter der Erdoberfläche geführten Eisenbahnen, dem Sprachgebrauch nach jedoch im allgemeinen nicht solche Bahnstrecken, deren unterirdische Führung lediglich durch Geländehindernisse bedingt ist (wie bei Gebirgstunnels, Unterwassertunnels), sondern nur solche Bahnen, bei denen andre Rücksichten, namentlich städtische Bebauung, für die unterirdische Führung maßgebend sind. Auch bei solchen Bahnen ist es indessen nicht ausgeschlossen, daß durch einzelne Unterwasserstrecken oder durch Durchstechung von Anhöhen, Felspartien u. s. w. zugleich Geländehindernisse überwunden werden.

Die Untergrundbahnen liegen entweder im Tunnel, oder — aber in der Regel nur streckenweise — im offenen Einschnitt, dies bisweilen im Vorortgebiet mit der Absicht, bei fortschreitender Bebauung den Einschnitt in einen Tunnel zu verwandeln, ferner namentlich da, wo eine Untergrundbahnstrecke in eine Hochbahnstrecke übergeht. Solche Tunnelbahnen, die im Zuge einer Straße dicht unter dem Straßenpflaster liegen, nennt man wohl auch Unterpflasterbahnen, im Gegensatz zu den in größerer Tiefe unter der Erde geführten eigentlichen Untergrundbahnen oder Tiefbahnen.

Einschnitte im Bebauungsgebiet werden zur Einschränkung des Flächenbedarfs in der Regel von Futtermauern eingefaßt, deren Mauerwerksmassen und Kosten man durch Auflösung des Querschnitts oder durch Querversteifungen oberhalb des lichten Raumes einzuschränken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

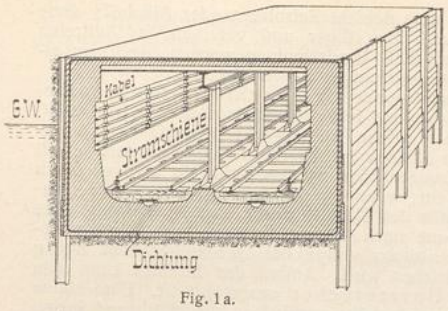


Fig. 1a.

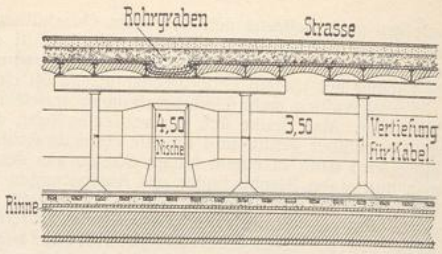


Fig. 1b.

fucht. Fußwege von Parallelſtraßen werden zur noch beſſeren Ausnutzung der Grundfläche bisweilen übergekragt (ſo bei der Pariſer Stadtbahn). Bei Lage im Grundwaſſer muß Sohlenmauerwerk und Waſſerabdichtung angeordnet werden.

Unterpflaſterbahnen erhalten zur möglichſten Einſchränkung der Bauhöhe in der Regel eine aus Eiſen und Mauerwerk (Beton) gebildete flache Decke, deren Höhe unter Umſtänden durch Verwendung von Zwiſchenſtützen weiter eingeſchränkt wird. So die in Fig. 1a und 1b dargeſtellte Bauweiſe der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, bei der auch die Abdichtung gegen Grundwaſſer bemerkenswert iſt. Bei ſehr geringer

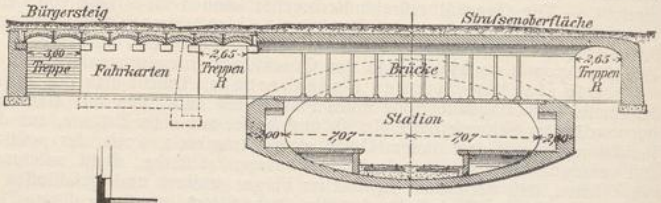


Fig. 3.

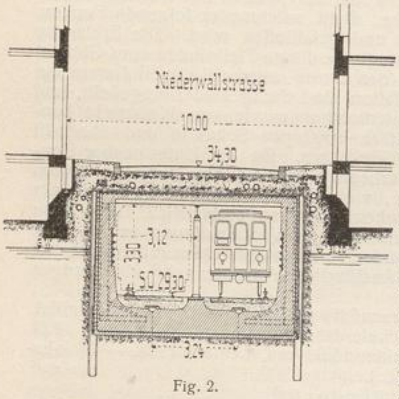


Fig. 2.

Breite der Straße, in der die Unterpflaſterbahn liegt, ſtellt man auch wohl die Seitenwände des Unterpflaſtertunnels aus einer Verbindung von Eiſen und Mauerwerk her, indem man die Eiſenbauteile der Seitenwände und der Decke zu einem Ganzen verbindet (ſ. Fig. 2, Teilſtrecke der Berliner Hoch- und Untergrundbahn).

Eigentliche Untergrundbahnen weiſen bei mäßig tiefer Lage ähnliche Querſchnitte auf, wie ſie auch bei Gebirgstunnels verwendet werden. Bei großer Tiefe erhalten ſie in der Regel einen kreisförmigen Querſchnitt, und zwar vielfach unter Verwendung eiſerner Ummantelung; oft wird für jedes der beiden Gleiſe einer zweigleiſigen Untergrundbahn eine beſondere Röhre angelegt, wodurch unter Umſtänden die Führung der Gleiſe und die Anlage der Stationen erleichtert wird (ſ. Tunnel). Die an den Stationen erforderliche Verbreiterung kann bei den Unterpflaſterbahnen einfach durch Auseinanderziehen der Seitenwände unter Verwendung einer ſtärkeren Deckenkonſtruktion hergeſtellt werden; bei Untergrundbahnen mit gewöhnlichem Tunnelquerſchnitt kommt an den Stationen entweder die Verwendung eines in die Breite gezogenen Querſchnitts (vgl. Fig. 3, Pariſer Stadtbahn) oder der Einbau eines erweiterten Raumes mit abweichender Deckenbildung (z. B. quergeſpannten Kappen auf eiſernen Trägern) in Frage. Bei den Röhrenbahnen muß ſtets an den Stationen eine abweichende Bauweiſe verwendet werden (ſ. Fig. 4, von der Central London Railway). — Beſondere Vorſorge iſt bei den Untergrundbahnen,

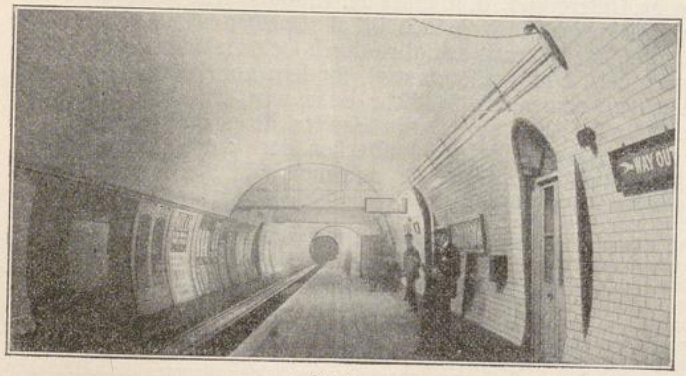


Fig. 4.

namentlich den Tiefbahnen, für Lüftung zu treffen, ferner bei Lage in Grundwaſſer für Entwäſſerung. Erwünſcht ſind Notausgänge, deren Anlage bei tiefliegenden Bahnen aber oft auf Schwierigkeiten ſtoßen wird; vgl. a. Tunnel.

Stadtbahnen, d. h. Eiſenbahnen, die durch das Stadtinnere geführt ſind.

In weiterem Sinne gehören hierher auch innerhalb einer Stadt liegende Teile von Fernbahnen und Güterverbindungsbahnen zwiſchen Fernbahnhöfen, wie in London, Mancheſter, Liverpool, Berlin, Dresden u. ſ. w. In der Regel aber verſteht man unter Stadtbahnen ſtädtiſche Perſonenſchnellbahnen, die im Gegenſatz zu den Straßeneiſenbahnen (ſ. d.) einen eignen Bahnkörper beſitzen und das Ein- und Ausſteigen nur an beſtimmten Stationen ermöglichen, aus beiden Gründen eine ſchnellere Beförderung geſtatten.

Mit den eigentlichen Stadtbahnen ſtehen häufig Ringbahnen und Vorortbahnen in Verbindung. Die Stadtbahnen dienen hiernach entweder nur dem innenſtädtiſchen Verkehr oder zugleich dem Vorortverkehr (Wohnverkehr, Berufsverkehr) und dem Ausflugsverkehr. Geht der Vorortverkehr von Stadtbahnen auf Fernbahnen über, ſo wird hierdurch leicht die Regelmäßigkeit des Stadtbahnbetriebes beeinträchtigt. Wenn Stadtbahnen nebenher für gewiſſe Gütertransporte, z. B. Markthallengüter, Kohlen für Gasanſtalten u. ſ. w. benutzt werden, ſo geſchieht dies zweckmäßig zur Nachtzeit. In Chicago hat man eine beſondere vielverzweigte Stadtbahn (Untergrundbahn) lediglich für Güterbeförderung angelegt.

Der Bauweiſe nach können die Stadtbahnen entweder als Standbahnen (Fahrzeuge auf Rädern oberhalb der Schienen) oder als Schwebebahnen (ſ. d.) hergeſtellt werden. Die Standbahnen werden, um Plankreuzungen mit Straßen zu vermeiden, in der Regel als Hochbahnen oder Untergrundbahnen angelegt, wobei auch Wechſel zwiſchen beiden Bauweiſen möglich iſt (wie in Paris und Berlin), und Strecken, auf denen keine Straßenkreuzungen vorkommen, annähernd in Geländehöhe liegen können. Die Stadtbahnen folgen entweder dem Zuge ſtädtiſcher Straßen oder ſie haben eine beſondere Linienführung. Im erſten Falle wird der Straßenverkehr und das Straßenbild am wenigſten beeinträchtigt durch Untergrundbahnen, die indeſſen in Anlage und Betrieb beſonders ſchwierig und koſtſpielig ſind.

Bei Stadtbahnen mit ſelbſtändiger Linienführung legt man die Stationen zweckmäßig an Kreuzungen mit ſtädtiſchen Straßen, bei Stadtbahnen, die ſtädtiſchen Straßen folgen, nahe bei Straßenkreuzungen, um die Zugänglichkeit zu erleichtern.

Stadtbahnen werden in der Regel zweigleiſig angelegt, wenn man nicht für Züge, die gewiſſe Stationen durchfahren, ein zweites Gleispaar vorſieht, wobei dann zweckmäßig Richtungsbetrieb ſtattfindet. So werden [1], S. 192, auf der neuen viergleiſigen Schnellverkehrsbahn in New York die beiden äußeren Gleiſe von Ortszügen befahren, für die in 400—600 m Abſtand Halteſtellen vorgeſehen ſind, während auf den beiden inneren Gleiſen Stadtſchnellzüge verkehren, die nur an jeder vierten bis ſechſten entſprechend ausgebauten Station halten, alſo eine größere Reiſegeſchwindigkeit erreichen. Auf einigen Strecken der New Yorker Hochbahnen iſt zwiſchen den beiden, dem regelmäßigen Verkehr dienenden Gleiſen ein drittes Gleis eingefügt, das in den Stunden ſtärkſten Verkehrs von beſonderen, nur an wenigen Stationen haltenden Schnellzügen befahren wird, und zwar je nach den Tagesſtunden in der einen oder andern Richtung. Ein Stadtbahnnetz beſteht im allgemeinen zweckmäßig aus ſtrahlenförmig geführten Linien und Ringlinien. Verzweigungen von Stadtbahnen erſchweren die Durchführung des Fahrplans und beeinträchtigen die Leiſtungsfähigkeit der verzweigten Strecken. Daher ſucht man ſie neuerdings möglichſt zu vermeiden und den Uebergang von Linie zu Linie an den Kreuzungs- und Abzweigungspunkten durch Umſteigen zu bewirken.

Die Stationen der Stadtbahnen hat man in durchſchnittlichen Abſtänden von 300—1600 m, in der Regel zwiſchen 500 und 800 m ausgeführt [1], S. 184. Kurze Stationsabſtände erleichtern zwar den Zu- und Abgang, vergrößern aber die Fahrzeit. Je dünner die Bebauung, deſto größer wird man die Abſtände zu wählen haben, ſo in den Vororten größer als in der Innenſtadt.

Die Bahnſteige können als Seiten- oder Inſelſteige ausgeführt werden. Erſtere Form geſtattet zwar Trennung der Verkehrsrichtungen, iſt aber ungünſtiger für die Abfertigung der Züge. Auf viergleiſigen Strecken mit Richtungsbetrieb und auf Abzweigungsſtationen ſind jedenfalls Inſelbahnſteige vorzuziehen. Die Bahnſteigzugänge müſſen ſchienenfrei ſein. Sie werden durch Treppen, bei ſehr tief liegenden Untergrundbahnen durch Aufzüge vermittelt. Bei Lage der Bahnen im Zuge ſtädtiſcher Straßen ſind bisweilen Quertunnels bezw. Querbrücken von den Häuſern her erforderlich. Die Abfertigungsräume der Stadtbahnen haben ſehr geringen Umfang. Warteräume ſind in der Regel ganz entbehrlich. Dagegen iſt auf leiſtungsfähige Durchgänge bei der Bahnſteigſperre bezw. der Fahrkartenprüfung großer Wert zu legen. Die Endſtationen werden beſonders zweckmäßig in Schleifenform angelegt, ſo daß die angekommenen Züge ohne Richtungswechſel weiterfahren können, ſonſt auch gut in Durchgangsform mit angeſchloſſener Kehrgleisanlage, weniger gut in Kopfform. Anſchluß von Abſtellgleiſen für Einſatzzüge iſt auf den Endbahnhöfen und auf ſolchen Zwiſchenſtationen, die Strecken ungleicher Verkehrsſtärke trennen, erforderlich. Näheres in allen dieſen Beziehungen ſowie in bezug auf ſonſtige Anlagen, namentlich Abſtellbahnhöfe, ſ. in [1].

Dem Stadtbahnbetrieb legt man in der Regel einen ſtarren Fahrplan zugrunde. Der neuerdings mehr und mehr angewandte elektriſche Betrieb mit Triebwagen erleichtert durch Geſtattung ſtarker Neigungen eine zweckmäßige Linienführung, vergrößert die Leiſtungsfähigkeit, geſtattet das Kehren der Züge ohne Umſetzen der Lokomotive, ermöglicht die Bildung der Züge aus Triebwageneinheiten, die je nach der Verkehrsſtärke einzeln oder vereinigt fahren.

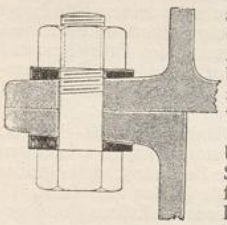
Literatur: [1] Blum, O., Stadtbahnen, Eiſenbahntechnik der Gegenwart IV, B und D, Wiesbaden 1907, 1909. — [2] Derſ., Die Stationsanlagen ſtädtiſcher Bahnen, Zeitſchr. f. Kleinbahnen 1900, S. 585. — [3] Eichel, Eugen, Vortrag auf dem Straßen- und Kleinbahnkongreß zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

München 1908 über amerikanifche elektrifche Bahnen, Druckfachen des Internationalen Straßen- und Kleinbahn-Vereins, Brüffel. — [4] Ingenieurwerke in und um Berlin, vom Verein deutfcher Ingenieure, 1906. — [5] Kemmann, Der Verkehr Londons, Berlin 1892. — [6] Derf., Zur Eröffnung der elektrifchen Hoch- und Untergrundbahn in Berlin, Berlin 1902. — [7] Derf., Das engliſche Handelsamt über den Londoner Verkehr, Sonderdruck aus der Zeitfchr. f. Kleinbahnen 1909. — [8] Langbein, Berliner elektrifche Stadtbahn, Zeitfchr. des Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 245, 261, 302. — [9] Peterfen, Richard, Perfonenverkehr und Schnellbahnprojekte in Berlin, Berlin 1907. — [10] Derf., Die Bedingungen der Rentabilität von Stadtfchnellbahnen, Berlin 1908. — [11] Derf., Die Aufgaben des großſtädtifchen Perfonenverkehrs und die Mittel zu ihrer Löfung, Städtebauliche Vorträge, Berlin 1908. — [12] Pforr, P., Der elektrifche Vollbahnbetrieb. — [13] Die Berliner Stadtbahn, amtliche Darſtellung, Sonderdruck aus der Zeitfchr. f. Bauwefen 1884/85, Berlin 1886. — [14] Troske, Die Londoner Untergrundbahnen, Sonderdruck aus der Zeitfchr. des Ver. deutfch. Ing. 1891/92, Berlin 1892. — [15] Derf., Die Pariſer Stadtbahn, Sonderdruck aus der Zeitfchr. des Ver. deutfch. Ing. 1903/04, Berlin 1905. — [16] Wittig, P., Die elektrifche Hoch- und Untergrundbahn in Berlin, Berlin 1906. — [17] Derf., Zur Eröffnung der Untergrundbahn nach Weſtend, Berlin 1908. — [18] Derf., Zur Schnellbahnfrage Groß-Berlins, Sonderdruck aus dem Preisausfchreiben für den Wettbewerb um einen Grundplan für die Bebauung von Groß-Berlin, Berlin 1908. — [19] Hirzfon (ruffifch), Die Stadtbahnen, Bau, Betrieb und wirtfchaftliche Lage, Petersburg 1900. — [20] Hervieu, Jules, Le chemin de fer Métropolitain Municipal de Paris, Paris 1903. — [21] Royal Commission on London Traffic 1903, 8 Bände. — [22] Stadtbahnen in London, Liverpool und New York, in den Proceedings der Institution of Civil Engineers 1885, 1886, 1894, 1896, 1900, 1908. — [23] Berichte des Board of Rapid Transit Railroad Commissioners, New York 1902/06 (New York Subway). — [24] Bericht der Boston Transit Commission 1895 bis heute (Boſtoner Schnellverkehrsanlagen). — [25] Report on the Chicago Transportation Problem by Joſeph Bion Arnold, New York 1905. — [26] Reports of the Public Service Commission for the first district, New York 1908 u. f. — [27] Philadelphia's Rapid Transit, von der Millard Construction Co., 1908. — [28] Interborough Rapid Transit, The New York Subway, its Construction and Equipment, New York 1904. *Cauer.*

Untergurt, der verſtärkte untere Rand eines maſſiven (Walz- oder Blech-) Trägers, oder die unteren Umfangsſtäbe eines gegliederten (Fachwerks-) Trägers zum Gegenſatz von Obergurt, welcher die obere Trägerbegrenzung bildet. Bei einfachen, bloß auf zwei Stützen aufliegenden Balkenträgern wird der Untergurt nur auf Zug beanſprucht, bei kontinuierlichen und Auslegerträgern tritt über den Mittelſtützen im Untergurt Druck auf; ſ. a. Fachwerk, Gurtquerſchnitte.

Unterlagsſcheiben werden auf Bolzen unter Splinten und Schraubenmuttern angewendet, um dieſen eine gute Sitzfläche zu bieten.



Wenn die Sitzfläche an ſich ſchon eben und ſenkrecht zur Bolzenachſe iſt, und wenn das Loch nicht größer als für den Bolzen gerade erforderlich iſt, läßt man die Scheiben unter Schraubenmuttern weg. Auf ſchrägen Flächen, beſonders an den Flanſchen von Profileiſen, braucht man keilige Scheiben, damit die Bolzen nicht auf Biegung beanſprucht werden. Splinte legt man in eine diametrale Rille der Scheibe, wenn das dahinter ſitzende Auge auf dem Bolzen ſchwingt oder umläuft.

Für d mm Bolzenſtärke (ſ. Bd. 2, S. 229) beträgt die Dicke der Unterlagſcheiben angenähert $0{,}15\,d + 2$ mm, der Durchmeſſer für Splintſcheiben $1{,}3\,d + 4$ mm, für Mutterſcheiben $2\,d + 3$ mm. Für Mutterſcheiben auf Holz nimmt man je nach deſſen Härte $4\,d$ bis $3\,d$ als Durchmeſſer und $^1/_{10}$ hiervon als Dicke. Die Lochweite iſt $d + 1{,}5$ bis 2 mm. *Lindner.*

Unternehmerverbände, freiwillige Vereinigungen von Unternehmern zum Zweck der Marktbeherrſchung mittels Regelung der Produktion und des Abſatzes. Man unterſcheidet zwei typiſche Organiſationsformen: Kartelle und Truſts.

Zur Begriffsabgrenzung gegenüber verwandten Erſcheinungen diene: Das bloße Aufkaufen möglichſt aller Waren einer Gattung zwecks Preisbeherrſchung nennt man Corners (in der Börſenſprache auch „Schwänze"), die Vereinigung mehrerer zur Durchführung eines Corner heißt Ring. Es handelt ſich hier um vorübergehende und volkswirtſchaftlich meiſt ſchädliche Vereinigungen von Spekulanten; ſie ſind alſo etwas von den Unternehmerverbänden völlig Verſchiedenes. Schließen ſich verſchiedenen Produktionsſtadien angehörende Unternehmungen (z. B. Kohlengruben und Eiſenwerke) zuſammen, ſo iſt es eine Kombination, wird der Kombinationszweck nicht durch Erwerb der Unternehmungen ſelbſt, ſondern von Aktienanteilen erreicht, ſo ſpricht man von Aktienbeteiligung, Intereſſengemeinſchaft, Konzern, Gruppe. Um für Neugründungen von Unternehmungen das Kapital zu liefern, kommen Finanzierungsgeſellſchaften zuſtande, namentlich in der elektriſchen Induſtrie (Mutter- und Tochtergeſellſchaften, ſogenanntes Schachtelſyſtem). Eine „Kontrolle" von Unternehmungen in monopoliſtiſcher Abſicht findet ſtatt, wenn eine Beteiligungsgeſellſchaft von allen oder doch den meiſten Unternehmungen des betreffenden Gewerbes die Mehrheit der Aktien im Beſitz hat. Vereinigen ſich Unternehmer in der Art, daß ſie die wirtſchaftliche Tätigkeit der Verbandsmitglieder in einzelnen Punkten (Umfang der Produktion, Warenpreiſe, Abſatzorganiſation) beſchränken, im übrigen aber ſelbſtändig laſſen, ſo liegt ein eigentliches Kartell vor; hat dies eine gemeinſame Verkaufsorganiſation in einer Zentralſtelle, ſo wird dieſe mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorliebe Syndikat genannt. Hiermit ist nicht zu verwechseln das Konfortium, eine vorübergehende Vereinigung für einzelne auf gemeinsame Rechnung einzugehende Geschäfte (z. B. Banken zur Uebernahme von Staatsanleihen), wofür die Bezeichnung Syndikat gleichfalls vorkommt. Für die internationalen Verbände der Großschiffahrtsgesellschaften ist der von den alten amerikanischen Kartellen übernommene Ausdruck „Pool" gebräuchlich. Findet eine völlige Verschmelzung gleichartiger Unternehmungen statt, so hat man es mit einer Fusion zu tun. Fusionierungen großen Stils, die vielfach zugleich Kombinationen sind, nennt man Trusts. Nicht zu den Unternehmerverbänden im hier behandelten Sinne gehören öffentlich-rechtliche Körperschaften (z. B. Berufsgenossenschaften, Innungen), Vereine zur Vertretung wirtschaftspolitischer Interessen (z. B. Zentralverband Deutscher Industrieller) und die lediglich auf dem Gebiet der Lohnpolitik tätigen sogenannten Arbeitgeberverbände.

Kartelle gibt es auf dem Gebiet des Handels, des Verkehrs, vornehmlich aber auf dem der Produktion und hier wiederum der Großindustrie. Nicht alle Produktionszweige eignen sich in gleicher Weise zur Kartellierung, es muß eine gewisse Gleichartigkeit der Produkte bestehen, vertretbare Sachen und Massenartikel sind daher der Kartellierung besonders günstig; dazu muß kommen, daß die große Mehrzahl der Branchenbetriebe des Kartellgebiets sich beteiligt. Dieses letztere ist meist ein nationales, d. h. mit einem Zollgebiet sich deckendes, denn das Schutzzollsystem ist wegen Abhaltung ausländischer Konkurrenz ein wirksames Mittel für die Entstehung und die Preispolitik der Kartelle. Zur Erreichung ihres Zwecks, die Beseitigung bezw. Einschränkung des unter den Unternehmern nach der heutigen Wirtschaftsordnung prinzipiell bestehenden freien Wettbewerbs, wenden die Kartelle verschiedene Methoden an: entweder suchen sie nicht den Wettbewerb unmittelbar, sondern bloß dessen Wirkungen (Preissturz und Ueberproduktion) zu beseitigen, indem sie Verkaufsbedingungen festsetzen, Preisvereinbarungen treffen oder das Produktionsquantum regulieren, oder sie suchen die Beweggründe der Konkurrenz zu beseitigen bezw. zu schwächen, indem sie eine Verteilung des Gewinns nach bestimmten Grundsätzen vornehmen, oder aber sie heben den Wettbewerb selbst auf bezw. schränken ihn ein, indem sie das Absatzgebiet aufteilen oder kontingentieren. Man kann also die Kartelle — von den Trusts ist weiter unten die Rede — nach den Kartellierungsmethoden bezw. dem speziellen Kartellzweck einteilen in Konditionenkartelle, Preiskartelle, Produktionskartelle, Gewinnausgleichungskartelle, Gebietskartelle, Vertriebskartelle. Dabei ist aber zu beachten, daß nicht jeder Verband sich auf eine dieser typischen Formen festlegt; so wird z. B. ein Preiskartell regelmäßig auch ein Konditionenkartell sein, weil sonst die Preisvereinbarung durch Lieferungs- und Zahlungsmodalitäten umgangen werden könnte. Die Konditionenkartelle beruhen auf Festsetzung gleichartiger Lieferungs- und Zahlungsbedingungen; sie beeinträchtigen die Unabhängigkeit der Unternehmer nur in geringem Maß, und ihre Grenzen gegenüber bloßer Usancenvereinbarung sind flüssig; das Unterscheidungsmerkmal ist hier eben die Absicht der Wettbewerbsbeschränkung. Die Preiskartelle bezwecken, der Preisunterbietung durch Verabredung eines Minimalsatzes entgegenzutreten bei einer aus hinterlegter Kaution zu entnehmender Konventionalstrafe, die zunächst durch scharfen Konkurrenzkampf eingetretenen Verlustpreise zu beseitigen; bei steigender Konjunktur bewegen sich dann natürlich die Preisvereinbarungen in der Richtung einer Erhöhung, bei sinkender Nachfrage liegt ihr Wert in der Möglichkeit längerer Aufrechterhaltung der Preise und langsamer Ermäßigung. Die Vereinbarungen beziehen sich entweder auf alle Verkäufe oder nur auf die Inlandverkäufe; im letzteren, häufigeren Falle, der seinen Grund in dem Zollschutz des inländischen Marktes hat, tritt die vielbeklagte Erscheinung der billigen Auslandverkäufe zutage. Bei den Produktionskartellen beziehen sich die Vereinbarungen auf die Untersagung von Betriebsvergrößerungen, Durchführung von Betriebseinschränkungen und Betriebseinstellungen längerer oder kürzerer Dauer und insbesondere auf Einschränkungen des Produktionsquantums, letzteres in der Regel durch Aufstellung einer Normalproduktion für jeden Betrieb und Feststellung des hiernach jedem Mitglied zukommenden Prozentsatzes derselben. Dadurch wird das Angebot der Ware und damit der Preis beeinflußt. Bei den Gewinnausgleichungskartellen sind zwei Formen zu unterscheiden, je nachdem die Verbandsmitglieder den Verkauf ihrer Produkte selbst behalten, oder ein durch den Verband geschaffenes Organ, das Syndikat, ihnen die Produktion abkauft und auf ihre Rechnung weiter veräußert. Im ersteren Falle zahlen die Mitglieder von jedem Verkauf den Geschäftsgewinn in eine gemeinsame Kasse, aus welcher nach Jahres- oder Halbjahresschluß jedes Mitglied seine im voraus fixierte Quote erhält. Für die Berechnung des Geschäftsgewinns ist die Differenz zwischen einem Grundpreis, der den durchschnittlichen Produktionskosten entspricht, und dem festgesetzten Minimalverkaufspreis maßgebend. Was die Unternehmer über diesen Preis hinaus erzielen, bleibt ihr besonderer Unternehmergewinn. Bei der zweiten vollkommeneren Art der Gewinnkontingentierung kauft das Syndikat dem Unternehmer bis zu einem gewissen Quantum seine Produktion ab und verteilt den Gewinn aus der Weiterveräußerung nach dem vorher festgesetzten Maßstab. Die Funktion der Verkaufsstelle kann auch Privatpersonen, Handelshäusern, Banken übertragen werden, und gerade die letztere Methode, daß Banken Kartellvertretungen übernehmen, ja daß eigne Kartellbanken gegründet werden, scheint eine Zukunft zu haben. Das Gebietskartell schließt den Wettbewerb dadurch aus, daß es den Konsumenten zwingt, sich an das vom Kartell bestimmte Mitglied zu wenden; dies kann durch räumliche oder durch zeitliche Aufteilung des Absatzes geschehen, letzteres durch Feststellung eines Turnus (z. B. bei den sogenannten Submissionskartellen). Die Vertriebskartelle endlich kontingentieren den Absatz dadurch, daß sie die Entgegennahme und Verteilung der Aufträge einer Zentralstelle, dem sogenannten Verkaufssyndikat, übertragen, welche dieselben nach einem vorher festgestellten Verteilungsplan an einzelne Mitglieder bis zur Höhe der ihnen zugebilligten Absatzquote zuweist. Die beiden mächtigsten deutschen Kartelle, das Rheinisch-Westfälische Kohlensyndikat A.-G. in Essen und der Stahlwerksverband A.-G. in Düsseldorf sind so nichts weiter als die Verkaufs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtellen des Verbands der Zechen bezw. der Stahlwerksbeſitzer. Eine andre Einteilungsart unterſcheidet Kartelle niederer Ordnung (beſchränkende) und Kartelle höherer Ordnung (verteilende, kontingentierende). Die Entwicklungstendenz geht von größerer Selbſtändigkeit zur ſtrafferen Organiſation der Kontingentierungen. Die bisher erörterten Kartellarten ſind Verbände auf der Angebotsſeite, man ſpricht aber auch von Nachfragekartellen und meint damit (eventuell neben den Arbeitskartellen) die Vereinigungen von Unternehmern gegenüber den Lieferanten von Rohprodukten bezw. Halbfabrikaten, alſo gegenüber ihren Vorgängern im Produktionsprozeß. Die Form dieſer Bezugskartelle iſt teils die des Preiskartells, teils des Gebietskartells, teils der Einkaufszentraliſierung. Beſchränken auch die höheren Formen der Kartelle die Selbſtändigkeit der Unternehmer, ſo laſſen ſie doch grundſätzlich den inneren Produktionsbetrieb zur Verfügung des einzelnen Unternehmers; ſie tragen gewiſſermaßen föderativen Charakter, das Kartell bleibt ein Bund von Unternehmungen, deſſen rechtliche Struktur eine ſehr verſchiedenartige ſein kann.

Anders der **Truſt**; bei ihm handelt es ſich nicht um eine Mehrzahl koalierter Unternehmer, ſondern um eine auch hinſichtlich des Produktionsprozeſſes einheitlich geleitete Unternehmung, und zwar in Form der Aktiengeſellſchaft. Bis zu einem gewiſſen Grade gemeinſam iſt den Truſts mit den Kartellen nur die Entſtehung (Zuſammenſchluß mehrerer Unternehmer) und der Zweck (Beſeitigung des Wettbewerbs). Der hiſtoriſche europäiſche Boden eignet ſich weniger für truſtmäßige Konzentrationen, um ſo mehr der nordamerikaniſche (Rieſenkapitalien, junge, raſch aufblühende Induſtrie, Fehlen von Pietät, rückſichtsloſer Erwerbsſinn). Dort haben die Truſts eine derartig bedenkliche Beherrſchung des ganzen wirtſchaftlichen Lebens erreicht, daß gegen ſie mit drakoniſchen Geſetzen vorgegangen wurde, die aber nur die Form, nicht die Sache ſelbſt treffen konnten; die Truſts vermeiden übrigens den Gebrauch dieſes Wortes in der Firma und nennen ſich gewöhnlich nur „companies“. Der eigentliche Truſt, wie er durch Errichtung des Standard Oil Trust im Jahre 1881 eingeführt wurde, beſtand darin, daß die Beiteiligten ihren Aktienbeſitz in unwiderruflicher Weiſe an Vertrauensmänner (trustees) übergaben gegen Zertifikate, die zum Dividendenbezug berechtigten. Seit 1893 iſt dieſe Organiſationsform wegen ſtaatlichen Verbots aufgegeben; dagegen hat ſich die Form des Voting Truſt aufrechterhalten, bei dem nicht die Aktien, ſondern nur das Stimmrecht unwiderruflich auf die Vertrauensmänner übertragen wird (z. B. Pure Oil Company). Eine weitere Form iſt die der einfachen Körperſchaft (corporation), wobei eine Aktiengeſellſchaft gegen neue Aktien oder Barzahlung die zu vertruſtenden Betriebe ankauft (z. B. United States Steal Corporation). Die Holding Company endlich iſt eine Aktiengeſellſchaft, die nicht die Unternehmungen ſelbſt, ſondern deren ſämtliche Aktien oder doch die meiſten ankauft, ſo daß die Direktion der Holding Company bei formeller Selbſtändigkeit der Einzelgeſellſchaften die Majorität in jeder derſelben beſitzt (z. B. American Sugar Refining Company und Standard Oil Company nach ihrer Umgeſtaltung). Außerdem kommt noch die Form einer bloßen Intereſſengemeinſchaft (Community of Interests) äußerlich unabhängiger Geſellſchaften mit einheitlicher Geſchäfts- und Preispolitik vor (z. B. Fleiſchtruſt). Nach der Ausdehnung unterſcheidet man zwiſchen horizontalen und vertikalen Truſts; erſtere vereinigen vollkommen gleiche Unternehmungen, letztere mehrere Produktionsſtadien, ſind alſo Kombinationen (der Stahltruſt z. B. umfaßt Rohmaterial, Halbzeug und Fertigfabrikate).

Ueber die **volkswirtſchaftliche Wirkung** der Unternehmerverbände gehen die Anſichten noch vielfach auseinander, die Bewegung iſt noch in der Entwicklung und ein ſicheres Urteil abzugeben verfrüht, aber ſo viel kann doch geſagt werden, daß die Kartelle günſtig wirken in der Richtung größerer Wirtſchaftlichkeit, einer wenn auch verhältnismäßig hohen, ſo doch — was äußerſt wichtig — ſtabilen Preisgeſtaltung und insbeſondere einer dem Bedarf angepaßten Regelung der Produktion, wodurch deren Stetigkeit geſichert iſt, was wieder Verbeſſerungen in der Lage der Arbeiter zur Folge hat. Anderſeits kann ein Mißbrauch der Monopolſtellung ſtattfinden durch Bedrückung, ja Unterdrückung der Outſiders (Preisunterbietungen, Abſatz- und Rohſtoffſperrungen), machtvolles Entgegentreten gegen Arbeiterforderungen, Hintanhaltung neuer Unternehmungen, Degradierung der Zwiſchenhändler zu Agenten, übertriebene Hochhaltung der Preiſe im Inland gegenüber billigen Auslandverkäufen. Namentlich wegen der letzteren werden die Kartelle unter den Schlagworten „Verſchleuderung nationaler Güter“, „Schutz der fremden Arbeit“ häufig angegriffen, oft mit Recht. Allein es wird hier auch viel übertrieben und den Kartellen als ſolchen angerechnet, was einzelne verſchulden. Die Tatſache, daß in manchen Fällen der billiger beziehende ausländiſche Weiterverarbeiter den inländiſchen Weiterverarbeiter in ſeiner Exportkonkurrenzfähigkeit beeinträchtigt, rührt weniger von den billigen Auslandverkäufen her, als von der durch das Schutzzollſyſtem ermöglichten Hochhaltung der Inlandpreiſe. Für die Höhe der Auslandpreiſe iſt eben der Weltmarktpreis maßgebend, und den Kartellen bleibt normalerweiſe nur die Wahl, entweder höchſtens zu dieſen Preiſen oder gar nicht zu exportieren; vom Nichtexport hätte aber zumeiſt der inländiſche Verbraucher keinen Vorteil, weil der Ausländer den Rohſtoff zu ähnlich billigem Preis auch anderswoher erhält, während die Gewinnung des Auslandmarkts den allgemeinen Vorteil hat, daß die überflüſſige Produktion abgeführt, die Produktionskoſten verringert und die Arbeiter genügend beſchäftigt werden können. Uebrigens werden vielfach den Weiterverarbeitern ſeitens der Kartelle Exportprämien gewährt, um dieſe ihrerſeits exportfähiger zu machen. Dies alles ſchließt aber natürlich Mißbräuche nicht aus.

Zur **Bekämpfung von Auswüchſen** der Unternehmerverbände ſind vielerlei Mittel vorgeſchlagen worden, ſtrafrechtliche, zivilrechtliche (in Oeſterreich Unwirkſamkeit der Kartellverträge auf Grund des Koalitionsgeſetzes von 1870, in Deutſchland in kraſſen Fällen mögliche Anwendung des § 138 des Bürgerlichen Geſetzbuchs und des § 1 des Wettbewerbgeſetzes von 1909) und volkswirtſchaftspolitiſche. In erſter Linie kommt die Selbſthilfe der Betroffenen durch Gegenvereinigungen in Betracht, in manchen Fällen auch durch Kombinationen (z. B. ſeitens

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Weiterverarbeiter gegenüber den Rohſtoff- bezw. Halbzeugkartellen), und gerade in der deutſchen Montan- und Eiſeninduſtrie macht dieſe vertikale Betriebskonzentration große Fortſchritte. Wo tatſächlich Mißſtände ſich eingebürgert haben, iſt auf die Dauer wohl auch die Staatshilfe nicht zu entbehren, nur darf ſie ſich nicht gegen die Kartelle als ſolche, ſondern lediglich gegen ihre ſchädlichen Auswüchſe wenden, und zwar durch wirtſchaftspolitiſche Maßnahmen wie entſprechende Zollgeſetzgebung, Ausdehnung des freien Veredlungsverkehrs, Tarifpolitik im Verkehrsweſen, Einflußnahme auf die Kartelle durch Beteiligung ſtaatlicher Unternehmungen u. dergl., insbeſondere, ſofern es ſich um Maſſenartikel handelt, die für die volkswirtſchaftliche Produktion von beſonderer Wichtigkeit ſind, wie Kohle und Eiſen. In Betracht kommt auch die Schaffung eines Kartellamts zum Studium der Kartellfrage und zur Verfolgung der jeweiligen Erſcheinungen auf dem Kartellgebiete, um eventuell geſetzgeberiſche Maßnahmen zu veranlaſſen. Mit den kontradiktoriſchen Verhandlungen über deutſche Kartelle und der Kartellenquete durch das Reichsamt des Innern iſt ein intereſſanter Anfang in dieſer Richtung gemacht (vgl. a. die öſterreichiſchen Kartellgeſetzentwürfe von 1897 und 1901). Was hier über die wirtſchaftliche Bedeutung der Kartelle geſagt iſt, gilt nicht durchaus auch von den Truſts; einerſeits ſind dieſe den Kartellen in der Wirtſchaftlichkeit überlegen (Stillegung unrentabler Betriebe u. dergl.), anderſeits liegt in ihren Gründungsvorgängen (Tätigkeit und Profit des die beteiligten Unternehmer zur Truſtbildung überredenden Promoters, Ueberkapitaliſierung, Spekulation u. dergl.) der Keim finanzieller Mißſtände, die gewaltige wirtſchaftliche, ſoziale und politiſche Macht dieſer „Ueberkartelle“ iſt für die Geſamtheit gefährlich, um ſo mehr, als es ſich im Gegenſatz zu den Kartellen um Unternehmungen handelt, die für die Dauer beſtimmt ſind; der Gegenſatz zwiſchen wenigen immens Reichen und der großen Maſſe aller übrigen wird verſchärft.

Literatur: Die Unternehmerverbände ſind Gegenſtand der Erörterung in allen nationalökonomiſchen Lehr-, Hand- und Wörterbüchern, ſo: Schönberg, Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Tübingen 1898, Bd. 2, 1. Halbbd., S. 724; Conrad, Grundriß zum Studium der Nationalökonomie, 6. Aufl., Jena 1907, S. 262; v. Philippovich, Grundriß der politiſchen Oekonomie, Bd. 1, 8. Aufl., Tübingen 1909, S. 204; Kleinwächter, Lehrbuch der Nationalökonomie, 2. Aufl., Leipzig 1909, S. 243; Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften, 2. Aufl., Jena 1900, Artikel „Kartelle“ (Kleinwächter); Wörterbuch der Volkswirtſchaft, 2. Aufl., Jena 1907, Artikel „Unternehmerverbände“ (Biermer). — Von Spezialarbeiten ſeien erwähnt: Kleinwächter, Die Kartelle, Innsbruck 1883; Liefmann, Die Unternehmerverbände, Freiburg i. B. 1897; Derſ., Schutzzoll und Kartelle, Jena 1903; Derſ., Kartelle und Truſts, Stuttgart 1905 (leichtverſtändliche Zuſammenfaſſung); Pohle, Die Kartelle der gewerblichen Unternehmer, Leipzig 1898; Grunzel, Ueber Kartelle, Leipzig 1902; Huber, Die Kartelle, Stuttgart und Leipzig 1903; Tſchierſchky, Kartelle und Truſts, Göttingen 1903; Baumgarten u. Meßlény, Kartelle und Truſts, Berlin 1906; Calwer, Kartelle und Truſts, Berlin 1907; Bauch, Die Rechtsform der Kartelle, Jena 1908. — Seit 1903 erſcheint in Wien auch eine Spezialzeitſchrift „Die Kartellrundſchau“. Reiches Tatſachenmaterial enthalten „Kontradiktoriſche Verhandlungen über deutſche Kartelle“, Berlin 1903 bis 1906 (bisher die Verbände betr. Steinkohlen und Koks, Druckpapiere und Buchhandel, Eiſen und Stahl, Spiritus behandelnd; „Denkſchrift über das Kartellweſen“, Bd. 1—4, Berlin 1905 bis 1908. *Klaiber.*

Unterſchlächtig, ſ. Waſſermotoren.

Unterſchneidung kommt an Baugliedern oder Geſimſen vor, 1. um an wagerechten Vorſprüngen, wie Hängeplatten, Wetterſchenkeln, ein Abtropfen des Waſſers zu bewirken (ſ. Waſſerſchlag); 2. um ſtarke Schattenwirkungen an Hohlkehlen u. dergl. zu erzielen. *Weinbrenner.*

Unterſchuren, ſ. Pochwerk, Bd. 7, S. 163.

Unterſeeboot, ein Kriegsſchiff, das unter die Waſſeroberfläche untertauchen und dann längere Zeit unter Waſſer fahren kann, um unbemerkt an die feindlichen Schiffe heranzukommen und ſie durch einen Torpedoangriff unſchädlich zu machen. Ueber die geſchichtliche Entwicklung der Unterſeeboote vgl. [1]—[5].

Das Unterſeeboot von heute bildet eine kriegsbrauchbare Waffe zur Verteidigung der Küſten und Flußmündungen und in ſeinen größeren Typen auch zum Angriff der feindlichen Flotte auf hoher See. Man unterſcheidet nach Art des Betriebes und des Untertauchens: 1. Reine Unterſeeboote, 2. Tauchboote, 3. Ueberflutungsboote.

Das reine Unterſeeboot beſitzt elektriſchen Motorantrieb, mit Akkumulatoren geſpeiſt, für die Ueberwaſſer- und die Unterwaſſerfahrt. Beim Tauchen wird der Auftrieb des Schwimmkörpers durch Einlaſſen von Waſſer in denſelben ſo weit vermindert, daß das Boot faſt vertikal untertaucht. Zur Aufnahme des Ballaſtwaſſers erhält der als Druckkörper ausgebildete Bootsrumpf beſondere waſſerdichte Zellen. Das reine Unterſeeboot iſt immer klar zum Tauchen und kann in der Ruhelage ohne Benutzung der Maſchine verſenkt werden; es ſchließt den Nachteil in ſich, daß es bei gänzlicher Aufhebung des Auftriebs in zu große Waſſertiefen gelangen kann und dann Gefahr läuft, durch den ſteigenden Waſſerdruck eingedrückt zu werden. Unterſeeboot von Goubet. Der Verwendungsbereich des reinen Unterſeebootes iſt beſchränkt, da es wegen Einſchränkung der ſchweren Akkumulatoren nur einen kleinen Aktionsradius beſitzt und eines Stützpunktes bedarf zum Auffüllen derſelben.

Das Tauchboot arbeitet nur unter Waſſer mit elektriſchem Antrieb und Akkumulatoren; nach Erſchöpfung der letzteren muß es auftauchen. Ueber Waſſer wird das Tauchboot in der Hauptſache durch Wärmemotoren angetrieben, welche zugleich die Akkumulatoren mit elektriſcher Energie laden. Der hierdurch erzielte Vorteil größerer Selbſtändigkeit und größeren Aktions-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

radius bringt jedoch den Nachteil mit ſich, daß die Zeit zum Tauchen ſich vergrößert, weil der Wärmemotor beim Untertauchen abgeſtellt und nach außen waſſerdicht abgeſchloſſen werden muß, während er nach dem Auftauchen wieder anzuſtellen iſt, nachdem er mit der Außenluft wieder in Verbindung gebracht wurde. Das Tauchen ſelbſt geht folgendermaßen vor ſich. Nachdem das Boot durch Waſſereinlaß einen Teil ſeines Auftriebs verloren hat, ein beſtimmter Reſerveauftrieb bleibt erhalten, wird der Elektromotor angelaſſen und werden zugleich beſondere Horizontalruder betätigt. Dieſe ſteuern das Boot mit Fahrt zunächſt nach unten und dann in einer beſtimmten Waſſertiefe in möglichſt horizontaler Linie weiter. Bei Maſchinenhavarie bezw. Stillſtand des Propellers treibt der Reſerveauftrieb das Boot an die Oberfläche, ein Sinken in die Tiefe iſt daher bei dichtem Bootsrumpf ausgeſchloſſen. Um die Ueberwaſſerfahrt ſicherer und für die Beſatzung weniger anſtrengend zu geſtalten und zugleich eine günſtigere Schiffsform zu erzielen, erhalten die Tauchboote einen angemeſſenen Freibord; dies bringt jedoch den Nachteil mit ſich, daß zum Fluten des Bootes beim Tauchen eine größere Waſſerballaſtmenge erforderlich wird, etwa 30% des Deplacements gegenüber etwa 6% beim reinen Unterſeeboot, deſſen Freibord freilich ſehr gering iſt. Das in Frankreich ausgebildete ſelbſtändige Unterſeeboot, sous-marine-autonome, vereinigt mit dem reinen Unterſeeboot den Vorteil geringer Waſſerballaſtmenge und ſchneller Tauchzeit, mit dem Tauchboot die Verwendung beſonderer Ueberwaſſermotoren, welche zum ſchnellen Abſtellen als Exploſionsmotore ausgebildet ſind und zugleich zum Laden der Akkumulatoren benutzt werden. Es beſitzt zwar ein größeres Deplacement als das reine Unterſeeboot, aber geringeren Tonnengehalt als das Tauchboot und iſt daher auch bezüglich der Bewohnbarkeit beſchränkt [6], [7].

Die Ueberflutungsboote verſchwinden niemals ganz unter der Waſſeroberfläche. Der gepanzerte Kommandoſtand, Panzerkuppel, bleibt über Waſſer und ſichtbar und demnach den feindlichen Geſchoſſen ausgeſetzt. Sie beſitzen weder die Vorzüge eines Unterſeeboots noch die Kampfkraft eines gewöhnlichen Torpedoboots und ſind bis jetzt über das Verſuchsſtadium nicht hinausgekommen. Von den genannten Typen hat das Tauchboot in allen Marinen Eingang und weiteſte Verbreitung gefunden, während das reine Unterſeeboot nur noch zur Anbordgabe auf Schlachtſchiffen in Frage kommt.

Die Schiffsform der Unterſeeboote weicht von den Ueberwaſſerfahrzeugen weſentlich ab und wird dieſelbe vornehmlich durch die Widerſtandsfähigkeit des Schiffsrumpfes gegen erhöhten Waſſerdruck bis zu Tiefen von 40—50 m bedingt; daneben kommen für die Bootsform die Stabilität, die Manövrierfähigkeit und die Geſchwindigkeit in Frage. Die Feſtigkeit des Rumpfes verlangt möglichſt kreisförmige Spantformen, doch iſt neuerdings zur Erzielung einer ausreichenden Gewichtsſtabilität unter Waſſer die Ellipſenform mit vertikal angeordneter großer Achſe gewählt — italieniſches Fiat-Boot. Zur Sicherung der Stabilität für die Ueberwaſſerfahrt erhält der zylindriſche Druckkörper bei den Tauchbooten beſondere Umbauten bezw. Aufbauten, welche eine größere Formſtabilität ſichern und zugleich eine größere Auftauchung mit ſich bringen. Dieſe Umbauten werden dann meiſt zur Unterbringung von flüſſigem Brennſtoff und Waſſerballaſt ausgenutzt derart, daß ſie dem Waſſerdruck nach dem Entleeren nicht mehr ausgeſetzt ſind und daher ſchwächer gebaut werden können [7], [9], [10].

Das Untertauchen, d. h. die Fähigkeit, das Boot ſchnell unter die Waſſeroberfläche zu verſenken, bildet das Hauptmerkmal der Unterſeeboote; es muß ſchnell und ſicher vor ſich gehen. Das Untertauchen des reinen Unterſeeboots erfolgt durch Ueberfluten und Beſeitigen des Auftriebs. Die elektriſche Ballaſtpumpe arbeitet hierbei automatiſch auf eine beſtimmte Waſſertiefe hin; ihre Genauigkeit verſagt jedoch, ſobald durch eindringendes Leckwaſſer die Gleichgewichtslage geſtört wird. Das Untertauchen mit Hilfe von Vertikalſchrauben iſt mehrfach verſucht, unter anderm von Holland, aber als unzweckmäßig aufgegeben, da die Trimmlage des Bootes leicht geſtört wird. Das Untertauchen in Fahrt mit Hilfe von Horizontalrudern iſt zurzeit vorherrſchend. Das Boot wird zunächſt ſo weit durch Waſſereinlaß verſenkt, daß nur noch die Kuppel des Kommandoſtandes über Waſſer ragt. Dann wird der Elektromotor für die Unterwaſſerfahrt angeſtellt und die Horizontalruder werden betätigt. Anfänglich begnügte man ſich mit einem Paar von Horizontalrudern auf einer Achſe am Heck, welche dem Boote beim Tauchen eine ſtark geneigte Trimmlage — 10—12° — gaben; jetzt verwendet man zwei oder drei Paare von Horizontalrudern. Bei zwei Paaren befindet ſich je ein Paar am Heck und Bug. Die hinteren werden meiſt beim Tauchen feſt eingeſtellt und die vorderen während der Fahrt gelegt; letztere drücken durch den auf ſie treffenden Fahrtſtrom das Boot nach unten. Die hierbei ſich ergebenden Neigungen ſind geringer, auch ſind die Trimmſchwankungen geringer und ſanfter. Bei drei Paaren von Rudern tritt mittſchiffs ein weiteres Paar hinzu — Lake-Boot. Das Boot bleibt bei ſachgemäßer Bedienung der Horizontalruder beim Tauchen faſt auf horizontalem Kiel, die Handhabung des Bootes iſt bequemer, und der Führer kann mit Hilfe des Sehrohres den Feind ſtändig im Auge behalten, doch bieten die drei Ruderpaare erhöhten Waſſerwiderſtand. Die Tauchzeiten von Ueberwaſſerfahrt bis zur Fahrt in 5 m Tiefe dauern heute 4—5 Minuten bei Verwendung von Verbrennungsmotoren, bei Booten mit Dampfmaſchinen ſteigen ſie auf 25—30 Minuten, da alle für dieſe erforderlichen Oeffnungen zuvor waſſerdicht geſchloſſen werden müſſen. Bei der Fahrt unter Waſſer bildet die mangelnde Längsſtabilität für die Innehaltung einer beſtimmten Waſſertiefe Schwierigkeiten. Hier kommen neben der Betätigung der Horizontalruder Gewichtsverſchiebungen längsſchiffs in Frage; dieſelben wirken jedoch meiſt nicht ſchnell genug und arbeiten mit Nacheilung [6], [7], [9].

Als Antriebsmotor für Unterſeeboote kommt neben dem Elektromotor nur noch der Verbrennungsmotor in Frage, da er gegenüber der Dampfmaſchine nebſt Dampfkeſſel erheblich leichter iſt und das An- und Abſtellen ſchneller vor ſich geht. Einheitsmotore für Ueber- und Unterwaſſerfahrt für längere Strecken ſind noch nicht gefunden; der Einheitsmotor von Pietet, welcher mit flüſſiger Luft arbeitet, iſt über das Verſuchsſtadium noch nicht hinausgekommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man iſt zurzeit noch für die Unterwaſſerfahrt auf elektriſchen Antrieb mit Akkumulatorenbatterien angewieſen, während für die Ueberwaſſerfahrt Exploſionsmotoren mit leichtflüchtigen Brennſtoffen — Gaſolin in England und Nordamerika und Benzin bezw. Spiritus in Italien — oder mit ſchwerflüchtigen Oelen wie Petroleum in Körting- und Dieſelmotoren — Deutſchland, Rußland und Frankreich — zur Anwendung kommen. Ueber die Gewichte der einzelnen Antriebsmaſchinen gibt nachſtehende Tabelle Aufſchluß [7].

Motortyp	Gewicht für 1 EPS. bei einer Anlage von ca. 200 PS.
Dampfmaſchine	50 kg
Dieſelmotor	23—25 „
Körtingmotor	23—26 „
Gaſolinmaſchine	15 „
Elektriſche Akkumulatoren für $3^1/_2$ Stunden Betriebsdauer	50—80 „

Der Schweröl motor — Körting und Dieſel — wird wegen der geringen Exploſionsgefahr mehr und mehr bevorzugt. Dieſe Gefahr der Gaſolinmaſchinen ſucht man in England durch Mitführung von weißen Mäuſen inſofern zu verringern, als dieſe Tiere gegen Gaſolindämpfe ſehr empfindlich ſind und auf dieſe Weiſe etwaige Leckagen anzeigen. Auch den Schweröl motoren haften noch Mängel an, hohe Kompreſſionsdrücke und hierdurch ſtarkes Material ſowie großes Gewicht, Schwierigkeit des Anlaſſens, der Umſteuerung und der Kühlung, welche den Betrieb erſchweren. Das Anlaſſen erfolgt mit Hilfe der elektriſchen Energie oder mit Preßluft, beim Körtingmotor muß das Petroleum durch den elektriſchen Strom angewärmt werden. Bei den hohen Kompreſſionsdrücken und den Kühlungsſchwierigkeiten iſt man bis jetzt für Unterſeebootsmotore erſt auf eine Höchſtleiſtung von 1000 EPS. gelangt. Die Geſchwindigkeit des Unterſeebootes iſt daher noch in ihrer Steigerung begrenzt, und zwar auf 12—15 Seemeilen pro Stunde über Waſſer und 8—10 Seemeilen unter Waſſer, während das Deplacement ſtändig gewachſen iſt, und zwar vom reinen Unterſeeboot — Goubet 5 t, Gymnote 30 t — zum Tauchboot von heute von 500—600 t. Durch dieſe Steigerung des Deplacements ſind die Tauchboote zugleich in ihrer Leiſtungsfähigkeit, namentlich mit Bezug auf Stabilität, Bewohnbarkeit, Geſchwindigkeit und Aktionsradius weſentlich geſteigert worden, doch iſt damit die Verwendung der Boote zur Mitführung auf Schlachtſchiffen aufgegeben. Auch ihre Hauptwaffe, die Torpedoarmierung, hat mit Zunahme des Deplacements erheblich an Treffſicherheit gewonnen; die großen Boote führen mindeſtens zwei Torpedorohre zum Ausſtoßen der Torpedos mit Luft mit ſich.

Das Sehvermögen beim Unterwaſſerfahren wird durch beſondere Spiegelapparate — Sehvorrichtungen — vermittelt, welche in einem Sehrohr geſchützt gelagert ſind. Das Tauchboot beſitzt meiſt zwei Sehrohre, bis zu 7 m Länge, von welchen das eine auf den Gegner oder die Scheibe gerichtet iſt, während mit dem andern der Horizont abgeſucht werden kann. Die Sehrohre ſind daher drehbar eingerichtet und laſſen ſich außerdem in ſenkrechter Richtung teleſkopartig verſchieben. Die wiedergegebenen Bilder müſſen lichtſtark und von natürlicher Größe ſein, um Entfernungen ſchätzen zu können, auch darf der Sehkreis in horizontaler und vertikaler Richtung nicht zu ſehr beſchränkt werden. Die mannigfachen Konſtruktionen von Sehrohren — Periſkop (Frankreich), Hyphydroſkop (England), Kleptoſkop (Italien), Omniſkop (Amerika) — unterſcheiden ſich vornehmlich in der Anordnung der Linſen und Prismen und der dadurch bedingten Ausgeſtaltung des Sehkreiſes und der Lichtſtärke. Neben dem verhältnismäßig kleinen Geſichtskreis und ungenügender Helligkeit weiſen die Sehrohre noch folgende Mängel auf: Vibrationen des Sehrohres durch den Waſſerſtrom veranlaßt, Verzerrung des Bildes durch optiſche Strahlungen, Beſchlagen des Glaſes innerhalb des Sehrohres durch Temperaturunterſchiede, Beſpritzen der äußeren Spiegel durch Seewaſſer und Regen [3], [7]. Die Navigierung der Unterſeeboote, d. h. das Kurshalten bei ganz untergetauchtem Boot iſt ſchwierig und erfolgt nach dem Kompaß unter gleichzeitiger Benutzung eines Gyroſkops. Neuerdings findet der Kreiſelkompaß erfolgreich Verwendung.

Literatur: [1] Busley, C., Die modernen Unterſeeboote, Jahrbuch der Schiffbautechniſchen Geſellſchaft, Berlin 1900. — [2] Foreſt und Noalhat, Les bateaux sous-marins, Paris 1900. — [3] Gazet, M., La navigation sous-marine, Paris 1901. — [4] Delpeuch, La navigation sous-marine à travers les siècles, Paris 1902. — [5] Fyfe, H. C., Submarine warfare, past, present and future, London 1903. — [6] d'Equevilley, R., Les bateaux sous-marins et les submersibles, Paris 1902. — [7] Nauticus, Berlin 1902, Die Unterſeeboote der Gegenwart; 1904, 1906, 1908, Der heutige Stand der Unterſeebootsfrage. — [8] Bacon, R. H., Submarine boats and their salvage, Engineering 1905, Bd. 2, S. 128. — [9] White, W. H., The Stabilitity of Submarines, Engineering 1906, Bd. 1, S. 703. — [10] Chace, Mason S., Submarines of battleskip speed, Engineering 1908, Bd. 1, S. 61.

T. Schwarz.

Unterwaſſer, ſ. Stauanlagen.

Unterwaſſerlack, eine Antifoulingkompoſition (ſ. d.).

Unterwaſſerſignale, Schallſignale, die von unter Waſſer befindlichen Glocken nach vereinbarter Schlagfolge (Kennung, z. B. vier Schläge — Pauſe u. ſ. w.) ausgehen; ſowohl auf den wichtigſten Feuerſchiffen als auch auf Unterſeeboten zum Verkehr mit den Begleitſchiffen, auf Flaggſchiffen der Geſchwader u. a. finden ſich ſolche Einrichtungen zum Erſatz der Ueberwaſſerſchallſignale (ſ. Nebelſignal, Sirene) behufs Verſtändigung bei Nebel und für Unterſeeboote. Ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teil der Schiffe (die Schallquelle) gibt die Signale, der andre Teil empfängt fie, entweder ohne oder durch Hörapparate.

Die Signale können von Schiffen ohne Hörapparat bei voller Fahrt und mäßigem Seegang noch bis zu 5 km Entfernung von der Schallquelle wahrgenommen werden. Mit Hörapparaten ausgerüftete Schiffe hören bei mäßigem Seegang die Signale auf 20—30 km und auch bei fchlechtem Wetter noch auf 10 km Entfernung. Die Lautwirkung ift am ftärkften, wenn fich die Schallquellen etwa 6 Strich (f. d.) feitlich von der Fahrtrichtung des Schiffes befinden. Die Richtung gegen die Schallquelle finden die Schiffe durch Kursänderungen während des Abhörens ziemlich genau. Die Einrichtungen felbft haben fich gut bewährt; im folgenden foll eine Unterwafferfignalanlage für Preßluftbetrieb (D.R.P. von Julius Pintfch, A.-G., Fabrik für Seezeichen in Berlin) befchrieben werden. Die Preßluft wird entweder direkt von den Hochdruckkeffeln oder von der Hochdruckrohrleitung entnommen. An der Abzweigftelle ift ein Abfperrventil vorgefehen. Die hochgefpannte Luft tritt durch die Rohrleitung *R* (Fig. 1) in das Reduzierventil *G* und wird hier auf einen Ueberdruck von ca. 2 Atmofphären gebracht. Diefer Druck bleibt der Luft im Ausgleichsbehälter *K* ftets erhalten und aus letzterem wird fie ftoßweife entnommen. Der Druck im Ausgleichbehälter wird durch ein Manometer links am Kreuzftück angezeigt. Hinter dem Kreuzftück für das Monometer fitzt ein Abfperrventil, durch das die Luft nach einem Regulierventil *N* geht. Das Ventil ift an der Konfole *M* befeftigt, auf der oben ein Preßluftmotor *O* mit Steuerapparat *P* aufgefchraubt wird. Die durch *N* auf gleichförmigen Druck gebrachte Luft geht durch die Rohrleitung *Q* nach dem vierzylindrigen Preßluftmotor *O*, der mittels Kupplung, Schnecke und Schneckenrad eine Kurvenfcheibe *Z* treibt, welche Ausfchnitte enthält, die der Kennung der Glockenfchläge entfprechen. Auf diefer Kurvenfcheibe fchleift ein Hebel, der einen Kolbenfchieber betätigt. Durch diefen Kolbenfchieber wird die Preßluft vom Ausgleichbehälter *K*, durch das Ventil *H* und die Rohrleitung *R* kommend, ftoßweife in die Rohrleitung Q_1 nach dem Schlauchanfchluß *U* geleitet. Hier wird ein Hochdruckfchlauch *V* angefchloffen, der am andern Ende mit dem Läutewerk *E* gekuppelt ift. Diefes Läutewerk *E* hängt mittels Kette *D* an einem kleinen, herausfchwenkbaren Kran *C* und kann durch eine Schneckenradswinde auf- und niedergelaffen werden. Das Glockenwerk fitzt mit feinem oberen konifchen Teil in dem Führungswagen *F* und wird mit diefem gemeinfam in den Glockenfchacht hinuntergelaffen. In der tiefften Stellung bleibt der Wagen, durch Anfchläge gehalten, fitzen, und das Läutewerk finkt allein in das Waffer hinab. Beim Hochholen des Läutewerkes fetzt fich letzteres mit dem oberen konifchen Teil in den Wagen ein und nimmt diefen in den Führungen mit. Wagen und Glocke find in ihrer oberften Stellung durch geeignete Vorrichtungen abgefangen, fo daß ein Herunterfallen beider Teile ausgefchloffen ift. Soll zum Zwecke der Revifion das Läutewerk aus dem Schacht herausgenommen werden, fo wird die große Doppeltür des runden Schachtaufbaues geöffnet, ein Verfchlußbügel am Wagen gelöft und das Läutewerk an dem Kran hängend herausgefchwenkt. Die kürzefte Schlagfolge beträgt etwa zwei Sekunden. Die Kennung der Glockenfchläge, d. h. deren Gruppen bezw. Anzahl, kann beliebig gewählt werden. Der Apparat wirkt in der Weife, daß zunächft die Preßluft in den der Kennung des Signals entfprechenden Intervallen zwifchen

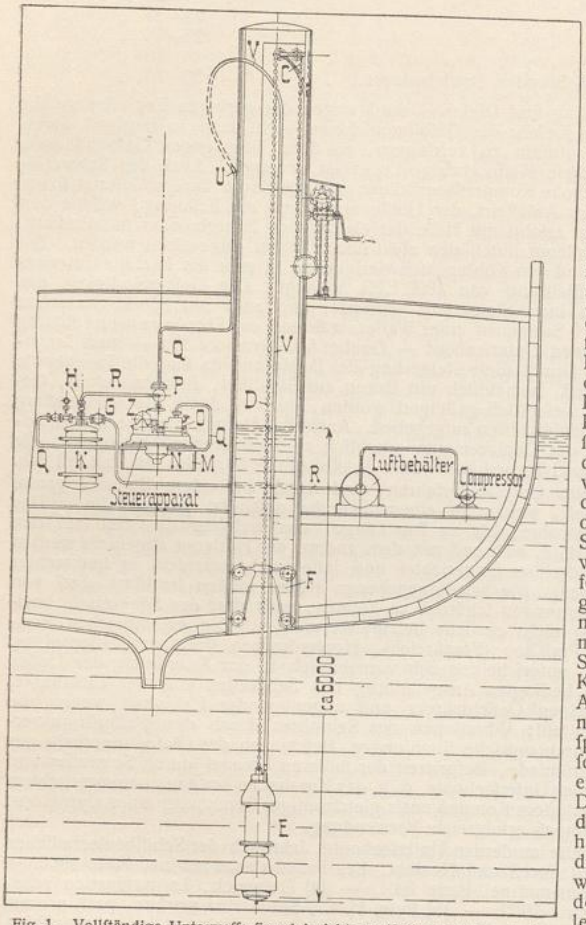


Fig. 1. Vollftändige Unterwafferfignaleinrichtung (Julius Pintfch, A.-G., Berlin).

zwei Membranen eingeführt wird, welche sich dadurch ausdehnen. Mit den Membranen ist ein Spannwerk verbunden, das die Bewegung derselben auf eine mit dem Klöppel in Verbindung stehende Feder überträgt und diese beim Erreichen der größten Spannung durch einen Anschlag auslöst, so daß sie nunmehr ihre aufgespeicherte Energie auf den Klöppel frei übertragen kann. Eine Gegenfeder bewirkt dann die Entleerung der Membrane und das Zurückgehen des Gestänges in seine Anfangsstellung; der Apparat ist alsdann für einen neuen Klöppelschlag vorbereitet. Das Austreten der Preßluft aus der Rohrleitung erfolgt durch den gleichen Schieber bezw. den Ventilapparat, durch welchen die Luft demselben zugeführt wird. In Fig. 2 ist ein derartiger Apparat dargestellt; er besteht aus einem gegen Eintreten des Seewassers abgedichteten Gehäuse *c*, an welchem die Glocke *G* angeordnet und eine mit der Preßluftleitung *D* verbundene Doppelmembrane *m* vorgesehen ist; nach unten steht die Doppelmembrane *m* mit der Antriebsstange *st* in Verbindung, welch letztere einen festen Nocken *R* trägt. Oberhalb dieses Nockens *R* ist auf der Antriebsstange *st* eine verschiebbare Muffe *M* angeordnet, mit der eine Sperrklinke *l* gelenkig verbunden ist und durch eine Feder *kl* in dem Nocken *R* eingeklinkt gehalten wird. An der Muffe *M* ist ferner eine Stange *t* angelenkt, die mit dem Klöppel *K* in Verbindung steht. Der letztere ist wiederum mit der Zugfeder *f* in Verbindung. Durch die Feder *d* wird die Antriebsstange *st* in ihrer Ruhestellung gehalten. Die seitlich der Antriebsstange *st* angeordnete Anschlagsstütze *a* dient als Anschlag für die Sperrklinke *l*. Die in langen oder kurzen Zwischenräumen durch Rohr *D* eingeführte Preßluft füllt zunächst die Membrane *m*, diese dehnt sich aus und überträgt ihre Bewegung auf die Antriebsstange *st*, wodurch die Feder *d* gespannt wird. Durch diese Abwärtsbewegung der Antriebsstange *st* wird auch der mit ihr fest verbundene Nocken *R* mitgenommen, so daß die darin eingeklinkte Sperrklinke *l* diese Bewegung ebenfalls mitmacht, wodurch die Muffe *M* auf der Antriebsstange *st* mitgenommen wird. Die Muffe *M* überträgt wiederum ihre Bewegung auf die Stange *t* und den mit ihr verbundenen Klöppelhebel *y*, wobei gleichzeitig die Feder *f* gespannt wird. Kurz vor der Endstellung der Antriebsstange *st* legt sich die Sperrklinke *l* auf die Anschlagsstütze *a* auf und gleitet nun, in der Endstellung angelangt, von dem Nocken *R* ab. Hierdurch wird die bisher gespannte Zugfeder *f* frei und bringt somit den mit ihr verbundenen Klöppel *K* zum Anschlag. Inzwischen hat auch der Druck in der Membrane *m* nachgelassen, und nun wird durch die gespannte Feder *d* die Antriebstange *st* wieder aufwärts getrieben. Hierbei hakt sich die Sperrklinke *l* wieder in den Nocken *R* und der Vorgang kann sich wiederholen. Die zwischen den Membranen eingeschlossene Luft entweicht durch den Steuerapparat oben im Schiff nach außen.

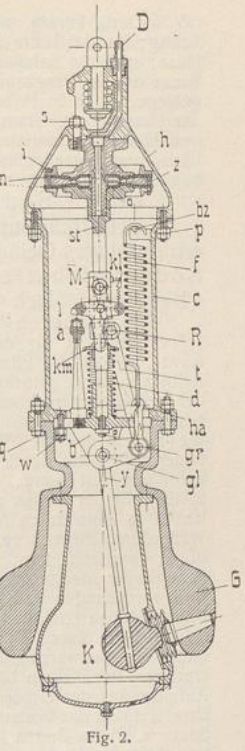


Fig. 2.

Vgl. a. Marinerundschau, Der heutige Stand des Unterwasserschallsignalwesens 1909, S. 289.

Unterwerksbau, s. Vorrichtung.

Unterwind, s. Feuerungsanlagen und Schiffskessel.

Unterziehen, 1. einen Balken, eine Schwelle neu anbringen; 2. unter eine Balkenlage von größerer Spannweite einen Träger, Unterzug, einlegen, der die Tragfähigkeit vermehren und Schwankungen verhindern soll.

Unze, früheres Gewicht, in Deutschland als Handels-, Gold- und Silbergewicht = 2 Lot = $^1/_{16}$ Pfund; als Apothekergewicht = $^1/_{12}$ Medizinalpfund; jetzt in England als Handelsunze ($^1/_{16}$ Pfund Avoirdupois) = 28,350 g, für Edelmetalle ($^1/_{12}$ Troypfund) = 31,1103 g, in China (Liang, Tael) = 37,8 g; als Geldmünze früher in Spanien und Mexiko 66,07 *M.*, Kolumbien 81 *M.*, Bolivia 62,68 *M.*; früheres Längenmaß in Italien = 1 Zoll. *Plato.*

Uralit, s. Hornblende.

Uran *U*, Atomgew. 238,5; graues Pulver oder silberglänzende Masse, weicher als Stahl, hämmerbar; spez. Gew. 18,68.

Ausgangsstoff für die Darstellung von Uranpräparaten ist das Uranpecherz U_3O_8. Von den wichtigeren Verbindungen des Urans findet ein Gemenge von U_3O_8 und UO_2 in wechselnden Verhältnissen als schwarze Farbe in der Porzellanmalerei Verwendung; Natriumuranat, Uranoxydnatron, Urangelb, $Na_2U_2O_7 + 6H_2O$, durch Fällen von Uranylsalzen (Verbindungen, in denen zwei Wasserstoffatome durch die Atomgruppe UO_2 ersetzt sind), als gelbes Pulver gewonnen, färbt Glasflüsse gelbgrün (Uranglas). Uransalze sind stark giftig. *Moye.*

Uranpecherz, Nasturan, Mineral, uransaures Uran und Blei mit rund 80—85 % Uranoxyden, 3—10 % Bleioxyd, dazu eine Reihe von seltenen Erden (rund 10 %), z. B. Thor, Cer, Yttrium, Lanthan, Erbium, Argon und Helium, Gasen bis zu 3 % und endlich mit mechanischen Beimengungen von Eisen, Arsen, Wismut, Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Schwefelverbindungen. Regulär.

Derb, körnig, dicht; schwarz, mit grünem oder braunem Strich, metallglänzend, undurchsichtig; spröde; Härte 3—6; spez. Gew. 8—9,7. Selten; unschmelzbar; löslich in warmer Salpetersäure, nicht in Salzsäure. In Pegmatitgängen und Graniten (Schweden, Connecticut, Dakota, Texas und in Erzgängen bei Joachimstal, Johann-Georgenstadt, Annaberg, Schneeberg im Erzgebirge, dann in Pribram in Böhmen u. s. w. Verwittert leicht zu andern Uranverbindungen wie Uranoniobit, Uranosphaerit, Uranocker, Uranvitriol, Uranophan, Pittinerz, Cleveit (mit Argon und Helium), Gummierz, Coracit u. s. w. Zur Darstellung von Urangelb, von Uranglas, von Glas- und Porzellanfarben und in neuester Zeit zur Gewinnung radioaktiver Substanzen viel benutzt und hoch bewertet. *Leppla.*

Urao, s. Soda, S. 142.

Urbarmachung, die Umwandlung einer ertraglosen Landfläche in ein ertragsfähiges Gelände. Die Ertragslosigkeit kann verursacht sein durch ungeeignete Bodenbeschaffenheit oder durch Wassermangel oder durch Wasserüberfluß. Nach der Ursache richten sich die technischen Maßnahmen.

Bodenbeschaffenheit. Der Boden kann in physikalischer oder in chemischer Hinsicht für die Ernährung von Kulturpflanzen ungeeignet sein. Ist der Boden zu hart, so daß die Pflanzenwurzel nicht eindringen kann, so muß er durch Pflügen, Hacken, Rajolen u. dergl. gelockert werden; die Lockerung soll jedoch nicht bloß bis auf die Wurzeltiefe der gewöhnlichen Ackerpflanzen (15—20 cm), sondern auch in die Untergrundschichten hinabreichen, um auch diese für den Eintritt von Luft und Wasser zu öffnen. Ist der Boden zu weich, so daß die Pflanzenwurzel nicht den genügenden Halt in ihm findet (z. B. bei Moorböden), so kann durch Mischung oder Ueberdeckung mit spezifisch schweren Bodenarten, insbesondere mit Sand, das Gefüge des Bodens gedichtet werden (vgl. Moorkultur, Bd. 6, S. 490). Ist der Boden unfruchtbar infolge zu großer oder zu geringer Wasserdurchlässigkeit, so kann durch Mischung des Sandbodens mit Lehm oder des Tonbodens mit Sand die Wasserdurchlässigkeit verbessert werden. — In chemischer Hinsicht kann Unfruchtbarkeit dadurch verursacht sein, daß die für die Ernährung der Pflanzen erforderlichen Stoffe nicht in genügender Menge oder nicht in der für die Aufnahme und Assimilierung geeigneten Form im Boden vorhanden sind, oder daß der Boden im Uebermaß solche Verbindungen enthält, die dem Pflanzenleben schädlich sind. Dem häufig auftretenden Mangel an Kalk (z. B. bei den Urgebirgsböden) kann durch Mischung mit kalkhaltigen Bodenarten wie Mergel, Löß, Rheinschlamm (im badischen Schwarzwald), Seeschlick (in den holländischen Hochmooren) u. dergl. begegnet werden. Im übrigen bildet die Beibringung der fehlenden Pflanzennährstoffe in der Regel die Aufgabe des der Urbarmachung nachfolgenden landwirtschaftlichen Betriebes. Ist die Unfruchtbarkeit durch das Vorhandensein pflanzenschädlicher Verbindungen (z. B. Eisenoxydul, schwefelige Säure u. a.) im Boden hervorgerufen, so müssen diese aus dem Boden entfernt werden. Da es bei diesen Verbindungen sich meistens um die Folgen der Bodenversumpfung handelt, so kann das Uebel häufig durch gründliche Entwässerung gehoben werden; dabei werden die wasserlöslichen schädlichen Verbindungen mit dem Bodenwasser ausgeschwemmt. Durch kräftige Berieselung kann der Vorgang der Auswaschung des Bodens befördert werden (Süßwässern sumpfiger Wiesen). Im übrigen ist Kalkung (s. oben) ein wirksames Mittel zur Entsäuerung des Bodens.

Wassermangel. Ist Wassermangel die Ursache der Unfruchtbarkeit, so kann dem nur durch künstliche Bewässerung abgeholfen werden. In den heißen Ländern bildet die Einrichtung der Bodenbewässerung regelmäßig die Voraussetzung der Urbarmachung. Nicht so im gemäßigten Klima, wo der Regel nach die natürlichen Niederschläge zur Versorgung der Pflanzenwelt mit Wasser hinreichen. Doch können auch hier Fälle eintreten — insbesondere, wo es um Anlage von Wiesen sich handelt —, in denen die Urbarmachung an die künstliche Bewässerung gebunden ist; s. Bewässerung des Bodens und Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 754, 758.

Wasserüberfluß erzeugt Bodenversumpfung und unter Umständen gänzliche Unfruchtbarkeit. Zur Urbarmachung ist hier gründliche Entwässerung der Bodenoberfläche (Ableitung des Tagwassers) sowie des Untergrundes (Regelung des Grundwassers) erforderlich; s. Entwässerung des Bodens, Bd. 3, S. 462, Drainage, Bd. 3, S. 45, Schöpfwerke, Bd. 7, S. 771. *Drach.*

Urgebirge, diejenigen Gesteine und Erdschichten, die vor dem nachweisbaren Beginn des organischen Lebens, also vor dem Kambrium gebildet wurden.

Urheberrecht. Der deutsche Urheberschutz gründet sich auf die folgenden drei Gesetze: 1. Gesetz vom 11. Januar 1876, betreffend das Urheberrecht an Mustern und Modellen; 2. Gesetz vom 19. Juni 1901, betreffend das Urheberrecht an Werken der Literatur und Tonkunst; 3. Gesetz vom 9. Januar 1907, betreffend das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und der Photographie.

1. Unter das Urheberrecht an Mustern und Modellen fallen die sogenannten Geschmacksmuster: gewerbliche Muster oder Modelle, Industrieerzeugnisse, wobei Neuheit und Eigentümlichkeit Voraussetzung für die Schutzberechtigung bilden. Zweck der Neuerung muß die Anregung des Formensinnes, die Wirkung auf den Geschmack sein, z. B. die Gestaltung eines Knopfes, das Muster eines Stoffes, die Form einer Schnalle, wobei die Verwendbarkeit, der Gebrauch, praktisch nicht wesentlich ist, ohne daß es allerdings ausgeschlossen wäre, daß die geschmackvolle Form auch den Gebrauch fördert. — Der Schutz besteht in dem Recht des Verbietens unbefugter Nachbildung des Musters oder Modelles zum Zweck der Verbreitung. Der Schutz ist von der Anmeldung zur Eintragung in das Musterregister abhängig und steht nur dem Urheber zu, wobei die von Angestellten gefertigten Muster oder Modelle dem Inhaber der betreffenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anſtalt zukommen, falls nicht das Gegenteil ausdrücklich vereinbart iſt. Im übrigen gilt der Anmelder bis zum Gegenbeweiſe als Urheber. Die Schutzberechtigung iſt daran gebunden, daß der Urheber Inländer iſt bezw. im Inlande eine gewerbliche Niederlaſſung beſitzt, und der Schutz findet nur ſo weit Anwendung, als die Herſtellung der Erzeugniſſe nach dem Muſter im Inlande erfolgt. Der Beſitz einer Niederlaſſung iſt für diejenigen Ausländer nicht erforderlich, welche Angehörige eines der zur ſogenannten Internationalen Union gehörigen Staaten ſind, nämlich die Staatsangehörigen jedes Unionſtaates und ſolche Perſonen, welche in dem Gebiete eines Verbandsſtaates eine Niederlaſſung beſitzen, jedoch bleibt die Vorſchrift beſtehen, daß die Herſtellung der Muſter im Inlande, alſo in Deutſchland, zu erfolgen hat. Ausgenommen ſind hiervon nur die Angehörigen von Oeſterreich, Italien, Ungarn, Serbien, Schweiz, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Dänemark. Die Internationale Union umfaßt zurzeit Frankreich, Belgien, England, Schweden, Norwegen, Dänemark, Schweiz, Italien, Spanien, Portugal, Oeſterreich, Ungarn, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Kanada, Braſilien, Japan, Mexiko. Mit Serbien beſteht ein Sonderabkommen, das die Gleichſtellung mit den Inländern enthält.

Die Eintragung der Muſter iſt nicht zentraliſiert; ſie erfolgt durch die Gerichtsbehörden, und zwar durch die Amtsgerichte, und hier haben die Anmeldungen zu erfolgen. Wichtig iſt die richtige Wahl der zuſtändigen Gerichtsbehörden, da ſonſt die Rechtskraft gefährdet erſcheint. Beſitzt der Urheber eine im Inlande eingetragene Firma, ſo iſt das Gericht der Haupt- oder, wenn dieſe im Auslande liegt, das der Zweigniederlaſſung zuſtändig, ſonſt das des Wohnorts; wenn aber weder Niederlaſſung noch Wohnſitz im Inlande vorhanden ſind, dann iſt das Leipziger Amtsgericht zuſtändig; letzteres bildet die Regel für Ausländer. — Die Eintragungen ſind ſeitens der Gerichtsbehörde zu bewirken, ohne daß ihr das Recht einer materiellen Prüfung zuſteht, ſobald die formellen Vorſchriften erfüllt ſind. Hierzu iſt in erſter Linie die Anmeldung in Geſtalt des Antrags auf Eintragung mündlich oder ſchriftlich zu Protokoll und die Niederlegung in Geſtalt eines Exemplars oder einer Abbildung des Muſters und Modelles erforderlich, ferner die beſtimmte Angabe, ob die Eintragung für Flächen- oder für plaſtiſche Erzeugniſſe beſtimmt iſt. Für die Priorität iſt der Tag der Anmeldung maßgebend. Die Angehörigen der Internationalen Union ſind berechtigt, die Priorität der Urſprungsanmeldung zu beanſpruchen, wenn ſie die Anmeldung in Deutſchland binnen 4 Monaten ſeit der erſten Anmeldung vornehmen. Die gleiche Vergünſtigung genießen die Angehörigen Deutſchlands in den andern Unionsſtaaten. Ein und dieſelbe deutſche Anmeldung kann bis zu 50 verſchiedenen Muſtern in einem Paket umfaſſen, offen oder verſiegelt; die Dauer der Schutzfriſt beträgt längſtens 15 Jahre, wobei die Gebühren für die erſten 3 Jahre je 1, für die folgenden 7 Jahre je 2, für die letzten 5 Jahre je 3 ℳ betragen. Der Anmelder kann die Schutzdauer bei der Anmeldung beliebig bemeſſen, innerhalb der erſten 3 Jahre jederzeit verlängern, ſpäter iſt jedoch eine Verlängerung nur noch nach Ablauf von 3 und von 10 Jahren zuläſſig. Häufig meldet man den Schutz auf 3 Jahre an (Gebühr 3 ℳ), verlängert dann um 7 Jahre (Gebühr 14 ℳ) und ſchließlich um 5 Jahre (Gebühr 15 ℳ). Beſcheinigungen der Eintragung und Verlängerung werden nur auf Antrag zugeſtellt. Für die einzureichenden Schriftſtücke, Vollmachten u. ſ. w., deren Unterſchriften der Beglaubigung durch eine zur Führung eines Dienſtſiegels berechtigte Perſon (es genügt Bezirksvorſteher oder Polizeioffizier) bedürfen, iſt die Stempelpflicht ausdrücklich ausgeſchloſſen. Die Oeffnung verſiegelt niedergelegter Muſterpakete erfolgt nach 3 Jahren bei länger andauerndem Schutz oder jederzeit auf Antrag des Urhebers; ferner kann in Streitfällen darüber, ob ein Muſter oder Modell gegen Nachbildung geſchützt iſt, das Paket zur Herbeiführung der Entſcheidung von der Regiſterbehörde geöffnet werden. Die vorſätzliche oder fahrläſſige Verletzung des Geſchmacksmuſterrechts iſt zivil- ſowie ſtrafrechtlich verfolgbar; Beſtimmungen über die Rechtsfolgen der widerrechtlichen Nachbildung oder Verbreitung enthält das Geſetz nicht: es verweiſt vielmehr auf das Geſetz vom 11. Juni 1870, betreffend das Urheberrecht an Schriftwerken u. ſ. w., deſſen Beſtimmungen in Kraft bleiben, obgleich es durch Geſetz vom 19. Juni 1901 erſetzt worden iſt.

Die Reformbedürftigkeit des Geſchmacksmuſtergeſetzes iſt anerkannt, und die Beſtrebungen zu ſeiner Aenderung ſind rege. Das Geſetz hat aber an praktiſcher Bedeutung verloren, ſeit das Geſetz vom 9. Januar 1907, betreffend das Urheberrecht an Werken der bildenden Künſte und der Photographie, in Kraft getreten iſt. Unter dieſes Geſetz fallen die kunſtgewerblichen Erzeugniſſe, zu denen regelmäßig die des Geſchmacksmuſterſchutzes ſchutzfähigen Muſter und Modelle gehören, wie die bisherige Rechtſprechung anerkannt hat. Die Eintragung nach dem älteren Geſetz bildet nur noch eine beſondere Vorſichtsmaßregel. In andern Ländern ſind Schutzrechte vorhanden, deren Grundzüge im großen und ganzen mit denen des deutſchen Geſchmacksmuſtergeſetzes übereinſtimmen, insbeſondere in Oeſterreich, Frankreich, England, Belgien, Amerika, Spanien, Italien, Dänemark.

2. An das Geſetz betreffend das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunſt vom 19. Juni 1901 ſchließt ſich das Geſetz betreffend das Verlagsrecht vom gleichen Tage an. Beide Geſetze ſind am 1. Januar 1902 in Kraft getreten. Das Urheberrecht ſteht demjenigen zu, aus deſſen geiſtiger Tätigkeit das Werk hervorgegangen iſt, der das Werk durch literariſche oder künſtleriſche Tätigkeit hervorgebracht hat. Bei Werken, die aus getrennten Beiträgen mehrerer beſtehen, wird der Herausgeber als Urheber angeſehen. Bei Verbindung eines Schriftwerkes mit einem Werke der Tonkunſt gilt auch nach der Verbindung der Verfaſſer für jedes dieſer Werke als Urheber. Den Gegenſtand des Schutzes bilden Schriftwerke, dem Zwecke der Erbauung, Belehrung und Unterhaltung dienende Vorträge und Reden, Werke der Tonkunſt, Abbildungen wiſſenſchaftlicher oder techniſcher Art, welche nicht ihrem Hauptzweck nach als Kunſtwerke zu betrachten ſind. Zu den Abbildungen gehören auch plaſtiſche Darſtellungen.

Die Entſtehung des literariſchen Urheberrechts ſetzt voraus: 1. objektiv das äußere Daſein eines Geiſteserzeugniſſes, das von der Rechtsordnung als ein literariſches Geiſteswerk anerkannt wird, 2. ſubjektiv Erzeugung durch eigne geiſtige Arbeit. Das literariſche Urheberrecht enthält

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die ausschließliche Befugnis des Urhebers, sein Geisteswerk zu vervielfältigen, gewerbsmäßig zu verbreiten und, wenn der wesentliche Inhalt noch nicht öffentlich mitgeteilt ist, diese öffentliche Mitteilung ergehen zu lassen. Dem Urheber eines Bühnenwerkes oder eines Werkes der Tonkunst steht noch weiter die ausschließliche Befugnis zu, das Werk öffentlich aufzuführen. Noch nicht im Verlag erschienene Schriftwerke darf der Urheber ausschließlich öffentlich vortragen. Diese ausschließlichen Befugnisse erstrecken sich auch auf die Bearbeitung des Werkes, insbesondere auf die Uebersetzung in eine andre Sprache, die Rückübersetzung in die Sprache des Originalwerks, die Wiedergabe einer Erzählung in dramatischer Form oder eines Bühnenwerks in der Form einer Erzählung, die Herstellung von Auszügen aus Werken der Tonkunst sowie von Einrichtungen solcher Werke für einzelne oder mehrere Instrumente oder Stimmen. Diese Befugnisse erfahren eine Beschränkung insoweit, als der Abdruck von Gesetzbüchern, Gesetzen, Verordnungen, amtlichen Erlassen und Entscheidungen sowie von andern zum amtlichen Gebrauche hergestellten amtlichen Schriften zulässig ist. Das Urheberrecht an Werken der Tonkunst ist dadurch beschränkt, daß bei öffentlichen Aufführungen eines öffentlich erschienenen Werkes der Tonkunst solche Aufführungen ohne Einwilligung des Berechtigten zulässig sind, wenn sie bei Volksfesten mit Ausnahme der Musikfeste stattfinden, wenn der Ertrag ausschließlich für wohltätige Zwecke bestimmt ist und die Mitwirkenden keine Vergütung für ihre Tätigkeit erhalten. Ferner, wenn sie von Vereinen veranstaltet werden und nur die Mitglieder sowie die zu ihrem Hausstande gehörigen Personen als Hörer zugelassen werden. Auf die bühnenmäßige Aufführung einer Oper oder eines sonstigen Werkes der Tonkunst finden diese Vorschriften keine Anwendung. Sodann ist unbeschadet der ausschließlichen Befugnisse, die dem Urheber zustehen, die freie Benutzung seines Werkes zulässig, wenn dadurch eine eigentümliche Schöpfung hervorgebracht wird. Der literarische Urheberschutz ist formlos und daher weder von einer Anmeldung noch einer Eintragung abhängig. Reichsangehörige genießen den Schutz für alle ihre Werke, mögen diese erschienen sein oder nicht, und ohne Rücksicht darauf, ob sie im Inlande oder im Auslande erschienen sind. Dagegen ist der Schutz der Ausländer auf solche Werke beschränkt, die sie im Inlande und nicht an einem früheren Tage im Auslande erscheinen lassen. Diese Bestimmung gilt nicht für die Angehörigen der Verbandsländer gemäß der revidierten Berner Uebereinkunft zum Schutz von Werken der Literatur und Kunst. Das literarische Urheberrecht ist erblich und kann beschränkt oder unbeschränkt auf andre übertragen werden. Die Uebertragung kann auch mit der Begrenzung auf ein bestimmtes Gebiet erfolgen. Allerdings verbleiben im Falle der Uebertragung des Urheberrechts, soweit nicht ein andres vereinbart ist, dem Urheber seine ausschließlichen Befugnisse für die Uebersetzung, für die Wiedergabe einer Erzählung in dramatischer Form und umgekehrt und die Bearbeitung eines Werkes der Tonkunst, soweit sie nicht bloß einen Auszug oder eine Uebertragung in eine andre Tonart oder Stimmlage ist. Der wichtigste Fall der Uebertragung des Vervielfältigungs- und Verbreitungsrechtes ist der Abschluß eines Verlagsvertrages. An dieses Rechtsgeschäft knüpfen sich mannigfache Rechtsverhältnisse besonderer Art, die nunmehr im Gesetz über das Verlagsrecht geregelt sind. Durch den Abschluß eines Verlagsvertrages begibt sich der Verfasser nicht nur der Ausschließlichkeit seines Rechtes zur Vervielfältigung und gewerbsmäßigen Verbreitung seines Werkes, sondern für die Dauer des Vertragsverhältnisses überhaupt der Befugnis zu diesen Arten der Benutzung des Werkes, soweit nicht nach den im Urhebergesetz vorgesehenen Beschränkungen jedermann es benutzen darf. Der Verleger ist also fortan nicht neben dem Verfasser, sondern statt seiner, und zwar ausschließlich zur Vervielfältigung und gewerbsmäßigen Verbreitung befugt. Mit dem Rechte zur Vervielfältigung und Verbreitung begibt sich der Verfasser jedoch nicht seines Aenderungsrechtes.

Der Schutz des literarischen Urheberrechtes endigt, wenn seit dem Tode des Urhebers 30 Jahre und außerdem seit der ersten Veröffentlichung des Werkes 10 Jahre abgelaufen sind.

Eine Verletzung des literarischen Urheberrechts wird durch Eingriff in jede, dem Urheber ausschließlich zustehende Befugnisse begangen. Eine vorsätzliche Verletzung ist zivil- sowie strafrechtlich verfolgbar; vorsätzliche oder fahrlässige Verletzung verpflichtet zur Schadenersatzleistung. Der Anspruch auf Schadenersatz und die Strafverfolgung verjähren in 3 Jahren. Die Zwangsvollstreckung in das Recht des Urhebers oder in sein Werk findet gegen den Urheber selbst ohne dessen Einwilligung nicht statt. Das Bedürfnis, die Erzeugnisse der inländischen Literatur gegen ausländischen Nachdruck und ausländische Nachbildung zu schützen, führte zu dem Abschluß von internationalen Vereinbarungen, Literaturverträgen und Literaturkonventionen. Auf Betreiben des Internationalen Schriftstellerverbandes kam es in Bern zur Uebereinkunft vom Jahre 1886, betreffend die Bildung eines Internationalen Verbandes zum Schutz von Werken der Literatur und der Kunst. Dieser Vertrag erfuhr auf der Berliner Urheberrechtskonferenz vom 14. September 1908 eine Bearbeitung, die zu der revidierten Berner Uebereinkunft zum Schutze von Werken der Literatur und Kunst vom 13. November 1908 führte. Dem neuen Vertrage gehören an: Deutschland, Belgien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Liberia, Luxemburg, Monako, Norwegen, Schweden, Schweiz, Tunis.

3. Das Gesetz betreffend das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und der Photographie ist am 1. Juli 1907 an Stelle der älteren Gesetze vom 9. und 10. Januar 1876 in Kraft getreten. Subjekt des Rechtes ist der Urheber, d. h. derjenige, der das Werk aus eigner individueller künstlerischer Tätigkeit geschaffen hat. Da das Werk als individuelle Schöpfung nur auf einer Urheberschaft beruhen kann, so ist der Urheber immer derjenige, der das Werk als erster zum Ausdruck bringt. Bei einem aus getrennten Beiträgen bestehenden Werk wird der Herausgeber für das Werk als Ganzes als Urheber angesehen. Bei Verbindung von Werken der bildenden Künste mit Werken der Photographie gilt für jedes dieser Werke dessen Urheber auch nach der Verbindung als Urheber. Das gleiche gilt bei Verbindung eines Werkes der bildenden Künste oder der Photographie mit einem Werke der Literatur und Tonkunst oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit einem geſchützten Muſter. Eine Miturheberſchaft liegt vor, wenn das Werk auf die Urheberſchaft mehrerer Künſtler zurückzuführen iſt, derart, daß ihre Arbeiten ſich nicht trennen laſſen. Gegenſtand des Schutzes ſind alle dem raumformenden Schaffensgebiet der Kunſt angehörigen individuellen Schöpfungen, ſobald ſie in greifbarer Form zum Ausdruck gelangt ſind, d. h. alſo alle Werke der bildenden Künſte, der Photographie, die Erzeugniſſe des Kunſtgewerbes und die früher nicht Schutz genießenden Bauwerke, ſoweit ſie künſtleriſche Zwecke verfolgen. Es gehören hierzu ferner Abbildungen wiſſenſchaftlicher oder techniſcher Art, die ihrem Hauptzweck nach als Kunſtwerke zu betrachten ſind. Die Entſtehung des künſtleriſchen Urheberrechts ſetzt die gleichen Erforderniſſe wie das literariſche Urheberrecht voraus. Auch dieſer Schutz iſt formlos, an keine Anmeldung und Eintragung gebunden. Der Schutz des Geſetzes erſtreckt ſich nach zwei Richtungen. Er gewährt den Schutz der Urheberperſönlichkeit und ein vermögensrechtliches Verfügungsrecht. Erſteres iſt an die Perſon des Urhebers geknüpft, iſt unveräußerlich und endigt mit dem Tode des Urhebers. Letzteres, das ausſchließliche Recht der wirtſchaftlichen Nutzung des Werkes, iſt übertragbar und vererblich; es beſteht noch 30 Jahre nach dem Todesjahr des Urhebers, iſt beſchränkt und unbeſchränkt übertragbar. Die Uebertragung kann auch mit der Begrenzung auf ein beſtimmtes Gebiet geſchehen. Die Sonderwirkung des Schutzes der Urheberperſönlichkeit macht ſich vornehmlich für die Fälle der Uebertragung des vermögensrechtlichen Verfügungsrechtes an andre geltend. In dieſem Falle hat nämlich der Erwerber nicht das Recht, an dem Werke ſelbſt oder an der Bezeichnung des Urhebers Aenderungen vorzunehmen. Selbſtverſtändlich ſchließt dies nicht aus, daß diejenigen Aenderungen zuläſſig ſind, welche der Urheber ausdrücklich oder ſchweigend bewilligt hat. Der Schutz der Urheberperſönlichkeit macht ſich auch noch dahin geltend, daß die Zwangsvollſtreckung in das Recht des Urhebers gegen ſeinen Willen nicht ſtattfindet. Ferner darf der Name des Urhebers ohne ſeine Einwilligung auf dem Werke von niemand angebracht werden. Das künſtleriſche Urheberrecht enthält die ausſchließliche Befugnis des Urhebers, ſein Geiſteswerk zu vervielfältigen, gewerbsmäßig zu verbreiten und es durch optiſche und mechaniſche Einrichtungen gewerbsmäßig vorzuführen. Als Vervielfältigung gilt auch die Nachbildung bei Bauwerken und Entwürfen der Bauwerke, auch das Nachbauen. Dieſe Befugniſſe erfahren eine Beſchränkung dahin, daß es geſtattet iſt, Nachbildungen zum eignen Gebrauche anzufertigen, falls ſie unentgeltlich bewirkt werden, einzelne Werke in wiſſenſchaftliche Arbeiten oder in Schriftwerke für den Unterrichts- oder Schulgebrauch aufzunehmen, wenn die Quelle des in dieſer Weiſe benutzten Werkes deutlich angegeben iſt. Ferner die Außenanſicht der dauernd öffentlich aufgeſtellten Werke graphiſch, d. h. durch malende, zeichnende Kunſt oder Photographie nachzubilden. Die Vervielfältigung darf jedoch nicht an einem Bauwerk erfolgen.

Bezüglich des Schutzes des eignen Bildniſſes enthält das Geſetz die Beſtimmung, daß Bildniſſe nur mit Einwilligung des Abgebildeten verbreitet oder öffentlich zur Schau geſtellt werden dürfen. Die Einwilligung gilt im Zweifel als erteilt, wenn der Abgebildete dafür, daß er ſich abbilden ließ, eine Entlohnung erhielt. Nach dem Tode des Abgebildeten bedarf es bis zum Ablauf von 10 Jahren der Einwilligung der Angehörigen des Abgebildeten. Ohne Einwilligung dürfen verbreitet und zur Schau geſtellt werden Bildniſſe aus dem Bereiche der Zeitgeſchichte, Bilder, auf denen die Perſonen nur als Beiwerk neben einer Landſchaft oder ſonſtigen Oertlichkeiten erſcheinen, Bilder von Verſammlungen, Aufzügen und ähnlichen Vorgängen, an denen die dargeſtellten Perſonen teilgenommen haben, Bilder, die nicht auf Beſtellung angefertigt ſind, ſofern die Verbreitung oder Schauſtellung einem höheren Intereſſe der Kunſt dient.

Der Schutz des künſtleriſchen Urheberrechts endigt, wenn ſeit dem Tode des Urhebers 30 Jahre abgelaufen ſind, der Schutz an einem Werke der Photographie mit dem Ablaufe von 10 Jahren ſeit dem Erſcheinen des Werkes. Reichsangehörige genießen den Schutz des Geſetzes für alle Werke, Ausländer für ſolche Werke, die im Inlande erſcheinen, bevor das Werk im Auslande erſchienen iſt. Für die zivil- und ſtrafrechtlichen Folgen von Verletzungen der Beſtimmungen des Kunſtſchutzgeſetzes ſowie für die Verjährung gelten die gleichen Beſtimmungen wie beim literariſchen Urheberrecht. Für die Regelung des internationalen künſtleriſchen Urheberſchutzes iſt die obenerwähnte revidierte Berner Uebereinkunft vom 13. November 1908 maßgebend.

Literatur: Dambach, O., Das Muſterſchutzgeſetz vom 11. Januar 1876, Berlin 1876; Schmid, P., Geſetz, betreffend das Urheberrecht an Muſtern und Modellen vom 11. Januar 1876, Berlin 1876; Derſ., Die Entwicklung des Geſchmacksmuſterſchutzes in Deutſchland, Berlin 1876; Stephan, R., Geſetz vom 11. Januar 1876, betreffend das Urheberrecht an Muſtern und Modellen, Berlin 1897; Schanze, O., Recht der Erfindungen und Muſter, Leipzig 1899; Allfeld, Ph., Kommentar zum Geſetz, betreffend das Urheberrecht an Muſtern und Modellen vom 11. Januar 1876, München 1904; Kohler, J., Muſter und Modelle, Berlin 1909; Derſ., Das literariſche und artiſtiſche Kunſtwerk und ſein Autorſchutz, Stuttgart 1892; Allfeld, Ph., Die Reichsgeſetze, betreffend das literariſche artiſtiſche Urheberrecht, München 1893; Müller, Das deutſche Urheber- und Verlagsrecht, München 1901; Voigtländer, Die Geſetze, betreffend das Urheberrecht und das Verlagsrecht an Werken der Literatur und Tonkunſt vom 19. Juni 1901, Leipzig 1901; Allfeld, Ph., Kommentar zu den Geſetzen vom 19. Juni 1901, München 1902; Kohler, J., Urheberrecht an Schriftwerken und Verlagsrecht, Stuttgart 1906; Mittelſtaedt, Das neue Kunſtſchutzgeſetz, im fächſiſchen Archiv für Rechtspflege 1907; Oſterrieth, Der Rechtsſchutz des Kunſtgewerbes nach dem neuen Kunſtſchutzgeſetz, Werkkunſt 1907; Derſ., Das Urheberrecht an Werken der bild. Künſte u. d. Photographie, Geſetz vom 9. Januar 1907; Daude, P., Das Reichsgeſetz betr. das Urheberrecht der bild. Künſte u. d. Photographie vom 9. Jan. 1907, Stuttgart 1907; Goldſchmidt, K., Das Recht der Angeſtellten an ihren Erfindungen, Halle a. S. 1909.

Hans Heimann.

Urne, Urnenhalle, ſ. Leichenverbrennung.

Urſprungsfeſtigkeit, ſ. Arbeitsfeſtigkeit, Bd. 1, S. 285.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

V

als römiſches Zahlzeichen = 5; auf franzöſiſchen Münzen Abkürzung für den Prägeort Troyes; in der Chemie Zeichen für Vanadium; in der Elektrotechnik Zeichen für Volt.

Vachetten, ſ. Leder, Bd. 6, S. 99.

Vakuumapparate, Vorrichtungen zum Verdampfen von Flüſſigkeiten (ſ. Abdampfen) unter künſtlich herabgeminderter Preſſung in den Verdampfungsgefäßen.

Die normale Siedetemperatur (ſ. d.) ſteigt und fällt bei allen Flüſſigkeiten mit der Preſſung; während ſie z. B. für Waſſer unter der atmoſphäriſchen Preſſung (760 mm Queckſilberſäule) 100° C. beträgt, geht ſie bei einer Preſſung von ca. 0,08 Atmoſphären (d. h. bei einem Vakuum von 700—720 mm Queckſilberſäule) auf ca. 40° C. zurück. Für Einkochung von Flüſſigkeiten und Eintrocknung von Chemikalien werden daher ſchon ſeit langer Zeit Vakuumkoch- bezw. Vakuumtrockenapparate benutzt, weil dieſe ein ſchnelleres Arbeiten bei niedrigerer Temperatur ermöglichen, alſo einen hohen Nutzeffekt erzielen laſſen. Vgl. hierüber Abdampfen, Bd. 1, S. 7, die dort angegebenen Patentſchriften und [1].

Von ganz hervorragender Bedeutung bei den Vakuumtrockenapparaten iſt der Umſtand, daß die zu trocknenden Subſtanzen nur einer verhältnismäßig niedrigen Erwärmung — je nach Höhe des Vakuums regelbar — ausgeſetzt werden; dadurch ſind ſie z. B. in der Sprengſtoffabrikation geradezu unentbehrlich geworden. Ein weiterer Vorzug beſteht darin, daß ſie die Gewähr einer ſo vollkommenen Austrocknung bieten, wie man ſie auf anderm Wege nicht erzielen kann.

Die Einrichtungen beſtehen im allgemeinen in dem mit Deckeln oder Türen und daran befindlichen Gummiabdichtungen luftdicht verſchließbaren, in der Regel aus Schmiedeeiſen hergeſtellten Aufnahmegefäße (Trockenſchränke) für die zu trocknenden Materialien, aus der Luftpumpe und den an dieſe anſchließenden Kondenſationsvorrichtungen, welche den Zweck haben, die aus den zu trocknenden Materialien ausgetriebenen Dämpfe wieder in Flüſſigkeit zu verwandeln. Die Wärmeeinrichtungen im Aufnahmegefäß beſtehen aus hohlen Heizplatten, durch welche Dampf, Heißwaſſer u. dergl. geführt wird. Die zu trocknenden Materialien werden in Horden oder auf Blechen gelagert und auf oder zwiſchen die Heizplatten eingeſchoben (vgl. Fig. 1). Sollen die Aufnahmegefäße (Trockenſchränke) ſäurewiderſtandsfähig ſein, ſo werden ſie ganz in

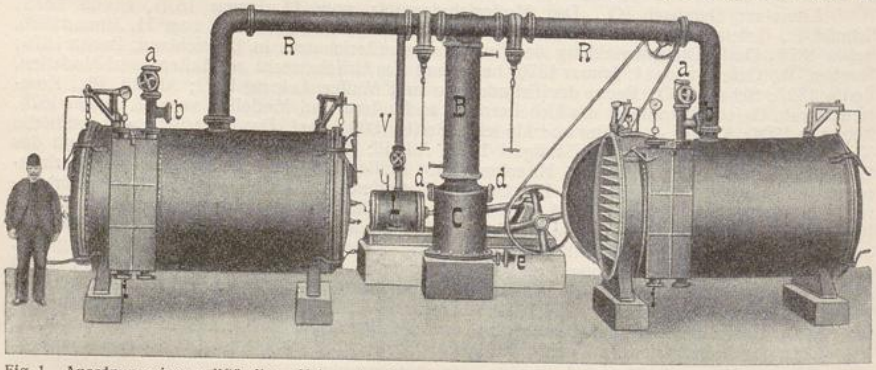


Fig. 1. Anordnung einer vollſtändigen Vakuumtrockenanlage. *B* Kondenſator mit Sammelgefäß *C*. *d* Schaugläſer. *e* Ablaßhahn. *L* Vakuumpumpe. *a* und *b* Dampfzuleitungen zu den Heizplatten. *i* Kondenswaſſerabfluß aus denſelben. *R* Rohrleitungen von den Trockenapparaten zum Kondenſator. *V* Luftſaugleitung vom Kondenſator zur Luftpumpe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gußeisen ausgeführt. Zum Trocknen bezw. zum Zerkleinern und Mischen von Substanzen, die eine höhere Temperatur nicht vertragen oder während des Trocknens nicht mit Luft in Berührung kommen dürfen, werden rotierende Vakuumapparate verwendet (vgl. Fig. 2). — Bei Anker- und Magnetspulen, kompletten Ankern und Gehäusen u. s. w., sowie bei elektrischen Kabeln — überhaupt in der Elektrotechnik — ist die absolute Austrocknung der die Drähte umgebenden Baumwolle-, Jute- oder sonstigen Umspinnung erste Bedingung für eine gute und zuverlässige Isolation. Mit den besten Isolierlacken

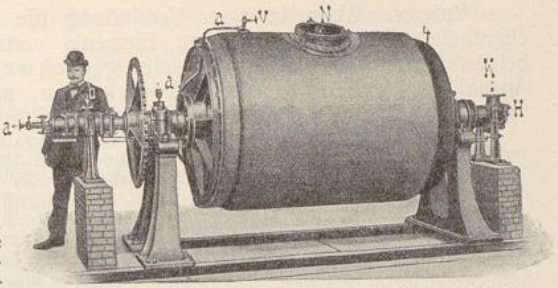


Fig. 2. Rotierender Vakuumtrockenapparat. *K* Anschluß der Luftsaugleitung. *H* Handloch *b* Dampfein-, *a* Dampfaustritt des Heizmantels durch Leitungen *d*. *V* Entwässerungsventil des Heizmantels. *N* Füll- und Entleerungsöffnung des Apparates.



Fig. 3.

ist man nicht imstande, eine solche zu erzielen, wenn die Umspinnungen nicht vorher absolut trocken gewesen sind. Nur die Trocknung unter Vakuum bietet hierfür eine Gewähr. Vor der Erzeugung des Vakuums in den Apparaten werden die Gegenstände unter dem Atmosphärendruck (also in dem mit Luft gefüllten Apparat) auf ca. 90° C. oder noch höher angewärmt, in den Metallteilen werden also große Wärmemengen aufgespeichert. Nach dem Anstellen des Vakuums im Apparat geht daher die Austreibung des Wassers, also die Trocknung, sehr schnell vonstatten. Die weitere Trocknung der mit Isolierlacken behandelten Teile erfordert meist noch kürzere Zeit, weil die Siedepunkte der Lösungs- bezw. der Verdünnungsmittel der Lacke, welche meist Benzin, Aether u. s. w. sind, in dem hohen Vakuum noch bedeutend niedriger liegen als derjenige des Wassers. — Fig. 3 und 4 zeigen die Vakuumtrockenapparate für elektrische Kabel. In ersterer werden diese in sogenannte Kabelkörbe, die auf Wagen ruhen, eingelegt und dann in den Apparat eingefahren. In letzterer werden die Kabel auf große Spulen aufgewickelt und diese in den Apparat eingefahren. Durch entsprechende Türen werden die Apparate dann hermetisch verschlossen und in denselben ein hohes Vakuum vermittelst einer Pumpe erzeugt. — Besondere Vorsichtsmaßregeln erfordert die Trocknung von Sprengstoffen; für die Erwärmung kommt hier nur Heißwasserheizung in Frage. Außerdem

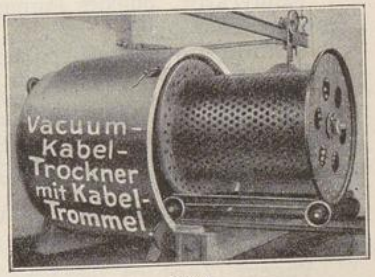


Fig. 4.

werden nach Pintsch [2] an den Türen oder Deckeln der Trockenkammern auf Gitterstegen außen aufliegende Bleiplatten angebracht, die gegen den äußeren Druck der Luft auf die evakuierten Gefäße genügend widerstandsfähig sind, von einer etwaigen inneren Explosion aber in unschädlicher Weise abgeschleudert werden, also Sicherheitsventile gegen den Explosionsstoß bieten.

Literatur: [1] Hausbrand, E., Das Trocknen mit Luft und Dampf, 3. Aufl., Berlin 1908; die Kataloge der Fabriken für Heizungs- und Trockenanlagen, z. B. der A.-G. für Apparate- und Kesselbau in Aachen, der A.-G. J. Pintsch, Berlin O. 27, Andreasstr. 71/73 u. a. — [2] Storch, E., Vakuumschränke und deren Verwendung in der Explosionsstoffindustrie, Zeitschr. für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, 3. Jahrg., 1908.

Vakuumhammer, s. v. w. Luftfederhammer, s. Kurbelhammer, Bd. 6, S. 4, Fig. 4—6.

Vakuummeter, Manometer (s. d.) zum Messen der Luftverdünnung.

Die Skala wird entweder in Kilogramm pro Quadratzentimeter von 0 bis 1,03 oder nach Zentimeter Quecksilbersäule von 0 bis 7,6 ausgeführt. Näheres in den Katalogen der Armaturenfabriken, z. B. Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau, Dreyer, Rosenkranz & Droop, Hannover u. a.

Vakuumreiniger, s. Staubsauger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Valenz. Wenn in einer Verbindung die Atome eines Elements durch ebenſoviele Atome eines andern Elements vertretbar ſind, ſo heißen dieſe beiden Elemente äquivalent oder gleichwertig, indem ſie die gleiche Anzahl von Valenzen oder Wertigkeiten, nämlich die des bei der Vertretung ungeänderten Reſtes der Verbindung ſättigen.

Durch Vergleich homologer Verbindungen, wie der Chloride oder Oxyde oder Waſſerſtoffverbindungen u. ſ. w. findet man demgemäß die Anzahl Atome, die einander äquivalent ſind. Man ſieht Waſſerſtoff als die Einheit der Wertigkeit oder Valenz an, wonach z. B. Sauerſtoff zweiwertig, Stickſtoff dreiwertig, Kohlenſtoff vierwertig iſt. Da die Kraft (Affinität), mit der verſchiedene Valenzen eines mehrwertigen Elements andre Atome binden, erfahrungsgemäß ſehr variabel iſt, ſo iſt die Annahme berechtigt, daß ſich nicht in allen Verbindungen eines Elements immer ſämtliche Valenzen betätigen. So wirken häufig bei Eiſen 2 und 3, Kupfer 1 und 2, Thallium 1 und 3, Platin 2 und 4, Stickſtoff 3 und 5, Indium 1, 2 und 3, Chrom 2, 3 und 6 Valenzen, wobei man die Annahme zugrunde legt, daß gewiſſe einwertige Elemente, wie Waſſerſtoff und die Halogene keine variable Wertigkeit beſitzen, alſo in allen Verbindungen einwertig ſind. Man nimmt aber an, daß jedes Element eine beſtimmte Maximalzahl von Valenzen beſitzt, die gemäß dem periodiſchen Syſtem geſetzmäßig abgeſtuft ſind. Die Valenz der Elemente iſt für die Konſtitution (ſ. d.) der Verbindungen maßgebend.

Literatur: Rudorf, Periodiſches Syſtem, Hamburg 1904; Abegg, Theorie der Valenz, Zeitſchr. für anorgan. Chemie 1904. *Abegg.*

Valonen, ſ. Gerbſtoffe, Bd. 4, S. 403, und Leder, Bd. 6, S. 87.

Vanadium (Vanadin) *V*, Atomgew. 51,2, ein hellgraues, ſilberglänzendes Pulver, deſſen ſpez. Gew. 5,5 und deſſen Schmelzpunkt 1680° iſt.

Es verhält ſich in chemiſcher Beziehung ähnlich wie Niob und Tantal; oxydiert ſich langſam an der Luft, verglüht bei dem Erhitzen unter Bildung von Vanadinſäureanhydrid V_2O_5, deſſen Hydrat Metavanadinſäure HVO_3 bronzefarbige Kriſtalle liefert, die als Erſatz der echten Goldbronze als Farbe verwendet werden. Ammoniumvanadat wird als Oxydationsmittel bei der Darſtellung von Anilinſchwarz benutzt. Das Vanadin kommt im Mottramit $(CuPb)(V_2O_{10})_5 + 2H_2O$ und im Vanadinit $ClPb_5V_3O_{12}$ vor ſowie in einer Reihe andrer ſeltener Erze, ferner in allen Bohnerzen, in den Mansfelder Kupferſchlacken, in der Thomasſchlacke u. ſ. w. Durch Erhitzen mit Kaliſalpeter wird Kaliumvanadat hergeſtellt, das als Baryum- oder Bleiſalz gefällt und mit Schwefelſäure zerſetzt wird. Die gelöſte Vanadinſäure wird durch Ammoniak neutraliſiert und durch Glühen des Ammoniumvanadats Vanadinſäureanhydrid V_2O_5 gewonnen. Wertvolles Zuſatzmittel zu gewöhnlichem Stahl, Chrom- und Nickelſtahl in Mengen von 0,1—1%. *Moye.*

Vandyckbraun, tiefbraune Eiſenfarben, durch Glühen in ſchöne braune Nuancen übergeführt. *Andés.*

Vandyckrot, dunkles Purpurrot, durch ſtarke Kalzination ſchwefelſaurer Eiſenoxyde erhalten.

Vanillin, der Methyläther des Protocatechualdehydes, $C_8H_8O_3$.

Es bildet den riechenden und wirkſamen Beſtandteil der Vanilleſchoten, welche etwa 2% davon enthalten; es kriſtalliſiert in weißen, ſternförmig gruppierten Nadeln vom Schmelzpunkt 80°, welche leicht ſublimieren, einen angenehmen intenſiven Geruch beſitzen und beim Erhitzen mit Salzſäure in Protocatechualdehyd übergehen. — Künſtlich iſt Vanillin zuerſt aus dem Glykoſid Koniferin (ſ. d.) durch Oxydation und Spaltung erhalten worden. Jetzt dient für die zahlreichen Vanillindarſtellungen meiſtens das im Nelkenöl enthaltene Eugenol als Ausgangsmaterial, welches durch Oxydation mit Kaliumpermanganat oder auf andern Wegen in Vanillin übergeführt werden kann. Das Vanillin findet als Erſatz von Vanille Verwendung.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1890, 2. Aufl., Bd. 3, S. 59. *Bujard.*

Vapeur (Zephyr), ſehr feine, locker gewebte, leinwandartige Baumwollenſtoffe (Muſſelinarten); ſ. Weberei.

Vaporimeter, ſ. Alkoholometrie.

Variation, die Bildung aller Anordnungen von je *p*-Gliedern, in welche *n*-Elemente gebracht werden können.

Solche Anordnungen heißen Variationen *p*-ter Klaſſe; variieren heißt: ſolche Anordnungen bilden. Die Variationen von *a, b, c* zur zweiten Klaſſe ſind ohne Wiederholung: *ab, ac, ba, bc, ca, cb*, mit Wiederholung: *aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc*. Die Zahl der Variationen *p*-Klaſſe von *n*-Elementen iſt ohne Wiederholung $\frac{n!}{(n-p)!}$ (alſo 6 für $n=3$, $p=2$) mit Wiederholung n^p (alſo 9 für $n=3$, $p=2$).

Literatur: ſ. Kombinationslehre. *Wölffing.*

Variationsrechnung, die Lehre über Maxima und Minima von Integralen, indem Funktionen geſucht werden der Art, daß gewiſſe Integrale einen größten oder kleinſten Wert annehmen.

Als Variationen bezeichnet man die Aenderungen, welche die Veränderlichen, Funktionen, Integrale u. ſ. w. erleiden, wenn an Stelle der geſuchten Funktionen, welche den Zuſammenhang der abhängigen Veränderlichen von den unabhängigen angeben, andre unendlich wenig von ihnen verſchiedene Funktionen treten. Es ſoll z. B. *y* als Funktion von *x* derart beſtimmt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden, daß das Integral $\int_{x_0}^{x_1} V\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) dx$ zu einem Maximum oder Minimum wird. Dabei ist V eine gegebene Funktion von x, y und $\frac{dy}{dx} = y'$. Die Variation des Integrals ist

$$\delta \int_{x_0}^{x_1} V\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) dx = \int_{x_0}^{x_1} \left(\frac{\partial V}{\partial y}\delta y + \frac{\partial V}{\partial y'}\delta y'\right) dx = \int_{x_0}^{x_1} \left\{\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial y'}}{dx}\right\} \delta y\, dx.$$

Hier sind δy und $\delta y'$ die Variationen von y und y'. Soll das Integral ein Maximum oder Minimum sein, so muß $\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial y'}}{dx} = 0$ sein, wodurch sich y in Funktion von x bestimmt. Sind die Grenzen x_0 und x_1 sowie die zugehörigen Werte y_0 und y_1 nicht konstant, so treten hierzu noch gewisse Grenzbedingungen. Nach Poisson kann man die Untersuchung der letzteren umgehen, indem man nach Bestimmung von y in Funktion von x die Aufgabe als gewöhnliches Maximum- oder Minimumproblem weiter behandelt und hierdurch die Integrationskonstanten bestimmt. Bei den isoperimetrischen Problemen ist noch eine Nebenbedingung in Gestalt eines bestimmten Integrals zwischen denselben Grenzen $\int_{x_0}^{x_1} V_1 (x y y') = c$ gegeben. Alsdann ist in die Gleichung $\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial y'}}{dy} = 0$ an Stelle von V die Funktion $V + \lambda V_1$ einzusetzen. λ ist dabei eine Konstante, die sich später aus der Nebenbedingung bestimmt. Liegen mehrere abhängige Veränderliche vor, so daß $\int_{x_0}^{x_1} V(x y y' z z' \cdots) dx$ zu einem Maximum oder Minimum zu machen ist, so hat man zur Bestimmung von $y, z \ldots$ die Gleichungen $\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial y'}}{dx} = 0$; $\frac{\partial V}{\partial z} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial z'}}{dx} = 0 \ldots$ Besteht hierbei noch eine Nebenbedingung in Gestalt einer gewöhnlichen oder Differentialgleichung $V_1 (x y y' z z' \ldots) = 0$, so ist an Stelle von V zu setzen $V + \lambda V_1$. In diesem Falle ist λ nicht eine Konstante, sondern eine Funktion von x. Kommen in V höhere Ableitungen $y'' y''' \ldots$ vor, so bestimmt sich y aus:

$$\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial y'}}{dx} + \frac{d^2\frac{\partial V}{\partial y''}}{dx^2} - \frac{d^3\frac{\partial V}{\partial y'''}}{dx^3} + - \ldots = 0.$$

Kommen in V außer der abhängigen Veränderlichen z noch zwei unabhängige x und y vor und das Integral ist ein Doppelintegral nach x und y:

$\int_{x_0}^{x_1}\int_{y_0}^{y_1} (x y z p q)\, dx\, dy \left(\text{wo } p = \frac{\partial z}{\partial x},\ q = \frac{\partial z}{\partial y}\right)$, so ergibt sich z aus: $\frac{\partial V}{\partial z} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial p}}{dx} - \frac{d\frac{\partial V}{\partial q}}{dy} = 0.$

Die zweite Variation gibt Aufschluß, ob Maximum oder Minimum vorliegt.

Literatur: [1] Moigno-Lindelöf, Calcul des variations, Paris 1861. — [2] Jellet, J. H., Grundlehren der Variationsrechnung, bearbeitet von Schnuse, Braunschweig 1860. — [3] Todhunter, Researches in the calculus of variations, London 1871. — [4] Dienger, Grundriß der Variationsrechnung, Braunschweig 1867. — [5] Abhandlungen über Variationsrechnung (Verfasser: Johann und Jakob Bernouilli, Euler, Lagrange, Legendre, Jacobi), herausgegeben von P. Stäckel, Bd. 1 und 2, Leipzig 1894. — [6] Zermelo, Untersuchungen zur Variationsrechnung Diss., Berlin 1894. — [7] Carll, L. B., Treatise on the calculus of variations, London 1885. — [8] Knefer, A., Lehrbuch der Variationsrechnung, Braunschweig 1900. — [9] Pascal, E., Die Variationsrechnung, deutsch von Schöpp, Leipzig 1899. — [10] Bolza, O., Vorlesungen über Variationsrechnung, I, Leipzig 1908.

Wölffing.

Variolit, s. Diabas.

Veenkultur, s. Moorkultur, Bd. 6, S. 492.

Vektor (Radiusvektor), s. Fahrstrahl, Koordinaten, Bd. 5, S. 618.

Vektordiagramm, s. Wechselstrom.

Ventilation, Ventilatoren, s. Lüftung, Schleudergebläse.

Ventilbohrer, s. Tiefbohren.

Ventilbrunnen, mit Ventilapparaten ausgerüstete freistehende oder Wandbrunnen, bei welchen durch Zug oder Druck von Hand die Betätigung von Brunnenventilen (s. d. und Brunnenständer) erfolgt. Außer den in Bd. 2, S. 371, beschriebenen Einrichtungen sind zahllose andre im Gebrauch.

Vgl. a. die Kataloge der Armaturenfabriken für Wasserleitung. Bemerkenswerte Beispiele, Literatur, Patente u. s. w. s. in Lueger, Wasserversorgung der Städte, Abt. II, Leipzig 1908, S. 264 ff.

Ventile sind selbsttätige oder stellbare Absperrvorrichtungen.

Im Gegensatz zu Schiebern und Hähnen heben sich die Ventilkörper von der Sitzfläche ab, bei Hubventilen gerade geführt, bei Klappen (Bd. 5, S. 503) drehbar oder biegend. Man unterscheidet von Hand zu stellende Absperrventile (Bd. 1, S. 38—40) und zwar Durchgangs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder Eckventile (Bd. 3, S. 168 und 207, sowie Bd. 2, S. 572); Sicherheitsventile (S. 97); Selbstschlußventile (S. 78); sich selbst einstellende Druckregler und Druckverminderungsventile (Bd. 3, S. 134 und 140); mechanisch gesteuerte, entlastete Doppelsitzventile (Bd. 3, S. 8, Bd. 2, S. 595); selbsttätige Pumpenventile (Bd. 7, S. 290—294) und zwar ohne Hubbegrenzung oder mit festem, elastischem oder gesteuertem Widerlager und solche für Luftkompressoren (Bd. 6, S. 248—255). Nach der Liderung unterscheidet man Metallventile (von zähem Gußeisen, Rotguß, Stahl- oder Bronzeblech, Nickelstahl) und armierte, mit besonderen Dichtungsringen von Leder, Filz, Gummi, Hartgummi, Vulkanfiber, Holz, Blei, Hartblei ausgerüstete Ventile. *Lindner.*

Veranda, s. Laube. — **Verandawagen,** s. Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 338.

Verankerung, eine Hilfskonstruktion zur Aufnahme einer Zugkraft, wodurch im Wasserbau die Stabilität einer Bauanlage gegen Umwerfen, Ausbiegen, Heraus- oder Abreißen gesichert werden soll.

Die Verankerung wird entweder durch einfache oder doppelte (zangenartige) Holzbalken oder -stäbe, durch Eisenstäbe oder -draht oder durch Drahtseile bewirkt. Die am häufigsten vorkommenden diesbezüglichen Anwendungen sind: 1. Verankerung der Bohlwände (s. d.). Die Ankerhölzer sind hierbei rückwärts an einem in den Boden eingeschlagenen Ankerpfahl und noch oder nur an einem vom letzteren gehaltenen Ankerriegel befestigt. Solche, im Erdreiche ihren Halt findende und zumeist auch überschüttete Verankerungen heißen Erdanker. 2. Die Verankerung des Halsbandes (s. d.) bei Schleusentoren. 3. Die Befestigung der Schiffsringe und Poller (s. d.) an Ufer- oder Schleusenmauern. 4. Verankerung von Ufereinfassungen (s. d.); 5. Die Verankerung des aufgehenden Mauerwerks mit dem Schlinge bei großen Brunnen.

Verankerungen von Tragkonstruktionen sind insbesondere notwendig bei Hängetragwerken (Hängebrücken), bei welchen sie einen schräggerichteten Zug aufzunehmen haben; sie können sich aber auch an den Endstützen kontinuierlicher Balken (oder Ausleger-)träger ergeben, wenn daselbst bei gewissen Belastungen negative, d. i. nach aufwärts gerichtete Stützenkräfte entstehen, die ein Abheben bewirken würden. Man ersetzt in letzterem Falle allerdings die Verankerung meist durch Aufbringung von Ballast am Trägerende. — Nur in seltenen Fällen ist eine Verankerung in gewachsenem festem Felsboden möglich; in der Regel muß der Rückhalt durch Mauerklötze geschaffen werden, welche durch ihr Gewicht die lotrechte Komponente, durch den Reibungswiderstand an der Sohle oder den Gegendruck des Erdreiches die wagerechte Seitenkraft des in der Verankerung auftretenden Zuges aufzunehmen vermögen. — Die Ausbildung der Verankerung richtet sich nach der Größe der in ihr wirkenden Kräfte. Bei kleinen Tragwerken genügen als Anker Rund- oder Flacheisen; bei Drahtseilhängebrücken können auch die Drahtseile unmittelbar in die Verankerung geführt werden. Ketten- und Kabelbrücken erhalten Ankerketten, deren Glieder aus einer Anzahl durch Bolzen verbundenen Flachstäben bestehen. Sie durchsetzen das Mauerwerk der Verankerung und sind an ihrem Ende durch die Anker- oder Wurzelplatten gehalten (Fig. 1). Durch Aussparung entsprechend weiter Ankerkanäle kann für eine, wenn auch beschränkte Zugänglichkeit gesorgt werden. Den Zutritt zu den Wurzelplatten ermöglichen wagerechte überwölbte Kammern oder Stollen, welche hinter der Verankerung gelegen sind und entweder in den Seitenflächen der Widerlagsmauern münden oder durch Einsteigschächte oder Stollen zugänglich gemacht sind. Man hat darauf zu sehen, daß Regen- und Schmutzwasser von dem Eintritt in die Verankerungskanäle abgehalten wird. Im Gegensatze zu der Anordnung von zugänglichen Verankerungsräumen steht jene Anordnung, bei welcher eine möglichste Fernhaltung von Luft und Wasser von den Teilen der Verankerung erstrebt wird. Es werden dabei die Ketten oder Kabel vollständig ummauert, in Zementmörtel oder Beton gebettet (Fig. 2) oder auch mit andern Dichtungsmitteln, welche eine Oxydation des Eisens hindern sollen, umgeben. Die Ankerketten werden entweder gerade oder nach abwärts gekrümmt geführt, letzteres um bei schrägem Zuge und tiefer Lage der Wurzelpunkte die Länge des Ankermauerwerks zu beschränken. Bei gebrochener Führung ist die Ankerkette an den Bruchpunkten mittels Sättel auf das Mauerwerk zu stützen und sind für dieses die entsprechenden Stabilitätsuntersuchungen anzustellen. Die Wurzelplatte, durch welche die Endglieder der Kette hindurchgehen und hinter welcher sie durch einen starken Splint oder Bolzen gehalten werden, muß eine entsprechende Größe erhalten, um den Druck durch die Widerlagsquader auf eine genügend große Mauerwerksmasse zu verteilen. Man hat gußeiserne Wurzelplatten mit rechteckiger oder sternförmiger, durch Rippen versteifter Grundplatte angewendet. Jetzt zieht man es vor, die gußeisernen Ankerplatten durch Stahlgußkörper oder durch schmiedeeiserne Trägerkonstruktionen zu ersetzen. Eine Verstellbarkeit der Verankerung in der Längsrichtung ist dort notwendig, wo nicht in der Spannkette oder einem andern zugänglichen Teile der Ankerkette

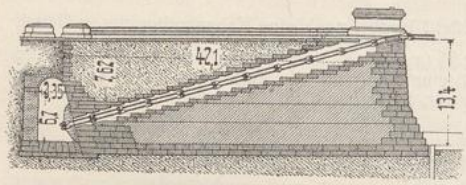


Fig. 1.

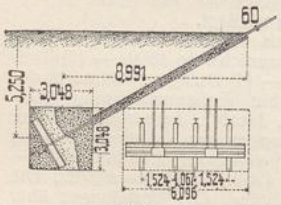


Fig. 2.

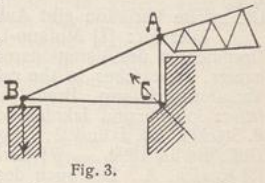


Fig. 3.

eine ſolche Regulierungsvorrichtung angebracht wird. Es beſteht dann entweder die Wurzelplatte aus zwei Platten, deren Abſtand durch zwiſchengelegte ſtählerne Doppelkeile verſtellt werden kann, oder es ſind an Stelle des Splintbolzens, welcher die Ankerkette hinter der Wurzelplatte hält, Doppelkeile durchgeſchoben.

Abweichend von dieſer Anordnung der unmittelbaren Verankerung der Ketten oder Kabel im Mauerwerk iſt jene, welche Köpcke in Vorſchlag und bei der Loſchwitzer Hängebrücke zur Ausführung gebracht hat. An das Ende des Hängeträgers iſt bei *A* (Fig. 3) ein Winkelhebel angeſchloſſen, der in *C* ſeinen feſten Drehpunkt hat und der ſo ſtark belaſtet iſt, daß er auch durch den größten im Hängeträger auftretenden Zug von ſeinem Stützpunkte in *B* nicht abgehoben werden kann. Bei der Loſchwitzer Brücke iſt die Belaſtung der den beiden Tragwänden entſprechenden Ankerhebel durch dazwiſchen auf fachwerkartigen Querträgern eingebautes Mauerwerk erzielt, und es ſtützt ſich das Hebelende, um einen Ueberſchuß an Sicherheit zu haben, auch noch gegen ein oberes Lager in der Rückwand der Ankerkammer. Es verurſacht dieſe Anordnung zwar höhere Ausführungskoſten, ſie bietet aber den nicht zu unterſchätzenden Vorteil, daß ſämtliche Teile der Eiſenkonſtruktion gut zugänglich ſind und jederzeit auf ihren Zuſtand hin unterſucht werden können. S. a. Bd. 4, S. 723. *Melan.*

Verbindung, chemiſche, iſt im Gegenſatz zu chemiſchen Elementen jeder Stoff, deſſen Molekeln aus verſchiedenartigen Atomen zuſammengeſetzt ſind.

Von (phyſikaliſchen) Gemiſchen verſchiedener Elemente unterſcheiden ſich Verbindungen dadurch, daß ihre Beſtandteile nur in ganz beſtimmten Verhältniſſen miteinander verbunden ſind, und daß dieſe Beſtandteile nicht auf mechaniſchem (phyſikaliſchem) Wege voneinander trennbar ſind. Die Homogenität, d. h. die in allen Punkten gleiche Zuſammenſetzung eines Stoffes iſt eine zwar notwendige, aber nicht charakteriſtiſche Eigenſchaft einer Verbindung, da ſie auch bei phyſikaliſchen Gemiſchen (Löſungen, Gasgemiſchen, iſomorph gemiſchten Kriſtallen) vorhanden iſt, deren Zuſammenſtellung eine veränderliche iſt. *Abegg.*

Verbindungsgewicht, ſ. Atomgewicht, Bd. 1, S. 340.

Verbindungskanal, Schiffahrtskanal (ſ. d.), der eine Waſſerſcheide überſchreitet und ſo zwei Flußgebiete miteinander in Verbindung ſetzt.

Verblaſen (Beſſemern), ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112, Kupfer, Bd. 5, S. 781, und Nickel.

Verbleiung, ſ. Gold und Silber.

Verblendmauerwerk iſt verkleidetes Mauerwerk [1], wobei die Außenfläche aus anderm Steinmaterial beſteht als der Kern.

Den Mauerkern bilden in der Regel gewöhnliche Backſteine, Bruchſteine oder Betonmaſſen, während die Verblendung aus Verblendbackſteinen (ſ. Blendſtein), Klinkern, Terrakotten oder Hauſteinen der verſchiedenſten Art beſtehen kann. Bei jedem verblendeten Mauerwerk iſt darauf zu achten, daß ein ungleichmäßiges Setzen des Mauerkerns und der Verblendung möglichſt vermieden wird, was 1. durch gutes Einbinden der Verblendung in den Mauerkern, 2. durch Verwendung eines gleichmäßigen, wenig ſchwindenden Mörtels, 3. durch nicht zu raſches Bauen zu erreichen iſt. Dem erſten Punkt genügt man insbeſondere durch Anwendung möglichſt vieler Binder in den einzelnen Schichten (wie beim polniſchen oder gotiſchen Steinverband) oder durch abwechſelnd angeordnete, genügend tief eingreifende Binderſchichten.

Bei Quaderverblendung müſſen die Lagerflächen der Verblendquader wagerecht durch die ganze Mauer durchgeführt ſein; die Höhe der Quader muß alſo bei Backſteinhintermauerung einer ganzen Anzahl von Backſteinſchichten entſprechen. Hier iſt es auch möglich, eine genügende Anzahl von Durchbindern oder Ankerſteinen zu verwenden.

Plattenverblendung wird angewendet, wenn das zur Verblendung verwendete Steinmaterial beſonders koſtbar iſt. Dabei iſt es von Vorteil, hochkantig geſtellte mit flach liegenden, in die Mauer tiefer eingreifenden Schichten abwechſeln zu laſſen (ſ. Fig. 1). Vielfach werden die Platten, namentlich bei Sockelverblendungen, mit eiſernen Ankern oder durch Binderſteine mittels Falz oder mittels Feder und Nut (ſ. Fig. 2 und 3) verankert. Um ein ungleichmäßiges Setzen zu verhüten, empfiehlt John Taylor [2] ein ihm patentiertes Verfahren, bei welchem die Platten an angearbeiteten Leiſtenſtreifen aufgehängt werden (ſ. Fig. 4). Auch nachträgliche Verblendung mittels ähnlicher Platten, nachdem die Mauern ſich hinreichend geſetzt haben, iſt von Vogdt [3] vorgeſchlagen worden. Am Kgl. Schauſpielhauſe in Berlin iſt mit Erfolg eine nachträgliche Verblendung vorgenommen worden [4], bei welcher 6 bezw. 12 cm ſtarke Platten durch Bronzeklammern mit dem alten Mauerwerk verbunden und dann mit Mörtel hintergoſſen bezw. mit Beton hinterſtopft wurden.

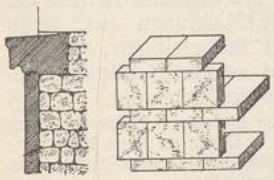


Fig. 2.

Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 4.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 1, 1. Abt., Darmſtadt 1886, S. 66, und 3. Teil, Bd. 2, 1. Heft, ebend. 1891, S. 10 und 51. — [2] Builder, Bd. 7, S. 137. — [3] Deutſche Bauztg 1884, S. 350. — [4] Zentralbl. der Bauverwalt. 1882, S. 359, und 1883, S. 229. *L. v. Willmann.*

Verblendſtein, ſ. Blendſtein, Faſſadenziegel.

Verbrauchsregler in Gasanſtalten. Die Verbrauchsregler, welche für einzelne Flammen, insbeſondere für Straßenflammen, Verwendung finden, beruhen auf dem Prinzip, daß ſich eine in einem Gehäuſe befindliche bewegliche Zwiſchenwand bei ſteigendem Druck hebt

und durch einen Konus oder dergleichen die Gaszuführungsöffnung zum Brenner verkleinert, und umgekehrt. Bezeichnet p den auf die Flächeneinheit bezogenen Druck unterhalb der Wand, p_1 denjenigen oberhalb derſelben, f deren Fläche und g deren Gewicht nebſt Konus, ſo iſt für den Gleichgewichtszuſtand: $pf - p_1 f = g$, alſo $p - p_1 = g : f$. Da g und f konſtante Größen, ſo iſt auch die Druckdifferenz und mit dieſer der Gasverbrauch konſtant. Es ſind zwei Hauptklaſſen zu unterſcheiden: 1. Regulatoren, bei denen der Raum oberhalb der beweglichen Wand mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung ſteht, und das Gas aus dem Raume unterhalb dem Brenner zugeführt wird, und 2. ſolche, bei denen das Gas aus dem Raume unterhalb der beweglichen Wand in denjenigen oberhalb derſelben tritt und aus dieſem zum Brenner. Jede dieſer Arten zerfällt in Unterabteilungen, je nachdem die bewegliche Wand 1. aus einer

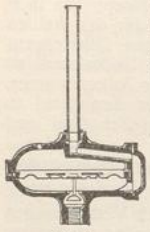


Fig. 1.

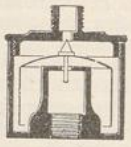


Fig. 2.

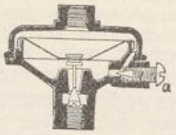


Fig. 3.

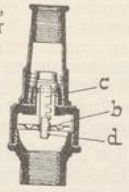


Fig. 4.

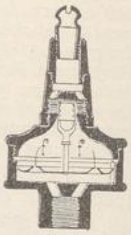


Fig. 5.

Membrane (Membranregulatoren), 2. aus einer in eine Flüſſigkeit tauchende Glocke (Glockenregulatoren), und 3. aus einer Metallſcheibe (Scheibenregulatoren) beſteht. Da infolge eines Undichtwerdens der beweglichen Wand bei den Regulatoren der erſten Hauptabteilung leicht Gas entweichen kann, ſo ſind dieſe faſt ganz von denen der zweiten Art verdrängt. Membranregulatoren werden im Laufe der Zeit unzuverläſſig, weil die Membrane vom Gaſe angegriffen oder auch ſo ſteif wird, daß das Funktionieren aufhört.

Als Haupttypen ſind zu nennen bei der erſten Art der Membranregulator von Sugg-Friedleben (Fig. 1) und Girouds Rheometer (Fig. 2), der eine in Glyzerin ſchwimmende Glocke enthält. Zur zweiten Art gehören der Membranregulator von Elſter (Fig. 3), bei dem die Juſtierung der Gasmenge durch die ſeitlich angebrachte Schraube *a* erfolgt; ferner der Regulator von Bablon (Fig. 4) mit einer Metallſcheibe, die ein Röhrchen trägt, welches mit Schlitzen verſehen iſt, die durch eine verſchiebbare, unten geſchloſſene Hülſe *d* mehr oder weniger weit geöffnet werden können. Der Regulator von Lux (Fig. 5) hat eine Metallplatte von größerem Durchmeſſer, wodurch die Fehlergrenze weiter hinausgerückt, die Empfindlichkeit geſteigert wird; die Größe der durchgelaſſenen Gasmenge hängt ab von der Weite der beiden kleinen Oeffnungen *f* in der Scheibe. Vgl. a. die Kataloge der Berlin-Anhalter Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft, von J. Pintſch-Berlin u. a. *G. F. Schaar.*

Verbrennung, Verbrennungswärme, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 279.

Verbrennungsmotoren (Verbrennungskraftmaſchinen). Die Wärmekraftmaſchinen, in denen die Arbeitsflüſſigkeit während des ganzen, von ihr durchlaufenen Kreisprozeſſes gasförmig iſt, nennt man im weiteſten Sinne Gasmaſchinen. Zu dieſen würden danach alſo auch die Heißluftmaſchinen gehören. Gewöhnlich aber faßt man den Begriff Gasmaſchine enger und beſchränkt ihn auf die Fälle, wo ein gasförmiger Brennſtoff im Zylinder der Maſchine verbrennt und ſo die Wärmezufuhr bewirkt. Streng genommen umfaßt dieſer Begriff auch die mit flüſſigen Brennſtoffen, z. B. Petroleum oder Spiritus, geſpeiſten Maſchinen, da dieſe Brennſtoffe vorher in Luft zerſtäubt werden und ſich ſo ein gasartiger Nebel bildet, aber viele ſchließen doch dieſe Maſchinen aus, wenn ſie von Gasmaſchinen ſprechen. Man hat, um Zweifel zu beſeitigen, deshalb den Begriff „Verbrennungskraftmaſchinen“ gebildet und nennt ſo alle Wärmekraftmaſchinen, bei denen die Verbrennung im Zylinder vor ſich geht.

Ueber die geſchichtliche Entwicklung der Gasmaſchine ſ. die Literatur. Unſre heutigen Anordnungen ſind von der Maſchine ausgegangen, die N. A. Otto in Deutz im Jahre 1876 konſtruierte, und die ſich in weſentlichen Punkten von ihren Vorgängerinnen unterſchied. Die Ottoſche Maſchine iſt eine ſogenannte einfach wirkende Viertaktmaſchine.

Die **Arbeitsweiſe,** welche man einfach wirkenden Viertakt nennt, beſteht darin, daß der Kolben vier Hübe oder die Welle zwei Umdrehungen während eines Spieles macht. Im erſten Aushube ſaugt der Kolben des vorn offenen Zylinders mit ſeiner Rückſeite das aus Brennſtoff und Luft beſtehende Gemiſch an, im erſten Einhube verdichtet er es. Im inneren Totpunkte erfolgt die Zündung, im zweiten Aushube treiben die hochgeſpannten Verbrennungsgaſe den Kolben arbeitsverrichtend vor ſich her, kurz vor dem äußeren Totpunkte öffnet das Austrittsventil, der zum zweitenmal zurückgehende Kolben treibt ſie aus. Durch dieſe Arbeitsweiſe wird die Maſchine einfach, weil ein Zylinder an Stelle von zweien tritt, indem er abwechſelnd Pumpe und Kraftmaſchine ſpielt. Die Maſchine iſt alſo eigentlich nur halbwirkend. Sie iſt in den Fig. 1 und 2 abgebildet, wie ſie von Anfang an gebaut wurde. Es handelt ſich alſo um eine liegende, den gewöhnlichen Dampfmaſchinen ähnliche Anordnung. *A* iſt der mit einem Kühlmantel verſehene Zylinder, am einen Ende offen, am andern beträchtlich über den inneren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Totpunkt des Kolbens hinaus verlängert. Der so gebildete Verdichtungsraum beträgt etwa zwei Drittel des vom Kolben durchlaufenen. In diesem Teile des Zylinders befinden sich zwei Oeffnungen *a* und *b*; *a* für Einlaß und Zündung, *b* für den Auslaß. Die erstere wird geöffnet und geschlossen durch den Schieber *B*, die letztere durch das Ventil *C*. Der Kolben *D* überträgt die aufgenommene Kraft durch Kolbenstange, Kreuzkopf und Pleuelstange auf die gekröpfte Welle, welche Riemenscheibe und Schwungrad trägt, und von der aus durch das Rädergetriebe *EF*, die Steuerwelle *G*, Kurbel *H* und Pleuelstange *J* die Schieberbewegung abgeleitet wird.

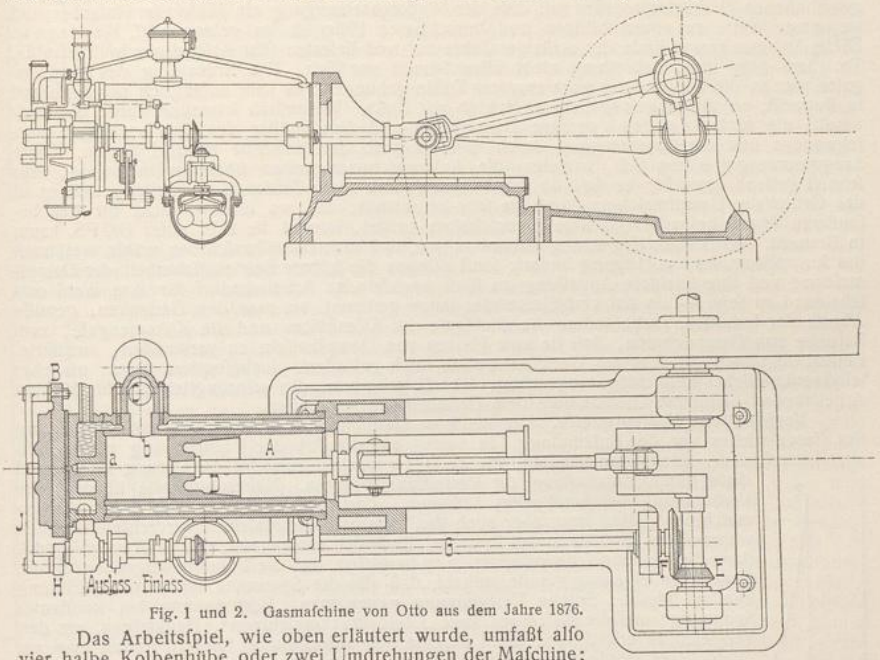


Fig. 1 und 2. Gasmaschine von Otto aus dem Jahre 1876.

Das Arbeitsspiel, wie oben erläutert wurde, umfaßt also vier halbe Kolbenhübe oder zwei Umdrehungen der Maschine; die eigentliche Arbeitsleistung findet nur während des dritten Abschnittes des Spieles statt; während des ersten, zweiten und vierten Abschnittes wird ein Teil der erzeugten Arbeit in der Maschine wieder verbraucht — die lebendige Kraft des Schwungrades muß aushelfen. In dem Indikatordiagramme Fig. 3 ist die Wirkungsweise deutlich abzulesen; die Spannungskurve ist *a b f c d e f a*, die Arbeitsfläche *f c d e f — f a b f*. Damit nun diese Arbeitsweise so wie beschrieben stattfinden kann, macht der Schieber nur halb so viel Hübe als der Kolben; die Uebersetzung im Rädergetriebe *EF* ist 1 : 2, die Steuerwelle läuft nur halb so viel Umdrehungen als die Hauptwelle. Von der Beschreibung der Einzelheiten dieser Maschine mag hier abgesehen werden.

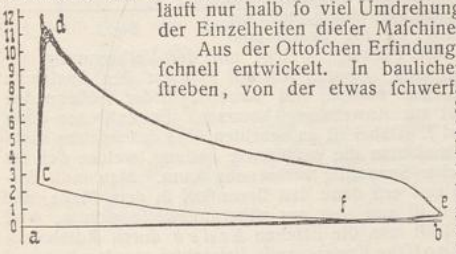


Fig. 3.

Aus der Ottoschen Erfindung haben sich unsre heutigen Maschinen überaus schnell entwickelt. In baulicher Beziehung bemerkt man zunächst das Bestreben, von der etwas schwerfälligen Schieberanordnung abzukommen, die Steuerung durch Ventile zu besorgen. Auch die Zündung, welche bei Otto durch eine außerhalb des Zylinders brennende Gasflamme besorgt wurde, und die Regelung werden vielfach verbessert. Die Vergrößerung des Verdichtungsgrades, bedingt durch das Streben nach geringerem Brennstoffaufwande und bei der Anwendung armer Gase nötig zur Sicherung der Zündung, war nur durchführbar, wenn Konstruktion und Ausführung der Maschinen die erhöhte Beanspruchung aller Teile zuließen. — Daß die mit Leuchtgas betriebene Maschine immer nur einen beschränkten Wirkungskreis haben konnte, ist wegen des hohen Brennstoffpreises selbstverständlich. Die Anwendung flüssiger Brennstoffe, wie Benzin, Benzol, Petroleum und Spiritus, machte die Maschine von der Gasanstalt unabhängig, indem man diese gewissermaßen in die Maschine selbst verlegte; insbesondere war es so möglich, die Gasmaschine für den Betrieb von Fahrzeugen auszubilden. Wenn sie auch heute zum Betriebe von Schiffen nur in geringem Umfange und nur für kleine Boote angewendet wird, so ist sie außerordentlich schnell zur Alleinherrschaft für alle Landfahrzeuge gelangt, die sich an keine Spur binden wollen. Auch für Lokomobilbetrieb ist die Gasmaschine mit flüssigem Brennstoff viel im Gebrauch, wenngleich sie in der Landwirtschaft die Dampflokomobile bisher nicht hat verdrängen können. Denn diese hat immer den Vorzug, sehr wenig empfindlich zu sein, und

ihre Leiſtung kann für kurze Zeit auf Koſten des Brennſtoffes ſtark geſteigert werden. Dagegen kann die Gaslokomobile faſt nur geringere Brennſtoffkoſten ins Feld führen; ſie bedarf immerhin einigermaßen fachverſtändiger Bedienung und iſt gegenüber ihrer Normalleiſtung nur wenig ſteigerungsfähig. — Die Anwendung flüſſiger Brennſtoffe hat eine Verbilligung der Brennſtoffkoſten im allgemeinen nicht zur Folge. Sollte aber die Gasmaſchine nicht auf den Kleinbetrieb beſchränkt bleiben, ſo war die Schaffung billigeren Heizgaſes unbedingt erforderlich. Der erſte, welcher mit ſolchem weitgehende Erfolge erzielte, war Dowſon. Er fand in der Verbindung des gewöhnlichen Generatorprozeſſes mit dem der Waſſergaserzeugung ein Mittel, in einfacher und bequemer Weiſe zu einem billigen und brauchbaren Heizgaſe zu gelangen (ſ. Kraftgas). Dieſe Anlagen kamen Ende der achtziger Jahre auf und lieferten ſehr befriedigende Ergebniſſe. Trotzdem ging ihre Ausbreitung nicht allzu ſchnell vor ſich. Die Erzeugung des Dowſongaſes war an die Verwendung ganz magerer Kohle gebunden; es kam anfänglich nur Anthrazit in Betracht; erſt ſpäter gelang ſicherer Betrieb mit Koks. Weſentlich ſchneller wurde der Fortſchritt, als nach Béniers Vorgange Dampfkeſſel und Gasbehälter der Dowſonanlagen verſchwanden und die Gaserzeugung durch den Saughub der Maſchine bewirkt wurde. Dieſe Sauggaserzeuger haben ſich, nachdem die Anfangsſchwierigkeiten überwunden waren, ſehr ſchnell geltend gemacht; es ſind in den letzten Jahren viele Tauſende geſchaffen, und es iſt das Gebiet der Dampfmaſchine durch ſie ſehr beſchränkt; da, wo letztere nicht für den beſonderen Zweck beſonders günſtige Eigenſchaften beſitzt, kommt ſie z. B. unter 100 PS. kaum in Betracht. Verhältnismäßig häufig kommt es vor, daß man Dampfmaſchinen wählt, weil man des Auspuffdampfes zur Heizung bedarf; ſonſt pflegen die höhere Betriebsſicherheit der Dampfmaſchine und ihre leichtere Anpaſſung an ſtark wechſelnden Arbeitsbedarf für ihre Wahl entſcheidend zu ſein. — Es hat verhältnismäßig lange gedauert, bis man den Gedanken, gewiſſe Abgaſe der Induſtrie, insbeſondere die Gichtgaſe der Eiſenhütten und die Koksofengaſe, zum Betriebe von Gasmaſchinen, ſtatt ſie zum Heizen von Dampfkeſſeln zu verwenden, ausführte. Einmal begonnen, iſt aber das Werk erſtaunlich raſch gefördert. Insbeſondere iſt es, mancher ſelbſtverſtändlicher Fehlſchläge ungeachtet, ſchnell gelungen, die urſprünglich nur für kleinen Arbeitsbedarf beſtimmte Gasmaſchine dem Großbetriebe anzupaſſen.

Verſchiedene Kreisprozeſſe. Die heutigen Gasmaſchinen arbeiten alle mit Verdichtung des Gasgemiſches vor der Entzündung. In bezug auf die Art der Verbrennung zeigen ſich aber Unterſchiede. Man kann nämlich, wie es Otto machte, zunächſt die Ladung bilden und dieſe durch Entzündung zur Verpuffung bringen. Näherungsweiſe iſt das eine Verbrennung bei konſtantem Volumen. Dieſe Maſchinen heißen „Verpuffungsmaſchinen“. Man kann aber auch das außerhalb der Maſchine verdichtete Gemiſch während des Eintritts in den Zylinder allmählich verbrennen, und es iſt naheliegend, dann die Kolbengeſchwindigkeit ſo zu bemeſſen, daß die Volumenvergrößerung die Spannungsſteigerung gerade aufhebt, daß alſo die Spannung während der Füllung konſtant bleibt. Solche Verbrennung nennt man „Verbrennung bei konſtanter Spannung“ und die Maſchinen kurz „Gleichdruckmaſchinen“. Denkt man, um den Vergleich zu erleichtern, nicht an eine Viertaktmaſchine, ſondern nimmt man an, es werde das Gemiſch in beiden Fällen durch eine Pumpe verdichtet, ſo entſprechen die Arbeitsweiſen beider Maſchinengattungen den beiden theoretiſchen Diagrammen Fig. 4 und 5. *a b c d* iſt in beiden Fällen das Pumpendiagramm, bezogen auf den Querſchnitt des Arbeitszylinders, *a b* iſt die Anſaugelinie, *b c* gibt die Verdichtung, *c d* das Ueberdrücken in den Behälter an. *d c e f g a* iſt in beiden Fällen das Diagramm des Arbeitszylinders; bei der Verpuffungsmaſchine bedeutet *d c* die Füllung, *c e* die Spannungsſteigerung, bei der Gleichdruckmaſchine *d e* die Füllung, welche mit der Verbrennung zuſammenfällt, in beiden Fällen *e f* die Ausdehnung, *f g* den Auspuff und *g a* den Ausſchub. Immer kann aber ſtatt der angenommenen, aus Pumpe und Arbeitszylinder beſtehenden Maſchine der Ottoſche Viertakt zur Anwendung kommen. Es entſtehen dann die beiden Diagramme Fig. 6 und 7. Dabei iſt zu beachten, daß das letztere nicht ohne weiteres durchführbar iſt, weil man die verdichtete Ladung, welche ſich im Zylinder befindet, nicht bei gleicher Spannung verbrennen kann. Man muß deshalb die Luft für ſich verdichten und erſt dann den Brennſtoff in dem Maße, wie er verbrennt, zuführen. Die Figur iſt nun aber nur näherungsweiſe richtig, weil *a b c* ſich nur auf Luft bezieht. Teilt man die Flächen *b c d e b* durch Adiabatenſcharen in Elemente, die als Carnotſche Kreisprozeſſe betrachtet werden können, ſo ſieht man, daß bei gleichem Verdichtungsgrade das Gleichdruckverfahren ſchlechter ſein muß als das Verpuffungsverfahren, weil die Wärmezufuhr bei erſterem bei abnehmendem Volumen erfolgt. Dagegen läßt das Gleichdruckverfahren bei gleicher Höchſtſpannung größere Verdichtung zu; das kann den Unterſchied nicht nur ausgleichen, ſondern ſogar bewirken, daß die Gleichdruckmaſchine mehr leiſtet als die Verpuffungsmaſchine. Jedenfalls iſt alſo erſtere von hohem Verdichtungsgrade

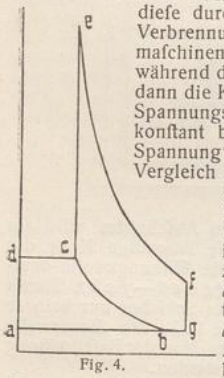


Fig. 4.

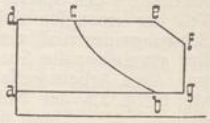


Fig. 5.



Fig. 6.

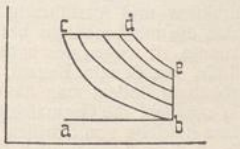


Fig. 7.

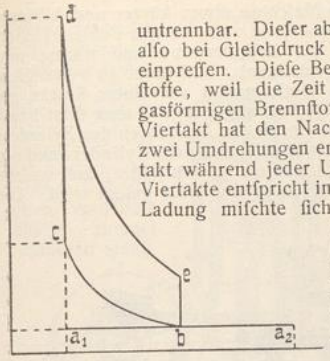


Fig. 8.

untrennbar. Dieſer aber würde Selbſtzündung des Gemiſches bewirken, man muß alſo bei Gleichdruck die Luft allein verdichten und dann erſt den Brennſtoff einpreſſen. Dieſe Bedingung aber führt zur Beſchränkung auf flüſſige Brennſtoffe, weil die Zeit des Kolbenweges *c d* zu kurz iſt, um das große Volumen gasförmigen Brennſtoffes, was nötig iſt, in den Zylinder zu bringen. — Der Viertakt hat den Nachteil, daß auf jeder Kolbenſeite nur ein Arbeitstakt auf je zwei Umdrehungen entfällt. Hat man dagegen auf jeder Kolbenſeite einen Arbeitstakt während jeder Umdrehung, ſo nennt man das Verfahren Zweitakt. Dem Viertakte entſpricht in Fig. 8 die Linie $a_1\ b\ c\ d\ e\ b$. Nimmt man an, die angeſaugte Ladung miſchte ſich mit den zurückbleibenden Verbrennungsgaſen nicht, ſo könnte man dieſelben Vorgänge bei einer Umdrehung in einem Zylinder doppelten Hubes ſo aufeinander folgen laſſen: Das Spiel beginnt, während der Zylinder in ſeiner hinteren Hälfte mit Abgaſen gefüllt iſt, auf Mitte Hub in *b*. Der vorgehende Kolben zieht auf dem Wege *b* a_2 die Verbrennungsgaſe hinter ſich her, und die Füllung tritt durch ein am hinteren Zylinderende angebrachtes Ventil ein. Geht der Kolben zurück, ſo ſchiebt er die vor ihm lagernden Abgaſe durch ein in der Mitte des Zylinders angebrachtes Ventil auf dem Wege $a_2\ b$ heraus, während die Füllung im hinteren Zylinderteile lagert. Dann wird der Zylinder geſchloſſen und gemäß *b c* verdichtet, *c d* ſtellt wieder die Verpuffung, *d e* die Ausdehnung, *e b* den Auspuff dar. Die Vorgänge ſind alſo beim Zweitakte genau dieſelben wie beim Viertakte, nur wird bei letzterem die einfache Hublänge zweimal, bei erſterem die doppelte Hublänge einmal benutzt. Weil aber völlige Trennung von Abgaſen und Füllung nicht möglich iſt, kann man dieſen Gedanken nicht ausführen, ſondern gebraucht eine beſondere Pumpe zum Füllen des Zylinders. Das Diagramm nimmt dadurch die Geſtalt der Fig. 9 an, der Punkt *b* liegt nicht in der Mitte des Hubes, ſondern kurz vor dem äußeren Totpunkte. Die Pumpe, welche entweder das brennbare Gemiſch oder Luft und Gas getrennt anſaugt, verdichtet ihren Inhalt nur mäßig und drückt zunächſt bei der Kolbenſtellung *b*, wo der Ausgang zu öffnen beginnt, Luft in den Zylinder, welche die Abgaſe heraustreibt, alſo den Zylinder ausfegt. Im weiteren Verlaufe des Kolbenweges *b a b* tritt dann auch Gas ein, wobei man eine Miſchung möglichſt zu verhindern ſucht, damit keine Gasverluſte ſtattfinden. Iſt der Kolben bis *b* zurückgegangen, ſo wird der Ausgang geſchloſſen, und die Verdichtung beginnt. Man erreicht jetzt alſo dasſelbe, wie vorhin geſchildert, mit einem weit kleineren Arbeitszylinder; derſelbe braucht nur wenig länger zu ſein als der Viertaktzylinder. Macht man den Viertakt doppelt wirkend, ſo gehört, wie beim einfach wirkenden Zweitakte, zu jeder Umdrehung ein Krafthub. Aber zwiſchen beiden Arbeitsweiſen iſt ein weſentlicher Unterſchied; beim doppelt wirkenden Viertakte muß der Verpuffung auf der einen Kolbenſeite die auf der andern unmittelbar vorangehen oder folgen, während beim Zweitakte die Krafthübe gleichmäßig abwechſeln. Die Taktfolge iſt bei letzterem —!—!—!—!, beim doppelt wirkenden Viertakte aber —!!——!!—. Der Zweitakt wird alſo regelmäßigeren Gang ergeben oder leichtere Schwungräder zulaſſen. Mit einer doppelt wirkenden Zweitaktmaſchine kommt man der Arbeitsweiſe der Dampfmaſchine gleich, während dieſe beim Viertakt erſt durch Zwillingsanordnung erreicht werden kann.

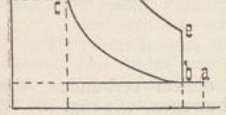


Fig. 9.

Bauart der Viertaktmaſchinen. Obwohl ſich Ottos Maſchine gut bewährt hat, blieb ihre Form doch nicht lange vorbildlich. Zunächſt ging man vom Kreuzkopf ab und wendete

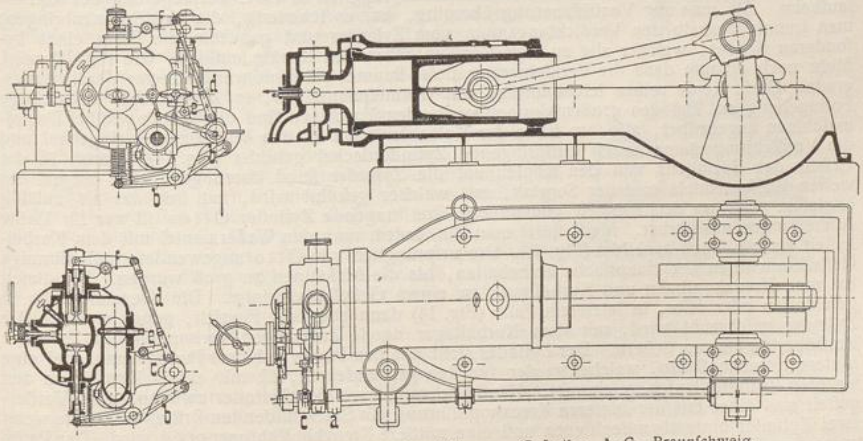


Fig. 10—13. Einfach wirkende Viertaktmaſchine von G. Luther, A.-G., Braunſchweig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tauchkolben an. Dadurch wird die Maſchine etwas kürzer und billiger; aber die grundſätzlich mit dem Tauchkolben verbundenen Fehler, Uebertragung des Führungsdruckes auf die Zylinderwand und warme und unzugängliche Lage des Pleuelſtangenbolzens, ſind nicht zu vermeiden. Der Zylinder Ottos war mit dem Waſſermantel aus einem Stücke gegoſſen. Auch davon iſt man faſt allgemein abgegangen, man ſetzt heute die Kolbenlaufbahn meiſtens ein, was einmal das Ausbohren des Zylinders ſehr erleichtert und weiterhin eine freie Ausdehnung der Zylinderwandung gegenüber der Wandung des Waſſermantels gewährleiſtet, auf welche mit Rückſicht auf die Wärmeſpannungen großer Wert gelegt wird. Die

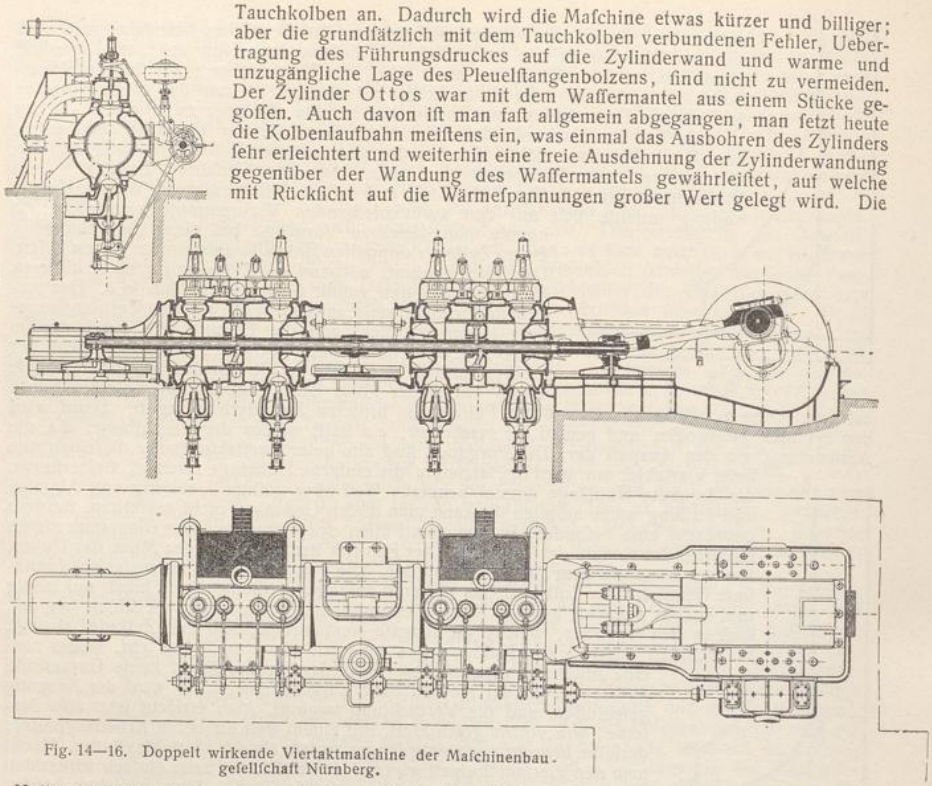


Fig. 14—16. Doppelt wirkende Viertaktmaſchine der Maſchinenbaugeſellſchaft Nürnberg.

Kolbenlaufbahn wird nur am hinteren Ende des Waſſermantels mit dieſem verbunden, das vordere, etwa durch einen Kupferring abgedichtete Ende kann ſich frei bewegen, wie Fig. 10—13 zeigen. Allerdings findet ſich bei den großen doppelt wirkenden Maſchinen der Nürnberger Maſchinenbaugeſellſchaft (Fig. 14—16) Zylinder und Waſſermantel in einem Stück gegoſſen, doch ſind dieſe Waſſermäntel ſehr weit, ſo daß die Biegungsſpannungen im äußeren Rande, hervorgerufen durch die Ausdehnung der Laufbahn gegenüber dem Mantel, unſchädlich werden. Auf die Abnutzung braucht weniger Gewicht gelegt zu werden, weil die Kolben doppelt wirkender Maſchinen frei tragend ſind. Vielfach iſt auch der Mantel durchſchnitten und die ſo entſtehende Ringöffnung beſonders abgeſchloſſen, doch hat dies den Nachteil, daß die Kraftübertragung dann nur durch die innere Wandung geſchieht.

Der Verdichtungsraum beſtand bei Otto urſprünglich in einer Verlängerung der Kolbenlaufbahn. Als man zur Ventilſteuerung überging, war es ſchwierig, die Ventile anzubringen; man trennte deshalb den Verdichtungsraum vom Zylinder und gab ihm die Form eines beſonderen Kopfes, welcher alle zu den Ventilen führenden Kanäle enthielt, wie Fig. 10 zeigt. Mehr noch drängte dazu die Verkleinerung dieſes Raumes bei Einführung höherer Verdichtungsgrade. Dieſe Köpfe reißen leicht infolge von Wärmeſpannungen, es kommt ſehr auf richtige Formgebung an. Bei den großen doppelt wirkenden Maſchinen ſind die Ventile wie bei Dampfmaſchinen angeordnet, alſo am Ende der Kolbenlaufbahn in den Waſſermantel eingebaut und die Verdichtungsräume durch einſpringende Zylinderdeckel gebildet (Fig. 14). Damit iſt die Gefahr des Springens von den Köpfen auf die Zylinder ſelbſt übertragen, aber wegen des weiten Waſſermantels und der Sorgfalt, mit welcher gekühlt wird, hat ſich das als zuläſſig erwieſen. Der an den Rahmen geſchraubte, frei tragende Zylinder Ottos iſt nur für kleine Abmeſſungen ausführbar. Meiſt ſtützt man ihn, indem man den Waſſermantel mit dem Kurbelkaſten als ein Stück ausbildet (Fig. 10). Die urſprünglich von Otto angewendete kaſtenförmige Geſtellform iſt in der Hauptſache beibehalten, bis die Maſchinen zu groß wurden. Bei dieſen hat man Kreuzkopfbahn und Kurbellager zu einem Geſtelle vereinigt. Die Kreuzkopfbahn iſt geſchloſſen oder offen, in letzterem Falle (Fig. 14) dann aber der Flanſch, gegen welchen der Zylinder geſchraubt wird, mit dem Kurbellager durch Zugſtangen verbunden, um zentrale Kraftübertragung zu ſichern. Der Zylinder ſteht mit den Füßen auf dem Fundamente, und eine hintere Kreuzkopfbahn, welche wieder für ſich gegründet iſt, iſt mit einem Flanſch an den hinteren Zylinderflanſch geſchraubt. Häufig ſchwebt auch der Zylinder zwiſchen dem Vordergeſtell und einer mit der hinteren Kreuzkopfführung ein Stück bildenden Brille, beſonders wenn zwei Zylinder hintereinander ſtehen und eine mittlere Kreuzkopfführung nötig wird. Der Raum unter dem Zylinder bleibt dann freier als die Anordnung von Füßen geſtattet, was der Austritts-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ventile wegen fehr wünſchenswert iſt. Seltener findet ſich ein durchgehendes Bett, auf dem der Zylinder gelagert iſt. Da der einfach wirkende Viertakt einen verhältnismäßig unregelmäßigen Gang

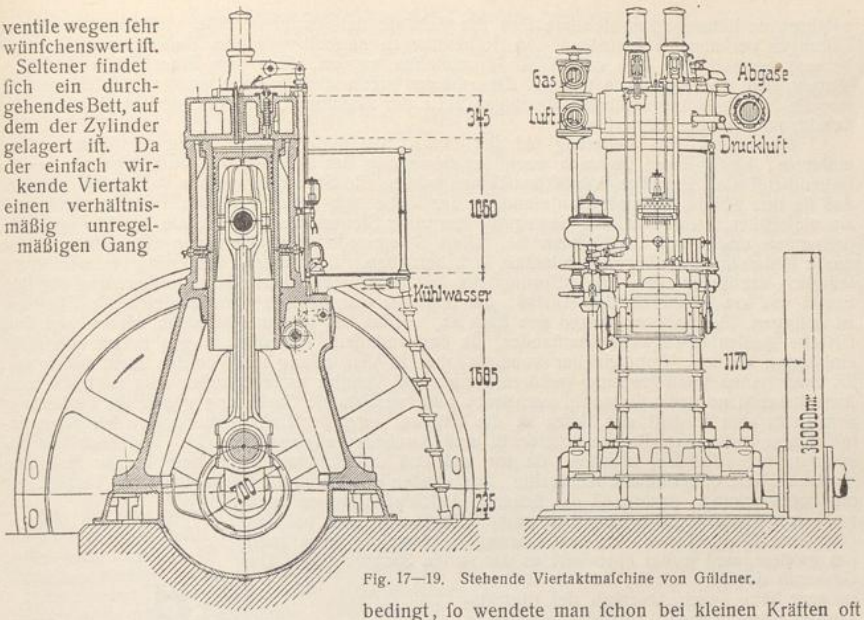


Fig. 17—19. Stehende Viertaktmaſchine von Güldner.

bedingt, ſo wendete man ſchon bei kleinen Kräften oft Zwillinge an. Man unterſcheidet Gleichzwillinge, Gegen- und Reihenzwillinge, je nachdem, ob die Zylinder auf einer Wellenſeite parallel, auf beiden Wellenſeiten oder auf einer hintereinander liegen. Gleichzwillinge erfordern große Breite, Gegenzwillinge ergeben die falſche Taktfolge der doppelt wirkenden Maſchinen, und Reihenzwillinge ſetzen Stopfbüchſen voraus.

Gasmaſchinen werden meiſt liegend gebaut, nur für kleinere Abmeſſungen hat man ſie ſtehend angeordnet. Erſt in neuerer Zeit findet man größere ſtehende Maſchinen. Dieſe ſind weniger überſichtlich und weniger ſtandfeſt, auch meiſt weniger bequem in Ordnung zu halten. Dagegen ſind ſie billiger und beanſpruchen weniger Raum. Sie laſſen eine ſehr zweckmäßige Anordnung der Ventile zu und geſtatten eine gleichmäßig über den Umfang verteilte Kolbenſchmierung; auch wirkt das Kolbengewicht nicht abnutzend. Nur bei ganz kleinen ſtehenden Maſchinen legt man die Welle nach oben. Es iſt für dieſe zweckmäßig, weil man den Kolben leicht herausheben kann und die Anordnung für die Bedienung bequem iſt. Größere Maſchinen werden aber nur hinreichend ſtandfeſt, wenn man die Welle nach unten legt, wie bei Fig. 17—19. Als Geſtell wendet man meiſt das ſogenannte A-Geſtell an; das bei den Dampfmaſchinen ſo beliebte Hammergeſtell iſt ſelten. Auf einer Grundplatte, welche die Lager enthält, ſteht breitbeinig der Ständer, deſſen oberer Teil den Kühlmantel bildet. Der Zylinder iſt von oben her eingeſchoben, der Kopf legt ſich glatt auf Zylinder und Mantel. Die Ventile liegen ganz unten im Kopfe und treten beim Oeffnen in den Zylinder hinein, ſo daß der Verdichtungsraum wieder, wie beim alten Otto, eine Fortſetzung des Zylinders bildet. So gedrängte Anordnung iſt bei liegender Anordnung gar nicht möglich. Auch der Zünder ragt in den Zylinder, ſein Abſtand vom Kolben iſt alſo äußerſt kurz und damit eine ſchnelle Ausbreitung der Flamme bei der Entzündung geſichert. Oefters findet man ganz eingekapſelte Wellen, ſei es, um die bewegten Teile vor Staub zu ſchützen, ſei es, um die Kurbel durch Oel laufen zu laſſen und ſo vollkommen reichliche Schmierung zu ſichern.

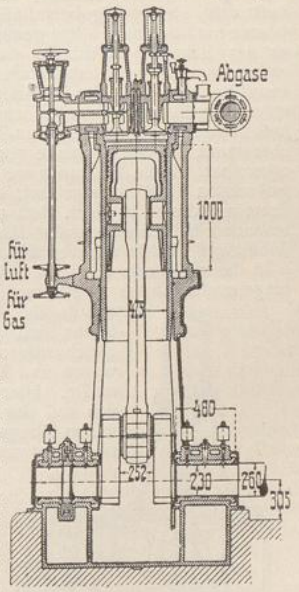


Fig. 19.

Bei den kleinen Zylindern der Otto ſchen Ausführungen kommt auf die Kühlung nicht viel an. Man läßt das Waſſer irgendwo im Kopfe unten eintreten und führt es irgendwo am Zylinder oben ab, ohne ſeiner Leitung beſondere Aufmerkſamkeit zu ſchenken. Bei größeren Zylindern aber muß man ſehr darauf achten, daß alle Teile der Wandung gut gekühlt ſind, damit nicht etwa Vorzündungen vorkommen oder die Wandung wegen ungleicher Erwärmung reißt. Es muß deshalb der Führung des Waſſers volle Aufmerkſamkeit gewidmet werden. Häufig hat man auch verſchiedene Leitungen angeordnet, um den wichtigſten Stellen genügend kaltes Waſſer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zuführen zu können; insbesondere sind die Gehäuse der Austrittsventile vielfach mit eignen Leitungen versehen. Die Kolben und Kolbenstangen doppelt wirkender Maschinen müssen unbedingt gekühlt sein, d. h. von Wasser durchflossen werden. Von den Einzelheiten der Ausführung mag hier abgesehen und auf die größeren Werke über Gasmaschinen verwiesen werden, nur die Hauptgesichtspunkte für diejenigen Teile der Maschinen, auf welchen ihre Arbeitsweise beruht, mögen kurz erörtert werden.

Steuerung. Die Steuerung hat den Zweck, die Maschine rechtzeitig zu füllen und zu entleeren, häufig dient sie auch noch zur Bewegung der die Zündung und Regelung beeinflussenden Teile. Bei allen Viertaktmaschinen müssen die Steuerungsorgane so bewegt werden, daß sie ihre Pflicht bei zwei Umdrehungen der Welle nur einmal erfüllen. Das erreicht man am einfachsten, wenn man ihre Bewegung von einer Steuerwelle ableitet, die halb so viel Umdrehungen macht wie die Kurbelwelle. Diese Steuerwelle wird dann von der letzteren aus durch Räder im Uebersetzungsverhältnis 1 : 2 betrieben. Zur inneren Steuerung werden heute lediglich Ventile benutzt. Die ursprüngliche Maschine Ottos hatte Schiebersteuerung für den Einlaß und ein Ventil für den Auslaß; der Schieber war gewählt, um zugleich die Zündung zu besorgen. Die Schieber nutzen sich stark ab, werden bei großen Maschinen schwer und sind Ursache großen Bewegungswiderstandes; sie sind verlassen. Hahnsteuerungen haben sich nicht einbürgern können. Rundschieber kommen aber in Verbindung mit Ventilen nicht selten vor. Zu einer reinen Ventilsteuerung gehören immer drei Ventile: es muß außer dem Eintritts- und Austrittsventil noch ein Gasventil vorhanden sein, welches die Gasleitung gegen die Luftleitung abschließt, den Austritt des Gases in die letztere, oder der Luft in die erstere bei Sauggasmaschinen, verhindert. Das Austrittsventil muß durchaus gesteuert sein; Gas- und Eintrittsventil können aber selbsttätig arbeiten, da nur während des Saugtaktes Luftleere in der Maschine herrscht. Diese öffnet sie also rechtzeitig; sie schließen sich durch ihr Eigengewicht in Verbindung mit Federwirkung; letztere ist des sicheren Abschlusses wegen nicht wohl zu entbehren. Die Sicherheit guten Schlusses ist aber bei dem Eintrittsventile größer als bei dem Gasventile, einmal ist jenes meist das größere, und weiter untersteht es der vollen Saugwirkung. Das Gasventil dagegen würde, falls es sich aufgehängt hätte, nach Abschluß des Eintrittsventiles offen bleiben. Deshalb steuert man das letztere häufig, wenn das erstere selbsttätig ist. An Stelle des Gasventiles tritt oft ein sogenanntes Mischventil, das Gas- und Luftzutritt gleichzeitig beeinflußt. Dasselbe könnte natürlich auch allein genügen, doch ist es des sicheren Abschlusses wegen immer ratsam, außerdem ein federbelastetes Eintrittsventil anzuwenden. Die Verbindung der einzelnen Ventile untereinander wird sehr verschiedenartig ausgeführt, grundsätzlich sind aber immer die drei Elemente vorhanden und erkennbar. Große Maschinen werden nur mit gesteuerten Ventilen ausgeführt; die Betriebssicherheit dieser ist doch stets größer; insbesondere bei schnellaufenden Maschinen sind selbsttätige Ventile unzuverlässig. Drei völlig gesonderte Ventile hat z. B. die Steuerung Fig. 20. *a* ist das gesteuerte Gasventil; das Gas mischt sich, aus dem Rohr *b* tretend, mit der das Rohr umgebenden, durch *c* zuströmenden Luft. *d* ist das Eintritts-, *e* das Austrittsventil. Doppelsitzventile für den Eintritt von Luft und Gas finden sich öfters, der Schwierigkeit der gleichzeitigen Abdichtung beider Ventilsitze wegen sind Anordnungen wie Fig. 21 zweckmäßig. Hier wird das Gasventil durch eine sich auf das Luftventil stützende Feder auf seinen Sitz gedrückt. Es öffnet das Luftventil zuerst, etwas später wird durch einen auf seiner Stange sitzenden Bund das Gasventil mitgenommen. Daß nun auch das Gasventil früher schließt und zuletzt nur Luft eintritt, ist bedeutungslos, weil der Schluß infolge Federwirkung sehr schnell erfolgt. Eine gute Mischung von Gas und Luft ist sehr wesentlich. Bei der Anordnung Fig. 22, die für ganz große Gichtgasmaschinen bestimmt ist, haben wir doppelsitzige Gasventile *a*, durch welche das Gas in den Mischraum *c* oberhalb des Eintrittsventils *b* gelangt, während die Luft von *d* aus durch die Löcher in der Wandung des Mischraumes zutritt. Sehr häufig findet sich vor dem Eintrittsventil noch ein besonderes Mischventil.

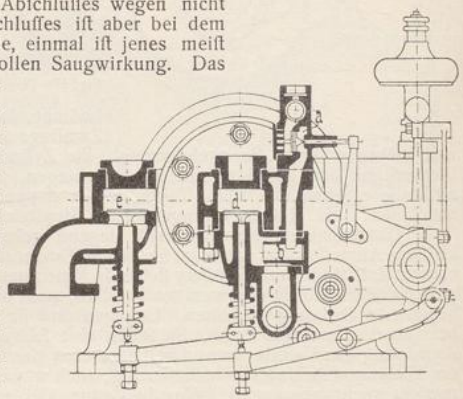


Fig. 20. Steuerung der Motorenfabrik Werdau.

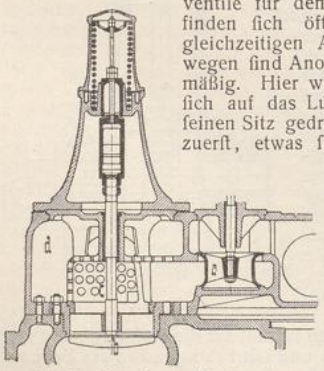


Fig. 22. Nürnberger Einlaßventil.

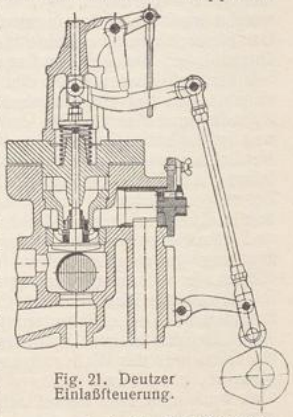


Fig. 21. Deutzer Einlaßsteuerung.

Dieſes kann ohne Gefahr doppelſitzig ausgeführt werden, weil es hier, da das Eintrittsventil dichten Abſchluß ohnehin ſichert, auf ſcharfe Abdichtung nicht ankommt. Bei der Steuerung Fig. 23 ſtrömt dem Miſchventil das Gas durch das Rohr *B* und den Hahn *C*, die Luft durch das Rohr *D* zu; erſteres geht durch den inneren Ventilſitz *a*, letztere durch den äußeren *b*. Zwiſchen Miſchventil und Eintrittsventil *F* liegt eine vom Regler beeinflußte Droſſelklappe *E*, *G* iſt das Ausgangsventil.

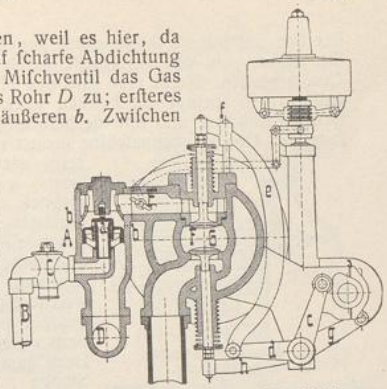


Fig. 23. Einlaßſteuerung von Gebr. Körting.

Während die Eintrittsventile ſelbſt bei großen Maſchinen durch die Füllung kühl genug gehalten werden, machen bei ſolchen die Austrittsventile Schwierigkeiten; ſie werden ſehr heiß und verziehen ſich leicht. Man kühlt deshalb die Ventilſitze, ja die Ventile ſelbſt durch Waſſerumlauf, ungekühlte Ventile aber legt man ſo, daß ſie von der eintretenden kalten Füllung getroffen werden.

Die Bewegung der Ventile von der Welle aus erfolgt meiſt durch unrunde Scheiben, die auf Hebel wirken, wie es ſchon bei der Otto-Maſchine geſchah. Exzenter finden ſich weniger häufig, da ſie ohne weiteres keine hinreichend ſchnelle Ventilbewegung geſtatten, man wendet ſie nur bei großen Maſchinen mit Klinkſteuerung an. Um die Reibung zwiſchen Nocken und Hebel zu beſeitigen, tragen letztere ſtets Rollen, gelegentlich wirken ſie auch auf die Ventile durch ſolche. Die gewöhnliche Anordnung iſt bei den Steuerungen Fig. 20 und 23 zu erſehen. Schon bei letzterer wird der gewöhnliche Hebel zur Bewegung des Eintrittsventiles zu ſchwer und ungeſchickt; man hat eine Hubſtange *e* eingeſchaltet, die auf dem Stifte *f* geführt wird. Bei ſehr großen Maſchinen wird die unmittelbare Hebelübertragung unmöglich, man muß entweder zwei Hebel durch Stangen verbinden oder doch zur Exzenterſteuerung greifen. Bei der Maſchine Fig. 10—13 wird das Auslaßventil durch den Hebel *b* geſteuert, deſſen Rolle von dem Nocken betätigt wird. Der Nocken *c* wirkt auf das Einlaßventil mittels der durch die Stange *d* verbundenen Hebel *e* und *f*. Die große Maſchine Fig. 14—16 hat Exzenterſteuerung und bewegt die Ventile mittels Wälzhebeln. Dieſe ſind für das Steuern ſchwerer Ventile ſehr beliebt, weil ſie ein veränderliches Ueberſetzungsverhältnis haben. Man kann alſo das Ventil langſam lüften und ſpäter ſchneller heben, um ruhiges Oeffnen zu erzielen. Der Schluß der Ventile erfolgt ſtets durch Federkraft; die Federn müſſen ſo ſtark ſein, daß die Ventile durch den Unterdruck nicht geöffnet werden können.

Zündung. Die Entzündung der Ladung wurde von Otto mit Hilfe des Schiebers durch eine außerhalb des Zylinders brennende Gasflamme bewirkt. Dieſe ſogenannten Flammenzündungen werden gar nicht mehr angewendet. Selten findet man auch noch Glührohrzündung. Man denke ſich, Fig. 24, am Zylinder ein geſchloſſenes Rohr *a* angebracht und durch einen Hahn *b* vom Zylinder getrennt. Wird nun das Rohr durch eine äußere Flamme glühend erhalten und am Ende des Verdichtungshubes die Verbindung mit dem Zylinderinnern hergeſtellt, ſo wird der Zylinderinhalt in das Rohr eintreten, indem er die darin enthaltenen Verbrennungsgaſe zuſammendrückt; er wird die Glühzone erreichen und ſich entzünden, die Flamme aus dem Rohr in den Zylinder ſchlagen. Ein ſolches Glührohr nennt man ein geſteuertes. Es iſt aber die Steuerung gar nicht nötig. Vielmehr hat die Erfahrung gelehrt, daß auch ein offenes Glührohr, das alſo dauernd mit dem Zylinder in Verbindung ſteht, ſeinen Zweck erfüllt. Dieſe auffällige Erſcheinung läßt ſich ſo erklären: das Rohr iſt mit Verbrennungsgaſen gefüllt, während des Anſaugens kann alſo brennbares Gemiſch nicht hinein gelangen; eine Miſchung des Rohrinhalts mit dem Zylinderinhalte iſt bei der Kürze der Zeit ausgeſchloſſen. Wenn aber der Zylinderinhalt verdichtet wird, ſo drückt er den Rohrinhalt zurück und kommt mit der glühenden Wandung in Berührung. Solange aber noch eine Strömung vom Zylinder in das Rohr ſtattfindet, kann die Flamme nicht zurückſchlagen, ihre Fortpflanzungsgeſchwindigkeit iſt kleiner als die Stromgeſchwindigkeit. Erſt wenn am Ende der Verdichtung der Strom aufhört zu fließen, kann ſich die Flamme rückwärts in den Zylinder bewegen und den Inhalt desſelben zur Verpuffung bringen. Deshalb iſt auch bei einem offenen Glührohr die Totpunktzündung geſichert.

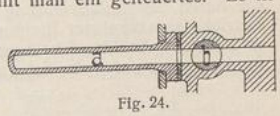


Fig. 24.

Die Glührohre beſtehen gewöhnlich aus Porzellan beſter Art, das zufälligen Zug gut verträgt, ohne zu ſpringen. Heute wendet man faſt ausſchließlich elektriſche Zündung an. Schon vor Otto tat man das, ſpäter aber wurde wegen der mancherlei Mängel, welche die Einrichtung hatte, Flammen- und Glührohrzündung bevorzugt. Bei den heutigen Anordnungen elektriſcher Zündung unterſcheidet man Kerzen- und Abreißzündung. Bei erſterer, welche ſeltener iſt, befindet ſich in einem Stromkreiſe eine Unterbrechung; ſchickt man einen Strom hindurch, ſo ſpringen an der Unterbrechungsſtelle Funken über. Die dazu dienende Vorrichtung nennt man eine Zündkerze. Um eine gute Funkenbildung zu haben, gebraucht man einen Strom hoher Spannung, den man am einfachſten mit Hilfe eines Transformators erzeugt. Bei der Abreißzündung, die heute faſt allgemein angewendet wird, gebraucht man nur einen Strom geringerer Spannung. Man erzeugt den Funken hier durch plötzliche Unterbrechung (Abreißen) eines Stromkreiſes, die durch Selbſtinduktion einen kurzen gleichgerichteten Strom hoher Spannung ergibt. Welche Elektrizitätsquelle man verwendet, iſt gleichgültig. Da Magnetmaſchinen am ſparſamſten ſind, weil ſie Strom nur in dem Augenblick geben, wo er gebraucht wird, ſo werden ſie bevorzugt. Fig. 25 erläutert die Abreißzündung. *a* iſt ein in die im Deckel des Zylinders angeordnete Zündbüchſe geſteckter, durch die Glimmerplattenlager *b* iſolierter Stift und *c g d* ein Winkelhebel,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der ſich mit ſeinem Arme *c* feſt gegen das in den Zylinder ragende Ende des Stiftes *a* legt. Der Strom geht von der Quelle durch den Stift und den Hebel an das Eiſen der Maſchine zur Quelle zurück. Wenn man nun den Hebel plötzlich dreht, ſo daß der Arm *c* ſich vom Stifte *a* entfernt, ſo ſpringt ein Funken über. Dieſe ſogenannten Abreißzündungen haben ſich vortrefflich bewährt und ſind deshalb allgemein eingeführt, nur bei Schnelläufern arbeiten ſie zu langſam. Die Magnetmaſchine ordnet man mit umlaufendem oder ruhendem Anker an. Fig. 26 zeigt die letztere Einrichtung. *a* iſt ein Hufeiſenmagnet, von denen mehrere hintereinander liegen; der ruhende Anker *b* iſt von einer durchbrochenen Hülſe *c* aus weichem Eiſen umgeben, welche durch den Daumen *d* gedreht und durch die Federn *e* zurückgeholt wird. Der Daumen *d* zieht alſo die Stange *f* langſam zurück, ſchnappt er ab, ſo werfen die Federn *e* die Stange mit ihrem Gabelende gegen das Ende *g* des vorher erwähnten Winkelhebels, welcher ſich alſo vom Stifte *h*, den Abreißfunken bildend, löſt. Eine Feder holt den Winkelhebel zurück. Die Zündung muß, entſprechend der Kolbengeſchwindigkeit und der Zündfähigkeit des Gemiſches, etwas vor dem Totpunkte eingeleitet werden, um rechtzeitige Spannungsſteigerung zu bewirken. Man macht deshalb vielfach den Zündpunkt verſtellbar, um ſich den beſonderen Umſtänden anpaſſen zu können.

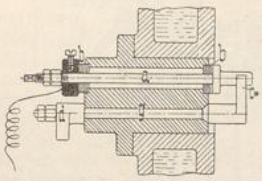


Fig. 25. Abreißmechanismus für Magnetzündung.

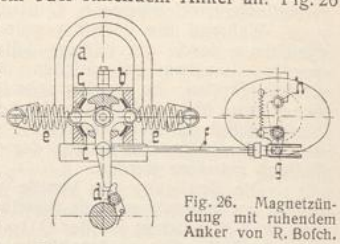


Fig. 26. Magnetzündung mit ruhendem Anker von R. Boſch.

Regelung. Bei der Regelung einer Gasmaſchine iſt gegenüber der einer Dampfmaſchine von vornherein ein Umſtand zu beachten. Wir haben bei letzterer im Dampfkeſſel einen Kraftſammler, können von dem Energievorrate desſelben nach Bedarf mehr oder weniger entnehmen und den Regler alſo ſo einrichten, daß er die Maſchine nach Bedarf fördert oder hemmt. Bei der Gasmaſchine fehlt der Akkumulator, hier kann alſo der Regler nur hemmend wirken; er kann verhindern, daß die Umdrehungszahl über ein gewiſſes Maß hinaus wächſt — er kann aber zu langſamen Gang der Maſchine nicht beſeitigen. Die Maſchine muß alſo immer das Beſtreben haben, zu ſchnell zu gehen, der Regler ſie halten, wenn ſie normale Leiſtung aufweiſt. Es lag nahe, den Gaszufluß zu droſſeln, um die Maſchine zu regeln. In der Tat finden wir bei den älteſten Maſchinen dieſe Art der Regelung in Anwendung. Sie hat aber den großen Uebelſtand, daß die Zuſammenſetzung der Miſchung durch ſie verändert wird. Damit die Maſchine möglichſt vorteilhaft arbeitet, muß ein gewiſſes Miſchungsverhältnis angewendet werden, ein gewiſſer Luftüberſchuß vorhanden ſein. Vergrößert man dieſen durch Droſſelung des Gaszufluſſes, ſo wird die Miſchung ärmer, als ſie der Zündfähigkeit wegen ſein ſollte, die Zündung wird träge und hört ſchließlich ganz auf, ſo daß unverbranntes Gas durch die Maſchine geht. Demzufolge treten Gasverluſte und unregelmäßiger Gang ein. Auch kommt es vor, daß das zu arme Gemiſch ſo langſam verbrennt, daß die im Verdichtungsraume zurückbleibenden Abgaſe noch nicht erloſchen ſind und das friſch angeſaugte Gemiſch vorzeitig entzünden, beſonders wenn dieſes wieder ſtärker wird. Dann treten alſo Verpuffungen während des Anſaugens auf, die durch das Einlaßventil in die Saugleitung ſchlagen, ſogenannte Knaller, welche alſo auf das Getriebe in verkehrter Richtung einwirken und den Gang der Maſchine plötzlich verlangſamen, ja dieſe zum Stillſtand bringen können. Deshalb regelte Otto ſo, daß er das Gas nicht droſſelte, ſondern ganz abſperrte, ſobald die Maſchine zu ſchnell ging. Sie erhielt alſo entweder ſo viel Gas, wie zur richtigen Ladungsbildung erforderlich war, oder gar keines; es fiel alſo durch Einwirkung des Reglers, ſo oft es nötig war, eine Verpuffung aus, die Maſchine nahm während des Regelſpieles nur Luft. Es entſtehen ſo Diagramme wie Fig. 27. Hier iſt *a* das gewöhnliche Diagramm, dann kommt der Ausſetzer *b*, und dieſem folgt das etwas kleinere Diagramm *c*. Die Ausdehnungslinie im Ausſetzerdiagramm liegt wegen der Abkühlung des Zylinders etwas unter der Verdichtungslinie. Otto erzielte die Ausſetzer, indem er einen auf der Steuerwelle ſitzenden Nocken, deſſen Daumen auf einen das Gasventil betätigenden Winkelhebel wirkte, durch den Regler zur Seite ſchieben ließ, ſ. Fig. 1 und 2. Man kann aber, ſtatt den Eintritt abzuſperren, auch das Auslaßventil offen halten, während die Maſchine ſaugt. Dann bleibt das ſelbſttätige Einlaßventil geſchloſſen, und die vorher ausgeſtoßenen Abgaſe werden zurückgeſaugt. Iſt das Einlaßventil aber geſteuert, ſo muß ſeine Steuerung außer Tätigkeit geſetzt werden, ſobald das Austrittsventil offen gehalten wird. Man hat in dieſer Art des

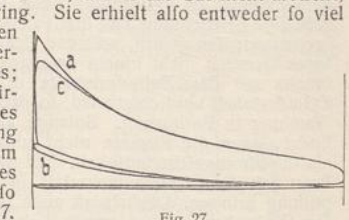


Fig. 27.

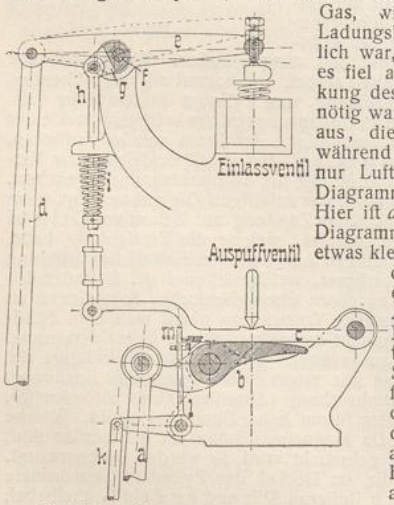


Fig. 28. Ausſetzerregelung von Banki.

Regelns den Vorteil ſehen wollen, daß die Maſchine durch dasſelbe nicht abgekühlt wird, als Nachteil hat man angeführt, daß alle Unreinigkeiten, welche bereits ausgeſtoßen waren, wieder in die Maſchine gelangen. Bei der Steuerung einer größeren ſtehenden Maſchine, Fig. 28, bewegt die Exzenterſtange *a* mittels des Wälzhebels *b* und des Zwiſchenhebels *c* das Auspuff-, die Exzenterſtange *d* mittels des Doppelhebels *e* das Eintrittsventil. Der Hebel *e* iſt exzentriſch gelagert; die gegenüber dem Zapfen *f* außer Mitte ſtehende Achſe desſelben wird durch den Hebel *g* gedreht. Letzterer iſt durch die Stange *h*, welche durch die Feder *i* möglichſt tief gehalten wird, mit dem Hebel *c* verbunden. Der Regler dreht mittels der Stange *k* den Winkelhebel *l* und ſtellt bei zu ſchnellem Gange die Zunge *m* unter den Hebel *e*, ſo daß das Ausgangsventil geöffnet bleibt. Dadurch wird aber der Hebel *e* in die punktierte Lage gehoben und kann eine Bewegung ausführen, ohne das Eintrittsventil zu beeinfluſſen.

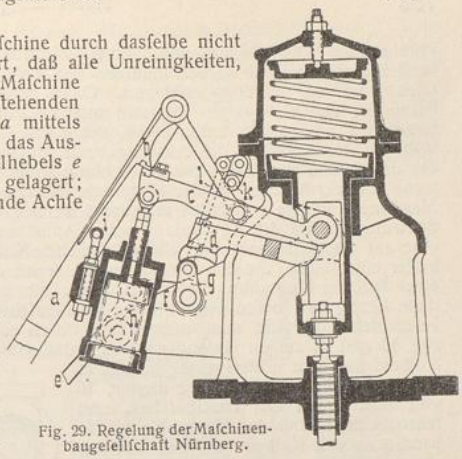


Fig. 29. Regelung der Maſchinenbaugeſellſchaft Nürnberg.

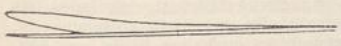
Die Regelung durch Ausſetzen iſt vom wärmetheoretiſchen Standpunkte aus die beſte, welche man haben kann, denn man ändert bei ihr die Bedingungen, von welcher die beſte Form des Diagramms abhängt, nur inſoweit, als die Rückſtände das bedingen. Blieben dieſe unverändert, ſo würde die Regelung die Diagrammform überhaupt nicht beeinfluſſen. Aber es liegt auf der Hand, daß die Regelmäßigkeit des Ganges zu wünſchen übrigläßt. Schon Otto ſah ſich genötigt, bei Maſchinen für elektriſche Betriebe die Gemiſchregelung anzuwenden. Er erreichte das, indem er den erwähnten, auf der Steuerwelle verſchiebbaren Einlaßnocken abſchrägte. Die Gemiſchregelung durch eine einfache Droſſelklappe zu erzielen, welche vom Regler geſtellt wird, vermeidet man bei großen Maſchinen gern wegen der Rückwirkung auf dieſen; man zieht vor, die Zeit der Ventilöffnung vom Regler abhängig zu machen und wendet, wie bei Dampfmaſchinen, Klinkſteuerungen an. Das Verfahren hat den Nachteil, daß die Maſchine zuletzt nur Luft nimmt. Bei den hier allein in Betracht kommenden armen Gaſen ſchadet das aber nicht viel, weil hier die Gasmenge gegenüber der Luftmenge groß iſt; es kommt nicht ſo darauf an, wie bei Leuchtgasmaſchinen, in der Nähe der Zündſtelle reiches Gemiſch zu haben. Bei der Steuerung, Fig. 29, bewegt die Exzenterſtange *a* mittels der Klinke *b* den aktiven Wälzhebel *c* und ſomit das Ventil. Der paſſive Wälzhebel *d* wird durch die Reglerſtange *e* und den Hebel *f g* verſtellt. An dem um eine feſte Achſe drehbaren Luftpuffer *h*, welcher den Ventilſchlag mäßigen ſoll, ſitzt die Rolle *i*, welche die Klinke *b* je nach der Stellung von *d* früher oder ſpäter auslöſt. Der Regler verſtellt gleichzeitig mittels der Stange *l* noch die Rolle *k*, welche beim Ausklinken dem aktiven Wälzhebel *c* als Hubgrenze dient, was ſeiner Maſſenwirkung wegen wohl erforderlich ſein wird, da er ſonſt, beſonders bei nicht ganz richtiger Einſtellung des Luftpuffers, leicht ſtörende Schwingungen ausführen könnte.


Fig. 30.

Man kann aber auch regeln, indem man die Zuſammenſetzung der Miſchung unverändert läßt, aber ihre Menge ändert. Am einfachſten geſchieht das durch eine gewöhnliche Droſſelklappe, welche zwiſchen Miſch- und Eintrittsventil liegt, ſ. Fig. 23. Es entſtehen dann Diagramme wie Fig. 30—32. Dieſe ſogenannte Füllungsregelung unterſcheidet ſich alſo von der Gemiſchregelung dadurch, daß bei letzterer die Verdichtungsſpannung gleichbleibt, bei erſterer aber vom Regler erniedrigt wird. Vom wärmetheoretiſchen Standpunkte aus iſt beides falſch; die Gemiſchregelung verſchlechtert den Kreisprozeß dadurch, daß ſie die Verbrennung verlangſamt, die Füllungsregelung durch Herabſetzung des Verdichtungsgrades. Die letztere aber erhält die Zündbarkeit bis zum Leergange herab. Selbſtverſtändlich erzielt man dieſe Droſſelung auch, wenn der Regler den Hub des Eintrittsventiles beherrſcht. So verſtellt in Fig. 21 der Regler eine Stelze, deren Ende der Drehpunkt des ſteuernden Wälzhebels bildet.


Fig. 31.

Man hat auch Gemiſch- und Füllungsregelung verbunden. Bis zu einer gewiſſen Grenze hinab benutzt man erſtere, ohne die Zündfähigkeit erheblich zu ſchädigen, von da bis zum Leergange letztere, um die Zündfähigkeit zu erhalten. Man kann auch regeln, indem man den Regler auf die elektriſche Zündvorrichtung ſo einwirken läßt, daß die Zündung verſpätet eintritt, wenn die Maſchine zu ſchnell geht. Doch iſt dieſes Verfahren, das nur bei kleinen Wagenmaſchinen vorkommt, durchaus unwirtſchaftlich, weil es unvollkommene Verbrennung oder doch wenigſtens unvollſtändige Ausdehnung zur Folge hat.


Fig. 32.

Anlaßvorrichtungen. Man kann eine Gasmaſchine nicht wie eine Dampfmaſchine anlaſſen, weil der Dampfkeſſel, der Kraftſammler, fehlt. Die Gasmaſchine bereitet ſich vielmehr bei jedem Spiele ihre Arbeitsflüſſigkeit ſelbſt, daher muß ihr die nötige Menge wenigſtens für ein Spiel vor der Inbetriebſetzung zur Verfügung geſtellt werden. Kleine Maſchinen, falls ſie nicht zu ſchnell laufen, werden vielfach von Hand angedreht, doch ſind mechaniſche Einrichtungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorzuziehen. Die Maſchine wird immer unbelaſtet in Gang geſetzt, weil die Anlaßvorrichtungen ſonſt übermäßig groß werden müßten. Das Anlaſſen wird beſonders durch die Verdichtung der Ladung vor der Zündung erſchwert. Otto beſeitigte dieſe, indem er den Auslaßnocken der Steuerung verſchiebbar machte und mit zwei ſich gegenüberſtehenden Daumen verſah, von denen der zweite die halbe Breite des erſten hatte. Der verſchobene Nocken eröffnete dann während des Anlaſſens das Ausgangsventil auch während des Verdichtungshubes, ſo daß alſo die unbelaſtete Maſchine ohne Verdichtung anlief. Belaſtet kann ſie ſelbſtverſtändlich erſt werden, wenn die Verdichtung wieder eingerückt iſt. Die Ausrückung der Verdichtung iſt bei kleineren Maſchinen, welche von Hand angedreht werden, durchaus üblich. Beſſer als das Andrehen am Schwungrade iſt die Anwendung einer Anlaßkurbel. Für kleine Schnelläufer iſt das einfach eine auf die Welle geſteckte ſelbſtausrückende Kurbel, für etwas größere Maſchinen nimmt man beſſer eine ſolche, die ſich auch ausrückt, wenn die Maſchine, was wohl vorkommt, ſich infolge einer falſchen Verpuffung rückwärts dreht. Für größere Maſchinen genügt das nicht. Man hat dieſe häufig mit beſonderen kleinen Kraftmaſchinen angelaſſen, nimmt aber jetzt gewöhnlich verdichtete Luft, die man nötigenfalls durch eine beſondere kleine Luftpumpe erzeugt. Die Fig. 33 und 34 zeigen ein ſogenanntes Anlaßventil. Die Steuerung erfolgt von Hand durch den Kolbenſchieber *a* mittels eines Hebels *b*. Schraubt man das Handrad *c* nieder, ſo gibt man damit das Ventil *d* frei, und ſchraubt man dann das Handrad *e* auf, ſo kann man den Kolben bewegen und aus einem Behälter verdichtete Luft in den Zylinder treten laſſen. Die verdichtete Luft erſetzt man auch wohl durch Abgaſe der Maſchine, indem man einen Behälter eine Zeitlang mit dem Zylinder durch ein Ventil verbindet, das ſo ſtark belaſtet iſt, daß dasſelbe nur durch die Verpuffung aufgeſtoßen werden kann. Solange nun der Druck in erſterem kleiner iſt als die Verpuffungsſpannung, treten Abgaſe in den Behälter, der ſchließlich mit Abgas von hoher Spannung gefüllt iſt, das ſpäter wie Druckluft benutzt wird.

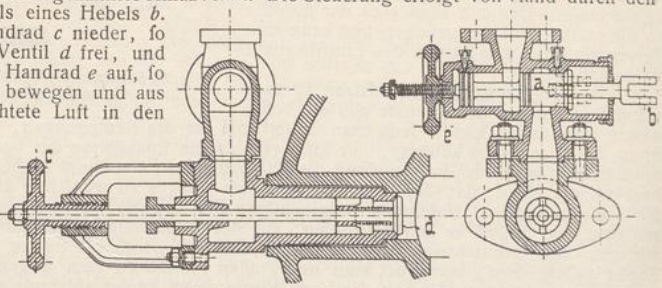


Fig. 33 und 34. Anlaßventil von Haeder.

Beſondere Einrichtungen für Leuchtgasmaſchinen. Für Leuchtgasmaſchinen ſind immer einige Nebenteile erforderlich. Ein Gasdruckregler (ſ. Bd. 3, S. 136) dient dazu, das Miſchungsverhältnis zu erhalten, wenn ſich der Druck in der Leitung ändert, ein Gummibeutel beſeitigt die ſtörenden Stauungen in der Leitung, welche durch den Viertakt hervorgerufen werden, ein Anſaugetopf, entſprechend einer Querſchnittserweiterung in der Saugleitung, nimmt das ſtörende Luftgeräuſch beim Saugen fort, eine beſondere Zündflammenleitung entfällt ſelbſtverſtändlich bei elektriſcher Zündung. Ein Auspufftopf vermindert das Auspuffgeräuſch und ſammelt die ausgeſtoßenen Unreinigkeiten, bei mehrfacher Ausführung beſeitigt er das Auspuffgeräuſch völlig.

Beſondere Einrichtungen für flüſſige Brennſtoffe. Von flüſſigen Brennſtoffen wendet man Kohlenwaſſerſtoffe, wie Benzin, Petroleum, Ergin, Benzol, Maſut und Spiritus an, neuerdings auch Naphthalin, das man zunächſt allerdings durch das erwärmte Kühlwaſſer ſchmelzen muß. Alle flüſſigen Brennſtoffe werden der Maſchine zugeführt, indem man ſie möglichſt fein in Luft verteilt, die Luft gewiſſermaßen brennbar macht. Dazu wird gewöhnlich nicht ſoviel Luft verwendet, wie die Verbrennung erfordert, ſondern weniger, ſo daß das entſtandene Erzeugnis wie wirkliches Gas vor oder in dem Zylinder nochmals mit Luft gemiſcht wird. Es iſt auf dieſe Weiſe leichter, das richtige Miſchungsverhältnis zu erzielen und dem Gange der Maſchine anzupaſſen, auch kann man ſo für reiches Gemiſch an der Zündſtelle ſorgen.

Die Apparate, in denen das Brenngemiſch erzeugt wird, nennt man gewöhnlich Vergaſer, obgleich für manche derſelben der Ausdruck Verdampfer richtiger iſt und auch gebraucht wird. Den Vorgang nennt man Vergaſung, obgleich kein wirkliches Gas entſteht, ſondern höchſtens ein Gemenge von Luft und überhitztem Dampfe. Meiſt aber iſt der Brennſtoff in der Luft in tropfbar flüſſiger Form noch deutlich erkennbar, nur ſind die Tropfen äußerſt klein, ſo daß man eigentlich einen brennbaren Nebel hat. Je nach der Art des benutzten Brennſtoffes iſt es mehr oder weniger leicht, ſolches Brenngas zu bilden; insbeſondere ſpielt das ſpezifiſche Gewicht eine große Rolle. Aber auch der beſondere Zweck verlangt mehr oder weniger gründliche Miſchung von Brennſtoff und Luft und damit andre Anordnung des Vergaſers. So iſt für die Schnelläufer der Wagenmaſchinen weit höherer Wert auf gründliche Miſchung zu legen als für ortsfeſte Maſchinen, bei denen ein abgeſonderter Vergaſer häufig gar nicht vorhanden iſt. Hier geht die Vergaſung im Eintrittskanale oder Ventilgehäuſe in einfacher Weiſe vor ſich. Hat man ganz leichten Brennſtoff, wie Benzin, ſo braucht man nur Luft durch dasſelbe zu ſaugen oder an Dochten vorbeizuführen, um ſofort ein brauchbares Brenngemiſch zu erhalten. Allerdings hat das Verfahren einen Uebelſtand; es verdunſten die leichteren Beſtandteile des Benzins, das ja ein Gemenge verſchiedener Kohlenwaſſerſtoffe iſt, zuerſt, ſo daß die Vergaſung mit der Zeit ſchwieriger wird und man die Luftzufuhr ändern, ja wenigſtens in kalter Jahreszeit den Vergaſer heizen muß. Man nennt dieſe Art der Vergaſer Oberflächenvergaſer.

Für ſchwere Brennſtoffe ſind Oberflächenvergaſer nicht zu gebrauchen, die Verdunſtung iſt nicht ſtark genug. Sie ſind aber auch bei Benzinmaſchinen zurzeit faſt völlig verſchwunden. Das jetzt meiſt übliche Verfahren iſt, den Brennſtoff in der Luft möglichſt fein zu zerſtäuben;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man kann dann das Mischungsverhältnis leicht regeln. Bei leichtem Brennstoffe genügt diese Zerstäubung allein; der gebildete Nebel hält sich als solcher. Bei schweren Brennstoffen aber fallen die Tröpfchen, welche in der Luft schweben, alsbald wieder aus, insbesondere, wenn sie gegen eine Wandung stoßen. Man muß dann der Zerstäubung eine Heizung folgen lassen oder mit ihr verbinden, um das Brenngemisch gasähnlich zu machen. Die Vergaser werden bei Glühzündung gewöhnlich von der Abhitze des Glührohres beheizt, sonst aber durch die Abgase der Maschine oder seltener durch das ablaufende Kühlwasser. Da diese Heizung beim Anlassen nicht möglich ist, so muß man für dieses besondere Vorrichtungen treffen. Neuerdings hat man sich, um solche zu vermeiden, fast durchweg entschlossen, die Maschinen mit leichtem Brennstoffe anlaufen zu lassen und ihnen erst, nachdem sie warm geworden sind, den schwereren zuzuführen.

Bei nicht gar zu schnell laufenden Maschinen, wo also das in den Luftkanal eingeführte Benzin Zeit zum Verdunsten hat, kommt man mit einer einfachen Düse, welche im Luftkanale mündet, zum Zerstäuben aus. In Fig. 35 fließt das Benzin aus einem Vorratsgefäße durch Rohr *a*, Sieb *b* und Ventil *c* in das Gefäß *d*. In diesem befindet sich

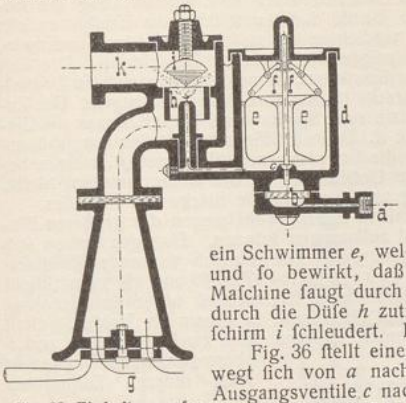


Fig. 35. Einspritzvergaser von Daimler.

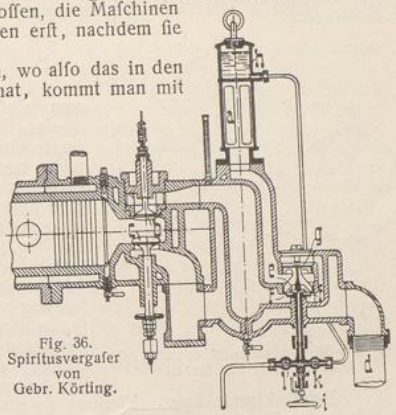


Fig. 36. Spiritusvergaser von Gebr. Körting.

ein Schwimmer *e*, welcher mittels Doppelhebel *f f* das Ventil *c* beherrscht und so bewirkt, daß das Benzin in *d* stets gleich hoch steht. Die Maschine saugt durch den stellbaren Rundschieber *g* Luft an, welche das durch die Düse *h* zutretende Benzin mitreißt und gegen den Zerstäuberschirm *i* schleudert. Der Kanal *k* führt zur Maschine.

Fig. 36 stellt einen geheizten Vergaser für Spiritus dar. Die Luft bewegt sich von *a* nach dem Eintrittsventile *b*, die Abgase strömen vom Ausgangsventile *c* nach *d*. In die Luftleitung ist das Doppelsitzventil *e f* eingebaut, das bei *e* den Spiritus, bei *f* die Luft durchläßt und oben den Kolben *g* trägt, um aufgesaugt werden zu können. Der Spiritus fließt aus dem hochgestellten Gefäße *h* durch das Sperrventil *i* so zu, wie es die beiden Hähne *k* und *l* zulassen; beim Heben des Mischventiles *e f* fließt er über die Platte *e* und wird bei *f* zerstäubt.

Die Zuführung des Brennstoffes zum Vergaser ist nach Art desselben verschieden anzuordnen. Bei Ventilvergasern, d. h. solchen, bei denen die Einspritzdüse gesteuert ist, genügt es, das Brennstoffgefäß so hoch aufzustellen, daß der Brennstoff von selbst zufließt, wie z. B. Fig. 36 zeigt. Doch ändert sich mit sinkendem Spiegel die Druckhöhe. Bei Vergasern mit offener Düse wendet man gewöhnlich Niveaugefäße nach Fig. 35 an. Man benutzt aber auch Pumpen, die man so bemißt, daß sie unter allen Umständen zu viel in ein Ueberlaufgefäß fördern, aus dem der Ueberschuß zurückfließt. Man läßt aber auch wohl die Pumpe unmittelbar nach einer offenen Düse fördern und macht die Fördermenge veränderlich, so daß man sie der Belastung anpassen kann. Diese Pumpen haben ja immer nur äußerst kleine Mengen bei jedem Hube zu fördern und besitzen demgemäß empfindliche Teile, welche die Betriebssicherheit gefährden.

Abänderungen des Viertaktes. Man hat vielfach versucht, den Viertakt zu verbessern, teils um die von manchen gefürchtete Anwesenheit von Verbrennungsgasen zu vermeiden, teils um die Ausdehnung weitertreiben zu können. Man hat auch, um hohe Verdichtungsgrade anwenden zu können, die Zusammensetzung des Gasgemisches durch Einspritzung von Wasser geändert. Die Austreibung der Verbrennungsgase aus dem Verdichtungsraume vor Beginn des Spieles hatte ursprünglich wohl nur den Zweck, Vorzündungen zu vermeiden. Doch ist zu bedenken, daß, je höher der Verdichtungsgrad und je wahrscheinlicher deshalb die Vorzündung wird, um so geringer auch die Menge der Restgase und damit ihr Einfluß ist. Weiter ist zu beachten, daß, wenn man arme Gase hat, zu deren Verbrennung wenig Luft gehört, die Abgase einer schnellen Verpuffung hinderlich werden können. Aber auch im Falle reicher Gase wird durch Ersatz der Abgase durch Luft die Anfangstemperatur der Ladung verringert; folglich kann derselbe Zylinder mehr Ladung aufnehmen und damit dann auch mehr leisten. Man erhält also für dieselbe Leistung kleinere Zylinder. Daß man stärkere Gemische erzielen und damit die Leistung noch mehr steigern kann, ist ohne weiteres klar; man hat aber dann entsprechend höhere Spannungen und Temperaturen zu ertragen. Erhebliche Erfolge sind damit nicht erzielt. Zahlreich sind die Bestrebungen, den Viertakt, bei dem ja das Ausdehnungsverhältnis immer etwas kleiner als das Verdichtungsverhältnis ist, dadurch zu verbessern, daß man das Ausdehnungsverhältnis von der Verdichtung unabhängig macht. Grundsätzlich ist das Bestreben richtig; es kann aber nicht verkannt werden, daß der Vorteil wegen des längeren Hubes und der damit verbundenen Vergrößerung der Reibungsarbeit beschränkt wird. Auch

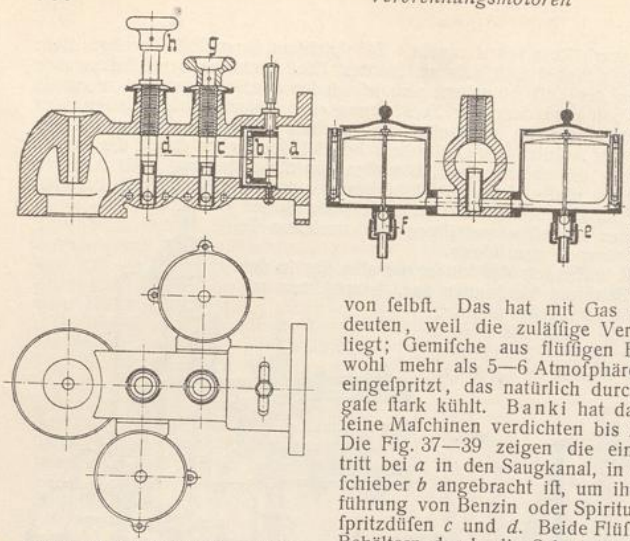


Fig. 37—39. Viertaktmaſchine mit Waſſereinſpritzung von Banki.

wird er um ſo geringer, je ſtärker man verdichtet. Deshalb haben alle dieſe Maſchinen, einſchließlich der mit ſtufenweiſer Ausdehnung in zwei Zylindern, nicht aufkommen können. Die Anwendung beliebig hoher Verdichtungsgrade, welche die Wirtſchaftlichkeit der Maſchine ſehr fördern würde, iſt beſchränkt. Denn bei hoher Verdichtung entzündet ſich das Gemiſch von ſelbſt. Das hat mit Gas als Brennſtoff weniger zu bedeuten, weil die zuläſſige Verdichtungsſpannung ſehr hoch liegt; Gemiſche aus flüſſigen Brennſtoffen laſſen aber nicht wohl mehr als 5—6 Atmoſphären zu. Man hat alſo Waſſer eingeſpritzt, das natürlich durch eine Verdampfung die Abgaſe ſtark kühlt. Banki hat damit ſehr gute Erfolge erzielt; ſeine Maſchinen verdichten bis zu 15 Atmoſphären und mehr. Die Fig. 37—39 zeigen die einfache Einrichtung. Die Luft tritt bei *a* in den Saugkanal, in welchem zunächſt ein Droſſelſchieber *b* angebracht iſt, um ihre Menge zu regeln. Der Zuführung von Benzin oder Spiritus und Waſſer dienen die Einſpritzdüſen *c* und *d*. Beide Flüſſigkeiten fließen aus größeren Behältern durch die Schwimmerventile *e* und *f*, welche bewirken, daß die Gefällhöhe für die Düſen konſtant bleibt. Die Schrauben *g* und *h* regeln die Stärke des Zufluſſes.

Zweitaktmaſchinen. Kleinere Zweitaktmaſchinen haben, wohl wegen der größeren Einfachheit des Viertaktes, trotz vieler Verſuche nicht aufkommen können. Dagegen haben ſich zwei Anordnungen großer Gichtgasmaſchinen eingebürgert. Die einfach wirkende Zweitaktmaſchine von v. Oechelhäuſer (Fig. 40 und 41) verwirklicht den in Fig. 9 abgebildeten Kreisprozeß unter Zuhilfenahme einer Luft- und einer Gaspumpe in einem an beiden Seiten offenen Arbeitszylinder, in dem ſich zwei Kolben *a* und *b* bewegen, deren Bahnen in den inneren Totpunkten

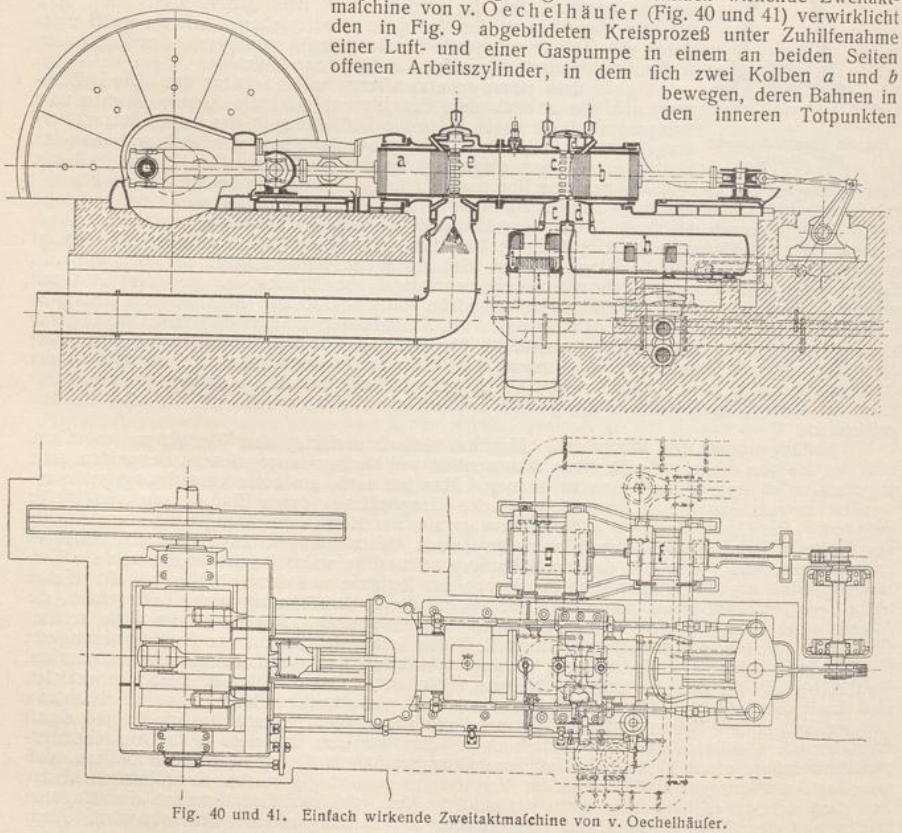


Fig. 40 und 41. Einfach wirkende Zweitaktmaſchine von v. Oechelhäuſer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Verdichtungsraum offen laſſen. Der Eintritt von Gas und Luft erfolgt durch zwei vom hinteren Kolben *b* betätigte Schlitzreihen *c* und *d*, der Austritt durch eine ſolche, *e*, welche vom vorderen Kolben *a* beſtrichen wird. Stehen die Kolben im inneren Totpunkte, ſo enthält der Zylinder die verdichtete Ladung, es erfolgt in dieſer Stellung die Zündung. Die entſtehende Verpuffungsſpannung treibt die Kolben auseinander, die Spannung ſinkt, bis der Vorderkolben die Auspuffſchlitze freigibt. Bald danach beginnt der Hinterkolben die Luftſchlitze zu öffnen, die Luft ſpült den Zylinder aus. Dann werden die Gaskanäle geöffnet. Iſt der Totpunkt erreicht, ſo ſchließen zunächſt die Gas-, dann die Luft- und endlich die Auspuffkanäle. Wir haben alſo nacheinander Auspuff, Ausſpülen, Füllung mit Luft und Gas, Nachſtrömen der Luft, Herausdrängen von Abgaſen.

Die Kurbelwelle der Maſchine iſt dreifach gekröpft; an der mittleren Kröpfung hängt der Vorderkolben durch Pleuelſtange, Kreuzkopf und Kolbenſtange, an den beiden äußeren, um 180° zu erſterer verſetzten, der Hinterkolben mittels eines Umführungsgeſtänges, beſtehend aus Pleuelſtangen, Kreuzköpfen, Verbindungsſtangen, Querhaupt, Kreuzkopf und Kolbenſtangen. Wir haben alſo drei parallele Gleitbahnen, von denen die mittlere offen iſt. Die Pumpen liegen unter Flur in Reihenſtellung und werden vom Querhaupte aus mittels einer ſchwingenden Welle bewegt; es iſt *f* die kleinere Gas- und *g* die größere Luftpumpe. Beide fördern in Keſſel *h* und *i*, welche mit den die Schlitzkränze umgebenden Räumen unmittelbar verbunden ſind. Aus dieſen Druckkeſſeln führen Rückleitungen in die betreffenden Saugrohre und in dieſen Leitungen ſitzen Ventile, welche vom Regler ſo beeinflußt werden, daß ein mehr oder weniger großer Teil der Fördermenge in die Saugleitung zurückgeführt wird. Die Schlitzkränze für den Einlaß werden von Ringen bedeckt, welche den Schlitzen entſprechende Oeffnungen haben; der Ring über den Luftſchlitzen wird von Hand, der über den Gasſchlitzen vom Regler beeinflußt. Dieſe Ringe fehlen in der Figur. Da die Luftwege während des Ausſpülens ebenſo lange offen ſind wie während des Füllens, ſo würde entweder nicht genügend geſpült oder das Gemiſch zu arm werden, wenn in beiden Zeiten gleichviel Luft einträte. Deshalb iſt auf einem haubenförmigen Boden des Luftkeſſels ein geſteuerter Deckring *l* angebracht, welcher während des Ausſpülens den Uebertritt der Luft in den Rücklauf ganz verhindert, während des Füllens aber teilweile geſtattet.

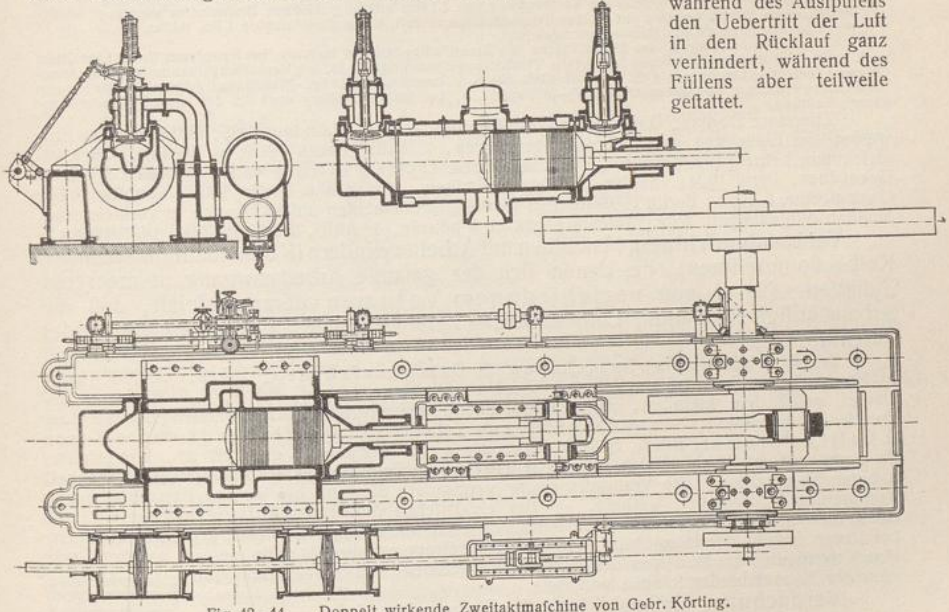


Fig. 42—44 Doppelt wirkende Zweitaktmaſchine von Gebr. Körting.

Die in den Fig. 42—44 dargeſtellte Maſchine von Gebr. Körting iſt doppelt wirkend. Sie beſitzt einen langen Zylinder, welcher an den Enden mit Ventilköpfen, in der Mitte mit Auspuffſchlitzen ausgeſtattet iſt. Der Kolben iſt gleichfalls lang und an beiden Enden mit Ringen verſehen. Geht er aus dem hinteren Totpunkte nach vorn, ſo haben wir hinten Verpuffung und Ausdehnung der Verbrennungsgaſe, bis die Auspuffſchlitze überſchritten ſind. Dann eröffnet das hintere Eintrittsventil, der Zylinder wird geſpült und gefüllt, durch den rückkehrenden Kolben das Gemiſch verdichtet. Die Pumpen liegen in Reihenſtellung neben dem Zylinder. Die vorn liegende Luftpumpe drückt während ihres ganzen Druckhubes in die nach den Ventilen führenden Kanäle; das Eintrittsventil der Maſchine öffnet ſich bei Mitte Pumpenhub, alſo wenn die Spannung der Luft ſchon ziemlich hoch iſt; demnach wird kräftige Spülung ſtattfinden. Die Gaspumpe dagegen drückt bis zur Eröffnung des Eintrittsventiles die vorher angeſaugte Menge in die Gasleitung zurück und erſt jetzt in die Kanäle. Demgemäß muß Luft in den Gaskanal treten und das Gas zurückdrängen, ſo daß dieſes erſt ſpäter in den Zylinder gelangt. Die Regelung wird dadurch bewirkt, daß bei geringerer Belaſtung der Regler eine

nach dem Druckkanale der Gaspumpe führende Droſſelklappe öffnet und ſo veranlaßt, daß die Gaspumpe zunächſt nicht aus der Gasleitung, ſondern aus dem Druckkanale ſaugt.

Gleichdruckmaſchinen. Die einzige Gleichdruckmaſchine, welche bisher größere Verbreitung erlangt hat, ſtammt von Diesel. Sie iſt bisher nur für flüſſige Brennſtoffe angewendet und auch für dieſe allein geeignet. Sie beruht auf der Eigenſchaft des in Fig. 7 dargeſtellten Kreisprozeſſes, ſehr hohe Verdichtungsgrade zuzulaſſen und hat wegen der Möglichkeit, geringwertige flüſſige Brennſtoffe vorteilhaft zu verbrennen, große Erfolge erzielt; ſ. Dieſelmotoren.

Für die Güte einer Wärmekraftmaſchine ſind in erſter Linie der Brennſtoffverbrauch und die Größe für eine gewiſſe Leiſtung maßgebend. Den erſteren gibt man am beſten als Wärmeaufwand für eine gebrauchte Pferdeſtunde an, d. h. als den Heizwert der Brennſtoffmenge, welche man für dieſe Zeitleiſtung gebraucht. Die Größe kann man gut durch den Leiſtungsraum angeben, d. h. den Raum, welcher vom Kolben in der Sekunde durchlaufen wird, wenn die Maſchine ein Bremspferd leiſtet. Iſt f der Querſchnitt des Kolbens in Quadratmetern, s der Hub in Metern, c die Kolbengeſchwindigkeit, n die Umdrehungszahl in der Minute und N die Leiſtung in Pferdeſtärken, ſo iſt die Kolbengeſchwindigkeit $c = s \cdot n : 30$ und der Leiſtungsraum $L = 1000\, f\, c : N$ in Litern. Die heute etwa zutreffenden Verhältniſſe ſind in folgender Zahlentafel zuſammengeſtellt:

		Brennſtoff					
		Leuchtgas	Kraftgas	Gichtgas	Benzin	Petroleum	Spiritus
Kolbengeſchwindigkeit . . .	m/sec	2,5—3,0	3,5—4,0	3,5—4,0	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0
Miſchungsverhältnis *) . . .	—	7,5—10	1,1—1,4	1,0—1,2	9—21	7—16	6—14
Räuml. Verdichtungsverhältnis	—	6—7,5	7—8	7—8	3,5—4,5	3,5—4,5	6—10
Verdichtungsſpannung . . .	kg/qcm	10—12	11—13	11—13	4,5—5,5	4,5—5,5	11—16
Verpuffungsſpannung . . .	"	20—25	18—22	16—20	14—16	14—16	20—35
Nutzbare Mittelſpannung . .	"	5,0—6,0	4,5—5,0	4,5—5,0	4—5	3,5—4,5	4,5—5,5
Mechaniſcher Wirkungsgrad .	—	0,8—0,9	0,75—0,85	0,75—0,85	0,75—0,85	0,7—0,8	0,75—0,85
Leiſtungsraum **)	l/PS_b	6—7	7,5—10	3,5—7 ***)	5,75—7,5	8—12	7—11
Wärmeaufwand	$c/PS_b.h$	2300—3000	2500—3500	3000—3500	2500—4000	3000—5500	2000—3000

*) Luftmenge in Litern, welche zur Verbrennung von 1 l Gas oder 1 g flüſſigen Brennſtoffes angeſaugt wird.
**) Raum in Litern, welchen der Kolben ſekundlich durchläuft, wenn die Maſchine 1 PS. leiſtet.
***) Doppelt wirkende Maſchinen vorausgeſetzt.

Für halbe Leiſtung iſt das 0,6—0,7fache des Brennſtoffbedarfs zu rechnen, bei Petroleum findet man öfters noch mehr. Bei Banki-Maſchinen beträgt die Verdichtungsſpannung 12—16, die Verpuffungsſpannung bis 40 Atmoſphären; der Wärmeaufwand geht bis auf 2000 $c/PS_b.h$ herunter. Dieſel-Maſchinen zeigen 30—36 kg/qcm Verdichtungsſpannung und gebrauchen 2000—2500 $c/PS_b.h$, bei halber Leiſtung etwa 0,5 des Brennſtoffbedarfs der ganzen Leiſtung.

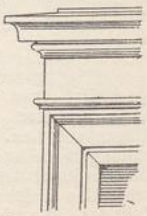
Literatur: Donkin, Gas, Oil and Air Engines, 4. Aufl., London 1905; Güldner, Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren, 2. Aufl., Berlin 1905; v. Ihering, Die Gasmaſchinen, Leipzig 1909; Haeder, Die Gasmotoren, Duisburg 1904/07; Mathot, Moteurs à gaz et Gazogènes, Paris 1904; Riedler, Großgasmaſchinen, München u. Berlin 1905; Schöttler, Die Gasmaſchine, 5. Aufl., Berlin 1909 (dieſem Werke ſind die meiſten unſrer Figuren in verkleinertem Maßſtab entnommen); Witz, Moteurs à gaz et à pétrole, 4. Aufl., Paris 1903/04. *R. Schöttler.*

Verbundmaſchinen, Maſchinen mit Arbeitszylindern (Kolbendampfmaſchinen, Kolbenkompreſſoren), bei denen ſich der geſamte Arbeitsvorgang in mehreren Zylindern (2—4) von verſchiedenem Volumen derart abſpielt, daß die Arbeitsflüſſigkeit (Dampf, Luft) ſämtliche Zylinder der Reihe nach hintereinander durchſtrömt.

Bei Verbunddampfmaſchinen (ſ. Dampfmaſchinen, Bd. 2, S. 603, unter b) Mehrfachexpanſionsmaſchinen, und Verbundlokomotiven, Bd. 6, S. 213) ſtrömt der Dampf zuerſt dem kleinſten, dann, entſprechend der erforderlichen Volumenzunahme zum Zweck der Expanſion, dem nächſt größeren Zylinder zu. Bei Verbundkompreſſoren (ſ. Luftkompreſſor, Bd. 6, S. 254) ſaugt der größte Zylinder die Luft an, komprimiert ſie etwas und drückt ſie in den folgenden kleineren Zylinder zur nochmaligen, entſprechend höheren Kompreſſion. Die Verbundwirkung vermindert die ſonſt bei hoher Expanſion bezw. Kompreſſion eintretenden Verluſte. — Bei elektriſchen Maſchinen (ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 185) bezeichnet man mit Verbundmaſchinen ſolche Motoren bezw. Dynamomaſchinen, bei denen ſowohl der Hauptſtrom wie ein Nebenſtrom um die Magnete geführt werden, alſo eine Vereinigung des Prinzipes der Hauptſtrommaſchinen (Reihenmaſchinen) mit dem der Nebenſchlußmaſchinen vorliegt. *O. Herre.*

Verdachung, Geſimsbildung in Stein oder Holz.

Dient über Fenſtern und Türen als wirkungsvoller, bekrönender Abſchluß. am Aeußern zugleich als Schutzglied gegen Witterungseinflüſſe (ſ. die nebenſtehende Figur). *Weinbrenner.*



Verdampfapparate, ſ. Abdampfen, Vakuumapparate.

Verdampfen, Verdampfungspunkt, Verdampfungstemperatur, ſ. Dampf, Bd. 2, S. 537, und Sieden, S. 103.

Verdampfer, ſ. Friſchwaſſererzeuger.

Verdampfungsgrenze (richtiger Verdunſtungsgrenze, vgl. Verdunſten), eine zuerſt von Dühring angenommene Temperatur eines Körpers, unterhalb welcher kein Uebergang desſelben in den gasförmigen Zuſtand ſtattfinden ſoll, auch wenn jeder Druck aufgehoben wird [2], S. 88. Dühring ſuchte dieſe Annahme damit zu begründen, daß ſich ohne eine ſolche Grenze Teile aller

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stoffe in der Atmoſphäre finden müßten. Die Exiſtenz eines Körpers im flüſſigen und gasförmigen Zuſtand wäre hiernach nur zwiſchen der Verdampfungsgrenze und der kritiſchen Temperatur (Bd. 5, S. 711) möglich. Beziehungen zwiſchen den Verdampfungsgrenzen und korreſpondierenden Siedetemperaturen (S. 106) verſchiedener Körper ſ. [2], S. 90, 92, [4].

Literatur: [1] Clauſius, Abhandlungen über die mechaniſche Wärmetheorie, II, Braunſchweig 1867, S. 240. — [2] Dühring, Neue Grundgeſetze zur rationellen Phyſik und Chemie, I, Leipzig 1878, S. 88; II, Leipzig 1886, S. 115. — [3] Gerber, Die Arbeit der Wärme beim Sieden und die Dämpfe im Zuſtande der Sättigung, Wiedemanns Annalen, Beiblätter 1888, S. 455. — [4] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, II, Wärme, Leipzig 1906, S. 954, 955. *Weyrauch.*

Verdampfungswärme heißt die Wärmemenge, welche nötig iſt, um bei konſtantem Drucke 1 kg Flüſſigkeit von der Siedetemperatur t in 1 kg Dampf von derſelben Temperatur zu verwandeln (vgl. Dampf, geſättigter, Bd. 2, S. 539, und Sieden, S. 103). Da die Temperatur während dieſes Uebergangs unter konſtantem Drucke konſtant bleibt, die zugeführte Wärme alſo nicht thermometriſch nachweisbar iſt, ſo nannte man ſie früher latente Wärme (Bd. 6, S. 72) oder latente Verdampfungswärme, Bezeichnungen, die ſelbſt jetzt noch vorkommen. Beim Uebergange vom gasförmigen in den flüſſigen Zuſtand wird die Verdampfungswärme wieder frei.

Wenn bei konſtantem Drucke zur Erwärmung von 1 kg Flüſſigkeit von 0 auf t^0 eine Wärmemenge q nötig iſt (ſ. Flüſſigkeitswärme) und r die Verdampfungswärme bezeichnet, ſo hat man die Geſamtwärme (ſ. d.) zur Bildung des Dampfes von t^0 aus Flüſſigkeit von 0^0 $\lambda = q + r$. Mit den Bd. 4, S. 410 und 99 nach Regnault [1] gegebenen λ, q erhält man beiſpielsweiſe die Verdampfungswärme $r = \lambda - q$ in Kalorien (ſ. d.):

für Waſſer	(0 bis 195°)	$r = 606{,}50 - 0{,}695\,t - 0{,}00002\,t^2 - 0{,}0000003\,t^3$
Aceton	(0 „ 140°)	$r = 140{,}50 - 0{,}13999\,t - 0{,}0009125\,t^2$
Aether	(0 „ 120°)	$r = 94{,}00 - 0{,}07901\,t - 0{,}0008514\,t^2$
Chlorkohlenſtoff C_2Cl_8	(0 „ 160°)	$r = 52{,}00 - 0{,}05173\,t - 0{,}0002626\,t^2$
Chloroform	(0 „ 160°)	$r = 67{,}00 - 0{,}09485\,t - 0{,}0000507\,t^2$
Schwefelkohlenſtoff	(0 „ 140°)	$r = 90{,}00 - 0{,}08922\,t - 0{,}0004938\,t^2$.

Die r vorſtehender Stoffe nach Winkelmann ſ. [11], S. 1090, 1093, [7], S. 478. Für Waſſer ſteht nach Dieterici [8], [13], S. 18, mit dem jetzt vorliegenden Verſuchsmaterial beſſer als der Regnaultſche Ausdruck im Einklang:

$$r = 594{,}9 - 0{,}559\,t - 0{,}000002234\,t^2.$$

Man erhält beiſpielsweiſe für $t =$	0	50	100	150	200°
nach Regnault $r =$	606,5	571,6	536,5	500,7	464,3 Kalorien
nach Dieterici $r =$	594,8	565,6	536,7	503,4	465,2 „

Ueber Ammoniak, ſchweflige Säure und Kohlenſäure ſ. [6], S. 235, 245, 250.

Die Verdampfungswärme r beſteht aus zwei Teilen: aus der Wärmemenge ϱ zur Aenderung der Energie im Körper (ſ. Energie, Bd. 3, S. 449, und Innere Arbeit, Bd. 5, S. 197) und der Wärmemenge $A\,p\,u$ zur Ueberwindung des äußeren Drucks p beim Uebergange vom Flüſſigkeitsvolumen σ ins Dampfvolumen $s = \sigma + u$ (ſ. Aeußere Arbeit, Bd. 1, S. 102, vgl. Bd. 2, S. 542). Erſtere heißt die innere Verdampfungswärme, letztere die äußere Verdampfungswärme. Nach der Clapeyronſchen Gleichung, Bd. 2, S. 470, hat man:

$$\frac{r}{A\,p\,u} = 1 + \frac{\varrho}{A\,p\,u} = \frac{T}{p}\,\frac{d\,p}{d\,t}$$

($1/A = 424$ mechaniſches Wärmeäquivalent). Auf Grund dieſer Formel laſſen ſich bei bekannten p, T, r, $\frac{d\,p}{d\,t}$ die Werte von ϱ und $A\,p\,u$ berechnen, wie dies von Zeuner nach den Regnaultſchen Verſuchsreſultaten geſchehen iſt. S. die Tabellen für Waſſerdampf, Bd. 2, S. 540, und [13], S. 24, 28, Tabellen für Waſſerdampf und andre Dämpfe ſ. [6], Anhang.

Aus den ſo erhaltenen Werten hat Zeuner im Hinblicke auf techniſche Bedürfniſſe empiriſche Formeln für die innere Verdampfungswärme ϱ abgeleitet. Es ergaben ſich in Kalorien:

für Waſſer	$\varrho = 575{,}40 - 0{,}791\,t$
Aceton	$\varrho = 131{,}63 - 0{,}20184\,t - 0{,}0006280\,t^2$
Aether	$\varrho = 85{,}54 - 0{,}10648\,t - 0{,}0007160\,t^2$
Chlorkohlenſtoff C_2Cl_8	$\varrho = 48{,}57 - 0{,}06844\,t - 0{,}0002080\,t^2$
Chloroform	$\varrho = 62{,}44 - 0{,}11282\,t - 0{,}0000140\,t^2$
Schwefelkohlenſtoff	$\varrho = 82{,}79 - 0{,}11446\,t - 0{,}0004020\,t^2$.

Ueber Ammoniak, ſchweflige Säure und Kohlenſäure ſ. [6], S. 235, 245, 250. Aus den nun ausgedrückten r, ϱ folgen die äußeren Verdampfungswärmen $A\,p\,u = r - \varrho$:

für Waſſer	$A\,p\,u = 31{,}10 + 0{,}096\,t - 0{,}00002\,t^2 - 0{,}0000003\,t^3$
Aceton	$A\,p\,u = 8{,}87 + 0{,}06185\,t - 0{,}0002845\,t^2$
Aether	$A\,p\,u = 7{,}46 + 0{,}02747\,t - 0{,}0001354\,t^2$
Chlorkohlenſtoff	$A\,p\,u = 3{,}43 + 0{,}01671\,t - 0{,}0000546\,t^2$
Chloroform	$A\,p\,u = 4{,}56 + 0{,}01797\,t - 0{,}0000367\,t^2$
Schwefelkohlenſtoff	$A\,p\,u = 7{,}21 + 0{,}02524\,t - 0{,}0000918\,t^2$.

Ueber Ammoniak, ſchweflige Säure und Kohlenſäure ſ. [6], S. 235, 245, 250.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die angeführten Ausdrücke wurden bisher in der Technik am meiſten verwendet, doch ſind einzelne Verdampfungswärmen für eine große Anzahl andrer Körper ([7], S. 474, [11], S. 1094) und mehrfach auch andre Beziehungen abgeleitet worden ([7], S. 478, [11], S. 1087). So gab Clauſius ([2], S. 137) auf Grund der Regnaultſchen Verſuche die einfachere Formel:

$$r = 607 - 0{,}708\,t.$$

Man erhält z. B. für	$t =$	0	50	100	150	200°
nach der erſten Formel	$r =$	606,5	571,6	536,5	500,7	464,3
„ „ letzten „	$r =$	607,0	571,6	536,2	500,3	465,4.

Winkelmann ſuchte die Ergebniſſe der Verſuche Regnaults genauer, als oben nach Regnault angeführt, darzuſtellen [11], S. 1090, 1093. Ueber die Kohlenſäure ſ. insbeſondere [3], über die Beziehungen der Verdampfungswärme zu andern Größen Bd. 2, S. 470, 542, [11], S. 1105, [5], S. 783, [13], S. 16, 20, 23, 33.

Neueſtens ſind in der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt früher angeſtellte Verſuche über die Verdampfungswärme des Waſſers von 30 bis 100° [12] fortgeſetzt worden durch ſolche von 100 bis 180° [15]. Die Ergebniſſe konnten mit genügender Genauigkeit durch folgende Formeln dargeſtellt werden:

von 30 bis 180° $r = 538{,}46 - 0{,}6422\,(t - 100) - 0{,}000833\,(t - 100)^2$ a)

„ 120 „ 180° genauer $r = 539{,}66 - 0{,}718\,(t - 100)$. b)

Dieſe laſſen ſich auch wie folgt ſchreiben:

von 30 bis 180° $r = 594{,}35 - 0{,}4756\,t - 0{,}000833\,t^2$ a)

„ 120 „ 180° $r = 611{,}46 - 0{,}718\,t$. b)

Man erhält beiſpielsweiſe für $t =$

	30	60	90	120	150	180°	
nach a) . . . . $r =$	579,3	562,8	544,8	525,3	504,3	481,8	Kalorien
„ b) . . . . $r =$				525,3	503,8	482,2	„

während die Regnaults Reſultate verhältnismäßig gut wiedergebende Clauſiusſche Formel $r = 607 - 0{,}708\,t$ liefert:

$r =$	585,8	564,5	543,3	522,0	500,8	476,6 Kalorien.

Für $t = 100°$ ergibt a) $r = 538{,}5$, die nicht bis dahin ausgedehnte Formel b) $r = 539{,}7$, die Clauſiusſche 536,2 Kalorien.

Da in der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt neuerdings auch die Sättigungsdrücke p des Waſſerdampfes von 50 bis 180° zuverläſſig beſtimmt wurden, ſo ließe ſich nach der Clapeyronſchen Gleichung (Bd. 2, S. 470) eine Neuberechnung der ſpezifiſchen Volumen s (Volumen der Gewichtseinheit) und ſpezifiſchen Gewichte $\gamma = 1/v$ (Gewichte der Volumeneinheit) zwiſchen 50 und 180° anſtatt der Tabellenwerte nach Regnault vornehmen.

Literatur: [1] Regnault, Relation des expériences etc., I, Paris 1847, S. 635, 729 (Waſſer); II, Paris 1862, S. 262, 761 (andre Körper). — [2] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 130, 134. — [3] Mollier, Ueber die kaloriſchen Eigenſchaften der Kohlenſäure und andrer techniſch wichtiger Dämpfe, Zeitſchr. f. d. geſ. Kälteinduſtrie 1895, S. 66, 85 (ſ. a. 1896, S. 65, 90). — [4] Louguinine, Etudes sur les chaleurs latentes de vaporisation, Annales de chimie et de physique, VII, 1896, S. 251. — [5] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 756—785. — [6] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, II, Leipzig 1901, S. 22, 31, 32, 235, 245, 250. — [7] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 474, 478. — [8] Dieterici, Die kaloriſchen Eigenſchaften des Waſſers und ſeines Dampfes, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 362 (ſ. a. Annalen der Phyſik, 1905, Bd. 16, S. 610. — [9] Mathias, Sur la chaleur de vaporisation des gas liquides, Compt. rend. 1905, CXL, S. 1174. — [10] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 645. — [11] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, II, Wärme, Leipzig 1906, S. 1087. — [12] Henning, Die Verdampfungswärme des Waſſers zwiſchen 30 und 100°, Annalen der Phyſik 1906, Bd. 21, S. 849. — [13] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, II, Stuttgart 1907, S. 16, 23. — [14] Holborn und Henning, Ueber das Platinthermometer und den Sättigungsdruck des Waſſerdampfes zwiſchen 50 und 200°, Annalen der Phyſik 1908, Bd. 26, S. 833 (Auszug ſ. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 302). — [15] Henning, Die Verdampfungswärme des Waſſers zwiſchen 100 und 180°, Annalen der Phyſik 1909, Bd. 29, S. 441. *Weyrauch.*

Verde antico, ſ. Porphyrit; — **d'Egitto,** ſ. Cipollin; — **di Corſica,** ſ. Gabbro; — **di Prato, di Suſa,** ſ. Terpentin.

Verdickungsmittel, ſ. Appretmittel.

Verdunſten, der Uebergang aus dem flüſſigen oder feſten in den gasförmigen Zuſtand an der Oberfläche der Körper. Ueber dieſen Uebergang im Innern von Flüſſigkeiten ſ. Sieden, S. 103, und Dampf, Bd. 2, S. 537. Vgl. a. Verdampfungsgrenze. *Weyrauch.*

Verdunſtungsmeſſer (Atmometer, Atmidometer, Evaporometer, Udometer), Apparate, um den Betrag der Verdunſtung freier Waſſeroberflächen zu meſſen.

Die einfachſte Vorrichtung beſteht in der Benutzung eines flachen zylindriſchen Gefäßes von bekanntem Querſchnitt und eines geteilten Meßglaſes, das zum Einfüllen eines beſtimmten Quantums Waſſer und zum Meſſen des nach der Verdunſtung übrig gebliebenen (bei Froſtwetter zunächſt aufzutauenden) Waſſers dient und bei geeigneter Teilung die Höhe der Verdunſtung in Millimetern direkt ableſen laſſen kann. — Die meiſten Verdunſtungsmeſſer beruhen wie das angegebene einfachſte Verfahren auf volumetriſcher Meſſung, ſo die Verdunſtungsmeſſer von Preſtel [1], Lamont [2], Prettner [3], Piche [4] und Cantoni [5], haben aber ſämtlich den Mangel,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß sie bei Frostwetter nicht verwendet werden können. Dieser Uebelstand fällt fort bei den auf dem Prinzip der Wägung beruhenden Verdunstungsmessern, dem Verdunstungsmesser von Cantoni [6] und dem viel gebrauchten Verdunstungsmesser von Wild, bei dem die Verdunstungsschale auf dem einen Arm eines Winkelhebels ruht, während der andre Arm ein Gegengewicht trägt und ein an dem beweglichen Hebel angebrachter Zeiger die Höhe der Verdunstung an einer Skala ablesen läßt. Auch mittels des Psychrometers kann die Größe der Verdunstung gemessen werden [7]. Da die Größe der Verdunstung einer Wasseroberfläche, abgesehen von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft und der Stärke der Luftbewegung [8], in hohem Grade durch den Verdunstungsmesser selbst beeinflußt wird, insofern als die für die Stärke der Verdunstung sehr wichtige Temperatur des verdunstenden Wassers in erheblicher Weise von den Dimensionen der Verdunstungsgefäße, der physikalischen Beschaffenheit von deren Wandungen und andern rein technischen Umständen abhängt, so liefern die verschiedenen Arten von Verdunstungsmessern unter sich nicht vergleichbare Werte.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met., 1866, Bd. 1, S. 194. — [2] Ebend. 1869, Bd. 4, S. 81. — [3] Ebend. 1872, Bd. 7, S. 319. — [4] Ebend. 1873, Bd. 8, S. 270; Piche, Le Déperditomètre, Compt. Rend. Assoc. franç., Congrès de l'an 1892, Paris 1893. — [5] Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1881, Bd. 16, S. 39. — [6] Ebend. 1874, Bd. 9, S. 54. — [7] Krebs, Ule, Das Messen der Verdunstung mit dem Doppelthermometer, Met. Zeitschr. 1897, XIV; desgl. Krebs, Met. Zeitschr. 1905, XXII. — [8] Stelling, Ueber die Abhängigkeit der Verdunstung des Wassers von seiner Temperatur und von der Feuchtigkeit und der Bewegung der Luft, Refertor. d. Meteor. von H. Wild, Bd. 8, 1883; Sutton, Results of some Experiments upon the rate of Evaporation, Transact. of the South African Phil. Soc., Bd. XIV, 1903.

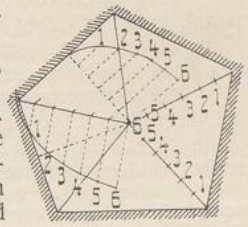
Großmann.

Vereinödung, s. Feldbereinigung, Bd. 3, S. 676.

Vereinsabrechnungsstelle, s. Eisenbahnabrechnungsbureau.

Vergaser, s. Fahrrad (Motorrad), Kraftgas, Motorwagen, Verbrennungsmotoren.

Vergatterung, 1. Verschließen durch ein Gatter. 2. Teilung von Linien oder Flächen in gleichviele kleine Teile oder Felder, behufs Zusammenpassen der entsprechenden Stücke, ein Verfahren, das beim Ausmitteln der Gurtlinien vieleckiger Klostergewölbe angewendet wird (s. die Figur).



Weinbrenner.

Vergießen, Ausgießen der Fugen, z. B. an Quadermauern, mit dünnflüssigem Zement- oder Kalkmörtel, mit geschmolzenem Blei oder Kitt (s. Schwalbennest, Bd. 7, S. 836 und Versetzen).

Vergolden, beliebige Materialien mit einem dünnen Ueberzug von Gold versehen.

1. **Auflegen von Blattgold.** Je nachdem die zu vergoldenden Gegenstände der Luft ausgesetzt sind oder nicht, unterscheidet man die Oelvergoldung und die französische oder Glanzvergoldung (Branntweinvergoldung). Bei der Oelvergoldung werden die Objekte, wenn sie aus Holz oder sonstigen porösen Stoffen (Papiermaché, künstlichen Holzmassen, Stein u. s. w.) bestehen, mit heißem Leinöl mehrmals gestrichen und dem eingedrungenen Oel genügend Zeit zum Trocknen gegeben. Hierauf folgen die Anstriche mit Oelfarben, aus Kreide, Ocker, Leinölfirnis und Terpentinöl, mager und in sehr dünnen Schichten. Jeder Anstrich wird mit einem Vertreiber möglichst glatt vertrieben und muß vollkommen getrocknet sein, ehe der nächste folgt. Geschliffen wird in den unteren Lagen mit feinem Glaspapier, später mit Schachtelhalm; je nach der Arbeit sind drei bis sieben Anstriche nötig. Große glatte Flächen bedürfen mehr als ornamentierte. Metalle bedürfen keiner Anstriche mit Leinöl; bei diesen wird die Oelfarbe auf die Unterlage aufgetragen, unebene Stellen (Gußfehler, Löcher und Nähte) mit Spachtelkitt ausgekittet, abgeschliffen und die Anstriche dann in der vorerwähnten Weise vorgenommen. Ist die Unterlage genügend glatt, so wird dieselbe mit Vergolderfirnis nicht zu dick überzogen und, ehe dieser trocken geworden, mit Auflegung des Blattmetalles begonnen. Sind alle Teile der Arbeit mit Metall belegt, so läßt man durch einige Tage trocknen, entfernt überflüssiges, noch anhaftendes Metall mit einem weichen Pinsel und glättet dann mit einem Achat oder dem Polierstahl. Der größeren Haltbarkeit wegen überzieht man die Oelvergoldung auch hier und da mit einem fetten Kopallack; doch leidet dadurch der Metallglanz. Bei der meist auf Holz erfolgenden Branntweinvergoldung überstreicht man einige Male mit heißem, nicht zu starkem Leimwasser. Ist das so getränkte Holz ganz trocken geworden, so überzieht man das Stück mit in Leimwasser verriebener Kreide drei- bis viermal recht gleichförmig, läßt aber jeden Anstrich vollkommen trocken werden, ehe man einen nächsten aufbringt. Durch diesen weißen Grund, welcher so gleichförmig als irgend möglich sein muß, gewinnt die Vergoldung an Haltbarkeit; er dient auch dem Gold zur Füllung. Ist der letzte Kreideanstrich gehörig trocken, so wird derselbe mit Schachtelhalm geschliffen, dann poliert. Nach dem Polieren, wenn alles getrocknet, wird mit Wasser angeriebenes Poliment (vgl. Goldleisten) zwei- bis dreimal aufgetragen. Jeder Anstrich muß vollkommen trocken sein, ehe man einen neuen aufträgt, und nach jedem Anstrich wird mit Schachtelhalm und Reiblappen geglättet. Die Auflegung des Metalls erfolgt in gleicher Weise wie bei Oelvergoldung, nur dient als Befestigungsmittel schwacher Branntwein, den man mittels eines breiten weichen Pinsels auf

den Polimentgrund aufträgt und diesen anfeuchtet, so daß das Blattmetall haften bleibt. Sind alle Teile mit Metall belegt, läßt man einige Zeit trocknen und glättet jene Teile, die poliert werden sollen, mit einem Achatsteine. Stellen, die matten Glanz zeigen sollen, werden mit einem Auszug von Safran in Alkohol überzogen. Durch entsprechend gefärbte Spirituslacke können die derart hergestellten vergoldeten Gegenstände nach Belieben nuanciert werden (s. a. Goldleisten, Goldpressung und Buchbinderei).

2. **Andre Arten der Vergoldung.** Feuervergoldung, hauptsächlich auf unedeln Metallen angewendet, erfolgt durch Ueberstreichen der betreffenden Objekte mit Goldamalgam (s. Amalgame) und Erhitzen (Abrauchen), wonach das Quecksilber entweicht und ein Goldüberzug zurückbleibt, der durch nachträgliche Behandlung poliert, gefärbt, mattiert u. s. w. wird (vgl. Goldarbeiten). — Kalte Vergoldung erfolgt bei Metallen durch Plattierung, durch Einreiben einer mit Kreide verdickten Lösung von Goldchlorid in Cyankalium oder durch Einreiben von mit Goldchlorid (s. d.) getränkter und verbrannter Leinwand mittels eines Korkstöpfels, der vorher etwas verkohlt und in Salzwasser getaucht war [2]. — Nasse Vergoldung erfolgt entweder durch Einhängen der zu vergoldenden Objekte in einen Sud von doppeltkohlensauerm Natron und verdünnter Goldchloridlösung oder galvanoplastisch [3] (s. a. Galvanotechnik). — Vergolden des Porzellans s. Tonwaren.

Literatur: [1] Arrenbrecht, Der Vergolder, 4. Aufl., München 1895. — [2] Roseleur, Guide pratique du doreur, 5. Aufl., Paris 1884. — [3] Pfanhauser, Die galvanische Metallplattierung u. s. w., 3. Aufl., Wien 1890; Andés, Blattmetalle, Bronzen u. s. w., Wien 1902; Rentzsch, Gesamtgebiet der Vergolderei, Wien 1887. — [4] Buchner, G., Die Metallfärbung und deren Ausführung, 3. Aufl., Berlin 1906.

Andés.

Vergolderfirnis, auch Mixion pour doreur, Anlegeöl, Goldgrundöl genannt, eine aus wenig Kopal, gut trocknendem Firnis und Terpentinöl bestehende Komposition von ziemlicher Konsistenz, bei Blattvergoldungen zur Befestigung des Blattmetalles dienend.

Andés.

Vergrößerungsapparate, photographische, beruhen darauf, daß das zu vergrößernde Negativ oder Positiv zwischen Brennpunkt und doppelte Brennweite eines Objektivs gebracht wird, wodurch ein vergrößertes umgekehrtes reelles Bild entsteht, welches auf einem Schirm aufgefangen wird.

Je näher das zu vergrößernde Objekt zum Brennpunkte des Objektivs gebracht wird, um so stärker ist die Vergrößerung. Zur Beleuchtung des zu vergrößernden Bildes dient entweder Tageslicht oder künstliches Licht (Auerlicht, Nernstlampe u. s. w.); in letzterem Falle wird noch ein Doppelkondensor (zwei Sammellinsen in einer Fassung) verwendet, welcher die von der künstlichen Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen sammelt, bevor sie das zu vergrößernde Objekt belichten.

Literatur: Liesegang, Der Silberdruck und das Vergrößern photographischer Aufnahmen, 10. Aufl., Düsseldorf; Loelcher, Vergrößern und Kopieren auf Bromsilberpapier, Berlin 1902; Stolze, Die Kunst des Vergrößerns auf Papieren und Platten, Halle a. S. 1895; Keßler, Photographie, 6. Aufl., aus Webers Illustrierte Handbücher, Bd. 40.

Novak.

Vergrünen, s. Indigoküpen, Bd. 5, S. 173.

Verhau (Verhieb), im Bergbau gleichbedeutend mit Abbau (s. d.).

Verhütten, Erze auf das in ihnen enthaltene Metall verarbeiten.

Verkämmen, s. Aufkämmen und Aufblattung.

Verkammelung, der niedrige Erdwall bei einigen älteren Schiffahrtskanälen (s. d.) an dem wasserseitigen Rande des Leinpfades, durch den dem Fehltreten und Abstürzen der Zugtiere nach der Kanalseite vorgebeugt wird.

Verkehrslaft bei Brücken, die bewegte und zeitweilig einwirkende Belastung einer Tragkonstruktion, welche durch den über die Brücke gehenden Verkehr hervorgerufen wird (vgl. a. Lastäquivalente).

Die Verkehrslasten beanspruchen das Tragwerk vor allem durch ihre lotrechten Schwerkräfte, doch können durch die bewegten Lasten auch wagerechte Kräfte (Seitenstöße der Fahrzeuge, Fliehkräfte, Bremskräfte) hervorgerufen werden. — Für die Annahme der Verkehrslasten, welche den statischen Rechnungen je nach Art der Brücke zugrunde zu legen sind, bestehen in den meisten Ländern behördliche Vorschriften [1].

Als Verkehrslast bei **Straßenbrücken** kommt Menschengedränge, ferner Belastung durch Wagen und Straßenwalzen in Betracht. Einem Gedränge von fünf bis sechs Menschen auf 1 qm entspricht eine Belastung von 340—460 kg für 1 qm. Es ist zwar noch ein dichteres Gedränge denkbar, mit acht bis neun Menschen auf 1 qm, doch ist bei einem solchen eine Fortbewegung des Menschenstromes kaum mehr möglich. Man begnügt sich daher mit Belastungsannahmen, die je nach der Frequenz der Brücke zwischen den obigen Ziffern gelegen sind und geht nur bei der Belastungsannahme für die Fußwege städtischer Brücken höher, auf 520—560 kg für 1 qm. Neben der Belastung durch Menschengedränge ist bei Straßenbrücken stets auch die Einwirkung einer Wagenbelastung zu untersuchen. Dies geschieht in der Weise, daß man die ganze Fahrbahnbreite mit Wagenzügen besetzt annimmt und den freibleibenden Raum mit Menschengedränge belastet. Für die Fahrbahnteile ist die Wagenbelastung oder die Belastung durch eine Straßenwalze stets ungünstiger als die Belastung durch Menschengedränge. Auch für die Hauptträger wirkt die Wagenbelastung bei Spannweiten bis zu 30—40 m in der Regel ungünstiger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Vorfchriften der einzelnen Länder normieren gewiffe Typen von Wagen und Straßenwalzen, welche je nach der Frequenz der Brücke anzunehmen find. So fchreibt die in Oefterreich geltende Verordnung beifpielsweife vor: für Straßen I. Klaffe zweiachfige Wagen von je 6 t Achsdruck und eine 18 t fchwere Dampfwalze, für Straßen II. Klaffe zweiachfige Wagen von 4 t Achsdruck und eine 14 t fchwere Dampfftraßenwalze, für Straßen III. Klaffe zweiachfige Wagen von je 1,5 t Achsdruck. Für großftädtifche Brücken ift aber auch noch fchwereres Laftfuhrwerk, Wagen von 20—40 t Gewicht, in Berückfichtigung zu ziehen, und bei Ueberführung einer Straßenbahn find deren fchwerfte Fahrbetriebsmittel in Rechnung zu bringen.

Die größte Verkehrsbelaftung der **Eifenbahnbrücken** wird durch fchwere Güterzüge hervorgerufen und zwar nimmt man einen Belaftungszug an, der je nach der Bahnkategorie (Haupt-, Neben- und Schmalfpurbahnen) aus den fchwerften Fahrbetriebsmitteln zufammenzuftellen ift. An der Spitze des Zuges find mindeftens zwei Lokomotiven mit angehängten Tendern, im übrigen fo viel vollbeladene Güterwagen anzunehmen, als auf der Brückenlänge Platz haben. Was die Fahrbetriebsmittel der Hauptbahnen betrifft, fo haben die Achslaften der Lokomotiven und Güterwagen in den letzten Dezennien eine ftetige Zunahme erfahren. Die technifchen Vereinbarungen des Vereins deutfcher Eifenbahnverwaltungen enthalten demgemäß die bindende Beftimmung, daß allen neu zu erbauenden Hauptbahnbrücken ein Belaftungszug zugrunde zu legen ift, der aus zwei Lokomotiven famt Tendern und einer unbefchränkten Anzahl von Güterwagen befteht. Die fünfachfigen Lokomotiven follen die erfte Achfe mit mindeftens 14 t, die übrigen vier Achfen bei 1,4 m Radftand mit mindeftens 16 t belaftet haben. Diefen Beftimmungen entfprechen auch die in den einzelnen Ländern beftehenden behördlichen Vorfchriften (Preußifche Staatsbahnen: fünfachfige Lokomotive mit 17 t Achsdruck bei 1,5 m Radftand, dreiachfiger Tender mit 13 t Achsdruck, Güterwagen mit 13 t Achsdruck bei 3 m Radftand; Bayern: fünfachfige Lokomotive mit 16 t Achsdruck, 1,4 m Radftand, Güterwagen mit 16 t Achsdruck, 4,2 m Radftand; Oefterreich fünfachfige Lokomotive mit 16 t Achsdruck, 1,4 m Radftand, Güterwagen mit 11 t Achsdruck, 3,0 m Radftand u.f.w.). Für Nebenbahnen find leichtere Lokomotiven (etwa dreiachfige mit je 14 t Achsdruck), für Schmalfpurbahnen, auf welchen kein Rollfchemelverkehr mit Ueberführung der Hauptbahnwagen ftattfindet, auch leichtere Güterwagen (mit etwa 7,5 t Achsdruck) anzunehmen. — Die Berechnung der größten ftatifchen Einwirkungen, welche von der aus einem Zuge von Einzellaften beftehenden Verkehrslaft hervorgerufen werden, ift nach dem heutigen Stande der Theorie, zumal unter Anwendung des Verfahrens mit Hilfe von Einflußlinien, keine fchwierige, aber immerhin zeitraubende Aufgabe. Man hat fich diefe dadurch zu vereinfachen gefucht, daß an Stelle des Einzellaftenzuges eine die gleiche Wirkung äußernde, gleichmäßig über die Zugslänge verteilte Erfatzlaft (Belaftungsgleichwert) eingeführt wurde. Diefe Erfatzlaften müßten aber für denfelben Belaftungszug je nach der Spannweite und nach dem Syftem des Tragwerkes, aber auch für verfchiedene Stellen oder Teile desfelben eine verfchiedene Größe erhalten. Da folche Erfatzlaften fonach nur eine ganz befchränkte Gültigkeit haben, fo ift man von deren Angabe in den neueren Brückenvorfchriften abgegangen und hat für die häufigft vorkommende Berechnung des einfachen Balkenträgers Tabellen gegeben und die Vereinfachung zugeftanden, daß die Linie der Maximalmomente durch zwei im Scheitel durch eine kurze Gerade verbundene Parabeläfte erfetzt werden kann.

Die nach ftatifchen Regeln für Ruhelaft berechnete Beanfpruchung einer Brückenkonftruktion erfährt in Wirklichkeit durch die Bewegung der Verkehrslaften eine mehr oder minder große Erhöhung. Diefe **dynamifche Einwirkung** wird in erfter Linie durch die infolge der Unebenheiten der Bahn bei rollenden Laften auftretenden Stoßwirkungen hervorgerufen; außerdem hat aber auch die Bewegungsgefchwindigkeit der Laften an und für fich auf die Beanfpruchung der Brückenträger einen Einfluß. Stoßwirkungen treten fowohl bei Straßenbrücken, und zwar je nach der Glätte der Fahrbahn in geringerem oder größerem Maße, als auch bei Eifenbahnbrücken auf; bei letzteren werden fie durch die Schienenftöße oder durch unrund gelaufene Räder hervorgerufen. Eine ftrenge theoretifche Beurteilung diefes Einfluffes unterliegt aber bedeutenden Schwierigkeiten, da hierbei die Fortpflanzung der Stoßwirkung in der Brückenkonftruktion in Frage kommt und fich fchwer angeben läßt, wie weit fich diefer Einfluß erftreckt [6]. Auf Grund allgemeiner Betrachtungen [2]—[5] läßt fich nur behaupten, daß der Einfluß der Stöße auf die Beanfpruchung der Brücke um fo geringer ausfällt, je größere Maße die Brücke befitzt, alfo je fchwerer die Fahrbahn und je größer die Spannweite ift; auch werden die zunächft vom Stoße getroffenen Teile, alfo die Fahrbahnträger und deren Anfchlüffe an die Hauptträger größere Spannungsvermehrungen erfahren, als die weiter abgelegenen Teile der Hauptträger, und es wird durch das elaftifche Verhalten der Fahrbahnkonftruktion die Stoßwirkung auf die Hauptträger gemildert werden. Beobachtungen an Brücken und Verfuche, um die Stoßwirkungen zu meffen, wurden insbefondere von Confidère [4] und von Deslandres [5] angeftellt und zwar von erfterem bei mehreren Brücken der Orleansbahn, von letzterem bei den Straßenbrücken von Pontoife und Beaumont. Es wurden dabei die örtlichen Beanfpruchungen bezw. die Verlängerungen oder Verkürzungen an der Deformation kleiner Bleikörper gemeffen, und foll nach Deslandres fich diefe örtliche Einwirkung bis auf das Vierfache der ftatifchen Laftwirkung fteigern können. Beobachtungen in diefer Richtung wurden auch von Fränkel mittels eines die Brückenfchwingungen graphifch verzeichnenden Apparates gemacht [9]. Befonders ungünftig können folche Stöße werden, welche in regelmäßigen Zeiträumen wiederkehren und ftets mit Ausfchwingungen eines Stabes oder des Gefamtfyftems zufammentreffen; fie werden eine zunehmende Vergrößerung der Schwingungsweiten, fonach auch der Spannungen, bewirken, und es ift theoretifch die Möglichkeit denkbar, daß auf diefem Wege unter beftimmten Vorausfetzungen jede Brücke zerftört werden kann. Für Eifenbahnbrücken hat man hiernach auch für jede Spannweite eine beftimmte kritifche Zugsgefchwindigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

herausgerechnet [7], [8], bei welcher ein gefährliches Zusammentreffen der Brückenschwingungen mit den durch die Schienenlücken erzeugten Stoßimpulsen stattfindet. In Wirklichkeit ist aber dieser Einfluß der wiederholten Stöße im allgemeinen doch weit weniger bedenklich, weil die Lastimpulse nicht in der genügenden Zahl und Stärke und nicht in der Regelmäßigkeit auf die Brücke einwirken werden, um durch die Wiederholung eine namhafte Vergrößerung der Schwingungsweiten zu bewirken. — Was nun den bloß von der Bewegungsschnelligkeit der Verkehrslasten abhängenden dynamischen Einfluß anbelangt, so ist derselbe natürlich nur bei Eisenbahnbrücken von einer gewissen Bedeutung, und zwar wird sich dieser Einfluß aus folgenden Einzelwirkungen zusammensetzen [3]: 1. Erhöhung der Beanspruchung durch Schwingungen, die in den einzelnen Teilen der Brückenkonstruktion dadurch entstehen, daß die mit der Verschiebung der Lasten verbundene Formänderung mit einer gewissen Geschwindigkeit vor sich geht. Diese Spannungsvergrößerung in einem der Brückenkonstruktion angehörenden Stabe von der Länge l rechnet sich mit $\Delta S = c V \sqrt{l} \frac{dS}{dx}$, wenn V die Bewegungsgeschwindigkeit der Lasten (Meter pro Sekunde) und dS die Aenderung der Stabspannung bei einer Verschiebung des Lastenzuges um dx, ferner c eine zwischen 0,004 und 0,007 gelegene Konstante bezeichnet. Bei einem gegliederten System (Fachwerk) beeinflussen sich die Längsschwingungen der einzelnen Stäbe aber in sehr komplizierter Weise, so daß auch für die einfachsten Anordnungen die mathematische Behandlung des Problems mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden ist [11]. 2. Infolge der Durchbiegung der Brücke unter einer darüber rollenden Last bewegt sich der Schwerpunkt der letzteren in einer krummen Bahn, was zum Entstehen von lotrecht gerichteten Fliehkräften Veranlassung gibt. — Wenn auch der Krümmungshalbmesser dieser Bahnkurve sehr groß ist, so zeigen darüber angestellte Untersuchungen [12], daß dieser Einfluß bei schnellbewegten Lasten nicht geringfügig ist. 3. Die Gegengewichte an den Trieb- und Kupplungsrädern der Lokomotiven verursachen bei ihrer Umdrehung eine aus der Fliehkraft hervorgehende Vergrößerung der Achsdrücke, welche im Mittel bei vierachsigen Güterzugslokomotiven mit Außenzylindern für jede Kupplungsachse mit etwa 2,1 t, für die Triebachse mit 4,2 t angenommen werden kann.

Alle diese betrachteten dynamischen Einwirkungen haben das Gemeinsame, daß ihre Größe mit wachsender Spannweite der Brücke abnimmt. Ihre Berücksichtigung bei der Berechnung der Brücken könnte so erfolgen, daß man die Verkehrsbelastung mit einem gewissen Faktor $\mu > 1$ multipliziert einführt und die Spannungen dann nach statischen Regeln ermittelt. Réfal [10] findet auf Grund theoretischer Betrachtungen, daß man setzen könne $\mu = 1 + V\sqrt{u} : L$, wenn u die statische Durchbiegung in der Brückenmitte bezeichnet, welche die ohne Geschwindigkeit zur permanenten Belastung hinzugefügte zufällige Last hervorbringt. Unter Einführung einer Zugsgeschwindigkeit $V = 20$ m transformiert er die obige Formel in $\mu = 1 + 0{,}5 : \sqrt{L}$. Dieser Faktor μ erscheint aber, wenn auch die Stoßwirkungen berücksichtigt werden, viel zu gering, und es ist auch nicht anzunehmen, daß derselbe für sämtliche Teile einer Brückenkonstruktion die gleiche Größe haben wird. Eingehendere Untersuchungen [2] führen auf einen Wert $\mu = 1{,}14 + 8 : (x + 10)$ und zwar ist hierin bei Berechnung der Gurtspannungen für x die Spannweite L, bei Berechnung der Gitterstabspannungen für x die Länge der belasteten Strecke und bei Berechnung der Fahrbahnlängs- und -querträger für x die Knotenweite einzusetzen. Ist für einen Konstruktionsteil S_g die Spannung durch die permanente Last, S_p jene durch die ruhend angenommene Verkehrslast und ist s_0 die als zulässig angenommene Inanspruchnahme bei ruhender Belastung, so folgt, wenn keine Knickbeanspruchung in Frage kommt, die Querschnittsfläche des Stabes aus $F = 1 : s_0 \, (S_g + \mu S_p)$. Für s_0 wird man aber nun eine höhere Ziffer (etwa $s_0 = 1000$ kg für Flußeisen) einsetzen können als nach jener Berechnungsweise, bei welcher auf die dynamischen Einwirkungen der Verkehrslasten weiter gar keine Rücksicht genommen wird. Man bezeichnet μ als Stoßkoeffizient, und es werden dafür außer den obigen Angaben von einzelnen Konstrukteuren auch noch verschiedene andre, allerdings lediglich auf Schätzung beruhende Annahmen gemacht. So setzen unabhängig von der Spannweite für Eisenbahnbrücken: Gerber und Landsberg $\mu = 1{,}5$, Winkler und Krohn 1,3, Clericetti 2, ferner Engesser für $L > 20$ m $\mu = 1{,}67$ für $L < 20$ m $\mu = 1{,}67 + 0{,}001\,(20 - L)^2$, Häseler $\mu = 1{,}2 + 1 : n$ (wo n gleich der Anzahl der für die fragliche Beanspruchung auf der Brücke befindlichen Achsen) u. s. w.

Die dynamische Einwirkung der Verkehrsbelastung auf Eisenbahnbrücken läßt sich durch geeignete Maßnahmen bis zu einem gewissen Grade herabmindern. In dieser Hinsicht ist insbesondere eine gute Erhaltung des Gleises auf der Brücke von Wichtigkeit sowie die Verwendung von gut erhaltenen Fahrbetriebsmitteln. Auch empfiehlt es sich, der Gleisnivellette eine der Durchbiegung durch die Verkehrslast entsprechende Ueberhöhung zu geben.

Literatur: [1] Vorschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Ueberbau auf den kgl. preußischen Staatsbahnen 1903; Vorschriften der kgl. bayerischen Staatseisenbahnen 1908; Vorschriften des k. k. österreichischen Eisenbahnministeriums von 1904, betreffend Eisenbahnbrücken, und des k. k. Ministeriums des Innern von 1905, betreffend Straßenbrücken; Verordnung des kgl. ungarischen Handelsministeriums von 1907. — [2] Engesser, Zusatzkräfte und Nebenspannungen eiserner Fachwerksbrücken, Berlin 1892, Bd. 3, S. 166. — [3] Melan, Ueber die dynamische Wirkung bewegter Lasten auf Brücken, Zeitschr. d. Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 293. — [4] Considère, Die Anwendung von Eisen und Stahl bei Konstruktionen, überfetzt von Hauff, Wien 1888, S. 180—256. — [5] Deslandres, Note sur les épreuves par charge roulante et l'action des chocs, Annales des ponts et chaussées 1894, Bd. 1, S. 735. — [6] Weyrich, Ueber dynamische Spannungen in Eisenbahnbrücken, Deutsche Bauzeitung 1889, S. 348. — [7] Steiner, Ueber die Metallkonstruktionen der Zukunft, Zeitschr. d. Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1892, S. 113. — [8] Robinſon, Vibration of bridges, transactions of the Am. Society of Civil Eng. 1887, Febr. — [9] Fränkel, Der Horizontal- und Vertikalſchwingungszeichner, Zivilingenieur, Bd. 40, Heft 3 und 8. — [10] Réfal, Effets des charges roulantes sur les ponts métalliques, Annales des ponts et chaussées 1883, Bd. 1, S. 277. — [11] Reißner, H., Die Schwingungserſcheinungen an Fachwerken, Zeitſchr. f. Bauweſen 1903, S. 135. — [12] Zimmermann, H., Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Laſt, Berlin 1896. *Melan.*

Verkehrsmittel, ſ. Eiſenbahn, Laden, Löſchen, Selbſtentlader, Maſſentransport u. ſ. w.

Verkehrsordnung, ſ. Eiſenbahnbetrieb II, Eiſenbahnverkehr I.

Verkehrstruppen, d. h. Truppen mit der Aufgabe, die im Kriege zur Verwendung kommenden Verkehrsmittel, Eiſenbahnen, Telegraphen, Fernſprecher, Funkentelegraphen und optiſche Signalmittel, Kraftfahrzeuge und Fahrräder, Luftfahrzeuge, Brieftauben u. ſ. w. bereitzuſtellen bezw. zu betreiben und ihre Benutzung im Frieden vorzubereiten.

Die deutſchen Verkehrstruppen beſtehen aus der Eiſenbahnbrigade (Eiſenbahnregimenter 1—3 und Militäreiſenbahn), vier Telegraphenbataillonen, einem Luftſchifferbataillon mit Verſuchskompagnie, Beſpannungsabteilung und Luftſchifferlehranſtalt und der Verſuchsabteilung der Verkehrstruppen mit Verſuchskompagnie und Kraftfahrabteilung, außerdem den bayriſchen Verkehrstruppen. Wegen der Verkehrstruppen des Auslandes ſ. Literatur (ſ. a. Militärbeförderung auf Eiſenbahnen).

Literatur: [1] Schmiedecke, Die Verkehrsmitttel im Kriege (enthält weitere Literaturangaben). — [2] Militär-Wochenblatt. — [3] Streffleurs Militär. Zeitſchr. — [4] Internationale Revue. — [5] Mitteil. über Gegenſtände des Art.- u. Geniewеſens. — [6] Kriegstechn. Zeitſchr. — [7] Vierteljahrsbericht der Ing.-Kom. — [8] Revue du Génie militaire u. a. *Cauer.*

Verkehrsverband, ſ. Eiſenbahnbetrieb II, Eiſenbahnverkehr, Eiſenbahnverbände.

Verkleidung, ſ. Bekleidung, Bd. 1, S. 661, und Türen.

Verkröpfungslade, ſ. Stoßlade.

Verkupfern, ſ. Galvanotechnik.

Verlaat, ſ. Siele, S. 110.

Verladevorrichtung, ſ. Laden, Löſchen und Maſſentransport.

Verladung in der Aufbereitung. Man unterſcheidet: die Rampenverladung, die Füllrumpfverladung und die Bandverladung.

Die Rampenverladung iſt für kleinere Anlagen üblich; das aufbereitete Gut gelangt von den Aufbereitungsmaſchinen in Hunde, dieſe werden von hochgelegenen Plattformen (Rampen) aus, welche an den Verladegleiſen entlang erbaut ſind, in die Lowrys entleert. Das Verfahren iſt wegen der Verwendung einer entſprechenden Anzahl Arbeiter teuer. — Bei der Füllrumpfverladung ſind zweckmäßigerweiſe die Aufbereitungsapparate ſo hoch aufgeſtellt, daß die verſchiedenen Produkte unmittelbar in beſondere Behälter (Füllrümpfe, Taſchen, Vorratskäſten) gelangen, aus denen ſie in Eiſenbahnwagen abgelaſſen werden können; oder die mit den Aufbereitungsprodukten gefüllten Hunde werden mittels Aufzug gehoben, über die Füllrümpfe gefahren und dort entleert. Unten ſind die letzteren mit Oeffnungen und Schiebern verſehen, die Böden ſind derart geneigt, daß das Gut ſelbſttätig herausrutſcht, das Beladen einer Lowry nimmt daher nur wenig Zeit in Anſpruch. Auch für die Verladung auf Fuhrwerke und Schiffe ſind die beiden genannten Methoden allgemein üblich. Für die Schiffsverladung aus Eiſenbahnwagen gibt es ſelbſttätige Kipper [1], bei denen die überſchießende Arbeit, welche von dem niederſinkenden beladenen Wagen geleiſtet wird, in einem hydrauliſchen Kraftſammler aufgeſpeichert und benutzt wird, um den entleerten Wagen wieder aufzurichten; eine beſondere Betriebskraft iſt nicht erforderlich. — Die Entleerung der Hunde erfolgt in der Aufbereitung gewöhnlich mittels Wipper (ſ. d.). — Für die Verladung weicher Stückkohle, wobei jede Zerkleinerung vermieden werden muß, iſt das Cornetſche Verladeband beſonders geeignet. Es beſteht aus zwei Gliederketten, zwiſchen denen Querſtäbe befeſtigt ſind; auf dieſen ſind kaſtenartige Behälter angebracht. Ferner iſt das Verladeband, deſſen Hauptteil wagerecht liegt, mit einem kippbaren Teile verſehen; mittels Ketten und Handhaſpels kann dieſer leicht geſenkt und gehoben werden. Näheres in [2]. Um das Rangieren der Lowrys, in welche die Verladung erfolgt, tunlichſt durch Maſchinenkraft zu bewirken, werden jetzt Seile ohne Ende [3] oder Schiebebühnen (mit Betrieb durch Dampf oder Elektrizität) zu Hilfe genommen.

Literatur: [1] Selbſttätiger Kohlenkipper für Eiſenbahnwagen, Eſſener „Glückauf" 1896, S. 661. — [2] Lamprecht, die Kohlenaufbereitung, Leipzig 1888, S. 74. — [3] Treptow, J., Die Seilbahn für das Rangieren der Eiſenbahnwagen bei der Verladung auf Wilhelmſchacht I des Zwickau-Oberhohndorfer Steinkohlenbauvereins, Eſſener „Glückauf" 1894, S. 1639. *Treptow.*

Verlag geben, Verlag zurückerſtatten, ſ. Grubenbetrieb.

Verleihung, ſ. Bergrecht.

Verloren, jede vorläufig gemachte Arbeit, die ſpäter ohne Nutzen bleibt oder noch einmal genauer nachzuholen iſt.

So heißt ein Dach verloren eindecken, die Dachziegel auf die Lattung einhängen, um raſch einen Schutz gegen Regen zu haben. 2. Nicht dicht ſchließend, in weiten Zwiſchenräumen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtehend, z. B. bei Staketen. 3. Verlorener Kopf oder Form ſ. Gießerei, Bd. 4, S. 528 ff. 4. Verlorener Zapfen, ſchwalbenſchwanzförmiger Zapfen oder Dübel, welcher zwiſchen zwei Holzſtücken eingeſetzt wird. 5. Verlorene Zimmerung, derjenige Teil der Grubenzimmerung, der z. B. beim Tunnelbau nach beendigter Ausmauerung nicht herausgezogen wird. 6. Verlorene Punkte, ſ. Feſtpunkte und Anhaltepunkte, Grubeninſtrumente. *Weinbrenner.*

Vermarkung, dauernde örtliche Bezeichnung der Grenz-, Meſſungs- und Höhenpunkte. Ueber Grenzmarken ſ. Bd. 4, S. 625; über die Vermarkung bei Kataſtervermeſſungen ſ. Bd. 5, S. 406; wegen der Vermarkung der Meſſungspunkte ſ. Triangulierung, Polygoniſierung und Stückvermeſſung und wegen der der Höhenpunkte ſ. Nivellieren. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Vermeſſung, geodätiſche, ſ. Geodäſie.

Vermittelnde Körper nennt man in der Wärmetheorie diejenigen Körper, welche Kreisprozeſſen (ſ. d.) oder ähnlichen Arbeitsprozeſſen unterworfen werden (z. B. die Arbeitsflüſſigkeit von Wärmemotoren), weil dieſe Körper alsdann von einem Körper Wärme aufnehmen (z. B. von der Heizanlage) und an einen andern Körper Wärme abgeben (z. B. an den Kondenſator), ſo daß ſie den Wärmeübergang von einem Körper zu einem andern vermitteln. Auch die Verwandlung von Wärme in Arbeit wird durch ſie vermittelt. *Weyrauch.*

Vernickeln, ſ. Galvanotechnik und Plattieren.

Verpflocken, mit hölzernen Nägeln befeſtigen.

Verſatzrad, ſ. v. w. Wechſelrad.

Verſatzung (Anſtirnen), Verbindung bei Verzapfungen von Streben oder Bügen, um den Druck ſtatt nur auf Zapfenbreite auf die ganze Breite der Hölzer zu übertragen (Fig. 1).

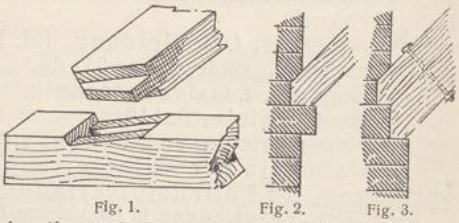


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Sie findet ihre Anwendung 1. bei Hängewerken, beſonders am Fuße der Streben, wo der Balkenkopf entſprechend zu verſtärken iſt (ſ. Bd. 4, S. 736, Fig. 10 und 11); dabei muß dieſer genügend lang ſein, damit die von dem ſtarken Schub der Strebe getroffenen Längsfaſern der Abſcherung (ſ. d.) widerſtehen. Bei ganz flachen Streben iſt dem ſtärkern Schub durch Anordnung einer doppelten Verſatzung zu begegnen, wobei die zweite Verſatzung tiefer als die erſte herabgreifen muß (Bd. 4, S. 736, Fig. 9—11). Weitere Beiſpiele von Verſatzungen zeigen ebenda Fig. 19, 21 und 22. Um einem Ineinanderpreſſen der Hölzer, da wo Hirnholz auf Hirnholz trifft, vorzubeugen, ſind an den Stirnflächen Zinkſtreifen einzulegen; 2. als Mauerverſatzung bei Sprengwerken (ſ. d.), wobei man einfache (Fig. 2) und doppelte (Fig. 3) unterſcheidet. *Weinbrenner.*

Verſchiebebahnhöfe (und **Verſchiebedienſt**), auch Verſchub- oder Rangierbahnhöfe genannt, ausgedehnte Bahnhofanlagen zum Zerlegen und Neubilden von Güterzügen ſowie zum Ordnen der Wagen in den Güterzügen in der Reihenfolge der Bahnſtationen, alſo nur für Betriebszwecke, nicht für den öffentlichen Verkehr.

Auf jedem Bahnhof ſind Verſchiebebewegungen auszuführen zum Abſtellen von Wagen aus den Zügen und zum Einſtellen von ſolchen in die Züge. Auf kleineren und mittleren Bahnhöfen werden dieſe Bewegungen, ſoweit möglich, mit der Zuglokomotive, im übrigen „von Hand", d. h. durch Menſchenkraft, ausgeführt, auf größeren Bahnhöfen beinahe ausſchließlich durch Lokomotiven, und zwar in der Regel durch beſondere Verſchiebe- (Rangier-) Lokomotiven. Zum Aufſtellen der angekommenen und der abgehenden Wagen ſind auf kleineren und mittleren Bahnhöfen ein oder zwei Gleiſe erforderlich, bei größeren Bahnhöfen hängt ihre Zahl von dem Umfang des Stationsverkehrs ab. Dieſe Gleiſe werden am beſten neben die Güterzugsgleiſe gelegt und heißen Auf- oder Abſtellgleiſe. Auf größeren Bahnhöfen ſind, um die Aufſtellgleiſe jederzeit erreichen und Wagen verſchieben zu können, ohne die Zugsgleiſe befahren zu müſſen, noch Auszieh- und Durchlauf- oder Verkehrsgleiſe erforderlich. (Vgl. Bd. 1, S. 477 ff.)

Weit umfangreichere Bewegungen ſind auszuführen auf Bahnhöfen, auf denen in den Güterzügen die Wagen in der Reihenfolge der Stationen zu ordnen, oder wo Güterzüge aufzulöſen und neuzubilden ſind, wie auf den End- und den Anfangsſtationen des Laufs ſolcher Züge, ganz beſonders aber auf Bahnhöfen von Eiſenbahnknotenpunkten. Hier kommen Güterzüge aus mehreren Bahnrichtungen zuſammen, und aus den Wagen dieſer Züge ſind für die einzelnen Richtungen neue, nach Stationen geordnete Güterzüge zu bilden. Die Verſchiebebewegungen nehmen hier oft einen ſolchen Umfang an, daß beſondere ausgedehnte Bahnhöfe, „Verſchiebebahnhöfe", angelegt werden müſſen, die eine Länge von mehreren Kilometern (Verſchiebebahnhof Nürnberg 4,8 km, Mannheim 5 km u. ſ. w.) und eine Flächenausdehnung von 100 ha und mehr haben. Solche Bahnhöfe legt man zweckmäßig ſeitwärts von den Perſonen- und Ortsgüterbahnhöfen der Eiſenbahnknotenpunkte auf möglichſt billiges Gelände und verbindet ſie mit den einzelnen Bahnen durch beſondere Zufahrgleiſe, und zwar am beſten ſo, daß von jeder auf den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hauptbahnhof des Knotenpunktes einmündenden Bahnrichtung die Güterzüge ohne Aufenthalt und ohne die Hauptgleiſe ſchienengleich zu kreuzen, unmittelbar in den Verſchiebebahnhof einfahren oder von demſelben ausfahren können. Dieſe Zufahrgleiſe können durch den Perſonenbahnhof hindurch (ſ. Bd. 1, S. 484, Fig. 12), oder an demſelben vorbeigeführt werden (Hauptbahnhof Dresden, Zivilingenieur 1895, Taf. V), oder von den einzelnen Bahnlinien ſchon außerhalb des Eiſenbahnknotenpunktes, am beſten auf der vorhergehenden Station (Fig. 1), abzweigen und als beſondere Zufahrlinien zum Verſchiebebahnhof geführt werden (Bahnhof Nürnberg, Oeſterr. Wochenſchr. für den öffentl. Baudienſt 1904, Heft 12). Unter Umſtänden müſſen die Güterzüge auch in den Hauptbahnhof einfahren und dort die Fahrrichtung wechſeln, um in den Verſchiebebahnhof zu gelangen. Dies iſt zwar umſtändlich, jedoch nicht zu ſcheuen, wenn dadurch die Betriebsſicherheit erhöht wird (ſ. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 483, Fig. 11; die Fig. 12 und 15, S. 484 und 486 ebendaſelbſt, zeigen, wie Güterzüge auf einer Kreuzungs- und auf einer Kopfſtation ohne ſchienengleiche Kreuzung mit Hauptgleiſen unmittelbar in den Verſchiebebahnhof eingeführt werden können). Wird der Verſchiebebahnhof und der Ortsgüterbahnhof getrennt angeordnet, ſo müſſen beide ein- oder beſſer zweigleiſig verbunden werden.

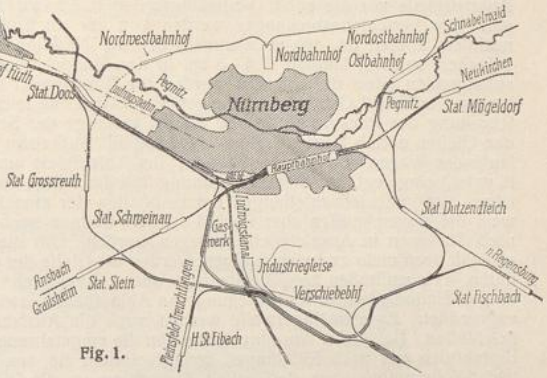


Fig. 1.

Das Verſchiebegeſchäft wickelt ſich auf den Verſchiebebahnhöfen in der Hauptſache folgendermaßen ab. Nach Einfahrt eines Zugs in das für ihn beſtimmte Einfahrgleis wird die Zugslokomotive ſofort abgekuppelt und geht zu den Schuppen. Der Zug, oder, wenn er ſehr lang iſt, nur ein Teil desſelben (höchſtens 300 m), wird hierauf von einer Verſchiebelokomotive in ein Auszieh- (Zerlegungs-) Gleis gezogen und in Haupt- und Untergruppen zerlegt, indem die Wagen in die Gleiſe eines durch eine Weichenſtraße verbundenen Bündels paralleler Gleiſe eingeſtellt werden. In jedem Gleis dieſes Gleisbündels werden die Wagen einer beſtimmten Gruppe geſammelt. Als Gruppen kommen im allgemeinen in Betracht: I. die verſchiedenen Bahnrichtungen (beim Uebergang an andre Verwaltungen kann die Uebergabe im geſamten oder nach Richtungen geordnet erfolgen), II. das Ortsgut, d. h. Wagen, die für die Station beſtimmt ſind, III. Leerwagen, die von hier aus nach Bedarf den Stationen der einzelnen Richtungen überwieſen werden. Die zu dieſen Zwecken erforderlichen Gleiſe heißen Richtungsgleiſe. Die Wagen der zweiten Gruppe werden am beſten ſofort nach Untergruppen geordnet, z. B. Stückgut- und Wagenladungswagen (letztere unter Umſtänden noch nach Warengattungen, d. h. nach den verſchiedenen Teilen des Ortsgüterbahnhofs), Umladeſtückgutwagen (welche Güter für die verſchiedenen Bahnrichtungen enthalten und daher umgeladen werden müſſen), Viehwagen (für Schlachthäuſer und zur Desinfektion), Wagen für Hafenanlagen, Fabriken, Gruben und Hüttenwerke u. ſ. w. Bei der III. Gruppe werden reparaturbedürftige Wagen ausgeſchieden. Unbedeutende Mängel werden ſofort in einer mit dem Verſchiebebahnhof verbundenen kleinen Wagenwerkſtätte beſeitigt. Die Wagen der Untergruppen des Ortsguts werden durch Verſchiebemaſchinen an ihre verſchiedenen Beſtimmungsorte (Güterſchuppen, Verladeplätze, Umladeſtellen, Desinfektionsanſtalt u. ſ. w.) verbracht und die dort fertiggeſtellten, d. h. „abgefertigten“ Wagen abgeholt und nun entweder zunächſt in ein beſonderes Gleis für abgefertigtes Ortsgut eingeſtellt und ſpäter weiter behandelt, oder aber ſofort in das Ausziehgleis verbracht und von da aus wie die Wagen eines eingefahrenen Zugs nach den verſchiedenen Bahnrichtungen (Gruppe I) geordnet. In gleicher Weiſe werden etwaige Leerwagen, die den einzelnen Güterzügen mitzugeben ſind, in die entſprechenden Richtungsgleiſe eingeſtellt.

Aus den in den Richtungsgleiſen geſammelten Wagen werden die Züge für die einzelnen Richtungen gebildet. Vor der Abfahrt eines Zuges ſind die Wagen in der Reihenfolge der Stationen zu ordnen. Dies geſchieht, indem die Wagen aus dem Richtungsgleis von einer Verſchiebelokomotive auf einmal oder in Abteilungen (ſ. oben) in ein zweites Ausziehgleis gezogen und von da in die Gleiſe eines andern Gleisbündels, die Stationsgleiſe, verbracht werden, deren Zahl im allgemeinen der Zahl der Stationen der Richtung entſpricht. Jedes Gleis dieſer Gruppe enthält nur Wagen für dieſelbe Station (bei kleinen Stationen auch für zwei oder drei Stationen, ſ. unten). Die Stationsgleiſe werden nun der Reihe nach geleert und die Wagengruppen hintereinander geſetzt. Der ſo gebildete geordnete Zug wird im Ausfahrgleis aufgeſtellt und iſt nach Vorſetzung der Zugslokomotive, die vorher den Packwagen geholt hat, Beſetzung mit dem Zugsperſonal und Zuſtellung der erforderlichen Begleitpapiere zur Abfahrt bereit.

Bei wagerechter Anlage der Richtungs- und Stationsgleiſe geſchieht das Ordnen der Wagen oder Wagengruppen ſowohl nach Richtungen als nach Stationen, durch wiederholtes Vorziehen und raſches Zurückfahren der Verſchiebeabteilung nach Abkupplung der bei der einzelnen Bewegung abzuſtellenden Wagen, alſo durch Abſtoßen derſelben. Die Wagen müſſen eine ſolche Geſchwindigkeit erhalten, daß ſie nach Anhalten der Verſchiebeabteilung in dem für ſie beſtimmten Gleis weiterrollen, auf das während des Vorziehens die Weichen geſtellt wurden. Das Aufhalten der Wagen geſchieht bei einzelnen Wagen oder bei Gruppen bis drei Wagen durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bremsknüttel oder Hemmſchuhe (ſ. unten), bei größeren Wagenabteilungen durch Anziehen der Bremſen eines oder mehrerer Wagen, die dann zu beſetzen ſind. Bei dieſem Verfahren muß die Verſchiebelokomotive und ein großer Teil der Wagen unnötige Wege zurücklegen, auch erfordert das oftmalige Vorziehen, Anhalten und Zurückfahren ſehr viel Zeit. Man legt deshalb in die Ausziehgleiſe vor die erſten Verteilungsweichen Ablaufberge (auch „Eſelsrücken“ genannt) ein. Die Verſchiebeabteilungen werden von der am Ende befindlichen Verſchiebelokomotive, nachdem überall da, wo abzukuppeln iſt, die Notkuppeln ausgehängt und die Hauptkuppeln gelockert wurden, langſam (1,5—3 km in der Stunde) über die Ablaufberge gedrückt. Auf dem anſteigenden Gleis des Rückens werden die Wagenpuffer zuſammengedrückt, ſo daß die Kupplungen vermittelſt Gabeln oder Stangen von außen nun leicht auszuhängen ſind, und nach Ueberſchreitung des Rückens rollen die Wagen vermöge der Schwerkraft ab. Die Wagen werden in den Gleiſen mittels Hemmſchuhen aufgefangen. Außerdem werden, um die Geſchwindigkeit gutlaufender Wagen mäßigen zu können, ins Ablaufgleis am Fuß des Ablaufberges Gleisbremſen (ſ. unten) eingelegt. Bei dieſer Anordnung fällt das läſtige und zeitraubende Vorziehen und Zurückfahren der Verſchiebeabteilungen beim Abſtellen der einzelnen Wagen oder Gruppen von Wagen weg, die Wagen müſſen aber ſowohl bei dem Ordnen nach Richtungen als auch bei dem Ordnen nach Stationen in Ausziehgleiſe gezogen werden. Um dies zu vermeiden und das Verſchiebegeſchäft noch mehr zu beſchleunigen, werden die Gleiſe der einzelnen Gruppen an beiden Enden durch Weichenſtraßen zu „Gleisharfen“ oder „Gleisroſten“ verbunden und die Einfahr-, Richtungs-, Stationsgleiſe unter Einlegung von Ablaufbergen zwiſchen je zwei Gruppen hintereinander angeordnet. Zweckmäßigerweiſe werden auch die Ausfahrgleiſe hinter den Stationsgleiſen angeſchloſſen. Bei dieſer Anordnung werden die eingefahrenen Züge ſofort nach der Einfahrt vom Einfahrgleis aus nach Richtungen zerlegt, indem ſie aus ihrem Einfahrgleis durch eine Verſchiebelokomotive über den erſten Ablaufberg in die Richtungsgleiſe gedrückt werden. (Die Einfahrgleiſe ſind zugleich Zerlegungsgleiſe.) Iſt dann für eine Richtung ein Zug zu bilden, ſo ſind die Wagen des betreffenden Richtungsgleiſes zur Ordnung nach Stationen nur über den zweiten Ablaufrücken in die Stationsgleiſe zu drücken. Aus dieſen werden die Wagen wieder der Reihe nach herausgeholt, hintereinander geſetzt und in das Ausfahrgleis gezogen.

Um auch die beim Zuſammenſtellen der Züge erforderlichen Vor- und Rückwärtsbewegungen und überhaupt die Zuhilfenahme von Verſchiebelokomotiven zum Ordnen der Wagen zu vermeiden, ordnet man ausſchließlich durch Schwerkraft. Zu dieſem Zweck muß die ganze Gleisanlage — von den Einfahrgleiſen bis zu den Ausfahrgleiſen — ins Gefäll gelegt werden, und zwar müſſen die Gefälle ſo gewählt werden, daß die Wagen, auch die ſchlechtlaufenden, nach Löſen der Bremſen überall in Bewegung geraten, und an einzelnen Stellen ſo, daß ſie Beſchleunigung erhalten, damit das Verſchiebegeſchäft raſch vor ſich geht. Nach Einfahrt des Zugs entfernt ſich ſofort die Zugslokomotive. Sodann werden die Notkuppeln gelöſt, die Hauptkuppeln gelockert und ſämtliche Bremſen geöffnet bis auf etwa drei. Dieſe werden beſetzt und durch ſie die Geſchwindigkeit des ablaufenden Zugs reguliert. Am Uebergang in die Ablaufgleiſe iſt eine geringer geneigte oder gar leicht anſteigende Strecke eingelegt, auf der die Bewegung der vorderſten Wagen etwas gehemmt wird, ſo daß hier die Kupplungen von außen ausgehängt werden können. Das Auffangen der Wagen in den Gleiſen geſchieht wieder mittels auf die Schienen gelegter Hemmſchuhe und das Regeln der Geſchwindigkeit zu raſch laufender Wagen oder Wagengruppen durch Gleisbremſen. Ein geradezu ſchulmäßiges Beiſpiel einer ſolchen Anlage iſt der Verſchiebebahnhof Nürnberg, Fig. 2 [5]. Die ganze Bahnhofanlage liegt in einem durchſchnittlichen Gefäll von 1 : 150. Auf den einzelnen Teilen des Bahnhofs ſchwanken aber die Gefälle zwiſchen 1 : 200 und 1 : 80, und in den Ablaufgleiſen iſt ſogar 1 : 60 und 1 : 50 vorhanden. Die Weichen ſind entweder in ſtärkere Gefälle gelegt oder es liegen oberhalb derſelben kurze Strecken mit ſtarkem Gefäll (1 : 80 auf 42 m Länge), um den Wagen beim Durchlaufen dieſer Strecken Beſchleunigung zu geben. Die Einfahrgleiſe für ſämtliche auf den Bahnhof mündende Bahnen ſind nebeneinander als eine Gruppe angeordnet, an ſie ſchließen ſich, verbunden durch die Ablaufgleiſe, die Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleiſe in doppelter Gruppierung an, die eine Gruppe für Züge nach Weſten, die andre für Züge nach Oſten. Die Ablaufgleiſe ſind dreifach angeordnet, die beiden äußeren werden gewöhnlich benutzt, das mittlere, welches ſtärkere Neigungen hat (ſ. Fig. 2), nur bei kalter oder ſonſtiger ſehr ungünſtiger Witterung, meiſt nur einige Tage des Jahres. Der Höhenunterſchied zwiſchen der Wagerechten am oberen Ende der Einfahrgleiſe und der am unteren der Ausfahrgleiſe beträgt etwa 20,8 m. Die Anordnung hintereinander iſt ſehr bequem, ſie läßt ſich aber ohne zu große Koſten nur unter ganz günſtigen Verhältniſſen und, wenn mit Schwerkraft durchweg gearbeitet werden will, auch nur bei geeignetem Gelände ausführen. Bei beſchränkten Raumverhältniſſen müſſen Einfahr- und Ausfahrgleiſe nebeneinander gelegt werden, um von ihnen aus die verſchiedenen Bahnlinien zu erreichen. Die Anordnung kann dann ſo geſchehen, daß die eingefahrenen Züge, nachdem die Lokomotive mit dem Packwagen ſich entfernt hat, als Ganzes oder in Abteilungen, in hochgelegene Zerlegungsgleiſe (Ausziehgleiſe) geſchleppt werden, um von da aus in gleicher Weiſe wie in Nürnberg durch die Richtungs- und Stationsgleiſe in die Abfahrgleiſe abzulaufen. Ein Beiſpiel dieſer Art iſt der Verſchiebebahnhof Dresden-Friedrichſtadt ([1], [2] und [5], S. 98 und Taf. II). Auf dieſem Verſchiebebahnhof liegen die Zerlegungs-, Richtungs- und Stationsgleiſe in dem Gefälle 1 : 100, während die Ausfahrgleiſe im Anſchluß an die Stationsgleiſe in 1 : 200, dann in 1 : ∞ liegen. Am unteren Ende gehen die Ausfahrgleiſe in die Steigungen 1 : 400 und 1 : 200 über, um die dortigen Straßen überfahren zu können. Solche Gegenſteigungen ſind aber nicht zu empfehlen, weil die Wagen gegen die Wagerechte zurücklaufen. Dieſe Teile der Abfahrgleiſe können daher beim Ablaufen der Wagen nur mit Vorſicht ausgenutzt werden.

Bei der Anordnung von Verſchiebebahnhöfen kommen nicht nur die verfügbare Fläche und die Lage der Zufahrlinien nach Höhe und Richtung in Betracht, ſondern es ſind ganz

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

besonders auch die Dichtigkeit und die Art des Verkehrs für die Gesamtanordnung von größtem Einfluß. In dieser Beziehung kommt u. a. in Betracht, ob sämtliche Züge sowohl nach Richtungen als auch nach Stationen zu ordnen sind, oder ob ein großer Teil Fernzüge sind, die nur nach Richtungen geordnet werden, ob der Eckverkehr, d. h. der Uebergang von Wagen zwischen Bahnen, die in den Bahnhof auf demselben Bahnhofsende einmünden (Umkehrwagen) bedeutend ist, oder ob der Eckverkehr gegen den Durchgangsverkehr in den Hintergrund tritt. Was die allgemeine Anordnung der Verschiebebahnhöfe bezüglich der Gruppierung der Ein- und Ausfahrgleise anbetrifft, so unterscheidet man einseitige und zweiseitige. Bei ersteren sind die Einfahrgleise der Züge sämtlicher Richtungen an einem Ende des Bahnhofs angeordnet, am andern Ende sämtliche Ausfahrgleise (Nürnberg, Fig. 2). Diese Anordnung eignet sich besonders dann, wenn ausschließlich mit Schwerkraft verschoben wird, oder bei besonders starkem Eckverkehr. Ein Vorteil der Anordnung ist eben, daß sämtliche Wagen, auch die für den Eckverkehr, sofort nach Richtungen geordnet werden können; ein Nachteil ist, daß ein Teil der Wagen den Verschiebebahnhof dreimal passieren muß, während andre Wagen ihn teils nur einmal, teils zweimal durchfahren müssen, und zwar zum Ordnen jeder Wagen einmal. Hat z. B. der Verschiebebahnhof die Richtung West—Ost und sind die Einfahrgleise am Ostende angeordnet, wie in Nürnberg, so durchlaufen Wagen, die von Westen nach Osten zu fahren haben, den Bahnhof bei der Fahrt in die Einfahrgleise, beim Ordnen und bei der Ausfahrt aus den am Westende liegenden Ausfahrgleisen. Bei den zweiseitigen Verschiebebahnhöfen sind zwei entgegengesetzte Systeme von Einfahr-, Ordnungs- und Ausfahrgleisen vorhanden, so daß die Wagen von West nach Ost und umgekehrt den Bahnhof nur einmal, und zwar beim Verschieben durchlaufen. Die Wagen des Eckverkehrs müssen aber, nachdem sie in den Richtungsgleisen des einen Systems ausgeschieden worden sind, durch eine Verschiebelokomotive in die Einfahrgleise des andern Systems überführt und dann wie Wagen aus der entgegengesetzten Richtung weiter behandelt werden, was zeitraubend ist. Ein solcher zweiseitiger Verschiebebahnhof ist Mannheim [7]; auf ihm sind aber die Stationsgleise neben den Richtungsgleisen, nicht hinter denselben angeordnet.

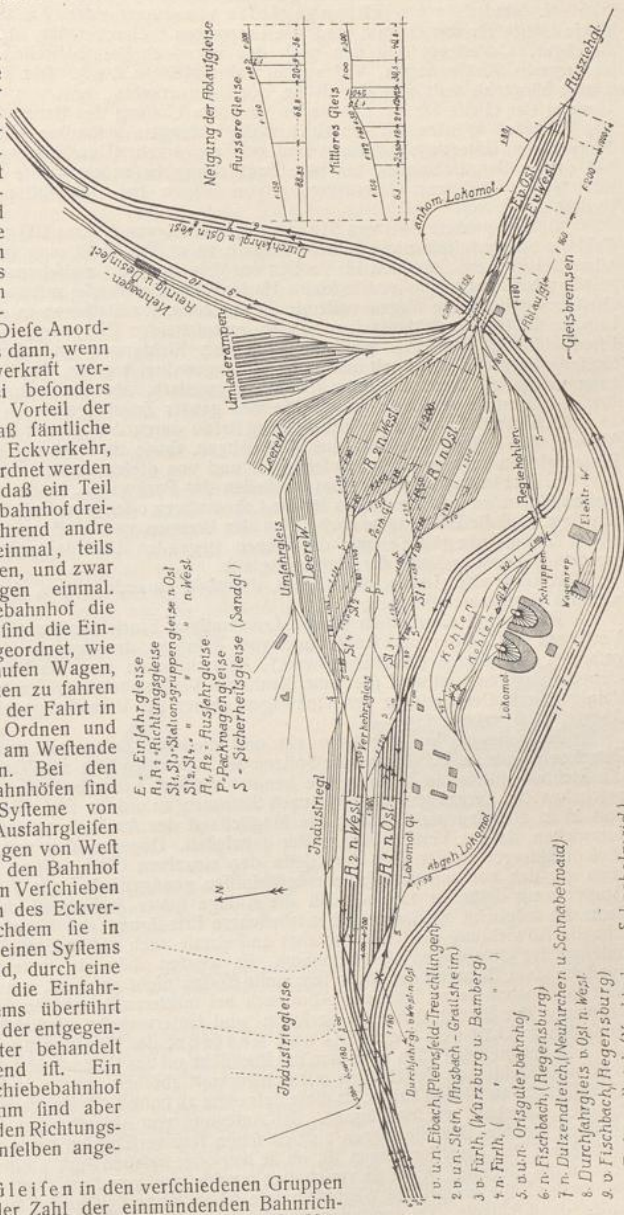


Fig. 2. Verschiebebahnhof Nürnberg.

Der Bedarf an Gleisen in den verschiedenen Gruppen richtet sich teils nach der Zahl der einmündenden Bahnrichtungen, teils nach dem Verkehrsumfang, teils nach dem Umfang, in dem die Züge zu ordnen sind, die Länge der Einfahr- und Ausfahrgleise nach der auf den einzelnen Richtungen durch die Bahnneigung bedingten Länge der Züge. Stets ist auf die Möglichkeit der Vergrößerung Rücksicht zu nehmen. Nehmen wir n einlaufende Bahnrichtungen und volle Ausbildung sämtlicher Gleisgruppen an, so sind erforderlich:

1. Mindestens n Einfahrgleise von ganzer Zugslänge. Diese werden an den Enden zweckmäßig so verbunden, daß die einzelnen Einfahrgleise gegenseitig für die verschiedenen

Richtungen benutzt werden können. Für Richtungen mit ſehr ſtarkem Verkehr können auch zwei Einfahrgleiſe erforderlich werden. Die Einfahrgleiſe gehen, wenn ſie zugleich Zerlegungsgleiſe ſind, zweckmäßig in ein Ausziehgleis über, damit Züge in die mittleren Gleiſe von rückwärts eingeſetzt werden können, während Wagen aus den äußeren Gleiſen ablaufen. Dadurch wird ein ununterbrochener Betrieb geſichert (ſ. Fig. 2).

2. Mindeſtens *n* Richtungsgleiſe von ganzer oder 2*n* von halber Zugslänge ſowie Gleiſe für das Ortsgut und die Leerwagen. Zweckmäßig iſt, das Ortsgut ſofort nach Stückgut, Umladegut und den nach den einzelnen Bahnhofsteilen zu verbringenden Wagen zu trennen (Kohlenwagen, Viehwagen, Fabrikgleiſe u. ſ. w.). Die Zahl dieſer Gleiſe und ihre Länge hängt ab teils von der Größe des Bahnverkehrs, teils von der des Ortsverkehrs; der Umfang der Gleiſe für die Leerwagen von dem Umfang des Bahnnetzes und der Organiſation des Betriebs. Werden auf einzelnen Bahnrichtungen beſondere Güterzüge für Stückgut, für Nahverkehr (Unterwegsgüterzüge) und für Fernverkehr (Durchgangsgüterzüge) geführt, ſo ſind bei dieſen Bahnrichtungen für jede Zugsgattung beſondere Gleiſe und unter Umſtänden ein oder zwei Gleiſe zur Unterbringung von Wagen bei Ueberfüllung der Richtungsgleiſe erforderlich.

3. Eine größere Zahl von Stationsgleiſen von je etwa 100 m nutzbarer Länge. Um die Zahl der Stationsgleiſe nicht zu ſehr ſteigern zu müſſen, ſtellt man vielfach die Wagen für zwei oder drei kleinere Stationen in ein Stationsgleis und legt zwiſchen die Stationsgleiſe und die Ausfahrgleiſe noch eine zweite kleine Harfe (Korrektionsharfe) mit nur drei oder vier Gleiſen an. Dieſe ermöglicht, die Wagen vollends für die einzelnen Stationen in die richtige Reihenfolge zu bringen ſowie etwa fehlgelaufene Wagen auszuſcheiden (Nürnberg, Fig. 2, St. 3, St. 4; Dresden-Friedrichſtadt). Bei einer größeren Zahl von Richtungen und ſtarkem Verkehr müſſen die Stationsgleisgruppen doppelt oder mehrfach angeordnet werden, damit mehrere Züge gleichzeitig zuſammengeſtellt werden können (Nürnberg zweifach, Mannheim dreifach; [7], 1909, S. 1).

4. Mindeſtens *n* Ausfahrgleiſe von ganzer Zugslänge.

5. Durchlauf- oder Verkehrsgleiſe durch den ganzen Bahnhof zum ungehinderten Verkehr der Lokomotiven mit und ohne Wagen, ſowie zum Zugang der Lokomotiven von den Einfahrgleiſen zu den Lokomotivſchuppen und von dieſen zu den Abfahrgleiſen.

6. Packwagengleiſe zum Aufſtellen der Packwagen, in der Nähe des zu den Abfahrgleiſen führenden Verkehrsgleiſes für die Lokomotiven oder, wenn mit Schwerkraft geordnet wird, ſo gelegt, daß die Packwagen nach Löſen der Bremſen von ſelbſt an die geordneten Züge laufen.

7. Umladegleiſe mit dazwiſchen liegenden Umladerampen oder Umladeſchuppen, zweckmäßig in der Nähe der Richtungsgleiſe.

8. Umfahrgleiſe, damit Züge, die nicht zu ordnen ſind, den Verſchiebebahnhof ohne weiteres durchfahren können.

Weiter ſind erforderlich für die Lokomotiven Einrichtungen zum Unterbringen, Drehen, Verſorgen mit Waſſer und Kohle und zum Reinigen des Feuers, eine gute Beleuchtung der geſamten Gleisanlage (Elektrizitätswerk), Vorrichtungen zum Nachwiegen von Wagen, wenn Ueberlaſtung vermutet wird (bei amerikaniſchen Verſchiebebahnhöfen im Ablaufberg), ſowie zum Reinigen und Desinfizieren der Viehwagen, ferner ein Verwaltungsgebäude mit Bureauräumen, Aborte, Stellwerke u. ſ. w.

Bei geringem Verkehr kann ein und dieſelbe Gleisgruppe nacheinander verſchiedenen Zwecken dienen, z. B. können die Spitzen der Richtungsgleiſe zum Ordnen nach Stationen oder die Richtungsgleiſe als Ausfahrgleiſe benutzt werden. Letzteres kann auch auf größeren Anlagen geſchehen bei Fernzügen, die nicht nach Stationen zu ordnen ſind. Beim Entwerfen eines Bahnhofs iſt es aber jedenfalls ratſam, die Möglichkeit des Ausbaus zu einer vollkommenen Anlage vorzuſehen, da der Verkehr ſich weiter entwickelt. Dagegen iſt es wohl zuläſſig, für den Anfang Einſchränkungen in der Zahl der Gleiſe der einzelnen Gleisgruppen zu treffen, ſo daß dieſe eben nur den vorhandenen Verkehrsbedürfniſſen genügen. Auf alle Fälle iſt durch genügenden Grunderwerb dafür zu ſorgen, daß die Anlage ſpäter ſachgemäß durchgeführt werden kann, denn die möglichſt raſche und betriebsſichere Erledigung des Verſchiebegeſchäfts iſt für die ſchnelle Abwicklung des Güterverkehrs und damit auch für die möglichſt wirtſchaftliche Ausnutzung der Güterwagen Vorbedingung. Es werden daher in neuerer Zeit in allen Ländern mit lebhaftem Bahnverkehr ſogar ſehr hohe Koſten nicht geſcheut, um möglichſt leiſtungsfähige Verſchiebebahnhöfe zu ſchaffen. Aber auch bei mittleren Bahnhöfen ſucht man gegenwärtig zur Erhöhung der Betriebsſicherheit Perſonen- und Güterverkehr möglichſt zu trennen, ſo daß das Verſchiebegeſchäft von der Ein- und Ausfahrt der Perſonenzüge unabhängig iſt.

In den meiſten Fällen wird man mit Rückſicht auf das Gelände und die einmündenden Bahnen vom ausſchließlichen Verſchieben mit Schwerkraft abſehen müſſen und das Verſchieben mittels Ablaufbergen zu wählen haben, da dieſe ſtets ohne zu hohe Koſten angelegt und auch in beſtehende Anlagen eingebaut werden können. Bei Anlegung von Ablaufbergen muß darauf Rückſicht genommen werden, daß die Wagen an ſich ſchon ſehr verſchieden gut laufen, und daß weiter von Einfluß auf den Lauf der Wagen iſt, ob ſie leer oder beladen ſind, ob der Wind gegen die Wagen oder in der Richtung, in der ſie verſchoben werden, weht, und ganz beſonders auf die Temperatur. Bei großer Kälte erſtarrt die Wagenſchmiere ſchon kurze Zeit nach Einlauf des Zugs, alle Wagen laufen dann ſchlecht. Da nun jeder einzelne ſchlecht laufende Wagen das Verſchiebegeſchäft aufhält, ſo müſſen die Höhen und die Neigungen der Ablaufberge ſo groß bemeſſen werden, daß auch ſchlecht laufende Wagen ablaufen; gut laufende Wagen kommen dann aber, beſonders bei milder Witterung, zu ſtark in Lauf. Um dies zu vermeiden, legt man vielfach zwei Ablaufberge (manchmal ſogar drei) nebeneinander an, einen Sommerberg für günſtige und einen 0,5—0,8 m höheren Winterberg für ungünſtige Witterung. Die Höhe und das Gefäll der Ablaufberge richtet ſich nach der Länge der Verteilungsgleiſe und nach den von den Wagen zu durchlaufenden Weichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Krümmungen. Die Höhe iſt ſo zu wählen, daß ſie genügt, den Widerſtand beim Durchlaufen der längſten Gleiſe zu überwinden. Iſt w_g kg der Widerſtand in der wagerechten Geraden, w_r kg der in der Krümmung für 1 t Zugsgewicht, L (Meter) die Geſamtlänge des Gleiſes und l_{r_1}, l_{r_2} ... je die Summe der Gleisſtrecken in Krümmungen mit den Halbmeſſern r_1, r_2 Meter (ſ. Neigungsverhältniſſe und Krümmungsverhältniſſe der Eiſenbahnen), ſo iſt die pro Tonne Zugsgewicht zu überwindende Widerſtandsarbeit $L \cdot w_g + \Sigma (l_r \cdot w_r)$. Dieſer muß die beim Abrollen erzeugte Arbeit entſprechen. Auf s ‰ Gefäll beträgt dieſe s kg, ſomit $Lw_g + \Sigma (l_r w_r) = L \cdot s$ kg, und die Höhe H mm des Ablaufberges iſt ſomit $L \cdot s$ ‰. Nach Röckl iſt $w_r = \frac{650}{r - 60}$ (auch $w_r = \frac{650}{r - 55}$ wird angewendet); ferner iſt $w_g = 2{,}4 + \frac{V^2 \text{ km/St.}}{1300}$ (Verein Deutſcher Eiſenbahnverwaltungen), alſo veränderlich mit der Geſchwindigkeit. Nach Erfahrung kann man bei Berechnung der Ablaufberge für Sommerberge $w_g = 3{,}0$, für Winterberge $w_g = 4{,}0$ nehmen. Von größter Wichtigkeit iſt das Gefäll des Ablaufberges gegen die Verteilungsgleiſe, d. h. der Gleiſe, in denen die Wagen für Richtungen oder Stationen geſammelt werden; von ihm hängt ſeine Leiſtungsfähigkeit ab. Je größer das Gefäll, deſto ſchneller rollen die Wagen hintereinander ab. Meiſtens macht man das Gefäll nicht gleichmäßig, ſondern gibt ihm 3 oder 4 Abſtufungen, je nach der Länge der Gleiſe. Die obere Gefällsſtufe, die Beſchleunigungsneigung, in der die Wagen die erforderliche Beſchleunigung erhalten ſollen, erhält Gefälle von 1 : 50 (20 ‰) bis 1 : 25 (40 ‰), meiſt 1 : 40 bis 1 : 35 und eine Fallhöhe von 1,0—1,5 m; in ſie können die Spitzen der Verteilungsweichen hineinragen. In der zweiten Stufe, der Beharrungsneigung, liegen die Verteilungsweichen; die Wagen ſollen die Weichenkrümmungen ohne Einbuße an Geſchwindigkeit durchlaufen. Dieſe Stufe erhält daher Gefälle von 1 : 150 (7 ‰) bis 1 : 80 (12 ‰), meiſt 1 : 100, und 0,5—1,0 m Fallhöhe. Das Gefäll der dritten Stufe, der Laufneigung, ſoll ſo groß ſein, daß die Achsſchenkelreibung durch das Gefäll ausgeglichen wird, alſo 1 : 500 (2 ‰) bis höchſtens 1 : 250 (4 ‰), meiſt 1 : 400, ſo daß die Wagen gleichmäßig weiterlaufen. Die letzte Stufe, die Hemmungsneigung, in der die Wagen allmählich auslaufen ſollen, erhält Gefälle von 1 : ∞ bis höchſtens 1 : 500; ihre Länge iſt ſo zu wählen, daß die Wagen noch bis ans Ende des Gleiſes laufen. Bei kurzen Gleiſen, z. B. bei den Gleiſen der Stationsgruppen, läßt man die Laufneigung oft weg und gibt der Hemmungsneigung etwas mehr Gefäll (1 : 400). Nicht von Bedeutung iſt das Gefäll der Ablaufberge auf der Rückſeite, gegen die Zerlegungsgleiſe. Es genügt eine auf 4—6 Wagenlängen ſtärker (1 : 60 bis 1 : 80) fallende Gleisſtrecke, damit beim Drücken der Wagen über den Ablaufberg die Puffer zuſammengepreßt werden, ſo daß mittels einer Entkupplungsgabel, Fig. 3, von außen leicht entkuppelt werden kann. Im übrigen können die Zerlegungsgleiſe gering geneigt oder auch wagerecht ſein. Zweckmäßig iſt deshalb, die Zerlegungsgleiſe höher als die folgenden Verteilungsgleiſe zu legen. Zwiſchen den Gefällen zu beiden Seiten des Ablaufberges iſt eine kurze Wagerechte einzulegen, die zur Ausrundung benutzt wird (Ausrundungshalbmeſſer 300—500 m).

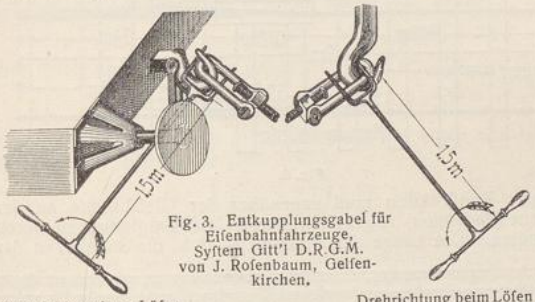


Fig. 3. Entkupplungsgabel für Eiſenbahnfahrzeuge, Syſtem Gitt'l D.R.G.M. von J. Roſenbaum, Gelſenkirchen.

Drehrichtung beim Löſen der Hauptkupplung.

Drehrichtung beim Löſen der Sicherheitskupplung.

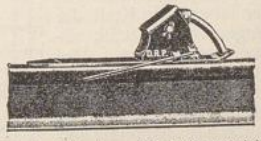


Fig. 4. Federbremsſchuh (einlaſchig) von Büſſing & Sohn, Braunſchweig.

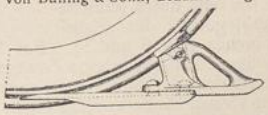


Fig. 5. Zweilaſchiger Kaftenbockhemmſchuh mit kurzer auswechſelbarer Gleitſohle von J. Roſenbaum, Gelſenkirchen.

Das Aufhalten der Wagen oder Wagengruppen (bis zu drei Wagen) geſchieht am beſten mittels Hemm- oder Bremsſchuhen (ſ. Fig. 4 und 5). Die Hemmſchuhe werden von Hemmſchuhlegern, die gewöhnlich zwei Gleiſe zu bedienen haben, eine kurze Strecke vor der Stelle, an der die Wagen halten ſollen, auf eine der Fahrſchienen (in Krümmungen ſtets auf die äußere) gelegt, das eine Rad der Vorderachſe läuft auf dem Hemmſchuh auf und wird gebremſt. Beide Räder dieſer Achſe, das eine auf dem Bremsſchuh, gleiten noch eine kurze Strecke auf den Schienen weiter, bis die lebendige Kraft des Wagens aufgezehrt iſt. Nachdem der Wagen zum Stillſtand gebracht iſt, läuft er vermöge der Konſtruktion des Hemmſchuhes und des Rückſtoßes vom Hemmſchuh ab, worauf dieſer von der Schiene weggenommen wird. Liegt das Gleis im Gefäll, ſo läuft der Wagen nunmehr mit geringer, aber zunehmender Geſchwindigkeit auf die bereits im Gleis ſtehenden Wagen auf, ſo daß dieſe eine geſchloſſene Reihe bilden. Damit die Hemmſchuhe beim Auflauf der Wagen nicht abgeworfen werden, erhalten ſie ſeitlich Anſätze (Laſchen), die über den Schienenkopf etwas heruntergreifen. Je nachdem Laſchen nur auf einer oder auf beiden Seiten ſind, hat man einen ein- oder einen doppellaſchigen Hemmſchuh. Beim Gebrauch muß ſtets auf der Innenſeite des Schienenkopfes eine Laſche anliegen. Doppellaſchige Hemmſchuhe können ſomit auf jeder Fahrſchiene aufgelegt werden, ſetzen aber gute, nicht breitgefahrene Schienen voraus; einlaſchige nur an einer der Fahrſchienen, je

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nachdem die Laſche rechts oder links angebracht iſt. Soll ein Hemmſchuhleger, der zwei Gleiſe zu bedienen hat, keine Schienen überſchreiten, ſo braucht er entweder zweilaſchige oder rechte und linke einlaſchige Hemmſchuhe. Die Hemmſchuhe ſind ſtets rein von Erde und Sand zu halten, und, um die Bremswirkung etwas zu ſchwächen, mit konſiſtentem Fett zu ſchmieren. Bei ſtarker Kälte empfiehlt es ſich, ſie zur Schonung etwas anzuwärmen. In

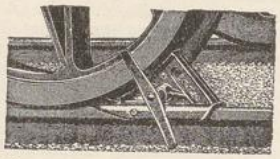


Fig. 7. Zweiteiliger Klemmkeil von Büſſing & Sohn, Braunſchweig.

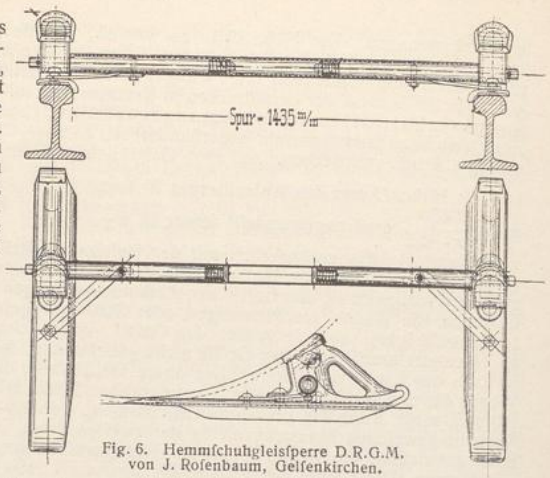


Fig. 6. Hemmſchuhgleisſperre D.R.G.M. von J. Roſenbaum, Gelſenkirchen.

Gleiſen, die im Gefäll liegen, müſſen die unteren Wagen feſtgehalten werden. Dies kann bei Wagen mit Handbremſen durch Anziehen derſelben geſchehen. Ein großer Teil der Güterwagen hat aber keine Bremſen, außerdem würde bei unbefugtem Lockern von Bremſen die ganze Wagenreihe, die ſich auf die unteren Wagen ſtützt, in Bewegung geraten. Man legt deshalb unter dem unterſten Wagen eine Gleisſperre (Fig. 6), beſtehend aus zwei durch eine Eiſenſtange verbundenen Hemmſchuhe, auf das Gleis, oder man klemmt einen Vorlege- oder Klemmkeil (Fig. 7) auf einer der Schienen feſt. Sollen die Wagen abrollen, ſo löſt man die Klemmſchraube, worauf die beiden Teile des Keils von der Schiene abfallen.

Um den Lauf der Wagen oder Wagengruppen beim Abrollen nach Bedarf verzögern zu können, legt man am Fuß des Ablaufberges, mindeſtens 150—180 m von deſſen Spitze entfernt, unmittelbar vor die Verteilungsweichen (ſ. Nürnberg) in die Ablaufgleiſe ſogenannte Gleisbremſen ein, Vorrichtungen, durch welche Hemmſchuhe, die vor der Gleisbremſe zum Auffangen der Wagen auf die Schienen gelegt werden, nachdem ein Teil der lebendigen Kraft der Wagen vernichtet iſt, abgeworfen werden. Das Abwerfen geſchieht durch einen an die Schienen ſeitlich befeſtigten Abwurfkeil (Gleisbremſe von Büſſing & Sigle, [5], S. 69) oder durch ſeitliche Abbiegung der Fahrſchienen (Fig. 8 und 9). Bei letzterer Konſtruktion muß gegenüber der Gleisbremſe an der andern Fahrſchiene eine Zwangsſchiene (Radlenker) angebracht werden, um Entgleiſungen durch Auflaufen der Spurkränze zu verhindern. Die Länge des Bremswegs, d. h. die Strecke, in der die Hemmſchuhe vor der Gleisbremſe aufzulegen ſind, läßt ſich nicht allgemein beſtimmen, da ſie von einer ganzen Reihe von Umſtänden abhängt, die teilweiſe bei jedem Wagen oder jeder Wagengruppe wieder anders liegen (ſ. oben). Durch Uebung ſind aber die Hemmſchuhleger binnen kurzem imſtande, die Länge des Bremswegs richtig zu bemeſſen.

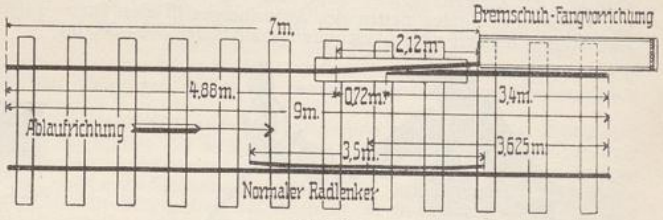


Fig. 8.

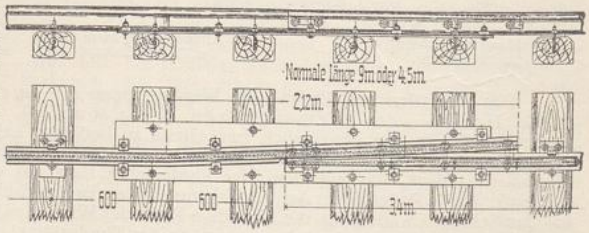


Fig. 9.

Neben dem Verſchieben der Wagen durch Weichen iſt das Verſchieben von Wagen mittels Drehſcheibe oder Schiebebühnen, ſelbſt bei mechaniſchem Antrieb derſelben, nicht von Bedeutung, da dieſes Verfahren zu umſtändlich iſt. Es kommt deshalb nur da in Anwendung, wo der Platz für die Anlegung von Weichengleiſen fehlt, und auch da nur zum Ordnen des Ortsguts nach den verſchiedenen Verladeplätzen, ſowie zum Einſtellen einzelner Perſonen- und beſonders von Poſtwagen in Perſonenzüge oder zum Herausnehmen ſolcher Wagen. In England findet man häufig Drehſcheibenanlagen zur Bedienung von Güterſchuppen und von Verladegleiſen, und zwar in Verbindung mit hydrauliſch angetriebenen

Windetrommeln, durch die die Wagen mittels Seilen verſchoben werden. Dieſem Verfahren kommt in England das Vorherrſchen kurzer Güterwagen ſehr zuſtatten, zum Ordnen ganzer Züge werden jedoch auch dort Weichenanlagen verwendet, wie das Beiſpiel von Edgehill zeigt [2], [5].

Literatur: [1] Klette, Zivilingenieur 1895, Bahnhofsneubauten in Dresden; Rangierbahnhof Dresden-Friedrichſtadt. — [2] Köpcke, ebend. 1894, Rangierbahnhöfe in Edgehill und Terre-Noire. — [3] Blum, Vergleich verſchiedener Rangierbahnhöfe (u. a. Dresden-Friedrichſtadt, Fintrop, Oſterfeld, Wanne), Zentralbl. der Bauverwalt. 1896, S. 451 ff. — [4] Roſche, Bahnhofsumbauten der Oeſterr. Nordweſtbahn, Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1894. — [5] Göring und Oder, Handbuch der Ingen.-Wiſſ., V. Teil, Bd. 4, 1. Abt., Leipzig 1907. — [6] Jäger, Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., 3. Abſchn., Bd. 2, S. 636, Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1909. — [7] Oder, Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1902, Verſchiebebahnhöfe in den Vereinigten Staaten von Nordamerika; Blum, A., Ebend. 1909, S. 1, Der Verſchiebebahnhof Mannheim. — [8] Blum und Gieſe, E., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1615, Die Anlage der Pittsburg- und Lake Erie-Eiſenbahn in Pittsburg; Dieſ., ebend. 1907, S. 41, Verſchiebebahnhöfe in Nordamerika.

H. Kübler.

Verſchiebungen, ſ. Elaſtizitätslehre, allgemeine, Hauptverſchiebungen, Dehnung und Dilatation.

Verſchiebungsarbeit (Formänderungsarbeit, Deformationsarbeit), die Arbeit D zur Ueberwindung der inneren Kräfte (Bd. 1, S. 103, Bd. 6, S. 333) während irgendwelcher Verſchiebungen der Teile eines Körpers. Virtuelle Verſchiebungsarbeit heißt die Arbeit $\mathfrak{D}$, welche zur Ueberwindung der inneren Kräfte nötig wäre, wenn die letzteren konſtante Werte wie am Ende der Verſchiebungen hätten. Bezüglich andrer, unzweckmäßiger Begriffsbeſtimmungen und Abarten der Verſchiebungsarbeit ſ. [34].

Die Ausdrücke der Arbeiten $\mathfrak{D}$, D hängen von den in Betracht gezogenen Verſchiebungen und inneren Kräften ab. Für ein beliebiges Syſtem materieller Punkte (Bd. 6, S. 333), zwiſchen welchen lediglich Kräfte S beliebiger Geſetze in den Verbindungsgeraden wirken, hat man während irgendwelcher Längenänderungen λ der letzteren [18], S. 182, 185:,

$$\mathfrak{D} = \Sigma S\lambda, \qquad D = \int_0^{\lambda} S\,d\lambda, \tag{1.}$$

wobei die Summe Σ auf alle Verbindungsgeraden mit Kräften zu erſtrecken iſt. — Als ein derartiges Syſtem iſt auch die Geſamtheit der Knotenpunkte eines beliebigen ebenen oder räumlichen Fachwerks unter den üblichen Vorausſetzungen der Fachwerkstheorie (Bd. 3, S. 535) anzuſehen. Bezeichnen s, F, E, S, α, τ die Längen, Querſchnitte, Elaſtizitätsmoduln, Stabkräfte, linearen Ausdehnungskoeffizienten und Temperaturänderungen (gegenüber den Temperaturen im anfänglichen ſpannungsloſen Zuſtande) der einzelnen Stäbe, wobei E, α als konſtant gelten, dann hat man die Längenänderung eines Stabes [18], S. 213:

$$\lambda = \frac{S}{EF}s + \alpha\tau s,$$

und damit nach 1. für das ganze Stabſyſtem [18] S. 222:

$$\mathfrak{D} = \Sigma\left(\frac{S}{EF} + \alpha\tau\right)sS, \qquad D = \Sigma\frac{sS^2}{2EF} + \Sigma\alpha s\int_0^{\tau} S\,d\tau, \tag{2.}$$

worin die Summen Σ alle Stäbe umfaſſen. Für einen einzelnen axial gezogenen oder gedrückten geraden Stab gelten alſo [18], S. 213:

$$\mathfrak{D} = \left(\frac{S}{EF} + \alpha\tau\right)sS, \qquad D = \frac{sS^2}{2EF} + \alpha s\int_0^{\tau} S\,d\tau, \tag{3.}$$

wobei Biegung ausgeſchloſſen iſt.

Unter den Vorausſetzungen der techniſchen Biegungstheorie (Bd. 1, S. 792) mit Berückſichtigung des Einfluſſes der Querſchubſpannungen (Bd. 1, S. 797) ergeben ſich für gerade und einfach gekrümmte Stäbe, wenn F, J, M_x, N_x, T_x, τ, E, G, k, α, ds Querſchnitt, Trägheitsmoment, Angriffsmoment, Normalkraft, Transverſalkraft, Temperaturänderung, Elaſtizitätsmodul, Schubelaſtizitätsmodul, Koeffizient der Schubwirkung, Ausdehnungskoeffizient und Axdifferential bei x bedeuten [19], S. 204, 206:

$$\mathfrak{D} = \int\left(\frac{M_x^2}{EJ} + \frac{N_x^2}{EF} + \frac{kT_x^2}{GF} + \alpha\tau N_x\right)ds, \tag{4.}$$

$$D = \int\left(\frac{M_x^2}{2EJ} + \frac{N_x^2}{2EF} + \frac{kT_x^2}{2GF} + \alpha\int_0^{\tau} N_x\,d\tau\right)ds, \tag{5.}$$

worin das Glied mit T_x häufig vernachläſſigt wird, was bei Bogenträgern (Bd. 2, S. 141, 153, 155) immer zuläſſig iſt. Für horizontale Balkenträger (Bd. 1, S. 503, 507, 518) iſt $T_x = V_x$, unter V_x die Vertikalkraft bei x verſtanden, ferner bei horizontaler x-Achſe $ds = dx$, und wenn wie gewöhnlich nur vertikale Aktivkräfte (Laſten u. ſ. w.) auf den Träger kommen $N_x = 0$, während für Ketten (Bd. 5, S. 448; Bd. 4, S. 710) und andre nur axial beanſpruchte Stäbe $M_x = 0$, $T_x = 0$ ſind. Ausdrücke von 5. für ſpezielle Fälle ſ. Biegungsarbeit, Bd. 2, S. 1. — Für einen lediglich auf Torſion beanſpruchten prismatiſchen Stab der Länge l hat man unter den gewöhnlichen Vorausſetzungen der Torſionstheorie (S. 574 ff.), wenn M das Torſionsmoment, ϑ den Torſionswinkel bezeichnet [19] S. 72:

$$\mathfrak{D} = \vartheta lM, \qquad D = \frac{\vartheta l}{2}M. \tag{6.}$$

Betreffend Ausdrücke für ſpezielle Fälle ſ. Torſionsarbeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für einen beliebigen ifotropen feften Körper, welchem der Elaftizitätsmodul E und Schubelaftizitätsmodul G (Bd. 3, S. 392), der Elaftizitätsquotient ε (Bd. 3, S. 395), und an der Stelle des Volumenelements dK die Hauptfpannungen A, B, C entfprechen (Bd. 4, S. 791), beftehen unter den gewöhnlichen Vorausfetzungen der Elaftizitätslehre (Bd. 3, S. 389) die Gleichungen [19] S. 202:

$$\mathfrak{D} = \frac{1}{2G}\int [A^2 + B^2 + C^2 + (A+B+C)\,p]\,dK, \tag{7.}$$

$$D = \frac{1}{4G}\int [A^2 + B^2 + C^2 + 2\int_0^p (A+B+C)\,dp]\,dK, \tag{8.}$$

worin zur Abkürzung gefetzt ift:

$$p = 2G\alpha\tau - \frac{A+B+C}{\varepsilon+1} \text{ mit } 2G = \frac{\varepsilon}{\varepsilon+1}E, \tag{9.}$$

und die Integration alle Volumenelemente zu umfaffen hat. Spezielle Fälle von 7., 8. bilden die Ausdrücke 2. bis 5. Wie man fieht, gilt im Falle ifotroper Körper ftets:

$$\text{für } \tau = 0 \qquad \mathfrak{D} = 2D. \tag{10.}$$

Die Gleichungen 7., 8. gelten übrigens auch für ifotrope Körper, bei welchen nicht wie bei feften Körpern die Spannungen vor Eintritt von Verfchiebungen gleich Null angenommen werden, in welchem Falle nur in dem Ausdrucke 9. von p die Anfangsfpannung P zu addieren ift. Vgl. Bd. 3, S. 392 und [19], S. 158, 202. — Für vollkommene gasförmige und tropfbare Flüffigkeiten (Bd. 3, S. 391; Bd. 5, S. 544) ergeben fich beim Uebergange vom Volumen v_0 zum Volumen v, wenn der Druck p im Innern überall als gleich gilt [19], S. 79:

$$\mathfrak{D} = p\,(v_0 - v), \qquad D = -\int p\,dv. \tag{11.}$$

Spezielle Ausdrücke von D find als $-L$ aus Bd. 1, S. 102, zu entnehmen. Werte von D für reibende Flüffigkeiten f. [18], S. 160. — Für jeden beliebigen Körper hat man bei den Bd. 3, S. 389 eingeführten Bezeichnungen [18], S. 108:

$$\mathfrak{D} = \int (X_x x_x + X_y x_y + X_z x_z + Y_x y_x + Y_y y_y + Y_z y_z + Z_x z_x + Z_y z_y + Z_z z_z)\,dK, \tag{12.}$$

$$dD = \int (X_x dx_x + X_y dx_y + X_z dx_z + Y_x dy_x + Y_y dy_y + Y_z dy_z + Z_x dz_x + Z_y dz_y + Z_z dz_z)\,dK, \tag{13.}$$

worin die Integration auf alle Volumenelemente dK zu erftrecken ift, und unter den üblichen Vorausfetzungen $X_y = Y_x$, $Y_z = Z_y$, $Z_x = X_z$ ift (Bd. 3, S. 390). Vgl. Potential, elaftifches, Bd. 7, S. 199. Die Ausdrücke 2. bis 11. laffen fich aus 12. bis 13. ableiten. — Beziehungen der Verfchiebungsarbeit zu andern Größen f. [18], S. 100, [19], S. 71, 78.

In neuerer Zeit hat die Verfchiebungsarbeit im Ingenieurwefen befonders durch das Prinzip der kleinften Verfchiebungsarbeit und die im Anfchluß daran gewonnenen allgemeineren Beziehungen Bedeutung erlangt. Bei Fachwerken und fonftigen Konftruktionen treten häufig Größen X auf (Stabkräfte, Stützenreaktionen, Momente u. f. w.), von welchen die Verfchiebungsarbeit mit abhängt, die aber durch die Statik allein, unabhängig von den Eigenfchaften des Materials, nicht beftimmbar find (vgl. Fachwerke, ftatifch unbeftimmte, Bd. 3, S. 551, Träger, zufammengefetzte, S. 590, Balken, Bd. 1, S. 503, 507, 518, Bogen, Bd. 2, S. 141, 153, 155 u. f. w.). Menabrea erkannte [1] und Caftigliano bewies [2], daß diefe Größen X für Fachwerke und beliebige ifotrope feite Körper unter den üblichen Vorausfetzungen fo beftimmt find, daß

$$\frac{\partial D}{\partial X} = 0 \qquad \left(\text{womit } \frac{\partial^2 D}{\partial X^2} \text{ pofitiv}\right),$$

d. h. daß die Verfchiebungsarbeit ein Minimum wird. Vorausgefetzt war dabei, daß die Temperatur konftant und die Stützpunkte feft oder nur fenkrecht zu den Reaktionen verfchiebbar find, fo daß die letzteren während der Deformationen keine Arbeit leiften. Die Bedingungen zur Berechnung ftatifch unbeftimmter Größen X wurden fpäter auch auf Temperaturänderungen [7], [14] und Bewegungen der Stützpunkte [14], [19], S. 211, 213, 223, 233 ausgedehnt. Im folgenden feien fie in diefer Allgemeinheit gegeben. Vgl. bezüglich der Zweckmäßigkeit [34].

Es möge U die Arbeit der mit ihren Endwerten konftant gedachten, ftatifch unbeftimmten Reaktionen während der betrachteten Verrückungen und ∂U die Aenderung von U infolge einer Aenderung ∂X der ftatifch unbeftimmten Größe X bei konftanten Verrückungen bezeichnen. Die Bedingungsgleichung zur Berechnung einer ftatifch unbeftimmten Größe X lautet dann im Falle 1:

$$\Sigma\lambda\frac{\partial S}{\partial X} = \frac{\partial U}{\partial X}, \tag{14.}$$

welche Formel auch für Fachwerke von beliebigen Beziehungen zwifchen Stabkräften S und Längenänderungen λ gilt. Für die Fachwerke des Falles 2. aus prismatifchen Stäben von konftantem E, α nimmt 14. die Form an:

$$\Sigma\left(\frac{S}{EF} + \alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial X} = \frac{\partial U}{\partial X}, \tag{15.}$$

In den Fällen 4., 5. eines geraden oder einfach gekrümmten, auf Biegung beanfpruchten Stabes gilt die Bedingung:

$$\int\left[\frac{M_x}{EJ}\frac{\partial M_x}{\partial X} + \left(\frac{N_x}{EF} + \alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial X} + \frac{k T_x}{GF}\frac{\partial T_x}{\partial X}\right]ds = \frac{\partial U}{\partial X}, \tag{16.}$$

und in dem Falle 7., 8. eines beliebigen ifotropen Körpers:

$$\frac{1}{4G}\int\left[\frac{d(A^2+B^2+C^2)}{\partial X} + 2p\frac{\partial(A+B+C)}{\partial X}\right]dK = \frac{\partial U}{\partial X}. \tag{17.}$$

Mit Rückficht auf die Ausdrücke von D hat man in allen diefen Fällen bei feften Körpern:

$$\text{wenn fpeziell } \tau = 0,\ U = 0, \qquad \frac{\partial D}{\partial X} = 0, \tag{18.}$$

es tritt dann, wie fchon erwähnt, das Prinzip der kleinften Verfchiebungsarbeit ein. Selbftverftändlich ift ftets $U = 0$, wenn die durch ftatifch unbeftimmte Reaktionen ergriffenen Knoten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

punkte feſtliegen oder nur ſenkrecht zu jenen Reaktionen verſchiebbar ſind. Andernfalls ſind die Beiträge zu U poſitiv oder negativ, je nachdem die Verrückungen in den Richtungen der betreffenden Reaktionen oder entgegengeſetzt denſelben ſtattfinden. Soll beiſpielsweiſe bei der Berechnung des Horizontalſchubs $X = H$ eines Zweigelenkbogens (Bd. 2, S. 164; Bd. 3, S. 553) eine Aenderung Δl der Spannweite berückſichtigt werden, ſo hat man, weil einer Zunahme Δl von l eine Bewegung entgegen H entſprechen würde:

$$U = -H\,\Delta l, \qquad \frac{\partial U}{\partial X} = -\Delta l.$$

Wird ein Träger oder ſonſtiges materielles Syſtem betrachtet, welches aus mehreren der oben erwähnten Teile beſteht, ſo hat man die den letzteren entſprechenden linken Seiten der Bedingungsgleichungen für die X zu addieren, während die rechte Seite ungeändert bleibt (vgl. Träger, zuſammengeſetzte, S. 590, wo auch Beiſpiele behandelt ſind). Da man ſtets ebenſoviel Bedingungsgleichungen vorſtehender Formen anſchreiben kann, als ſtatiſch unbeſtimmte Größen X auftreten, ſo laſſen ſich dieſe ſämtlich berechnen. Näheres hierüber enthält die angeführte Literatur.

In obiger Darſtellung ſind Reibungen in Gelenken und Gleitungen, wie überhaupt Kräfte in Unſtetigkeitsſchnitten der Verrückungen wie üblich vernachläſſigt. Wäre R die Arbeit dieſer mit ihren Endwerten konſtant gedachten Kräfte, ſo würde behufs ihrer Berückſichtigung in 14. bis 17. $U + R$ an Stelle von U zu ſetzen ſein [14], [19] S. 211, 213. Alle für feſte Körper unter den üblichen Vorausſetzungen angeführten Beziehungen gelten nur für elaſtiſche Verſchiebungen bei konſtanten Elaſtizitätsmoduln E, G (vgl. Bd. 3, S. 382, 383, 392) und konſtanten Ausdehnungskoeffizienten α (Bd. 1, S. 392). Bezüglich der Arbeiten zur Ueberwindung der inneren Kräfte bei beliebigen Verſchiebungen feſter Körper ſ. Proportionale Widerſtände, Bd. 7, S. 269.

Literatur: [1] Menabrea, Nouveau principe sur la distribution des tensions dans les systèmes élastiques, Comptes rendus 1858, XLVI, S. 1056 (ſ. a. 1885, XCVIII, S. 714). — [2] Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1880 (deutſch von Hauff, Wien 1886). — [3] Fränkel, Das Prinzip der kleinſten Arbeit der inneren Kräfte elaſtiſcher Syſteme und ſeine Anwendung auf die Löſung bauſtatiſcher Aufgaben, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1882, S. 63. — [4] Koenen, Vereinfachung der Berechnung kontinuierlicher Balken mit Hilfe des Satzes von der Arbeit, Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 402, 416. — [5] Müller-Breslau, Ueber die Anwendung des Prinzips der Arbeit in der Feſtigkeitslehre, Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 87, 96 (ſ. a. S. 171, 274, 299). — [6] Melan, Beitrag zur Berechnung eiſerner Hallengeſperre unter Anwendung des Satzes von der kleinſten Deformationsarbeit, Wochenſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 149, 162. — [7] Derſ., Ueber den Einfluß der Wärme auf elaſtiſche Syſteme, ebend., S. 183, 202. — [8] Müller-Breslau, Beiträge zur Theorie der Verſteifung labiler und flexibler Bogenträger, Zeitſchr. f. Bauweſen 1883, S. 311. — [9] Melan, Beitrag zur Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Stabſyſteme, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884, S. 100. — [10] Winkler, Berechnung der Windverſtrebungen in Brücken mit zwei Trägern, Civilingenieur 1884, S. 111. — [11] Müller, Breslau, Der Satz von der Abgeleiteten der ideellen Formänderungsarbeit, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1884, S. 211. — [12] Krohn, Das Prinzip der kleinſten Deformationsarbeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 320 (ſ. a. Müller-Breslau, S. 577). — [13] Fränkel, Das Prinzip der kleinſten Deformationsarbeit der inneren Kräfte elaſtiſcher Syſteme, ebend. S. 513 (ſ. dagegen Weyrauch, Zeitſchr. f. Baukunde 1884, S. 452). — [14] Weyrauch, Arbeitsbedingungen für ſtatiſch unbeſtimmte Syſteme, Wochenſchr. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 290. — [15] Müller-Breslau, Bedingungsgleichungen für ſtatiſch unbeſtimmte Körper, Berechnung der Formänderungen, Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 373, 383. — [16] Derſ., Ueber kontinuierliche Bogen und Balken, ebend., S. 463, 470, 481, 490. — [17] Derſ., Die Sätze von der Formänderungsarbeit und ihre Bedeutung für die Feſtigkeitslehre, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 577. — [18] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 108, 153, 185, 222. — [19] Derſ., Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, Aufgaben 35—42, 82—89, 94, 98—106. — [20] Landsberg, Ebene Fachwerke mit feſten Knotenpunkten und das Prinzip der Deformationsarbeit, Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 165. — [21] Mohr, Beitrag zur Theorie des Fachwerks, Civilingenieur 1885, S. 289. — [22] Derſ., Ueber die Elaſtizität der Deformationsarbeit, ebend. 1886, S. 395 (ſ. a. Müller-Breslau, S. 553). — [23] Engeſſer, Ueber ſtatiſch unbeſtimmte Träger bei beliebigem Formänderungsgeſetz und über den Satz von der kleinſten Ergänzungsarbeit, Zeitſchr. f. Architektur und Ingenieurweſen 1889, S. 733. — [24] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, III, Leipzig 1900, S. 176; V, Leipzig 1907, S. 259. — [25] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II, 1, Leipzig 1903, S. 9, 13, 17, 30, 38, 45, 49; II, 2, Leipzig 1908, S. 107, 309, 341. — [26] Derſ., Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 22, 58, 72, 77, 227, 235, 245, 306, 329. — [27] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 213, 378. — [28] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, III, Leipzig 1905, S. 1, 64, 215 u. f. w. — [29] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 381. — [30] Kriemter, Von der Erhaltung der Energie und dem Gleichgewicht des nachgiebigen Körpers, Zeitſchr. f. Architektur und Ingenieurweſen 1905, S. 311 (ſ. a. 1908, S. 17). — [31] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906, S. 343. — [32] Engeſſer, Ueber die Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Syſteme, Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 606. — [33] Keck-Hotop, Vorträge über Elaſtizitätslehre, II, Leipzig 1908, S. 8, 333. — [34] Weyrauch, Ueber ſtatiſch unbeſtimmte Fachwerke und den Begriff der Deformationsarbeit, Zeitſchr. f. Architektur u. Ingenieurweſen 1908, S. 91. — S. a. Biegungsarbeit, Torſionsarbeit, Clapeyrons Theorem, Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte (Bd. 3, S. 551), Träger, zuſammengeſetzte, Gegenſeitigkeit der Verrückungen, Potential, elaſtiſches, Proportionale Widerſtände. *Weyrauch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verſchiebungsellipſoid, Begriff der allgemeinen Elaſtizitätslehre.

Die Verſchiebungen (Bd. 3, S. 390; Bd. 4, S. 793) der einem Körperpunkte m unendlich benachbarten Körperpunkte n in Hinſicht m laſſen ſich innerhalb gewiſſer Grenzen als ſtetige Funktionen der Richtungen n anſehen, in welchen letztere Punkte anfänglich von m aus lagen (Bd. 4, S. 793). Denkt man ſich die Totalverſchiebungen r_n (Bd. 3, S. 390; Bd. 4, S. 793) aller Punkte n von m aus nach Größe und Richtung angetragen, ſo liegen die Endpunkte der r_n auf einem Ellipſoide, für welches die r_n der Punkt je dreier zueinander ſenkrechter Richtungen n konjungierte Halbmeſſer ſind. Dieſes Ellipſoid wurde nach Analogie des Spannungsellipſoids (S. 156) Verſchiebungsellipſoid genannt. Die durch die Halbachſen desſelben dargeſtellten r_n heißen Grenzverſchiebungen. Näheres ſ. Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 63, 69. Andre Bedeutung der Bezeichnung Verſchiebungsellipſoid ſ. Dehnung, Bd. 2, S. 692.

Weyrauch.

Verſchiebungspläne (nach dem Verfahren von Williot) dienen zur Ermittlung der elaſtiſchen Verſchiebungen der Knotenpunkte ebener Fachwerke.

Die Verſchiebungen der Knotenpunkte eines Fachwerks entſtehen aus den elaſtiſchen Verlängerungen Δs der einzelnen Stäbe. In Fig. 1a iſt der Knotenpunkt c mit den Knotenpunkten a und b durch die beiden Stäbe 1 und 2 verbunden, deren Längen s_1 und s_2 ſich um Δs_1 und $-\Delta s_2$ ändern, während die beiden Punkte a und b in die neuen Lagen a' und b' rücken. Die neue Lage c' des Punktes c findet ſich dann wie folgt. Zunächſt verſchiebt man die beiden Stäbe 1 und 2 parallel zu ſich ſelbſt in die Lagen $a'c_1$ und $b'c_2$, hierauf ändert man die Längen in der vorgeſchriebenen Weiſe, d. h. wenn Stab 1 um Δs_1 länger wird, ſo fügt man $c_1 c_3 = \Delta s_1$ an, während man, wenn Stab 2 um Δs_2 kürzer wird, die Strecke $c_2 c_4 = \Delta s_2$ in Abzug bringt. Mit den neuen Stablängen $a'c_3$ und $b'c_4$ beſchreibt man nun um a' und b' Kreisbögen. Der Schnittpunkt c' jener Bögen iſt die neue Lage des Punktes c. In dem hier vorausgeſetzten Falle verſchwindend kleiner elaſtiſcher Verſchiebungen dürfen die Kreisbögen durch die auf den Geraden $a'c_3$ und $b'c_4$ errichteten Lote erſetzt werden. Es empfiehlt ſich nun, die geſuchte Verſchiebung cc' in einer beſonderen Figur (1b) mit genügender Vergrößerung darzuſtellen. Von einem beliebigen Punkt O aus (Urſprung oder Pol) trägt man die gegebenen Verſchiebungen $Oa' = aa'$ und $Ob' = bb'$ der Punkte a und b nach Größe, Richtung und Sinn auf. An die Polſtrahlen Oa' und Ob' füge man in a' und b' die den Stäben 1 und 2 parallelen Längenänderungen Δs_1 und Δs_2 an und errichte in deren Endpunkten Lote, die ſich in c' ſchneiden. Alsdann iſt die Verſchiebung des Knotenpunkts c nach Größe, Richtung und Sinn durch den Polſtrahl Oc' dargeſtellt. Die Längenänderungen werden in dem Sinn angetragen, in welchem ſie vor ſich gehen, $c_1 c_3$ iſt als Verlängerung, $c_2 c_4$ als Verkürzung des betreffenden Stabes gedacht. Durch wiederholte Löſung dieſer Aufgabe iſt man imſtande, die Verſchiebungen aller Knotenpunkte eines Fachwerks zu ermitteln, wenn man einen Knotenpunkt als unverändert und eine Stabrichtung als gleichbleibend annimmt.

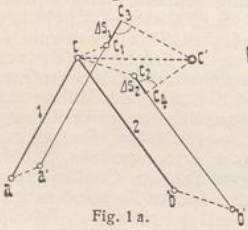


Fig. 1a.

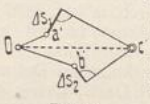


Fig. 1b.

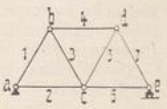


Fig. 2.

In dem kleinen Fachwerke Fig. 2 werde zunächſt Stab 2 als horizontal bleibend und Punkt a als unverſchieblich angenommen. Von dem Punkt O bezw. a' ausgehend (Fig. 3) wird zunächſt die Verlängerung $\Delta 2$ des Stabes 2 aufgetragen, dann iſt Oc' die Verſchiebung des Punktes c. Nach dem Vorhergehenden erhält man die Verſchiebung des Punktes b, der mit a und c durch die Stäbe 1 und 3 verbunden iſt, indem man von O aus zunächſt die Verſchiebungen von a und c aufträgt, was ſchon geſchehen iſt und die Punkte a' und c' lieferte, darauf werden in a' und c' die Längenänderungen $\Delta 1$ und $\Delta 3$ angetragen und in ihren Endpunkten Lote errichtet, deren Schnittpunkt b' iſt. Ob' iſt dann die geſuchte Verſchiebung des Punktes b. Zur Ermittlung der Verſchiebung des Punktes d hat man zunächſt die Verſchiebungen der vorhergehenden Punkte b und c vom Urſprung O aus aufzutragen. Dies iſt aber ſchon durch die Konſtruktion der Punkte c' und b' geſchehen. Man kann alſo gleich die Längenänderungen $\Delta 4$ und $\Delta 5$ der Stäbe 4 und 5 in b' und c' antragen und die Lote errichten, die als Schnitt den Punkt d' liefern, die Verſchiebung des Knotens d iſt alsdann durch die Strecke Od' nach Größe, Richtung und Sinn dargeſtellt. Durch Wiederholung des Verfahrens erhält man auch den Punkt e'.

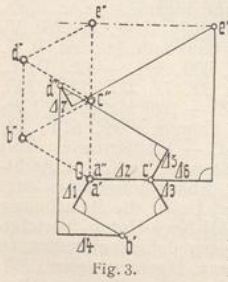


Fig. 3.

Die Fig. 3, deren Polſtrahlen $Ob'\ Oc' \ldots$ nach Größe, Richtung und Sinn die Verſchiebungen der Knoten $b\,c \ldots$ darſtellen, heißt man den Verſchiebungsplan des Fachwerkes (Fig. 2). — Für praktiſche Zwecke iſt die angegebene Löſung noch nicht vollſtändig. Das Fachwerk Fig. 2 wird nach der Deformation noch auf beiden Auflagern aufſitzen, während nach dem Kräfteplan infolge des als horizontal bleibend angenommenen Stabes 2 ſich eine Hebung des Auflagerknotens e ergibt. Um nun die den Auflagerbedingungen entſprechenden Verſchiebungen der Knoten zu erhalten, muß das deformierte Fachwerk um den Punkt a ſo weit nach rechts gedreht werden, bis Punkt e auf ſeinem Auflager aufſitzt. Würden infolge gewiſſer andrer Annahmen beim Aufzeichnen des Verſchiebungsplanes beide Auflagerpunkte ſich abgehoben haben, ſo würde der entſprechende Drehpunkt für das deformierte Fachwerk ein beſtimmter Punkt außerhalb des letzteren ſein. — Bei der Drehung um irgendeinen Punkt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beſchreibt jeder Knoten (Fig. 4a) ein kleines Kreisbogenſtück, das mit dem Lot auf der Verbindungslinie zum Drehpunkt verwechſelt werden darf. Die Länge des Bogenſtückchens iſt proportional dem Abſtand vom Drehpunkt. Trägt man daher auch die Verſchiebungen, die bei der Drehung entſtehen, als Strahlen nach einem Pol O hinlaufend auf, ſo liegen die Punkte $a''\ b''\ c''\ d''\ e''$ auf einer dem Fachwerk ähnlichen, um 90° gedrehten Figur (Fig. 4b). Macht ein Punkt d zwei Verſchiebungen, ſo beſtimmt ſich die reſultierende Bewegung, wenn man die Verſchiebungen $d''\,O$ und $O\,d'$ von einem Punkt O aus ſo aufträgt (Fig. 5), daß die Pfeilrichtungen aufeinander folgen, durch die Strecke $d''\,d'$ nach Größe, Richtung und Sinn. Im Williotſchen Verſchiebungsplan ſind die einen Verſchiebungen aller Punkte bereits vom Punkt O ausgehend aufgetragen; fügt man daher noch die andern Verſchiebungen, die von der nachträglichen Drehung des Fachwerks herrühren, als gegen O hin gerichtete Strahlen hinzu, dann liegen die Endpunkte $a''\ b''\ c''\ d''\ e''$ der letzteren auf einem um 90° gedrehten Fachwerksbild, und die endgültigen Verſchiebungen ſind durch die Strecken $a''\,a'$, $b''\,b'$, $c''\,c'$ u. ſ. w nach Größe, Richtung und Sinn dargeſtellt. Im vorliegenden Fall ergibt ſich Punkt a'' des Trägerbildes aus der Bedingung, daß Knoten a am feſten Auflager überhaupt keine Verſchiebung erfahren darf, während e'' nur auf einer Horizontalen durch e' liegen kann, indem die endgültige Verſchiebung des Knotens e am beweglichen Auflager nur horizontal ſein darf. Aus der Lage von a'' und e'' ergeben ſich dann die übrigen Punkte des um 90° gedrehten Trägerbildes. Die Williotſchen Verſchiebungspläne werden benutzt zur Ermittlung der Einſenkungen von Fachwerken und der dazu gehörigen Einflußlinien (Maxwellſcher Satz). Sie ſpielen eine wichtige Rolle bei der Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Fachwerke.

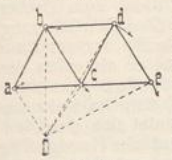


Fig. 4a.

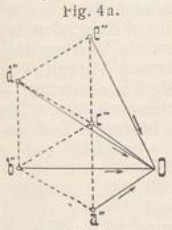


Fig. 4b.



Fig. 5.

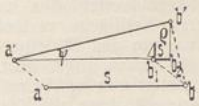


Fig. 6a.

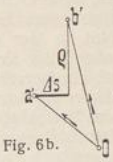


Fig. 6b.

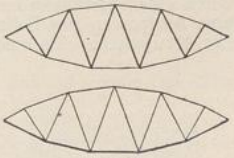


Fig. 7.

Eine Abart iſt das **Stabzugverfahren**, wobei die Verſchiebungen mit Benutzung der gerechneten Drehungswinkel der einzelnen Stäbe aufgetragen werden. In Fig. 6a ſei $a\,b$ die urſprüngliche Lage eines Fachwerkſtabes, deſſen Anfangspunkt a ſich nach a' verſchiebt. Aendert ſich gleichzeitig ſeine Länge um Δs und dreht er ſich noch um den ſehr kleinen Winkel ψ, ſo findet man die neue Lage des Punktes b, wenn man zunächſt den Stab $a\,b$ in die parallele Lage $a'\,b_1$ bringt, dann die Längenänderung $b_1\,b_2 = \Delta s$ anfügt und in b_2 ein Lot $\varrho = b'\,b_2 = s \cdot \psi$ errichtet. In entſprechend vergrößertem Maßſtab in Fig. 6b dargeſtellt, erſieht man, daß die Verſchiebung $O\,b'$ des Punktes erhalten wird, wenn man von O aus zunächſt die Verſchiebung des Anfangspunktes a des Stabes gleich $O\,a'$ aufträgt, alsdann Δs und ϱ nach Größe, Richtung und Sinn anfügt. Bei Wiederholung des Verfahrens für die folgenden Stäbe eines Stabzuges hat man dann jeweils nur noch Δs und ϱ anzutragen, weil die Verſchiebungen der Anfangspunkte als Strahlen von O aus ſchon ermittelt ſind. Wie beim Williotſchen Plan ſind die Verſchiebungen der Knotenpunkte wieder durch die von O aus nach den Punkten $a'\ b'\ c'$ gehenden Strahlen dargeſtellt. Die Verſchiebungspläne nach dem Stabzugverfahren ſind überſichtlicher als nach Williot, dagegen iſt die Berechnung der Winkeländerungen ψ zeitraubend. Das Verfahren wird aber genauer, da ſich Fehler weniger ſtark fortpflanzen. Je nachdem die Verſchiebungen aller Knotenpunkte oder nur die einer Gurtung des Fachwerkes geſucht werden, wird der Stabzug entſprechend ausgewählt (Fig. 7).

Das Stabzugverfahren kann auch zur Berechnung der Formänderungen biegungsfeſter, vollwandiger Träger und Bogen Anwendung finden. Man teilt zu dieſem Zweck den vollwandigen Träger in eine Anzahl genügend kleiner Teile ein und beſtimmt deren Drehungswinkel und Längenänderungen in der Achſe, dann kann man den Verſchiebungsplan in gleicher Weiſe aufzeichnen, wie für den Stabzug eines Fachwerks. Die Berechnung der Einflußlinie der Einſenkungen, der ſtatiſch unbeſtimmten Größen von Gewölben u. ſ. w. kann hiernach leicht graphiſch erfolgen.

Literatur: Williot, Notations pratiques sur la statique graphique, Publications scientifiques industrielles, 1877; Mohr, Zivilingenieur 1887; Müller-Breslau, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1888, S. 605, Stabzugverfahren; Land, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1888, S. 11 und 162; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Bd. 2, 1. Abt., Stuttgart 1905 und Bd. 2, 2. Abt., Leipzig 1908.

Mörſch.

Verſchlüſſe der Geſchütze. Anfang der 1890er Jahre beſeitigte der Gebrauch von Metallkartuſchen (Bd. 6, S. 540) die Schwierigkeit des gasdichten Abſchluſſes; für Neukonſtruktionen wurde ſeither die Erleichterung und Beſchleunigung der Bedienung der Geſchützverſchlüſſe leitender Geſichtspunkt. Von einem neuzeitigen Schnellfeuerverſchluß fordert man: Sichere Verbindung des geſchloſſenen Verſchluſſes mit dem Rohr (Verriegelung); im Verein mit der Patronenhülſe gasdichten Abſchluß des Seelenbodens (Liderung, Gaschek); leichte und ſchnelle Bedienung (nur je ein Griff zum Oeffnen bezw. Schließen); Sicherheit gegen ſelbſttätiges Abfeuern (Fahrſicherung) und gegen Abfeuern vor beendigtem Schließen (Schußſicherung);

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

„Wiederſpannabzug“, welcher das Schloß erſt beim Abziehen ſpannt, beim weiteren Abziehen auslöſt und im Fall von Verſagern ſofortiges Wiederabziehen geſtattet; Nachbrennerſchutz, wenn das verwendete Pulver ſchwer entzündlich iſt, um im Falle zu ſpäter Exploſion der Ladung ein vorzeitiges Oeffnen des Verſchluſſes zu verhindern; Haltbarkeit und Einfachheit in der Zuſammenſetzung, einzelne unbrauchbar gewordene Teile müſſen ſich ſchnell erſetzen laſſen; geringes Gewicht und geringe Abmeſſungen. Das letztere, um die „tote Rohrlänge“, d. h. das für den Schuß nicht unmittelbar nutzbringende Längenmaß des Rohres zu verringern.

Keilverſchlüſſe. Ein Keil, welcher zum Oeffnen bezw. Schließen entweder in wagerechter oder in ſenkrechter Bahn gleitet, verſchließt das Rohr.

Von den Verſchlüſſen mit wagerechter Gleitbahn haben der Kruppſche Leitwell- und der Erhardtſche Schubkurbelverſchluß die größte Verbreitung gefunden. Bei erſterem (Fig. 1) wird der Keil *A* mittels der Leitwelle *B*, welche in die bei *T* befindliche Hälfte einer Schraubenmutter greift, heraus- bezw. hineingeſchoben. Der Handgriff B_1 dient zum Drehen von *B*; zum Oeffnen bezw. Schließen genügt etwa drei Viertel Umdrehung. *O* = Fahrſicherung, *K* = Abzughebel. — Verriegelung durch einen Riegelbund an der Leitwelle *B*, der am Ende der Schließbewegung in einen Ausſchnitt des Rohres tritt. Beim Oeffnen gibt er als erſtes den Keil wieder frei. — Beim Schubkurbelverſchluß — auch Gleithebelverſchluß genannt — (Fig. 2) wird der Keil durch die Schubkurbel *Sk* bewegt. Sie ſchwingt um den im Rohr befeſtigten Kurbelbolzen *kb*. An dem kürzeren Arm des Winkelhebels *Sk* befindet ſich das Gleitſtück *g*, das in der ſchräg nach vorn und außen führenden Nut *nt* läuft. Wird der Handgriff *hg* zurückgezogen, um etwa 130°, ſo ſchiebt *Sk*, indem *g* nach vorn und außen und dann wieder zurück wirkt, den Keil heraus. Die Verriegelung erfolgt dadurch, daß *g* beim Schließen bis in eine Raſt der hinteren Keillochfläche tritt. Vielfach wird noch eine zweite Verriegelung durch eine Sperrklinke im Handgriff angewendet. Dieſe klinkt bei geſchloſſenem Verſchluß in eine Ausſparung des Rohres, beim Oeffnen wird ſie durch Erfaſſen des Handgriffs ausgelöſt. — Die Kruppſche Konſtruktion eines Schubkurbelverſchluſſes hat einige Beſonderheiten. Die Nut in der oberen Keilfläche verläuft in ihrem hinteren Teil zunächſt als Kreisring um den Mittelpunkt von *kb*. An Stelle von *g* iſt ein herzförmiger Zapfen angebracht. Befindet ſich dieſer in dem Kreisteil von *nt* (Schußſtellung), ſo iſt der Verſchluß verriegelt, denn alle Kräfte, welche auf ſelbſttätiges Oeffnen des Verſchluſſes wirken, können nur einen radialen Druck ohne Seitenkraft ausüben.

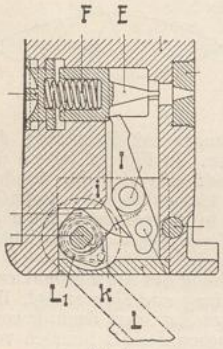


Fig. 3

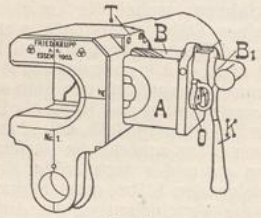


Fig. 1.

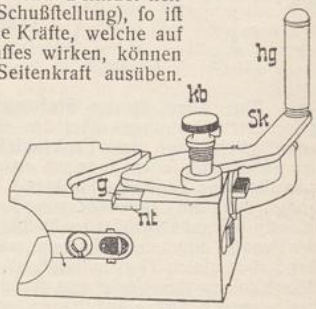


Fig. 2.

Anordnung und Wirkungsweiſe des Auswerfers gleichen ſich bei dieſen Verſchlüſſen. Der Auswerfer, ein doppelter zweiarmiger Hebel, ruht mittels einer zylindriſchen Wulſt drehbar zwiſchen vorderer Keillochfläche und Keil. Die beiden längeren Hebelarme greifen unter den Bodenrand der Patrone. Beim Oeffnen ſtößt der Verſchlußkeil mit einem Anſchlagſtück gegen eine Naſe, welche den kurzen Hebelarm des Auswerfers bildet. Der Anſtoß bewegt die längeren Arme nach rückwärts, die Hülſe wird ausgeworfen. Auch das Schloß zeigt viel Uebereinſtimmendes; es iſt bei allen dreien mit Wiederſpannabzug ausgeſtattet [2] (Fig. 3). — Wird der Abzughebel *L* zurückgezogen, ſo ſtößt er mit der Naſe *k* ſeiner Spannuß die Naſe *i* der Spannfalle ſo weit vor, daß der längere Arm des gelenkig mit der Spannfalle verbundenen Spannhebels *J* den Schlagbolzen *E* zurückdrückt. Sobald die Schlagfeder *F* die höchſte Spannung erreicht, gleitet *k* von *i* ab, *J* wird frei und *F* ſchnellt *E* und *J* nach vorn. Wird nach dem Abfeuern der Abzug *L* losgelaſſen, ſo führt die geſpannte Wiederſpannfeder L_1 *L* in die Grundſtellung zurück; *i* klinkt wieder in *k* ein. Hierdurch wird die Schlagbolzenſpitze um 0,5 mm hinter die vordere Keilfläche zurückgezogen; die Anfangsſtellung iſt ſomit wieder erreicht. — Dieſe Wiederſpannvorrichtung iſt indeſſen bei den einzelnen Konſtruktionen verſchieden ausgebildet. Beſondere Schuß- und Fahrſicherung iſt vorhanden, nach Bedarf wird Linksabzug und Sicherung gegen Nachbrenner angebracht. Dieſe beſteht im weſentlichen aus einem zweiarmigen Hebel, welcher drehbar am Verſchluß gelagert iſt, ihn mit einem Arm ſperrt, mit dem andern nach unten, zur Gleitbahn (Wiege) des Rohres gerichtet iſt. Beim Rücklauf des Rohres ſtößt dieſer Arm gegen einen Anſchlag an der Wiege, und der obere Arm gibt den Verſchluß frei. Nach dem Laden wird beim Schließen die Arretierung des oberen Arms gelöſt, und eine Feder läßt ihn wieder in die Sperrſtellung eintreten. Auch hier gibt es abweichende Konſtruktionen. Bei den Kruppſchen Verſchlüſſen iſt eine Vorrichtung vorhanden, durch welche beim Abziehen der etwa nicht völlig geſchloſſene Verſchluß zwangsweiſe geſchloſſen und das etwa nicht völlig in die Anfangsſtellung zurückgekehrte Schloß beim Oeffnen des Verſchluſſes zwangsweiſe in ſeine Anfangsſtellung gebracht wird. — Ein Schubkurbelverſchluß mit ſenk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rechter Bewegung des Keils iſt der Fallblockverſchluß. Schon in den 1880er Jahren von Gruſon für Schnellfeuergeſchütze kleinen Kalibers verwendet, iſt er jetzt auch bei ſchweren Geſchützen Kruppſcher Konſtruktion in Gebrauch. Bezüglich der Anordnung verweiſen wir auf [1], S. 120 ff. Andre Fallblockverſchlüſſe ſind konſtruiert von Hotchkiß (Italien, Vereinigte Staaten, England, Frankreich, Rußland u. a.), von v. Skoda (Oeſterreich-Ungarn), von Gericke (Niederlande), von Finſpong (Schweden) u. a. m.

Senkrechte, umlegbare Keilverſchlüſſe finden meiſt nur bei leichten Schnellfeuerkanonen (3,7—7,5 cm) Anwendung. Ihre Einrichtung kennzeichnet ſich dadurch, daß beim Oeffnen entweder der ganze Verſchluß oder nur der Hinterkeil — Nordenfelt — ſich zunächſt ſenkrecht abwärts bewegt und dann um eine wagerechte Welle nach rückwärts umgelegt wird. Solche Verſchlüſſe ſind eingeführt: nach dem Syſtem Nordenfelt (Italien, England, Rußland u. a. m.), Driggs-Schröder (Marine der Vereinigten Staaten), Maxim-Nordenfelt (Italien) und Sarmiento (Spanien).

Schraubenverſchlüſſe. Ein mit Schraubengewinden verſehener Block greift in entſprechende Muttergewinde der Rohrwandung ein und ſchließt dadurch das Rohr nach hinten ab. Um das Einſchrauben abzukürzen, ſind die Schraubengänge auf der ganzen Länge der beiden Gewindemäntel in einer Anzahl von Längsſtreifen fortgeſchnitten. Es wechſeln demnach glatte und Gewindeſtreifen ab, und es genügt eine Drehung der Verſchlußſchraube um eine Streifenbreite, um den Verſchluß zu öffnen bezw. zu ſchließen. Der geöffnete Verſchluß wird von einer Verſchlußtür aufgenommen, mit ihr gekuppelt und zur Seite gedreht, um das Ladeloch frei zu machen. Um mit einem Griff öffnen bezw. ſchließen zu können, hat die Verſchlußſchraube meiſt Ei- oder Kegelform. Beiſpiele hierfür ſind der Verſchluß der ſchwediſchen Kanonenfabrik Bofors (Konſtrukteur Silfverſparre), [1], S. 89, der von Maxim-Nordenfelt [1], S. 91 ff., und der Finſpongverſchluß (Kanonenfabrik in Schweden, Konſtrukteur Thronſen), [1], S. 95. Abweichend von allen ſonſt üblichen Konſtruktionen iſt letzterer ſo eingerichtet, daß die Schraube nach dem Löſen der Gewindegänge nicht herumgeſchwenkt, ſondern ſeitwärts geſchoben wird.

Fallſchraubenverſchlüſſe wie der des Röſtel, [1], S. 99, ſind auf leichte Geſchütze beſchränkt, weil bei großen Kalibern das Aufwärtsſchwingen des Verſchluſſes unverhältnismäßigen Kraftaufwand erheiſchen würde. Die Schraube iſt bei ihm vorn ei-, hinten walzenförmig geſtaltet. Andre abweichende Formen der Verſchlußſchraube ſind: die Elsvirk- (Armſtrong, Mitchell & Cie.), Treppen- (D.R.P. Nr. 136544) und die Nemetzſchraube.

Kammverſchlüſſe unterſcheiden ſich von den vorhergehenden im weſentlichen nur dadurch, daß die Reifen (Kämme), mit denen der Block im Verſchlußlager verriegelt wird, nicht Teile von Gewindegängen bilden, ſondern ohne Steigung gleichlaufend zu den Grundflächen des Blocks geführt ſind. Man erſpart infolgedeſſen den Kraftaufwand, den das letzte Anziehen der Schraube bedingt. Dieſes Anziehen iſt bei Verwendung ſelbſtlidernder Metallkartuſchen überflüſſig. Man beugt durch die Kammform aber auch einer ſelbſttätigen Lockerung oder Löſung des Verſchluſſes vor, welche bei Schraubenverſchlüſſen mit großer Steigung der Gewindegänge eintreten kann (Ehrhardts Kammverſchluß, 1902).

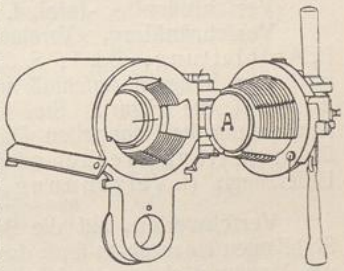
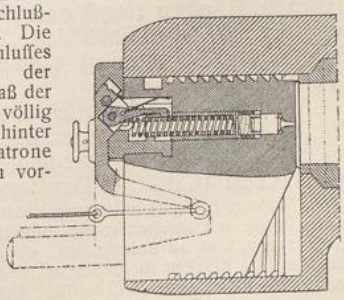


Fig. 4.

Abarten der Schrauben- bezw. Kammverſchlüſſe ſind der Stufenſchraubenverſchluß von Axel Welin und der Stufenverſchluß der Gußſtahlfabrik Friedr. Krupp (Fig. 4). Bei letzterem trägt der Mantel des Verſchlußblocks *A* zweimal vier abgeſtufte Streifen, von denen je zwei einander gegenüberliegende gleichen Durchmeſſer haben. Das eine Streifenpaar iſt glatt, die übrigen ſind ohne Schraubenſteigung gereifelt. Der Radius jedes gereifelten Streifens übertrifft den des vorhergehenden um Reifenhöhe. Entſprechend iſt die Anordnung im Rohr. Es werden demnach ſechs Achtel des Blockumfangs für die Verriegelung ausgenutzt, ſo daß der Verſchlußkegel kurz gehalten werden kann.

Exzentriſche Schraubenverſchlüſſe (Fig. 5). Das Bodenſtück des Rohres iſt nach unten erweitert. Die Verſchlußſchraube bleibt auch bei geöffnetem Verſchluß im Rohr. Sie beſteht aus einem maſſiven Teil, welcher das Schloß aufnimmt und den Seelenboden bildet, und dem Ladeloch. Die Schraubengewinde des Verſchlußblocks und des Rohres führen um den ganzen Umfang. Die Drehachſe des Verſchluſſes liegt etwas unterhalb der Seelenachſe. Dadurch, daß der Schlagbolzen erſt bei völlig geſchloſſenem Verſchluß hinter das Zündhütchen der Patrone tritt, iſt Sicherheit gegen vorzeitiges Abfeuern gegeben. — Exzentriſche Schraubenverſchlüſſe ſind von Nordenfelt und von Krupp konſtruiert. Die franzöſiſche Feldkanone 97


Fig. 5.

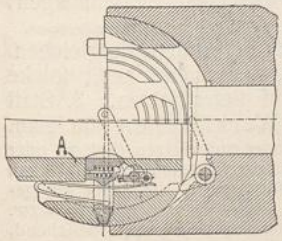


Fig. 6.

und die norwegiſche Feldkanone 01 ſind mit derartigen Verſchlüſſen ausgeſtattet. — Von allen dieſen Konſtruktionen weicht in ſeiner geſamten Anordnung der Canetſche Kugelverſchluß ab (Fig. 7). Der Verſchlußblock *A* gleicht einer aus der Mitte einer Halbkugel herausgeſchnittenen Platte. Ihre Stärke übertrifft ein wenig die Seelenweite des Rohres im Ladungsraum. Bei geſchloſſenem Verſchluß (Fig. 7) liegt die Kugelfläche des Blocks vorn. Die Patronen müſſen deshalb einen gewölbten Boden haben. Zum Oeffnen genügt eine Viertelbdrehung des rechts befindlichen Kurbelarms nach unten. Die Hinterfläche des Blocks befindet ſich dann oben in wagerechter Lage und bildet die Grundfläche des Ladelochs. Auch die Schraubenverſchlüſſe und ihre Abarten ſind mit Wiederſpannabzug, Auswerfer, Nachbrennerſchutz ſowie Fahr- und Schußſicherungen verſehen. Ueber Vor- und Nachteile der verſchiedenen Verſchlußarten ſ. [1], S. 125 ff., [2], Bd. 1, S. 63/64, [3], S. 84 ff.

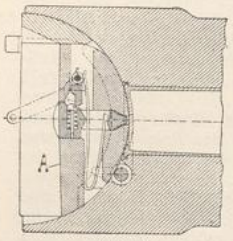


Fig. 7.

Selbſttätige Verſchlüſſe gewinnen neuerdings an Boden. Sie ſind in der Regel als wagerechte oder ſenkrechte Keilverſchlüſſe mit Schubkurbel- bezw. als ſelbſttätige Schraubenverſchlüſſe mit Stufenſchraube gebaut. Die Bedienung kann auch von Hand erfolgen; das Abfeuern erfolgt nach Wahl ſelbſttätig oder von Hand. Das ſelbſttätige Oeffnen geſchieht z. B. dadurch, daß beim Wiedervorlauf des Rohres die Verſchlußkurbel durch ein Anſchlagſtück an der Wiege zum Oeffnen gedreht wird. Hierbei wird eine Feder, welche beſtrebt iſt, die Kurbel in Schlußſtellung zu drehen, geſpannt. Ein Sperrbolzen verhindert die Kurbel, dem Druck der Schließfeder nachzugeben, bis der Auswerfer, welcher mit dem Sperrbolzen in Verbindung gebracht iſt, beim Einführen einer neuen Patrone nach vorn gedreht wird und dadurch den Sperrbolzen aushebt. Das Abfeuern erfolgt im letzten Augenblick des Schließens ſelbſttätig. — Bei andern ſelbſttätigen Verſchlüſſen erfolgt das Oeffnen durch eine beſondere Oeffnungsfeder oder durch eine Zugſtange. — Anwendung finden ſelbſttätige Verſchlüſſe bei Neukonſtruktionen von Feld- und Gebirgsgeſchützen ſowohl bei Krupp als auch bei Ehrhardt. Die franzöſiſche 15,5-cm-Rimailho-Haubitze beſitzt einen Schraubenverſchluß, der ſich nach jedem Schuß ſelbſttätig öffnet. — Weiteres über Geſchützverſchlüſſe ſ. in [4]—[6].

Literatur: [1] Wille, R., Waffenlehre, 3. Aufl., Bd. 2, Berlin 1905. — [2] Roskoten, Die heutige Feldartillerie, Berlin 1909. — [3] Mummenhoff, Die modernen Geſchütze der Fußartillerie, Leipzig 1907. — [4] Wille, R., Die Entwicklung der Verſchlüſſe für Kanonen, Berlin 1903. — [5] Caſtner, Schraubenverſchluß und Keilverſchluß (deutſche und franzöſiſche Anſichten), Schiffbau 1907, Nr. 19/20. — [6] Auf dem Wege zum halbautomatiſchen Geſchütz, Deutſches Offizierblatt 1907, Nr. 11, S. 171.

F. Wille.

Verſchlußrolle, -tafel, ſ. Stellwerke.

Verſchränkung, Verblattung zweier Hölzer nach der ganzen Länge (ſ. Aufblattung, Bd. 1, S. 350) durch Uebergreifen um etwa 6 cm, wobei noch zum innigern Anſchluß mehrfache Verſchraubungen und Keile oder Dübel dienen (ſ. die Figur). Sie findet Anwendung bei doppelten Hängeſäulen (ſ. Hängewerke) oder an Unterzügen (ſ. Verzahnung, 1.).



Weinbrenner.

Verſchwellen, auf die Balkenlage Schwellen aufkämmen, in welche die Stuhlſäulen einzuzapfen ſind; das Verſchwellen war bei den Dachſtühlen, beſonders den Manſarddächern, des 17. und 18. Jahrhunderts üblich; ſ. a. Bundſchwelle.

Verſeifung (Saponifikation), der chemiſche Zerſetzungsprozeß der Fette durch Alkalien.

Bei der Einwirkung heißer, wäſſeriger oder alkoholiſcher Löſungen ätzender Alkalien auf die Fette, Gemiſche der Glyzineſter der Stearinſäure, der Palmitinſäure und Oelſäure bilden ſich die Alkaliſalze der genannten Säuren, die Seifen (ſ. d.), unter Abſpaltung von Glyzerin.

Verſenken, einen Körper ganz oder zum Teil in einen andern eindringen laſſen, z. B. einen Nagel oder Schraube ſo einſetzen, daß der Kopf nicht mehr vorſteht. Bei den Fußböden, Türverkleidungen und Täferungen werden die Nägel (mit Spitzköpfen) mittels des Verſenkers, Senkſtifts, eingeſchlagen; ſ. a. Senker.

Weinbrenner.

Verſetzen, 1. Vermiſchen, z. B. Farben oder Metalle mit andern dergleichen. 2. Die Richtung ändern, z. B. Riegel einer Fachwand verſetzen, heißt ſolche nicht in einer Höhe durchführen, ſondern höher und tiefer ſetzen. 3. Statt verſatzen (ſ. d.). 4. Das ſorgfältige Verlegen von Werkſtücken am Bau.

Erfolgt daſſelbe auf ebener Erde (Sockel), ſo wird der Quader auf Walzen (Rollen) oder einer Bahre mit Strohunterlage aufgebracht. Dabei iſt mit Hilfe von Richtſcheit und Winkel, Setzwage u. ſ. w. zu unterſuchen, ob der Stein nach jeder Richtung paßt, die Lager gut gearbeitet, die Flächen in Richtigkeit ſind. Hierauf wird der Stein nochmals weggehoben bezw. umgekantet und eine Zwiſchenlage bereitet, aus Streifen von Tafelblei oder Pappe beſtehend, welche 2—3 cm hinter die Kante zu liegen kommen, um den Druck der Laſt von der Kante

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach innen zu leiten, und fo ein Abdrücken zu vermeiden. Später erfolgt ein Ausgießen der Fugen mit feinem, dünnflüffigem Mörtel. Der verfetzte Quader ift gegen Befchädigung durch Kalkmörtel oder herabfallende Stücke durch einen Lehmüberzug zu fchützen. Zum Verfetzen in höhere Lagen dienen die Greif- und Hebezeuge (f. Bd. 4, S. 623 ff.), mittels welcher der Werkftein erfaßt, aufgehoben und fo lange fchwebend erhalten wird, bis er auf fein Lager gelegt werden kann. Die bewegende Kraft befteht meiftens in einem Kran (f. Bd. 5, S. 662 ff.) oder einer Winde, welche entweder ihre Aufftellung 1. auf dem Boden findet, während die Fortbewegung der Laft durch einen Windebock oder einen Ausleger erfolgt; oder 2. als Laufkran auf einem hochgeftellten Baugerüft (f. Bd. 1, S. 575 ff.), das fich der Länge nach über den Bau hinzieht und verfchiebbar ift. Bei nicht ausgedehntem Bauplatz kann der Laufkran 3. auf einem Rundgerüft, um einen feften Mittelpunkt fich drehend, verfchieblich fein.

Literatur: f. Bd. 5, S. 670, außerdem [1] Baukunde des Architekten, Berlin 1893, Bd. 1, 1. Teil, S. 88. — [2] Handbuch der Ingen.-Wiffenfchaften, Bd. 4, 2. Abteil., Baumafchinen von F. Lincke, Leipzig 1875. *Weinbrenner.*

Verfetzzeichen, ein mit dem Werkzeuge oder mit Farbe gemachtes Zeichen an Hauftein en, um Lage und Richtung des Steins am Bau zu beftimmen.

Verfilbern, das Ueberziehen der Oberfläche von Gegenftänden mit Silber. Verfilberung mit Blattfilber erfolgt in analoger Weife wie mit Blattgold; ebenfo entfprechen die Feuerverfilberung, die kalte und naffe Verfilberung den Verfahren beim Vergolden (f. d.); vgl. a. Galvanotechnik und Plattieren.

Verfitzgruben, f. Senkgruben.

Verftählen, f. v. w. Verfchweißen von Stahl und Eifen, bei Werkzeugen u. f. w. angewendet, fo daß dann die Schneide oder z. B. bei Hämmern die Bahn aus Stahl befteht. Ueber Verftählen im Sinne von Zementieren f. d. *A. Widmaier.*

Verfteifungsbalken (Verfteifungsträger), ein mit fchlaffen oder gering fteifen Hänge- oder Stützträgern fo in Verbindung gebrachter gerader Balkenträger, daß erftere unter wechfelnder Belaftung nur folche Formänderungen annehmen können, die den elaftifchen Durchbiegungen des Verfteifungsträgers entfprechen.

Die Verfteifungsträger fpielen insbefondere bei jenem Syftem der Hängebrücken, bei welchem das Hängewerk in fich felbft nicht fteif ift (Kabel, Stabkette), eine wichtige Rolle (f. Hängebrücken). Aber auch das Syftem der Stützträger mit Verfteifungsbalken findet praktifche Anwendung in der Form der hölzernen Sprengwerke, ferner bei Bogenträgern, bei welchen der Bogen als Stabpolygon mit Gelenkknoten oder wenigftens mit kleinem für die Aufnahme der Biegungsmomente ungenügendem Querfchnittsträgheitsmomente ausgeführt ift (f. Bogenbrücken). *Melan.*

Zur **ftatifchen Berechnung** folcher Bauwerke verwendet man am beften Einflußflächen (f. d.).

Bei irgend einer Belaftung P des Verfteifungsträgers entfteht im Seil $A'B'$ fowie in den beiden Rückhaltfeilen eine Zugkraft, deren horizontale Komponente in allen drei Teilen gleich H ift, da über A' und B' reibungslofe Rollenlager vorausgefetzt werden. Das Gefetz der virtuellen Verfchiebungen, angewendet auf den Belaftungszuftand $H=1$ mit unbelaftetem Verfteifungsträger und den tatfächlichen Verfchiebungszuftand bei P und H, ergibt

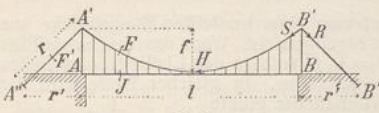


Fig. 1.

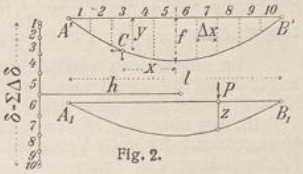


Fig. 2.

$$0=\int\frac{M'}{EJ}\cdot M\,dx+\int\frac{S'\cdot S\,ds}{EF}. \qquad 1.$$

M' ift das Moment an der Stelle x des Verfteifungsträgers im Zuftand $H=1$, und ift, da das Seil als Seilpolygon für die in diefem Zuftand auf den Verfteifungsträger wirkenden Kräfte gelten kann, gleich $-1\cdot y$ (Fig. 2). Das im tatfächlichen Belaftungszuftand P vorhandene Biegungsmoment des Verfteifungsträgers ift $M=M_0-Hy$. Das $\int S'S\,ds$ bezieht fich auf das Tragfeil und die beiden Rückhaltfeile. Für das Tragfeil ift $S=H\cdot\frac{ds}{dx}$, $S'=1\cdot\frac{ds}{dx}$, fomit $\int\frac{S'\cdot S\cdot ds}{EF}=\frac{H}{EF}\int\frac{ds^2}{dx^2}$. Für die Parabel ift genau genug $ds:dx=1+\frac{32f^2x^2}{l^4}$ und $\left(\frac{ds}{dx}\right)^3=1+\frac{96f^2\cdot x^2}{l^4}$, fomit $\int\frac{S'\,S}{EF}ds=\frac{H}{EF}\frac{(l^2+8f^2)}{l}$. Für die zwei Rückhaltkabel ift $S'=\frac{1\cdot r}{r'}$, $S=\frac{H\cdot r}{r'}$, fomit $\int\frac{S'\,S\,ds}{EF'}=\frac{2H}{EF'}\int\frac{r^2}{r'^2}\cdot ds=\frac{2H}{EF'}\cdot\frac{r^3}{r'^2}$. Wir erhalten alfo aus Gleichung 1: $H=\frac{\int\frac{M_0\,y\cdot dx}{EJ}}{\int\frac{y^2\cdot dx}{EJ}+\frac{(l^2+8f^2)}{l\cdot EF}+\frac{2r^3}{EF'\cdot r'^2}}$. Unter der Vorausfetzung der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Parabelform für das Tragfeil ift $\int \frac{y^2 \cdot dx}{EJ} = \frac{8}{15\,EJ} \cdot f^2 \cdot l$. Nach der Theorie der virtuellen Arbeiten ift $\int \frac{M_0\, y}{EJ} \cdot dx = P \cdot \delta'$, wo δ' die Hebung des Angriffspunktes der Laft P im Zuftand $H = 1$ bedeutet. (Verfchiebungszuftand $H = 1$ und Belaftungszuftand $P, M_0, H = 0$.) Graphifch läßt fich alfo die Einflußlinie von H als Biegungslinie des Verfteifungsträgers für den Zuftand $H = 1$ ermitteln. Zu diefem Zweck faffen wir die Kurve $A'B'$ als das Seilpolygon für die in den Hängeftangen auf den Verfteifungsträger wirkenden Kräfte und die Fläche zwifchen ihr und der Sehne $A'B'$ als die entfprechende Momentenfläche diefes Trägers auf. Man teilt dann den Balken in eine Anzahl Elemente von der Länge Δx, berechnet für jedes Element den Formänderungswinkel (f. d.) $\Delta\delta = M' \cdot \Delta x : EJ = 1 \cdot y \cdot \Delta x : EJ$ und bildet damit ein Kräftepolygon (Fig. 2, links). Das Trägheitsmoment J des Balkenquerfchnitts ift bei Fachwerken gleich $\frac{1}{2} F h^2$ zu fetzen, wo F den Gurtquerfchnitt und h die Fachwerkshöhe bezeichnet. Bei Paralleltrögern darf J als konftant angefehen werden; dann kann man die Berechnung der $\Delta\delta$ umgehen und braucht an deren Stelle bloß die y oder einen Bruchteil davon als Kräfte aufzutragen. Meiftens ift die Kurve $A'B'$ eine Parabel; dann wird $y = f - (4fx^2 : l^2)$ und $\delta = \Sigma(\Delta\delta) = \int \frac{y \cdot dx}{EJ} = \frac{2}{3}\frac{fl}{EJ}$. Es ift alfo $P \cdot \delta' = P \cdot h \cdot z$ (Fig. 2), und man erhält

$$H = \frac{P \cdot h \cdot z}{\frac{8}{15}\frac{f^2 \cdot l}{EJ} + \frac{(l^2 + 8f^2)}{l \cdot EF} + \frac{2r^3}{EF' \cdot r'^2}}.$$

Macht man, wie es in Fig. 2 gefchehen ift, $h = \delta = \frac{2fl}{3EJ}$ und fetzt

$$m = {}^4/_5 f + \frac{3EJ(l^2 + 8f^2)}{2EFfl^2} + \frac{3EJr^3}{EF'fl r'^2},$$

fo wird $H = P \cdot z : m$ (vgl. Bogen mit zwei Gelenken, Bd. 2, S. 145). Die Länge m wird am einfachften durch Rechnung beftimmt. Die Elaftizitätsmaße E können für Balken und Seil verfchieden eingefetzt werden. Man kann alfo die Linie $A_1 B_1$ als Einflußlinie von H betrachten, wenn man die Größe m als Einheit des Ordinatenmaßftabes wählt. Um nun die Einflußfläche für das Biegungsmoment im Punkt D zu erhalten, bildet man nach der Gleichung $M = M_0 - Hy$ die Differenz der Einflußfläche von Hy und M_0. Erftere wird durch die Kurve $A_1 C_1 B_1$ (Fig. 3), letztere durch das Dreieck $A_1 D_1 B_1$ dargeftellt. Um den Punkt D_1 zu finden, zieht man im Abftande m von $A'B'$ die m-Linie, verbindet den über D liegenden Seilpunkt D' mit A', lotet den Schnittpunkt G hinunter nach G_1, zieht $G_1 A_2$ unter 45° und verbindet A_2 mit B_1. Denn legt man lotrecht über dem Nullpunkt C_1 der Einflußfläche eine Laft P auf, fo ift der Horizontalzug $H = Pz : m$, der lotrechte linke Auflagerdruck $A = Pb : l$, folglich das Biegungsmoment in D gleich $Hy - Au = P(zy : m - bu : l)$. Da aber in der Zeichnung $y : m = u : z'$ und $z' : z = l : b$ ift, fo wird das Biegungsmoment in D Null. — Soll die Einflußfläche für die Querkraft in D beftimmt werden (Fig. 4), fo zieht man $A'G$ parallel zur Tangente in D' und verfährt wie oben, denn es ift $Q = Q_0 - H \cdot \operatorname{tg}\alpha$. Die Ordinaten der Einflußlinien find noch mit $\operatorname{tg}\alpha$ zu multiplizieren und m ift als Einheit des Maßftabes zu betrachten. Durch Anwendung des Gefetzes der virtuellen Arbeiten für den Belaftungszuftand $H = 1$ und den tatfächlichen Spannungszuftand bei einer Temperaturänderung t findet man den Horizontalfchub infolge einer Temperaturänderung t: $H_t = \frac{3\alpha t EJ}{2fl^2 m}\left(l^2 + \frac{16}{3}f^2 + \frac{2r^2 l}{r'}\right)$.

Im allgemeinen verfährt man nun bei der Berechnung einer verfteiften Hängebrücke wie folgt: Zuerft berechnet man den Horizontalzug H_g für Eigengewicht. Wäre das Seil unelaftifch ($F = F' = \infty$), fo ergäbe fich $H'_g = g l^2 : 8f$ und $m' = {}^4/_5 f$. Infolge der Elaftizität des Seiles verhält fich aber $H_g : H'_g = m' : m$, folglich ift $H_g = g l^2 : 10\,m$. In gleicher Weife wird der Horizontalzug für volle Verkehrslaft $H_p = p l^2 : 10\,m$. Nun ift der größte Horizontalzug des Seiles $= H_g + H_p + H_t$, der kleinfte $= H_g - H_t$. Die Seilfpannung an einer beliebigen Stelle ift $S_x = H\sqrt{1 + (8fx : l^2)^2}$, diejenige an den Auflagern $S_a = H\sqrt{1 + (4f : l)^2}$; die Spannung im Rückhaltfeil $R = Hr : r'$. Der Verfteifungsbalken hat vom Eigengewicht ein paraboliſch verlaufendes Biegungsmoment aufzunehmen, welches in der Mitte $M_g = {}^1/_8 g l^2 - H_g f$ ift. Die Biegungsmomente der zufälligen

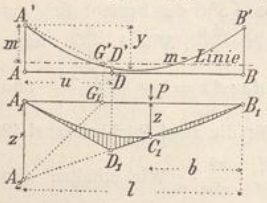


Fig. 3.

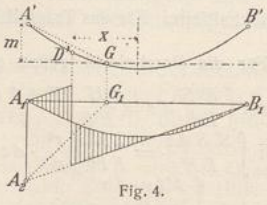


Fig. 4.

Fig. 5.

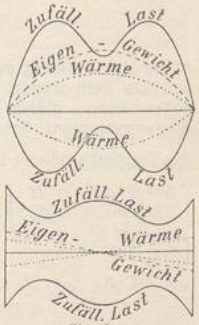


Fig. 6.

Laft beftimmt man mittels der Einflußflächen (Fig. 3), wobei man die Produkte aus Laften und Einflußordinaten noch mit y zu multiplizieren hat und m als Einheit des Ordinatenmaßftabes benutzen muß. Die Wärmefchwankung führt ebenfalls zu einer paraboliſchen Momentenfläche;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ihr Scheitelwert iſt $M_t = H_t f$. Was die Querkräfte betrifft, ſo liefert das Eigengewicht eine gerade Linie mit dem Endwerte $Q_g = {}^1/_2\, g\, l - (4\, H_g\, f : l)$. Die Querkräfte der zufälligen Laſt werden mittels der Einflußflächen (Fig. 4) beſtimmt, und zwar wird $Q_p = 8\, P f x\, \Sigma(z) : l^2 m$, denn $\operatorname{tg} \alpha = 8 f x : l^2$. Die Querkraft für die Wärmeänderung wird wieder durch eine Gerade mit dem Endwerte $Q_t = 4\, H_t\, f : l$ dargeſtellt. Fig. 5 ſtellt die Kurven der Biegungsmomente für einen beſtimmten Fall dar, Fig. 6 die Kurven der Querkräfte.

Das abgeleitete Verfahren kann auch auf Bogenträger mit Verſteifungsbalken angewendet werden, ſobald das Trägheitsmoment des Bogens viel kleiner als das des Balkens iſt.

Vgl. a. Hängebrücken und Träger, zuſammengeſetzte.

Literatur: Ritter, Schweizeriſche Bauztg. 1883, S. 6 ff.; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Bd. 2, Leipzig 1892. *Mörſch.*

Verſteinerung (Petrefakt, Foſſil) der in den Erdſchichten erhaltene Ueberreſt von vorweltlichen Tieren und Pflanzen.

Meiſt ſind von den letzteren nur die Hartteile (Schalen, Skelette u. ſ. w.) erhalten und in Geſtein (Kalk, Mergel, Erze) umgewandelt oder es ſind deren Hohlräume durch Geſteinsſubſtanz ausgefüllt. Die Kenntnis der Verſteinerungen wird auch Petrefakten-, Foſſilienkunde, Paläontologie genannt. Jede Schichtenreihe oder auch Schicht beſitzt beſtimmte Arten von Verſteinerungen, und aus der Kenntnis derſelben wird das Alter der Schicht beſtimmt. Die für eine Schicht oder Schichtenreihe charakteriſtiſchen Verſteinerungen heißen ihre Leitverſteinerungen oder -foſſilien. Die Kenntnis der Leitverſteinerungen iſt alſo für die Altersbeſtimmung der Schichten, beſonders in wenig oder gar nicht unterſuchten oder erforſchten Gegenden von größter Wichtigkeit.

Literatur: Zittel, K., Handbuch der Paläontologie, München 1879—90; Quenſtedt, Handbuch der Petrefaktenkunde, 3. Aufl., 1885. *Leppla.*

Verſteinerungsgründung, ſ. Baugrund, Gründungen.

Verſuchsſtrecke im Straßenbau, ſ. S. 359.

Vertäfelung, ſ. Täfeln und Getäfel Bd. 4, S. 455, ſowie Bretterſchalung Bd. 2, S. 297, und Brettverkleidung ebenda und Fig. 2, S. 298.

Vertikalen, ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 534; Ständer.

Vertikale Schubkraft, Vertikale Schubſpannungen, die Schubkraft V_x und Schubſpannungen τ in den Querſchnitten bezw. Querſchnittselementen horizontaler Balkenträger (Bd. 1, S. 792). Vgl. Balken, Bd. 1, S. 503, 507, 518, Schubſpannungen, Bd. 7, S. 822, Blechbalken, Bd. 2, S. 55, Gitterträger, Bd. 4, S. 535 u. ſ. w. *Weyrauch.*

Vertikalkreis, ſ. v. w. Höhenkreis (ſ. d.).

Vertonung. Die bildliche Aufnahme eines für die Navigation (Anſteuerung, Durchfahrt) wichtigen Küſtenſtriches zum Zwecke der Erleichterung des Zurechtfindens in ſpäteren Fällen. Derlei Aufnahmen werden durch Abzeichnen neuerdings photographiſch gemacht und die Peilungslinien der wichtigen Objekte vermerkt. Bei genauer Vertonung werden die Höhen und Abſtände der einzelnen Punkte voneinander durch Winkelmeſſung feſtgelegt. *von Nieſſen.*

Vertragsbruch (Kontraktbruch) in dem hier allein zu behandelnden Sinne Bruch des Arbeitsvertrags, d. h. „die Nichteinhaltung der Beſtimmungen des Arbeitsvertrags aus andern als den geſetzlichen Gründen“ (Adler).

Der Arbeitsvertragsbruch kann ſowohl durch den Arbeitgeber wie den Arbeitnehmer erfolgen, der in der Praxis am häufigſten vorkommende Fall iſt der Vertragsbruch des Arbeiters, der die Arbeit einſtellt. — Der Vertragsbruch des Arbeiters wurde früher nicht nur mit zivilrechtlichen, ſondern auch mit öffentlich-rechtlichen und im beſonderen auch mit ſtrafrechtlichen Nachteilen geahndet. Noch die preußiſche Gewerbeordnung vom 17. Januar 1845 drohte Geldbuße bis zu 20 Talern oder Gefängnis bis zu 14 Tagen für den Kontraktbruch der Arbeiter an. Die jetzt geltende Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869 ſteht in Uebereinſtimmung mit der heutigen Wirtſchaftsauffaſſung prinzipiell auf dem Boden der Arbeitsvertragsfreiheit [1] (deren Auswüchſe freilich durch beſondere geſetzliche Beſtimmungen und ſtaatliche Maßnahmen beſeitigt oder gemildert werden ſollen) und lehnt folgerichtig die Beſtrafung des Kontraktbruchs ab. Nach § 122 der Gewerbeordnung kann das Arbeitsverhältnis zwiſchen den Geſellen oder Gehilfen und ihren Arbeitgebern, wenn nicht ein andres verabredet iſt, durch eine jedem Teile freiſtehende, 14 Tage vorher erklärte Aufkündigung gelöſt werden. Werden andre Aufkündigungsfriſten vereinbart, ſo müſſen ſie für beide Teile gleich ſein; Vereinbarungen, welche dieſer Beſtimmung zuwiderlaufen, ſind nichtig. — Ohne Aufkündigung können vor Ablauf der vertragsmäßigen Zeit Geſellen und Gehilfen aus den in § 123 der Gewerbeordnung beſtimmten Gründen entlaſſen werden, während anderſeits Geſellen und Gehilfen aus den Gründen des § 124 der Gewerbeordnung die Arbeit ohne Aufkündigung vor Ablauf der vertragsmäßigen Zeit verlaſſen dürfen. Von den Gründen, die den Arbeitgeber zur ſofortigen Auflöſung des Arbeitsverhältniſſes berechtigen, ſeien hervorgehoben: unbefugtes Verlaſſen der Arbeit oder ſonſtige beharrliche Weigerung, den nach dem Arbeitsvertrag den Geſellen und Gehilfen obliegenden Verpflichtungen nachzukommen; Tätlichkeiten oder grobe Beleidigungen gegen den Arbeitgeber oder ſeine Vertreter oder gegen die Familienangehörigen des Arbeitgebers oder ſeiner Vertreter;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unfähigkeit der Gesellen und Gehilfen zur Fortsetzung der Arbeit oder Behaftetsein mit einer abschreckenden Krankheit. Unter den Gründen, die den Gesellen und Gehilfen zum sofortigen Verlassen der Arbeit berechtigen, sind zu nennen: Unfähigwerden zur Fortsetzung der Arbeit; Tätlichkeiten oder grobe Beleidigungen des Arbeitgebers oder seiner Vertreter gegen die Arbeiter oder ihre Familienangehörigen; wenn der Arbeitgeber den Arbeitern den schuldigen Lohn nicht in der bedungenen Weise auszahlt, bei Stücklohn nicht für ihre ausreichende Beschäftigung sorgt oder wenn er sich widerrechtlicher Uebervorteilungen gegen sie schuldig macht; wenn bei Fortsetzung der Arbeit das Leben oder die Gesundheit der Arbeiter einer erweislichen Gefahr ausgesetzt sein würde, welche bei Eingehung des Arbeitsvertrags nicht zu erkennen war. — Wenn das Arbeitsverhältnis mindestens auf vier Wochen oder wenn eine längere als 14tägige Kündigungsfrist vereinbart ist, kann außer den in §§ 123 und 124 bezeichneten Fällen jeder der beiden Teile aus wichtigen Gründen vor Ablauf der vertragsmäßigen Zeit und ohne Innehaltung einer Kündigungsfrist die Aufhebung des Arbeitsverhältnisses verlangen (§ 124a der Gewerbeordnung). Hat ein Geselle oder Gehilfe rechtswidrig die Arbeit verlassen, so kann der Arbeitgeber als Entschädigung für den Tag des Vertragsbruchs und jeden folgenden Tag der vertragsmäßigen oder gesetzlichen Arbeitszeit, höchstens aber für eine Woche den Betrag des ortsüblichen Tagelohns fordern. Diese Forderung ist an den Nachweis eines Schadens nicht gebunden, es wird aber anderseits durch ihre Geltendmachung der Anspruch auf Erfüllung des Vertrags und auf weiteren Schadenersatz ausgeschlossen. Dem Gesellen oder Gehilfen steht dasselbe Recht gegen den Arbeitgeber zu, wenn er von diesem vor rechtmäßiger Beendigung des Arbeitsverhältnisses entlassen worden ist (§ 124b). Zur Sicherung des Ersatzes eines aus dem Kontraktbruch erwachsenden Schadens oder einer für den Fall des Kontraktbruchs verabredeten Vertragsstrafe können von den Arbeitgebern Lohneinbehaltungen ausbedungen werden. Sie dürfen aber nach § 119a der Gewerbeordnung bei den einzelnen Lohnzahlungen ein Viertel des fälligen Lohnes, im Gesamtbetrage den Betrag eines durchschnittlichen Wochenlohns, nicht übersteigen. Ein Arbeitgeber, der einen Gesellen oder Gehilfen verleitet, vor rechtmäßiger Beendigung des Arbeitsverhältnisses die Arbeit zu verlassen, ist dem früheren Arbeitgeber für den entstandenen Schaden oder den nach § 124b an die Stelle des Schadensersatzes tretenden Betrag als Selbstschuldner mitverhaftet. In gleicher Weise haftet ein Arbeitgeber, der einen Gesellen oder Gehilfen annimmt, von dem er weiß, daß derselbe einem andern Arbeitgeber zur Arbeit noch verpflichtet ist. Auch derjenige Arbeitgeber ist endlich mitverhaftet, der einen Gesellen oder Gehilfen, von dem er weiß, daß derselbe einem andern Arbeitgeber zur Arbeit noch verpflichtet ist, während der Dauer dieser Verpflichtung in der Beschäftigung behält, sofern nicht seit der unrechtmäßigen Lösung des Arbeitsverhältnisses bereits 14 Tage verflossen sind (§ 125 a. a. O.). — Die vorstehend aufgeführten Bestimmungen der §§ 122—125 der Gewerbeordnung finden auch auf Arbeiter in Betrieben, in denen in der Regel mindestens zehn Arbeiter beschäftigt werden, Anwendung. Der § 124b gilt jedoch nicht für Arbeitgeber und Arbeiter in Betrieben, in denen in der Regel mindestens 20 Arbeiter beschäftigt werden [2]. Den Unternehmern in solchen Betrieben ist untersagt, für den Fall der rechtswidrigen Auflösung des Arbeitsverhältnisses durch den Arbeiter die Verwirkung des rückständigen Lohnes über den Betrag des durchschnittlichen Wochenlohns hinaus auszubedingen (§§ 134, 139aa, 154 der Gewerbeordnung in der Fassung der Novelle vom 28. Dezember 1908 [Reichsgesetzblatt S. 667]). — Für die Betriebsbeamten gelten besondere Vorschriften; s. Betriebsbeamte.

Außer der Gewerbeordnung kommen auch noch andre besondere Gesetze, z. B. auf dem Gebiet des Bergrechts, des Schiffahrtsrechts, des Handelsrechts, des Gesinderechts, in Frage. Soweit dies nicht der Fall ist, regelt sich der Arbeitsvertrag in Deutschland nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch und zwar nach den Bestimmungen über den Dienstvertrag (§§ 611—630). Bezüglich der Kündigung des Dienstverhältnisses gilt folgendes: Ist die Dauer des Dienstverhältnisses weder bestimmt, noch aus der Beschaffenheit oder dem Zwecke der Dienste zu entnehmen, so richten sich die Kündigungsfristen für die Regel nach den Zeitabschnitten, nach denen die Vergütung bemessen ist (täglich, wöchentlich, monatlich, vierteljährlich [§ 621]). Ist die Vergütung nicht nach Zeitabschnitten bemessen, so kann das Dienstverhältnis jederzeit gekündigt werden; bei einem die Erwerbstätigkeit des Verpflichteten vollständig oder hauptsächlich in Anspruch nehmenden Dienstverhältnis ist jedoch eine Kündigungsfrist von zwei Wochen einzuhalten (§ 623). Ohne Einhaltung einer Kündigungsfrist kann in allen diesen Fällen das Dienstverhältnis von jedem Teile dann gekündigt werden, wenn ein wichtiger Grund vorliegt (§ 626). Was ein wichtiger Grund ist, wird im Gesetz selbst nicht bestimmt, hierüber hat unter Umständen das Ermessen des Richters zu befinden. Wird nach dem Beginne der Dienstleistung das Dienstverhältnis auf Grund des § 626 gekündigt, so kann der Verpflichtete einen seinen bisherigen Leistungen entsprechenden Teil der Vergütung verlangen. Kündigt er, ohne durch vertragswidriges Verhalten des andern Teiles dazu veranlaßt zu sein, oder veranlaßt er durch sein vertragswidriges Verhalten die Kündigung des andern Teiles, so steht ihm ein Anspruch auf die Vergütung insoweit nicht zu, als seine bisherigen Leistungen infolge der Kündigung für den andern Teil kein Interesse haben. Wird die Kündigung durch vertragswidriges Verhalten des andern Teiles veranlaßt, so ist dieser zum Ersatze des durch die Aufhebung des Dienstverhältnisses entstehenden Schadens verpflichtet (§ 628). — Wegen der Streitigkeiten aus dem Arbeitsvertrag s. a. Gewerbegerichte.

Die Bestrafung des Kontraktbruchs wird immer wieder erörtert und ist gerade in neuerer Zeit, wenn auch in erster Linie gegenüber den landwirtschaftlichen Arbeitern, wiederholt gefordert worden. Es wird namentlich geltend gemacht, daß die zivilrechtliche Haftbarkeit, soweit Arbeiter in Betracht kommen, nicht genüge, da sie wegen der Mittellosigkeit der Arbeiter meist nicht zum Ziele führe. Gegen die Bestrafung ist anzuführen, daß sie bei umfangreichen Arbeits-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einstellungen (Massenstreiks) tatsächlich undurchführbar ist und daß, infolange nicht auch auf andern Gebieten der Bruch von Verträgen strafrechtlich verfolgt wird (woran ja gar nicht gedacht werden kann), eine Bestrafung des Arbeitsvertragsbruchs als eine Ausnahmebestimmung gegen die Arbeiter würde empfunden werden.

Eine weitere Ausbildung hat der Arbeitsvertrag in dem kollektiven Arbeitsvertrag, dem Tarifvertrag, der Tarifgemeinschaft [3] gefunden. Hierunter sind Vereinbarungen über die Arbeitsbedingungen verstanden, die für längere Dauer zwischen den Organisationen, Verbänden der Arbeitgeber und Arbeitnehmer, geschlossen werden, derart, daß auch die beiderseitigen Angehörigen der Organisationen an diese Bedingungen gebunden sind. Die Tarifvertragsbewegung hat namentlich in Deutschland ganz außerordentliche Fortschritte gemacht, und zwar nicht nur in industriellen, sondern namentlich auch in mehr handwerklichen Gewerben (Baugewerbe, Bekleidungsgewerbe, Holzverarbeitungsgewerbe); die älteste Tarifgemeinschaft ist die der Buchdrucker. Für und gegen Tarifverträge wird manches geltend gemacht, sie haben zweifellos auch erhebliche Schattenseiten. Aber es wird doch nach den bisherigen Erfahrungen wohl gesagt werden dürfen, daß sie eine gewisse Stetigkeit und Sicherheit der Verhältnisse im Tarifgewerbe mit sich bringen, wenigstens für die Zeit der Vertragsdauer. Für Streitigkeiten aus dem Tarifvertrag sind fast allgemein besondere Institutionen (Einigungs- oder Schlichtungskommissionen, Tarifämter) vorgesehen. Dies ist um so notwendiger, als die rechtliche Konstruktion des Tarifvertrags eine schwierige ist, eine gesetzliche Regelung vielfach (so in Deutschland) noch nicht erfolgt ist.

[1] § 105 der Gewerbeordnung; [2] s. im einzelnen die Kommentare zur Gewerbeordnung; [3] näheres s. Art. „Tarifverträge" im Wörterbuch der Volkswirtschaft, herausgegeben von Elster, 2. Aufl., Bd. 2, Jena 1907.

Literatur: Adler, Art. „Arbeitsvertrag und Arbeitsvertragsbruch" im Wörterbuch der Volkswirtschaft, herausgegeben von Elster, 2. Aufl., Bd. 1, Jena 1906; Art. „Arbeitszeit" im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, herausgegeben von Conrad, Elster, Lexis und Löning, 2. Aufl., Bd. 1, Jena 1904 (verschiedene Verfasser), beide mit weiterer Literatur; Lotmar, Der Arbeitsvertrag nach dem Privatrecht des Deutschen Reiches, Leipzig 1904 u. 1908; Prenner, Der gewerbliche Arbeitsvertrag nach deutschem Recht, Leitfaden, 2. Aufl.; s. ferner Koalitionsrecht, Fabrikgesetzgebung, Betriebsbeamte, Arbeiterschutz. *Köhler.*

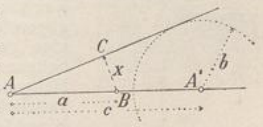
Vervielfältigungsapparate, kleine einfache, daher leicht zu handhabende Apparate zur Vervielfältigung von Schriftstücken, primitiven Zeichnungen u. dergl.; für den Gebrauch in Kanzleien, Kontoren u. s. w. bestimmt.

Die Vervielfältigungsapparate lassen sich in drei Gruppen scheiden. Die erste umfaßt jene Apparate, die darauf beruhen, daß ein Schriftstück mit „ausgiebiger" Tinte geschrieben und auf eine elastische Leimmasse übertragen wird. Von dieser können nun so lange Abdrücke gemacht werden, als die Uebertragung, welcher kein Farbstoff weiter zugeführt wird, solchen abzugeben vermag (s. Hektograph). Die zweite Gruppe von Apparaten beruht auf dem Prinzipe, durch stellenweises Unlöslichmachen der elastischen Leimmasse (indem man das zu übertragende Schriftstück mit gerbsäurehaltiger Tinte schreibt), diese Partien fähig zu gestalten, fette Druckfarbe (die bei jedem Abdruck durch eine Färbewalze zugeführt wird) anzunehmen. In die dritte Gruppe gehören endlich alle Apparate, bei welchen die Vervielfältigung durch Schablonieren erfolgt (s. Papyrographie). *A. W. Unger.*

Verwandlungsfarben, s. Konversionsfarben.

Verwandlungswinkel oder Reduktionswinkel ist ein gezeichneter Winkel, dessen Sinus gleich einer gegebenen Zahl oder einem gegebenen Verhältnis zweier gleichartiger Größen ist. Er dient dazu, eine Reihe von gegebenen Strecken mit ein und demselben Verhältnis zu multiplizieren.

Ist dieses Verhältnis z. B. gleich $b:c$, so trägt man c in beliebigem Maßstabe auf (s. die Figur), zeichnet aus dem einen Endpunkte A' einen Kreis mit dem Halbmesser b und zieht aus dem andern Endpunkte A eine Tangente daran. Soll nun die Länge a mit $b:c$ multipliziert werden, so trägt man dieselbe von A aus auf dem einen Schenkel des Winkels auf gleich AB und greift die Entfernung BC vom andern Schenkel ab. — Der Verwandlungswinkel dient dazu, gegebene Zeichnungen rasch in einen andern Maßstab umzuzeichnen; ferner findet er in der graphischen Statik mannigfache Anwendung. *Mörsch.*



Verwandlung von Flächen. Um den Flächeninhalt geschlossener ebener Figuren zu messen, verwandelt man diese zuweilen auf zeichnerischem Wege in gleich große einfachere Figuren, in der Regel in Dreiecke oder Vierecke.

Um beispielsweise das Neuneck 1 2 3 ... (Fig. 1) in ein Viereck gleicher Größe zu verwandeln, zieht man parallel zu 1 3 die Linie 2 2′, parallel zu 2′ 4 die Linie 3 3′; ebenso auf der rechten Seite 8 8′ ‖ 7 9, 7 7′ ‖ 6 8′ und 6 6′ ‖ 5 7′; dann ist 3′ 4 5 6′ das gesuchte Viereck. Das Verfahren stützt sich auf den bekannten Satz, daß der Flächeninhalt eines Dreiecks unverändert bleibt, wenn man die Spitze parallel zur Grundlinie verschiebt. — Um den Kreisausschnitt ABC (Fig. 2) zu messen, streckt man den Bogen AB auf die Tangente AB', indem man mit einer nicht zu großen Zirkelöffnung von B gegen A und hierauf um ebenso viele

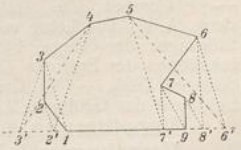


Fig. 1.

Schritte von A gegen B' wandert. Dann ist der Kreisausschnitt gleichgroß wie das Dreieck $AB'C$. Ferner ist der Flächeninhalt des Kreisabschnittes AB gleich dem des überschlagenen Viereckes $AB'CB$. — Den Flächeninhalt einer krummlinig begrenzten, unregelmäßigen Figur (Fig. 3) bestimmt man, indem man die krumme Linie in Stücke 1 2, 2 3, 3 4 u. s. w. zerlegt, die man genau genug als Parabeln ansehen kann. Dann verwandelt man die Abschnitte 1 2, 2 3 u. s. w. in Dreiecke, indem man je ein Drittel der Abschnitthöhe nach außen anfügt. So ist das Dreieck $1\,1'\,2$ gleich dem Abschnitte 1 2. Es entsteht hierbei ein Elfeck $1\,1'\,2\,2'\,3\ldots$, das man schließlich wie oben auf ein Viereck überführen kann.

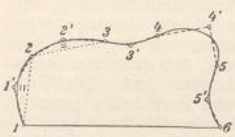


Fig. 3.

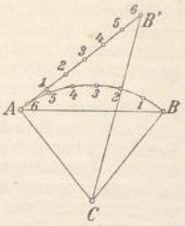


Fig. 2.

Den Inhalt eines Vierecks findet man als Summe zweier Dreiecke, die eine Diagonale des Vierecks als gemeinsame Grundlinie haben.

Literatur: Culmann, Graphische Statik, Zürich 1875; Ott, v., Grundzüge des graphischen Rechnens, Prag 1884; Keck, Vorträge über graphische Statik, Hannover 1894; Lauenstein, Graphische Statik, Stuttgart 1898.

Mörsch.

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

Verwandschaft, chemische, oder Affinität, die Kraft, mit welcher verschiedene Stoffe unter Bildung anderer chemisch aufeinander reagieren.

Nach Guldberg und Waage kann man einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Affinität aus der Geschwindigkeit der betreffenden Reaktion entnehmen, welche außer den wirksamen Mengen der reagierenden Stoffe ihrem Affinitätskoeffizienten proportional ist. Besonders aber das Studium der Gleichgewichtszustände zwischen reagierenden Stoffen bei unvollständiger Reaktion (s. d.) ergibt zahlenmäßige Beziehungen über die Affinität. Bei Elektrolyten, vor allem bei Säuren und Basen, läßt sich die „Stärke", d. h. die Affinität, aus dem Dissoziationsgrad vermöge der elektrischen Leitfähigkeit bestimmen (s. Dissoziation bis Dissoziationsisotherme).

Literatur: Guldberg und Waage, Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 104, Leipzig; Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Leipzig 1903/06; Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903.

Abegg.

Verwandschaft, geometrische, s. Affinität.

Verwerfen, den Mauerverband (in Backsteinmauern) verlieren oder aufheben.

Verwerfung ist eine Zerreißung oder ein Bruch eines Gesteins und eine Verschiebung der beiden auseinander gerissenen Teile längs der Bruchfläche.

Wenn eine Gesteinsschicht oder ein Gang oder irgend eine mineralische Lagerstätte von einer Kluft oder von einem Gang durchschnitten wird, so ist damit häufig eine Verschiebung der beiden getrennten Teile aus ihrer gegenseitigen Lage verbunden, derart, daß der eine Teil nicht mehr in der Fortsetzung des andern liegt. Ist die Verwerfung durch einen Gang bewirkt, so heißt dieser der Verwerfer; wird sie durch eine Kluft bewirkt, so heißt sie Sprungkluft oder Verwerfungsspalte oder auch Dislokationsspalte. Der einfachste Fall einer Verwerfung ist in Fig. 1 dargestellt. Hier ist eine Schicht a von einem Gang b durchsetzt und deren abgeschnittener Teil nach a_1 verworfen worden. Die senkrechte Entfernung s ist das Maß der dabei eingetretenen senkrechten Verschiebung und wird Sprunghöhe genannt. Hat der Verwerfer, wie hier dargestellt, eine geneigte Lage, so trennt er einen über ihm befindlichen Gebirgsteil, das Hangende, von einem unter ihm befindlichen Gebirgsteil, dem Liegenden. Die Verwerfung besteht dann in der Regel darin, daß das Hangende gegenüber dem Liegenden nach unten verschoben oder auf demselben abgerutscht ist, und eine solche Verwerfung heißt eine gewöhnliche oder echte Verwerfung. Seltener ist der Fall, daß, wie Fig. 2 zeigt, das Hangende einer Verwerfungsspalte nach oben verschoben ist, Ueberschiebung oder Ueberspung, in Westfalen auch Wechsel. Ueberschiebungen sind häufig die Folge seitlichen Druckes und kommen meist in gefalteten Schichten vor. Wird ein Gebirge von mehreren parallelen Verwerfungsspalten durchsetzt, so löst sich dasselbe in mehrere Schollen auf, welche dann oft nach Art von Staffeln oder Terrassen gegeneinander verschoben sind (Staffelbrüche).

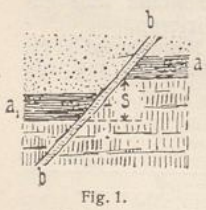


Fig. 1.

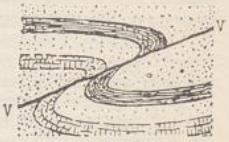


Fig. 2.

Literatur: [1] Schmidt, Theorie der Verschiebungen älterer Gänge, Frankfurt 1810. — [2] Zimmermann, Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze, Leipzig 1828. — [3] Combes, Ch., Traité de l'exploitation des mines, Paris und Lüttich 1844. — [4] Groddeck, A. v., Die Lehre von den Lagerstätten der Erze, Leipzig 1879. — [5] Köhler, G., Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager, Leipzig 1886. — [6] Heim und Margerie, Die Dislokationen der Erdrinde, Zürich 1888. — [7] Kayser, E., Lehrbuch der Allgemeinen Geologie, Stuttgart 1893. — [8] Credner, H., Elemente der Geologie, 10. Aufl., Leipzig 1906; Toula Lehrbuch der Geologie, 2. Aufl., Wien 1906.

Leppla.

Verwitterung, s. Gesteine und Umwandlung.

Verzahnung. 1. Verbindung zur Verstärkung von Balken bezw. Unterzügen bei großen Spannweiten, wo einfache Holzstärken nicht mehr ausreichen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie besteht aus einer Zusammensetzung von 2, 3 bis 5 Hölzern in der Weise, daß die Enden der Balken nicht gleiten können. Bei einem verzahnten Balken (Fig. 1) besteht die untere Lage aus einem durchgehenden Holze, während die auf Druck in Anspruch genommene

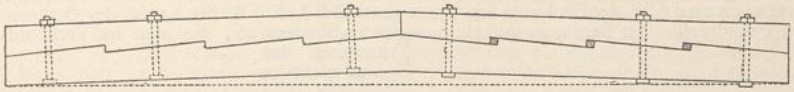


Fig. 1.

obere Balkenlage in der Mitte gestoßen ist und durch Zähne in die untere Lage eingreift. Beide Lagen sind durch Schraubenbolzen innig zu verbinden. Um ein Einschlagen der Hölzer zu verhindern, wird diesen eine aufwärtsgehende Krümmung mit einer Pfeilhöhe von 1 : 60 bis 1 : 100 der Länge gegeben. Da an den Zähnen Hirnholz auf Hirnholz trifft und hierdurch ein Ineinanderpressen entsteht, ist es von Vorteil, an diesen Stellen Keile oder Dübel aus Hartholz einzutreiben, die bei späterem Schwinden des Holzes weiter nachzutreiben sind. An den Hirnenden der Oberbalken sind Platten aus Zinkblech oder dergleichen einzulegen. Die gleiche Wirkung einer Verstärkung kann durch die Verdübelung zweier aufeinander gelegter Balken (Fig. 2 und 3) erreicht werden, wobei die Herstellung der Verspannung einfacher ist, und die fest eingetriebenen Keile oder Dübel einem Gleiten kräftig entgegenwirken. Hinsichtlich der Berechnung solcher Verbindungen sei auf [1]—[4] verwiesen.

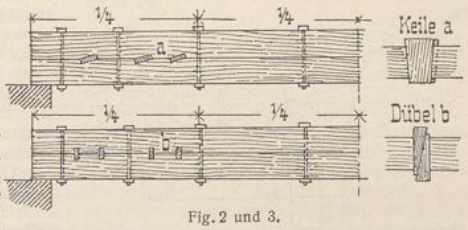


Fig. 2 und 3.

2. Die Mauerverzahnung entsteht an den Ecken oder am Ende einer senkrecht abgesetzten Mauer durch das Uebergreifen der Steine über die zunächst darüber- und darunterliegenden Stoßfugen.

Beim Blockverband des Backsteinmauerwerks (s. Bd. 2, S. 92, Fig. 1) ist diese Zahnung regelmäßig; beim Kreuzverband (Bd. 5, S. 700, Fig. 1) unregelmäßig. Verzahnungen an Bruchstein- oder Quadermauern, wie sie für den Anschluß später aufzuführender Mauern angeordnet werden, sind nur dann ratsam, wenn der Untergrund ein sehr fester ist, so daß keine Senkungen zu erwarten sind, die ein Abdrücken der Zähne beim Anbauen gewärtigen ließen.

Literatur: [1] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen, 2. Teil, Berlin 1882. — [2] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 1, Konstruktionselemente, 2. Aufl., Darmstadt 1891. — [3] Breymann, G. A., Allg. Baukonstruktionslehre, 2. Teil, Stuttgart 1881. — [4] Wanderley, G., Handbuch der Baukonstruktionslehre, Bd. 2, 3. Aufl., Karlsruhe 1887.

Weinbrenner.

Verzahnungen bewirken an Zahnradgetrieben Kraft- und Bewegungsübertragung, in Kapselwerken Abdichtung gegen Rückströmung.

Sollen zwei Zahnräder (Fig. 1) im allgemeinen Fall mit gleichmäßiger Geschwindigkeitsübertragung, nämlich so zusammen arbeiten, daß ihre Teilkreise abrollen, ohne zu gleiten, so muß sich in jedem Augenblick das eine Rad relativ zum andern derart bewegen, daß es sich um den augenblicklichen Berührungspunkt c der Teilkreise dreht. Wenn nun an beliebiger Stelle, z. B. in a, zwei Zahnflanken beider Räder sich berühren, so müssen sich auch diese augenblicklich um c drehend bewegen, d. h. die Berührung muß normal zu ac stattfinden. Darum kann ein Zahnflankenstück nur in solcher Stellung richtig arbeiten, bei welcher seine Normale durch c geht. So wird der Punkt p zum Eingriff kommen, wenn die auf der Zahnflanke in p errichtete Normale $p3$ sich mit dem unteren Rade so weit gedreht hat, daß 3 nach c gekommen ist, wobei $ac = p3$ ist. Hierdurch ist ein Punkt a der Eingriffslinie bestimmt. Die Linie ac ist beiden Rädern augenblicklich gemeinsam. Dreht man nun das obere Rad mit seiner Linie ac um das Bogenstück $c\,III = c\,3$ zurück, so kommt ac nach $q\,III$ und die Zahnflanke in q muß normal zu $q\,III$ verlaufen. Ebenso kommen die Punkte m und n in b zum Eingriff, während die beiden Normalen $m2$ und $n\,II$ zugleich nach bc gekommen sind. Nach diesem von Reuleaux angegebenen Verfahren der allgemeinen Verzahnung kann man zu einer gegebenen Zahnform, vorausgesetzt, daß deren Normalen den Teilkreis schneiden, die Eingriffslinie und die zugehörige Zahnform ableiten. Die Richtung von c nach einem Punkte der Eingriffslinie gibt die Kraftrichtung (ohne Rücksicht auf die Zahnflankenreibung) an.

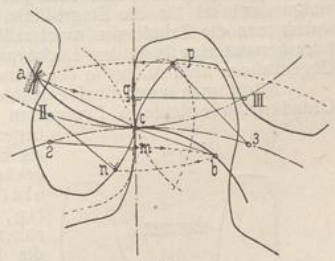


Fig. 1.

Die Systeme sind durch die Form der Eingriffslinie bestimmt.

Die fast ausschließlich benutzte **Evolventenverzahnung** (Bd. 3, S. 520) hat eine geradlinige Eingriffslinie, die schräg durch den Berührungspunkt c der Teilkreise T geht, in der Regel mit der Neigung $\beta = 75^0$, nach amerikanischem Gebrauch mit $71\frac{1}{2}^0$ oder $\operatorname{tg}\beta = 3$. Die die Gerade berührenden Grundkreise G sind im Verhältnis $\sin\beta$ kleiner als die Teilkreise. Bei der Abwicklung der Geraden auf einem ihrer Grundkreise beschreibt jeder Punkt eine Evolvente

als Zahnkurve, die nur nach der Größe der Grundkreiſe verſchieden ausfällt. Für die Zahnſtange (mit unendlich entferntem Grundkreiſe) geht ſie in eine zur Eingrifflinie ſenkrecht ſtehende gerade Linie über (Fig. 2). Bei Hohlrädern wird die Zahnflanke konkav (Fig. 3). Zur Aufzeichnung [6] der Evolvente trägt man (nach Bd. 3, S. 520, Fig. 1) auf der Geraden und dem Grundkreiſe vom Berührungspunkte aus gleiche Strecken ab, die man im Verhältnis zur Krümmung des Kreiſes nicht zu groß wählt, und ſchlägt mit dem Abſtande des Punktes c (oder eines andern Punktes der Geraden) von je einem Teilpunkte der Geraden einen Bogen von dem zugehörigen Teilpunkte des Grundkreiſes aus; die Umhüllende der Bögen iſt die Evolvente. Sie ſteht auf dem Grundkreiſe ſenkrecht auf und würde weiterhin mit einem ſymmetriſch liegenden Zweige wieder aufſteigen. Zur Uebertragung der Kurve auf eine Reihe von Zähnen erſetzt man ſie durch Kreisbogenſtücke, auch bei der Herſtellung von Werkzeugen, Modellen und Lehren [8]. Grants Odontograph [8] iſt eine Tabelle ziemlich paſſender Radien (Fig. 2), deren Mittelpunkte auf dem Grundkreiſe liegen, der für $\beta = 75^0$ ungefähr $^1/_{60}$ des Teilkreisdurchmeſſers vom Teilkreiſe entfernt iſt. Die Zahlenreihe verläuft allerdings ſprungweiſe und läßt ſich durch folgende Formeln [3] ausgleichen: Räder mit der Teilung $t = \tau\pi$ von 10 bis 36 Zähnen erhalten für die Kopfkurve den Radius $(1{,}5 + 0{,}085\,z)\,\tau$ und zwiſchen Teilkreis und Grundkreis den Radius $0{,}09\,z\,\tau$; Räder von 37 bis 200 Zähnen erhalten vom Kopfkreis bis zum Grundkreis den Radius $(1{,}0 + 0{,}085\,z)\,\tau$. An der Zahnſtange ſoll die obere Hälfte der Kopfkurve mit einem Radius von $2{,}1\,\tau$ abgerundet werden, deſſen Mittelpunkt im Teilkreiſe liegt; der Bogen ſchließt ſich an die gerade Flanke in der Höhe von $2{,}1\,\tau \cos 75^0 = 0{,}54\,\tau$ über dem Teilriß an.

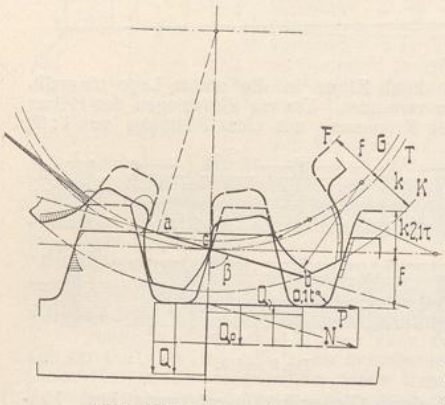
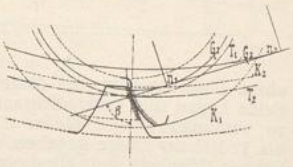


Fig. 2. Evolventenverzahnung.


Fig. 3.

Innerhalb des Grundkreiſes zieht man die Fußflanke radial bis zum Fußkreis F und ſchließt ſie mit $0{,}1\,t$ oder $0{,}3\,\tau$ als Abrundungsradius an dieſen an. Da die innerhalb des Grundkreiſes liegende Flanke nicht richtig arbeiten kann, vielmehr, wenn ſie mit dem Kopf des Gegenzahnes zuſammentrifft, von dieſem geſchlagen wird, weil der ſogenannte gefährliche Weg der Kopfkante den geraden Zahnfuß durchſchneidet, muß man darauf achten, den Fehler zu vermeiden. Er tritt ein, wenn der Berührungspunkt von Eingrifflinie und Grundkreis im Bereich der Zähne des Gegenrades liegt, insbeſondere am kleineren Rade in Verbindung mit einem großen, einer Zahnſtange oder gar einem Hohlrad, nämlich wenn die kleinere Zähnezahl bei der

Ueberſetzung	1 : 1	2 : 3	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 6	1 : ∞
kleiner als	21	23	25	26	27	28	30

iſt. In ſolchem Falle kann man die Köpfe des Gegenrades abkürzen, ſo daß ſein Kopfkreis äußerſtenfalls durch jenen Berührungspunkt geht (Fig. 2), wobei der Fußkreis des kleinen Rades um ein gleiches Maß weiter nach außen verlegt werden kann; oder man wählt einen kleineren Neigungswinkel für die Eingrifflinie bis auf $\beta = 60^0$; oder man unterſcheidet den Zahnfuß, indem man die Zahnflanke nicht radial, ſondern parallel zur Mittellinie der Lücke zieht [9]; oder benutzt eine beſondere Lückenprofilierung (Bd. 6, S. 233); oder man rundet den Kopf des Gegenzahnes nach Maßgabe der Geradflankenverzahnung.

Rückt man zwei Evolventenräder etwas auseinander (Fig. 4), ſo arbeiten die auf den Grundkreiſen errichteten Evolventen richtig zuſammen längs der unter kleinerem Winkel β liegenden gemeinſamen Tangente als Eingrifflinie, jedoch mit abgekürzter Eingriffdauer. Ebenſo bleibt die Kämmung richtig, wenn man die Zahnräder näher aneinander rückt, falls ſich die Flanken nicht etwa durch Abnutzung (vgl. Fig. 5) verändert haben [1]. Dieſe vorzügliche Eigenſchaft der Evolventen benutzt man gern, indem man beim Einbau die Räder gerade ſo dicht zuſammenſtellt, daß die Zähne ohne Flankenſpielraum, aber noch ohne Klemmen ineinander laufen.

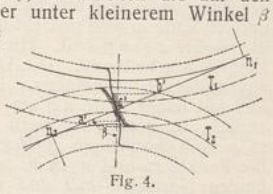
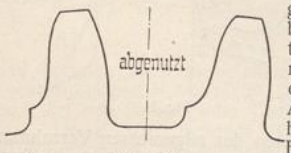

Fig. 4.

Fig. 5.



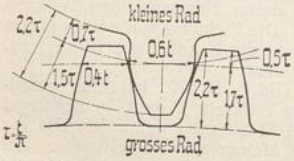


Fig. 6. A.E.G.-Verzahnung.

Längs der Eingrifflinie kommt der zwiſchen den beiden Kopfkreiſen enthaltene Abſchnitt acb als Eingriffſtrecke zur Wirkung und ein gleichgroßer Eingriffbogen auf dem Grundkreiſe, dem ein im Verhältnis $1 : \sin\beta$ größerer Eingriffbogen auf dem Teilkreis entſpricht, z. B. $ab/\sin 75^0 = 1{,}035\,ab$. Die Eingriffdauer, nämlich das Verhältnis des Eingriff-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bogens des Teilkreises zur Teilung muß größer als 1 sein, damit jedes Zahnpaar mindestens so lange in Eingriff bleibt, bis das folgende eingesetzt hat. Man erstrebt eine Eingriffdauer über 2 bei großer Geschwindigkeit durch Annahme einer reichlichen Zähnezahl.

Im Beginn des Eingriffs stemmt sich der Kopf des getriebenen Rades mit seiner Kopfkante gegen die Fußflanke des treibenden Zahnes, noch bevor er sich unter der Wirkung des Zahndruckes elastisch deformiert hat. Hiergegen empfiehlt sich, die Kopfflanke an ihrem äußersten Teil etwas mehr zu krümmen, als der genauen Evolventenform entspricht [3], unter Einhaltung genügender Eingriffdauer. Ueberhaupt wirkt die Schiebung vor der Zentralen nicht so günstig wie das Ausstreichen hinter ihr. Der in die Richtung der Eingrifflinie fallende Normaldruck der Zahnflanken hält sich bei Evolventen konstant auf $P \sin \beta$ für P kg Umfangskraft im Teilkreis; doch erhöht sich der die Räder auseinander drängende radiale Seitendruck $Q_0 = P \operatorname{ctg} \beta$ (mit $\operatorname{ctg} 75^0 = 0{,}268$) infolge der Reibung der Zahnflanken vor der Zentralen fast auf $^1/_2 P$, ermäßigt sich aber dahinter auf einen geringen Betrag, wie in Fig. 2, für $\mu = 0{,}2$ berechnet, an der Zahnstange eingezeichnet ist.

Die Abnutzungscharakteristik oder die Reibungsarbeit an den einzelnen Punkten der Zahnflanken ist abhängig vom Normaldruck, der Reibziffer und der relativen Gleitung, die aus dem Unterschied der bei kleinen Winkeldrehungen zum Angriff kommenden Teilstrecken der Zahnkurven zu bestimmen ist. Fig. 2 enthält rechts eine gröbere Einteilung der Zahnkurven für je ein Viertel der Teilung und links die von Büchner [4] für 16 auf 48 Zähne berechnete Abnutzungscharakteristik, die im Teilkreise gleich Null und im Grundkreise unendlich groß wird. Praktisch verläuft die Abnutzung unter Veränderung der Evolvente in eine doppelt geschwungene Kurve (Fig. 5, Gußeisenrad vom Heilbronner Wasserwerk), indem neben einem stark auf Abnutzung beanspruchten Punkte die Nachbarpunkte zur Mitwirkung kommen, und außerdem die Kopfkante den Fuß des Gegenzahnes ausschabt. Beim ersten Einlaufen der Räder schlagen sich zunächst die vorstehenden Flächenteile der Flanken nieder, weil schon bei unmeßbar kleinen Abweichungen von der richtigen Zahnform, wie bei dem Ersatz einer Evolvente durch seinen dazu passenden Kreisbogen, starke Aenderungen der Geschwindigkeit und hohe Beschleunigungsdrucke auftreten [7].

Für Evolventenstatzräder benutzt man bei $\beta = 75^0$ gewöhnlich eine Kopfhöhe $k = 0{,}3\,t$ und eine Fußhöhe $f = 0{,}4\,t$ oder $k = 1{,}0\,\tau$ und $f = 1^1/_6\,\tau$, unter der angegebenen Beschränkung. Die praktisch bewährte Evolventenstatzräderverzahnung von Paul Hoppe, die nicht vom Teilkreis ausgeht, sondern den zusammenarbeitenden Rädern gleiche Teilung auf dem Grundkreise gibt, wird in [9] ausführlich dargestellt.

Einzelräder baut man paarweise ohne Rücksicht auf allgemeine Verwendbarkeit unter Bevorzugung des hinter der Zentralen liegenden Eingriffs und mit annähernd gleicher Stärke der Zähne im Fußkreis [5]. Nach einem Vorschlag von Keller hat die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin für die Uebersetzung von Elektromotoren ins Langsame die in Fig. 6 eingeschriebenen Maßverhältnisse angenommen, als sogenannte A.E.G.-Verzahnung [2]. Zur Erzielung ruhigen Ganges, z. B. beim Antrieb einer Tischhobelmaschine mit Zahnstange, kann man auf den Eingriff vor der Zentralen ganz verzichten, indem man der Stange nur niedrige, abgerundete Köpfe gibt und für das eingreifende Zwischenrad große Kopfhöhe oder mindestens 40 Zähne wählt.

Die **Zykloidenverzahnung** (Fig. 7) hat (nach Bd. 2, S. 486) eine aus zwei Kreisbogen bestehende Eingrifflinie, nämlich die Rollkreise, die außerhalb und innerhalb auf dem Teilkreise abrollend, mit einem ihrer Punkte die Zykloiden beschreiben. Zur Aufzeichnung [6] trägt man gleiche, nicht zu große Strecken auf Teilkreis und Rollkreis vom Berührungspunkte c aus mehrmals ab und schlägt mit der Entfernung des Punktes c von einem Teilpunkte des Rollkreises einen Bogen um den zugehörigen Teilpunkt des Teilkreises; die Umhüllende der Kreisbögen ist eine Epizykloide außerhalb und eine Hypozykloide innerhalb des Teilkreises, an der Zahnstange (Fig. 7) eine Orthozykloide oberhalb und unterhalb des Teilrisses. Die Eingriffstrecke $a\,c\,b$ wird durch die Kopfkreise begrenzt. Der Eingriffbogen auf dem Teilkreise ist gleich groß. Die Eingriffdauer als das Verhältnis von $a\,c\,b$ zur Teilung muß größer als 1 sein. Die Fußkurven, die sich mit dem Abrundungsradius von $0{,}1\,t$ an den Fußkreis anschließen, kommen nur so weit zum Angriff, wie die Punkte a und b innerhalb der Teilkreise liegen. In Fig. 7 sind rechts die auf je $^1/_4\,t$ angreifenden Strecken der Zahnkurven abgeteilt, links ist die für 16 auf 48 Zähne berechnete Abnutzungscharakteristik [4] angetragen und das von der Kopfkante im Fuß des Gegenzahnes allmählich auszuschabende Stück angedeutet. Der Normaldruck fällt während der Berührung in der Zentralen gerade in die Umfangsrichtung, bei a und b in die Richtung $a\,c\,b$. Dementsprechend steigt der Seitendruck Q_0 von Null in der Zentralen nach vorn und hinten an; mit Einrechnung der Reibung für $\mu = 0{,}2$ erhöht sich der Seitendruck Q im Punkte a auf $0{,}7\,P$ und verursacht beim Durchgang durch die Zentrale einen Druckwechsel. Hiernach verläuft die Kraftübertragung nicht so sanft, wie man gewöhnlich annimmt. Die Räder müssen, um richtig zu arbeiten, genau auf Berührung der Teilkreise eingestellt werden. Gegenüber den Evolventen bleibt als Vorteil nur der die Abnutzung mildernde Umstand der Anschmiegung erhabener und hohler Flanken.

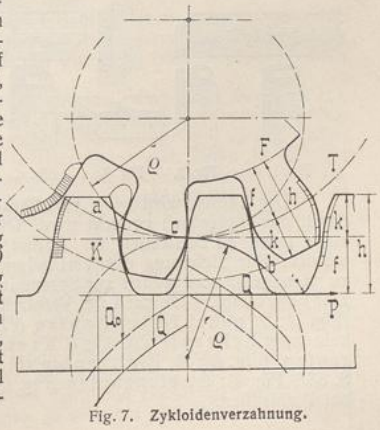


Fig. 7. Zykloidenverzahnung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für Satzräder wählt man den Radius der Rollkreise je zu $\varrho = {}^7/_8\, t$ oder $2{,}75\,\tau$, die Kopfhöhe $k = 0{,}3\,t$ oder $1{,}0\,\tau$, die Fußhöhe $f = 0{,}4\,t$ oder ${}^7/_6\,\tau$, auch bis ${}^5/_4\,\tau$. Für Einzelräder nimmt man wohl den einen oder andern Rollkreis größer an, zur Erhöhung der Eingriffdauer, wobei allerdings das nutzbare Stück der Zahnfußkurve kürzer ausfällt. Wenn der Rollkreis gerade halb ſo groß wie der Teilkreis iſt, wird die Fußkurve eine radiale gerade Linie; zweckmäßig benutzt man für Uhrwerkräder und Holzzähne (Bd. 5, S. 113 und 128) zur Vermeidung der radialen Unterſchneidung der Zahnfüße als Zahnkurven Aequidiſtanten als Geradflankenverzahnung (Bd. 4, S. 396). Wenn der Rollkreis gleich dem Teilkreis iſt, bleibt der ſonſt die Fußkurve beſchreibende Punkt im Teilkreiſe liegen und gleitet längs des Teilkreisbogens als Eingrifflinie an der Kopfkurve des Gegenzahnes, als Punktverzahnung (Bd. 7, S. 297). Mit Aequidiſtanten im Abſtande der halben Zahnſtärke erhält man für den Punkt einen Kreis (ſ. Triebſtockverzahnung). Für eine Zahnſtange mit Triebſtöcken beſchreibt die Triebſtockmitte (als Punkt auf dem geraden Teilriß als Rollkreis) ſtatt der Zykloide eine Evolvente auf dem Teilkreiſe des Rades und für eine auflaufende Gelenkkette (Bd. 5, S. 459) einen Kreisbogen.

Eine **gemiſchte Verzahnung** mit Zykloiden als treibenden Flanken und Evolventen mit $\beta = 53^0$, nämlich $\sin\beta = 0{,}8$, als Rückenflanken bildet die Daumenverzahnung (Bd. 2, S. 677); ſ. a. Hebedaumen (Bd. 5, S. 1).

Konchoidenverzahnung (Fig. 8) mit Konchoiden als Eingrifflinie iſt als ein zwiſchen Evolventen- und Zykloidenverzahnung vermittelndes Syſtem vorgeſchlagen [3], beſtimmt durch kreisbogenförmige Kopf- und Fußkurven für die Zähne der Zahnſtange vom Radius $5\,\tau$, deren Mittelpunkte auf einer mit der Neigung 1 : 6 durch den Teilriß gehenden Geraden liegen. Die nach Fig. 1 zu entwickelnden Radzahnkurven ſchmiegen ſich erhaben und hohl aneinander und gehen ſchräg durch die Teilkreiſe, die beim Einbau der Räder auf Berührung einzuſtellen ſind. Die Seitendrucke halten günſtige Mittelwerte zwiſchen denen der andern Syſteme ein, ebenſo die Abnutzungscharakteriſtik, deren Höchſtwerte, berechnet für 16 auf 48 Zähne [4], ſich für Zykloiden, Konchoiden und Evolventen wie $2{,}6 : 6{,}8 : \infty$ verhalten. Für die Zahnhöhen ſind in [3] mit Rückſicht auf Feſtigkeit im allgemeinen niedrige Werte in Vorſchlag gebracht, doch kann man für Konchoidenſatzräder bis herab zu neun Zähnen die ſonſt üblichen Maße ohne weiteres anwenden. Triebe von vier bis acht Zähnen ſind beſonders auszubilden.

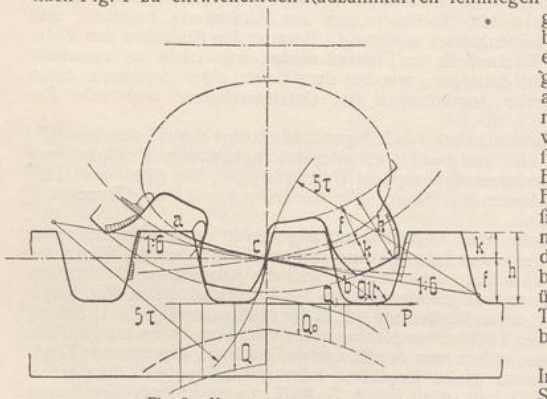
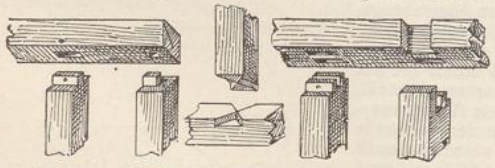
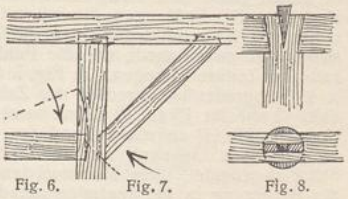


Fig. 8. Konchoidenverzahnung.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 168/170. — [2] Ebend. 1899, S. 1417/1569. — [3] Ebend. 1900, S. 304 bis 311. — [4] Ebend. 1902, S. 159 bis 284. — [5] Ebend. 1903, S. 315. — [6] Ebend. 1903, S. 690, 713, 739 und 854 bis 857; 1905, S. 752. — [7] Ebend. 1905, S. 163 bis 167. — [8] Katalog von Friedrich Stolzenberg & Co. in Berlin-Reinickendorf. — [9] Verhandl. des Vereins für Gewerbfleiß 1909, S. 245 f. *Lindner.*

Verzapfung, Verbindung bei meiſt ſenkrecht ſich treffenden Hölzern, wobei nur ein oder kein Holz über den Kreuzungspunkt hinausreicht; ſie dient zur Verſteifung von Pfoſten und Bildung von feſten Dreiecken und wird gebildet durch den Zapfen und das Zapfenloch.


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


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Der Zapfen wird $= {}^1/_3$ Holzſtärke gemacht, ſeine Länge jedoch geringer als Holzbreite, damit das Zapfenloch gedeckt wird. Dieſes iſt nicht zu tief zu machen und genau auszuſtoßen; auch ſollte an Schwellen für Abfluß von Waſſer aus den Zapfenlöchern Vorſorge getroffen werden. Zur Sicherung der Verbindung iſt der Zapfen zu verbohren und mit einem Holznagel zu vernageln, was jedoch zur Sprengung der Längsfaſern führen kann, weshalb das in neuerer Zeit unterbleibt. — Je nach der Verbindung kommen an Verzapfungen vor: 1. gerader Zapfen (Fig. 1); 2. geächfelter Zapfen (Fig. 2); 3. Bruſtzapfen (ſ. d., Bd. 2, S. 372); 4. wiederkehrender Eckzapfen (ſ. d.); 5. Kreuzzapfen (Fig. 3); 6. Scherzapfen (ſ. d.); 7. Doppelzapfen (Fig. 4); 8. Blattzapfen (Fig. 5); 9. Keilzapfen (ſ. Schwalbenſchwanz, Bd. 7, S. 837, Fig. 4); Streichzapfen (Fig. 6); 11. Jagdzapfen (Fig. 7); 12. Grundzapfen (Fig. 8) bei Pfahlröſten. *Weinbrenner.*

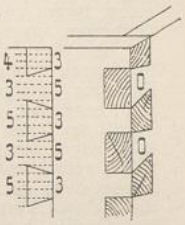
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verziehen, 1. f. v. w. Abziehen und Ziehen (f. Markfcheidekunde). 2. Beim Grubenausbau f. v. w. den Verzug einbauen (vgl. Grubenausbau, eiferner, und Grubenzimmerung).

Verzinken. Verfchiedene Gegenftände aus Eifen werden, nachdem fie mit verdünnter Schwefelfäure gebeizt, gründlich gereinigt, in eine Salmiaklöfung gelegt und dann getrocknet wurden, in gefchmolzenes Zink, welches zur Verhinderung der Oxydation mit Salmiak bedeckt ift, eingelegt. Man fucht die Gegenftände dadurch vor Roft zu fchützen.

Die wichtigften Produkte find die verzinkten (galvanifierten) Dachbleche und die verzinkten (galvanifierten) fchmiedeeifernen Röhren. Näheres über das Verfahren f. in Menzel, Rud., Der praktifche Verzinker, Leipzig 1909.

Verzinkung, Eckverbindung von Brettern, Bohlen u. dergl. oder Eifenftäben, welche mit fchwalbenfchwanzförmigen Zähnen ineinandergreifen (f. die Figur).



Weinbrenner.

Verzinnen. Das Zinn wird in ähnlicher Weife wie Zink (f. Verzinken) zu Ueberzügen von Blei, Kupfer, Eifen u. f. w. verwendet.

Mit Zinn überzogene Eifenbleche (fogenannte Weißbleche) find weniger haltbar als verzinkte Bleche. Näheres f. Hartmann, F., Das Verzinnen, 5. Aufl., Wien 1906.

Veftibül, f. Vorplatz.

Vefuvian (Idokras), Mineral, Kalk-Tonerde-Silikat.

Kriftallifiert quadratifch, kurz-fäulenförmig, auch ftrahlig (Egeran). Durchfichtig bis durchfcheinend; glas- bis fettglänzend; grün, braun (Egeran), fchwarz, felten gelb, rot oder blau (Cyprin). Spröd, Härte $6^1/_2$. Spez. Gew. 3,34—3,44. Ziemlich leicht fchmelzbar. Von Säuren nur nach dem Schmelzen angreifbar. Vorkommen meift im veränderten körnigen Kalk, in kriftallinen Schiefern. Klare Steine werden als Schmuckfteine in Treppen- oder Tafelform verwendet. Wert gering.

Leppla.

Viadukte (Talbrücken) dienen zur Ueberführung eines Verkehrsweges über eine Bodenfenkung. Im Gegenfatz zu andern Brückenbauwerken ift ihre Ausführung nicht durch die Freihaltung des unterhalb befindlichen Raumes zu Zwecken des Verkehres oder Waffera bfluffes bedingt, fondern fie gelangen hauptfächlich aus Rückfichten für die Koftenerfparnis an Stelle einer vollen Dammfchüttung oder einer mit einem Damme überfchütteten gewölbten Brücke oder eines Durchlaffes zur Ausführung.

Die Höhengrenze, von welcher an ein Viadukt bereits billiger zu ftehen kommt als eine Dammfchüttung, hängt ab vom Grundeinlöfungspreife (Hochbahnen in gefchloffenen Ortfchaften werden immer auf Viadukten geführt werden) und von den Einheitspreifen der Dammfchüttung gegenüber jenen eines Viaduktbaues; durchfchnittlich ift diefelbe bei 18—20 m gelegen, doch können befondere Umftände — teure Grundpreife, unzuverläffiges, zu Rutfchungen geneigtes Auffchüttungsmaterial, äfthetifche Rückfichten — den Viaduktbau auch fchon bei geringerer Höhe zweckmäßig erfcheinen laffen, während anderfeits wieder reichlich verfügbares Dammmaterial die Herftellung auch weit höherer Dämme rechtfertigen kann. Die Notwendigkeit, durch einen folch hohen Damm einen langen, fchlauchartigen Durchlaß führen oder eine Brücke mit hohen Widerlagern erbauen zu müffen, wird aber, insbefondere bei Gebirgsbahnen, meift die Ausführung eines Viaduktes als vorteilhafter erfcheinen laffen.

Die Viadukte werden aus Holz, Stein oder Eifen errichtet; doch kommen hölzerne Viadukte nur für provifirifche Anlagen in Betracht. Auf den weftlichen amerikanifchen Bahnen, welche waldreiche Gebiete durchziehen, find diefelben in der Form der hölzernen Treftleworks (f. Gerüftbrücken) nicht felten.

Die fteinernen Talbrücken werden meift im Halbkreis gewölbt. Eine rohe Regel für die günftigfte Lichtweite ift $l = 4 + 0{,}4\,h$, worin h die mittlere Höhe, doch ift diefe von dem Verhältnis der Pfeilerkoften, die auch durch die Fundierungsverhältniffe bedingt find, zu den Koften des Gewölbmauerwerkes abhängig. Eingehenderes f. in [1]. Bei großer Höhe ift für die Wölbform in einigen Beifpielen auch der überhöhte Korbbogen in Anwendung gebracht worden. Beifpiele fehr hoher gewölbter Eifenbahnviadukte find: der Göltfchtalviadukt mit 80,4 m, der Elftertalviadukt mit 69,7 m, beide auf den fächfifchen Staatsbahnen, der Muldentalviadukt mit 68,0 m auf der Chemnitz-Leipziger Bahn, der Diedenmühlviadukt mit 57,0 m auf der Chemnitz-Rifaer Bahn, der Schmiedtobelviadukt (Arlbergbahn) mit 54,0 m, der Viadukt de l'Aulne mit 54,0 m, der Viadukt über die Kalte Rinne (Semmeringbahn) mit 45,7 m Höhe u. a. Der früher übliche Stockwerksbau (Viadukte der Semmeringbahn) oder die Verfpreizung der Pfeiler durch Spannbogen (Göltfchtalviadukt u. a.) findet jetzt felbft bei hohen Viadukten keine Anwendung mehr. Bei gleichzeitiger Wölbung der Viaduktöffnungen haben die Pfeiler nur dem Unterfchiede des Horizontalfchubes der angrenzenden Gewölbe unter Berückfichtigung der zufälligen Belaftung einer Oeffnung ftandzuhalten, können daher verhältnismäßig fchlank ausgeführt werden. Da aber bei größerer Länge des Viaduktes nicht fämtliche Oeffnungen gleichzeitig zur Wölbung bezw. Ausfchalung kommen, fo trennt man je drei bis fünf Oeffnungen durch

einen ſtärkeren Standpfeiler, der dann für den einſeitigen Gewölbſchub zu berechnen iſt. Wenn Täler mit ſchmaler Sohle und ſteilen, felſigen Lehnen oder ein größerer Flußlauf zu überſchreiten ſind, ſo iſt eine große Mittelöffnung angezeigt, die mit einem Segmentbogen überſpannt wird. Auf dieſen ſtützt ſich eine Bogenſtellung, welche ſich beiderſeits bis zum Anſchluſſe an die Tallehnen fortſetzt (Iſonzotalbrücke bei Salcano mit 85 m, Lavaurviadukt mit 61,5 m, Antoinetteviadukt mit 47,4 m [letztere zwei in der Eiſenbahnlinie Montauban—Caſtres], Waldlitobelviadukt auf der Arlbergbahn mit 41 m Spannweite). Hinſichtlich der konſtruktiven Durchbildung der gewölbten Viadukte ſ. Brücken, ſteinerne.

Die eiſernen Viadukte haben eiſernen Ueberbau auf gemauerten oder auf eiſernen Pfeilern. Die günſtigſten Oeffnungsweiten ſind hier wieder auf Grund der geringſten Baukoſten zu ermitteln. Unterſuchungen hierüber und Formeln in [2]. — Für den eiſernen Ueberbau der Viadukte mit mehreren Oeffnungen werden Einzelträger, durchgehende, Gelenk- und Bogenträger angewendet. Auf Einzelträger iſt man beſonders dort angewieſen, wo der Viadukt in einem Bogen gelegen iſt. Sie werden als Parallelträger oder als Träger mit polygonalen Gurtungen ausgeführt. In letzterem Falle kommen Fiſchbauchträger oder auch Linſenträger mit obenliegender Fahrbahn zur Anwendung. Wegen der Entgleiſungsgefahr hat man wohl bei langen Viadukten die Bahn etwas verſenkt angeordnet, dagegen erſcheint die Lage der Bahn am Untergurte der Hauptträger (Triſanaviadukt) bei großer Höhe des Viaduktes nicht recht begründet. Die früher häufig angewandten kontinuierlichen Träger, welche allerdings den Vorteil des freien Ueberſchiebens des Tragwerks, alſo der Erſparung des bei hohen Viadukten koſtſpieligen Montierungsgerüſtes, boten, werden wegen der andern mit dieſem Konſtruktionsſyſtem verbundenen Nachteile in Deutſchland und Oeſterreich jetzt nur ſelten ausgeführt. Man wendet dafür mit Vorliebe den kontinuierlichen Gelenkträger (ſ. d.) an, durch welchen ſich die gleichen Vorteile der Gewichtserſparnis und der Montierung ohne Gerüſt erzielen laſſen. Insbeſondere durch den letzten Umſtand iſt man gerade bei Viadukten zu den erſten größeren Anwendungen des kontinuierlichen Gelenkträgers veranlaßt worden (Kentucky-Riverviadukt, neuer Niagaraviadukt, Moldauviadukt bei Cervena u. a.). Endlich ſind Viadukte mit Bogenträgern dort mehrfach ausgeführt worden, wo bei einer Talüberſetzung ſich die Anordnung einer großen Mittelöffnung als zweckmäßig herausſtellte und an den Tallehnen feſte Widerlager gefunden werden konnten. Beiſpiele: Garabitviadukt, die beiden Dourobrücken, Kornhausbrücke in Bern, Wuppervіadukt bei Müngſten u. a. (ſ. a. Bogenbrücken). Eine beſondere Ausbildung hat bei den eiſernen Viadukten der Bau der Pfeiler erfahren; ſ. a. Pfeiler, eiſerne.

Literatur: [1] Hoffmann, L., Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, S. 559. — [2] Weiß, F. J., Dimenſionierung und ökonomiſch günſtigſte Zahl von Zwiſchenpfeilern u. ſ. w., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1880, S. 169. — [3] Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1895, Art. Viadukte.

Melan.

Vibrator (Abklopfer), ſ. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 131.

Vibrograph, ſ. v. w. Phonautograph (ſ. d.).

Viehhof, 1. ein den Viehſtällen nahegelegener, umhegter Raum zum Aufenthalt während des Ausmiſtens der Ställe; 2. Gebäude für die Abhaltung der Viehmärkte (ſ. Schlachthaus, Bd. 7, S. 696, Fig. 2). *Weinbrenner.*

Viehrampe, ſ. Laderampe. — **Viehtransportwagen,** ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 346. — **Viehzüge,** ſ. Eiſenbahnbetrieb V, Eiſenbahnverkehr III.

Vielblatt, in der mittelalterlichen Baukunſt ein Kreis, der innerlich mit mehreren Spitzbogen beſetzt iſt (ſ. Maßwerk, Bd. 6, S. 331, Fig. 1—6).

Vieleck, ſ. Polygon.

Vieleckszimmerung (Polygonbau), ſ. Grubenzimmerung.

Vielpaß, in der mittelalterlichen Baukunſt ein Paß, der innerlich mit mehreren Halbkreisbögen beſetzt iſt (vgl. Dreipaß, Bd. 3, S. 105, Fig. 1—3).

Viereiſen, ſ. Stemm- und Stechzeug.

Vierfarbendruck, die Erzeugung farbiger Reproduktionen durch Uebereinanderdruck von vier Teilbildern.

Gewöhnlich wird der Vierfarbendruck ſo ausgeübt, daß man den mittels der Dreifarbenphotographie (ſ. d.) und des autotypiſchen Verfahrens (ſ. Autotypie) hergeſtellten drei Farbenteildruckplatten, die mit gelber, purpurroter und grünblauer Druckfarbe zu drucken ſind, noch eine vierte, ſogenannte Grauplatte, die mit einer neutral gefärbten Druckfarbe gedruckt wird, hinzufügt. Dies geſchieht immer dann, wenn das Original ſehr viele graue Flächen beſitzt, die bei Anwendung des reinen Dreifarbendruckes (infolge der ſchwer einzuhaltenden völligen Gleichmäßigkeit des Farbeauftrags bei allen drei Platten) leicht verſchiedene dominierende Färbung erhalten. Das Negativ für dieſe vierte Platte erzeugt man in der Regel durch eine einfache orthochromatiſche Aufnahme (ſ. Orthochromaſie). Der eben geſchilderte Vierfarbendruck ſtellt alſo eigentlich nur eine Ergänzung des Dreifarbendrucks dar. — Anders verhält es ſich beim Vierfarbendruck, dem die Anwendung der Heringſchen Grundfarben: Gelb, Blau, Rot und Grün zugrunde liegt. Die Idee hierzu hat zuerſt J. M. Eder in Wien (1896) ausgeſprochen. Als Druckpigmente kommen Chromgelb, Krapplack, ein Blau- und ein Grünlack (ultramarinblau der eine, reingrün der andre) in Betracht. Der wichtigſte Vorzug dieſes Vierfarbendrucks beſteht darin, daß neben rein violetten Farbtönen feurig grüne erhalten werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

können, was beim Dreifarbendrucke kaum möglich ist. Jedoch ist er nur für Buchdruck mit Autotypieplattendruck, nicht aber für Lichtdruck oder gar für Heliogravüre anwendbar, weil bei diesen beiden fast geschlossene Farbschichten übereinander gelagert kommen, infolgedessen durch die mangelhafte Transparenz der Druckfarben bedeutende „Ueberdeckungsfehler" sich einstellen. Bei der Autotypie dagegen kommen „Punkttöne" (vgl. Preffendruckverfahren, photographische) in Betracht, und es liegen daher in den helleren Mittel- und Lichttönen die einzelnen Farbelemente nebeneinander; die Mischfarbe entsteht dann nicht durch subtraktive Mischung, sondern durch optische Synthese, deren Gesetze analog denen der additiven Farbmischung verlaufen und sehr reine Mischfarben bilden lassen. Die photographische Auslösung jeder der vier Komponenten: Ultramarinblau, Karminrot, Reingelb und Reingrün stößt auf große Schwierigkeiten. Es ist nämlich nicht möglich, der Anforderung zu entsprechen, daß bei jeder der vier Teilaufnahmen eine Farbe wie Weiß, alle drei übrigen aber wie Schwarz sich verhalten; z. B. ist es unmöglich, Grün wie Weiß und Gelb wie Schwarz zu photographieren. Daher sind die erhaltenen Negative mangelhaft, und es muß eine sehr weitgehende Retusche durch „Nachätzen" und Ueberarbeiten der Druckplatten mit Stichel, Polierstahl und Roulette (s. d.) stattfinden. Zur Vermeidung des Moirees (d. i. die Bildung schachbrettartiger Muster beim Uebereinanderdrucken unrichtig untereinander gewinkelter Punkt- oder Strichlagen) muß beim Vierfarbendruck (da die Winkelung eines Kreuzrasters um 30° nur dreimal erfolgen kann; eine vierte ergäbe die Koinzidenz der neuen Rasterstellung mit einer der drei vorhergegangenen) der Raster bei zwei Aufnahmen dieselbe Position einnehmen und durch Verwendung zweier Schlitzblenden (／ und ＼) jedesmal eine andre der beiden Linienlagen unwirksam gemacht werden.

Literatur: Unger, A. W., Die Herstellung von Büchern, Illustrationen u. s. w., Halle a. S. 1906.

A. W. Unger.

Vierung, 1. Viereck, Quadrat; 2. in einer Kirche der weite Raum, welcher durch die Kreuzung von Langhaus und Querschiff entsteht (s. Basilika, Bd. 1, S. 557, Fig. 5—8) und äußerlich meist durch einen Aufbau, den Vierungsturm, zum Ausdruck gebracht wird; 3. kleines Steinstück, welches an einer beschädigten Stelle eines Werkstückes eingesetzt und verkittet wird, nachdem vorher jene Stelle im Viereck, oft auch in Schwalbenschwanzform, aufs genaueste ausgehauen worden ist.

Weinbrenner.

Vierungsturm, der Turm, der bei kirchlichen Bauten dort, wo sich das Langschiff mit dem Querschiff durchkreuzt (die Vierung), angeordnet wird.

Vignette (Weinrankenverzierung), kleine Abbildungen von Ansichten, Figuren u. s. w., die auf Anfangsseiten, Titeln oder Rändern der Bücher zum Abdruck gelangen.

Sie kamen seit Entwicklung des Buchdrucks in Aufnahme und wurden namentlich viel in Frankreich verwendet. In neuerer Zeit ist in diesem Kunstzweig Bedeutendes geleistet und veröffentlicht worden; vgl. Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1895; Musterbuch für graphische Gewerbe, Stuttgart 1886; Stuck, Franz, Karten und Vignetten, Wien 1886; Gerlach, M., Allegorien, 1. und 2. Folge, Wien 1897—1900; Derf., Festons und dekorative Gruppen, Wien 1896; Derf., Die Pflanze in Kunst und Gewerbe, unter Mitwirkung von A. Ilg, A. Leder, J. Berger, Sturm, Unger u. a., Wien 1886 ff.; Liénard, Spezimen der dekorativen Ornamentik, Berlin 1876.

Weinbrenner.

Vignolesschiene (Breitfußschiene), s. Schienenherstellung, Oberbau.

Vigognegarn, s. Streichgarnspinnerei, S. 375.

Vigoureux, s. Kammgarnspinnerei, Bd. 5, S. 324.

Villa, s. Landhaus.

Virial (von vis, Kraft), Begriff der Mechanik und Wärmetheorie.

Ein beliebiges System von materiellen Punkten (s. Materielles System, Bd. 6, S. 333) befinde sich in stationärer Bewegung hinsichtlich eines beliebigen rechtwinkligen Koordinatensystems, d. h. in einer Bewegung, bei welcher sich die Punkte nicht fortwährend weiter von ihren ursprünglichen Lagen entfernen, und die Geschwindigkeiten nicht immer in gleichem Sinne veränderlich sind; die Punkte sollen innerhalb eines bestimmten Raumes bleiben und die Geschwindigkeiten nur innerhalb gewisser Grenzen schwanken (Bewegung der Planeten, elastische Schwingungen, Wärmebewegung u. s. w.). Bezeichnen für einen Punkt der Masse m v die Geschwindigkeit, x, y, z die rechtwinkligen Koordinaten, X, Y, Z die in den Richtungen der Koordinatenachsen wirkenden Kräfte, so ergibt sich der Mittelwert der lebendigen Kraft des Systems für ein genügend großes Zeitintervall (bei periodischen Bewegungen schon innerhalb einer oder mehrerer ganzer Perioden):

$$\Sigma \frac{m v^2}{2} = -\frac{1}{2} \Sigma (Xx + Yy + Zz),$$

wobei v^2 und die Produkte auf der rechten Seite Mittelwerte für jenes Zeitintervall bedeuten. Der Wert rechts hängt wesentlich von den wirkenden Kräften ab und würde bei konstanten x, y, z der Mittelwerte Xx, Yy, Zz proportional den Kräften X, Y, Z sein, weshalb Clausius den Namen Virial dafür einführte [3]. Diejenigen Teile des Virials, welche von den äußeren und inneren Kräften herrühren (Bd. 1, S. 103; Bd. 6, S. 333), werden als äußeres Virial und inneres Virial unterschieden. Vorstehende Gleichung besagt nun: Die mittlere lebendige Kraft des Systems ist gleich seinem Virial. Für die Wärmebewegung wird die mittlere

lebendige Kraft proportional der absoluten Temperatur (S. 519) angenommen. Diese Anschauungen suchte man zur Erklärung der Wärmeerscheinungen zu verwerten.

Literatur: [1] Jakobi, Vorlesungen über Dynamik (1. Aufl. von Clebsch 1866) Gesammelte Werke, Supplementband, Berlin 1884, S. 21. — [2] Lipschitz, Ueber einen algebraischen Typus der Bedingungen eines bewegten Massensystems, Crelles Journ. 1866, S. 333. — [3] Clausius, Ueber einen auf die Wärme anwendbaren Satz, Poggendorfs Annalen 1870, CXLI, S. 123. — [4] Clausius, Ueber die Zurückführung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf mechanische Prinzipien, Poggendorffs Annalen 1871, CXLII, S. 433. — [5] Villarceau, Sur un nouveau théoreme de mécanique générale, Comptes rendus 1872, LXXV, S. 232. — [6] Clausius, Ueber verschiedene Formen des Virials, Poggendorffs Annalen 1874, Jubelband S. 411. — [7] Grashof, Theoretische Maschinenlehre, I, Leipzig 1875, S. 258. — [8] Van der Waals, Die Kontinuität des gasförmigen und flüssigen Zustandes, deutsch von Roth, Leipzig 1881, S. 3. — [9] Budde, Allgemeine Mechanik der Punkte und starren Systeme, I, Berlin 1890, S. 293, 413. — [10] Richarz, Zur kinetischen Theorie mehratomiger Gase, Wiedemanns Annalen 1893, IIL, S. 467 (s. a. S. 708). — [11] Derf., Der Satz vom Virial und seine Anwendung in der kinetischen Theorie der Materie, Naturwissenschaftl. Rundschau 1894, S. 221, 237. — [12] Amagat, Sur la pression intérieure et le viriel des forces intérieures dans les fluides, Comptes rendus etc. 1895, CXX, S. 489. — [13] Bakker, Ueber die potentielle Energie und das Virial der Molekularkräfte, Zeitschr. f. physikal. Chemie 1896, XXI, S. 497. — [14] Weinstein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I, Braunschweig 1901, S. 38. — S. a. Disgregation, Bd. 2, S. 778. *Weyrauch.*

Vifetholz (Fifetholz), s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 637.

Vifier, s. Geschütze, Gewehr, Jagdgewehr; a. s. v. w. Längenprofil.

Vifierkreuze, hölzerne Zieltafeln in T-Form zum Einweisen von Höhenpunkten zwischen gegebenen Punkten. Die Querbretter sind meistens schwarz-weiß oder rot-weiß gestrichen. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Vifierstäbe, s. Absteckstäbe.

Vitriol, blauer, cyprischer, s. v. w. Kupfervitriol (s. d.); — **grüner,** s. v. w. Eisenvitriol (s. d.); — **weißer,** s. v. w. Zinkvitriol (s. d.).

Vitriolblei (Anglesit, Bleivitriol, Vitriolerz), Mineral, schwefelsaures Blei, $PbSO_4$ (73,6% PbO, 26,4% SO_3).

Kristallisiert rhombisch. Wasserklar, durchsichtig, diamantglänzend, selten grau oder braun. Sehr spröd. Härte 3. Spez. Gew. 6,3—6,4. Leicht in Kalilauge, schwer in Säuren löslich. Leicht schmelzbar. Wird mit andern Bleierzen zur Bleigewinnung benutzt. *Leppla.*

Vivianit (Blaueisenerde oder -erz, Eisenblau), Mineral, wasserhaltiges phosphorsaures Eisenoxydul, $Fe_3P_2O_8$ (43,03% FeO, 28,29% P_2O_5, 27,95% H_2O).

Kristallisiert stengelig; nierenförmig oder erdig. Bei längerem Liegen an der Luft dunkelblau, Strich hellblau, frisch farblos; durchscheinend, perlmutterglänzend. Mild, biegsam. Härte 2,0. Spez. Gew. 2,6—2,7. Gibt beim Erhitzen Wasser ab; schmelzbar. Löslich in Salz- und Salpetersäure. Häufig als Versteinerungsmittel von Knochenresten; auch in versteinerten Muscheln; ferner in Torfmooren mit Raseneisenerz zusammen. Wird in erdigem Zustand als blaue Farbe (s. Berliner Blau, natürliches) benutzt. *Leppla.*

Vließkrempel, s. Streichgarnspinnerei, S. 370.

Vogelzunge, s. Feilen, Bd. 3, S. 670.

Vollrad, im Gegensatz zu Hohlrad, ein außen verzahntes Rad.

Vollspur (Normalspur), s. Spurweite.

Volt, s. Maßsystem, absolutes, Bd. 6, S. 329.

Voltameter, s. Meßinstrumente, elektrotechnische, Bd. 6, S. 372.

Voltmeter, s. Meßinstrumente, elektrotechnische. Bd. 6, S. 376 u. 380.

Volum (spezifisches) einer Substanz ist das Volum (in Kubikzentimetern), welches 1 g dieser Substanz einnimmt. Es ist als Volum der Gewichtseinheit der reziproke Wert des Gewichts der Volumeinheit, d. h. der Dichte (s. d.). Ueber die stöchiometrischen Regelmäßigkeiten des spezifischen Volums vgl. Molekularvolum. *Abegg.*

Volumen, s. Körper, Bd. 5, S. 539; Spezifiches Volumen, s. S. 173; Dichtigkeit, Bd. 2, S. 740 u. 748; Kritisches Volumen, s. Kritische Temperatur.

Volumenometer, s. Mörtelprüfung, Stereometer.

Volute, das nach einer Spirallinie eingerollte Bauglied des ionischen wie auch korinthischen Säulenkapitäls (s. Kapitäl, Bd. 5, S. 374, Fig. 7 und 11—14, Schnecke, Bd. 7, S. 757 ff.); kommt auch an Konsolen, an den konsolenartigen, vermittelnden Gliedern über den Seitenschiffen in der Renaissancezeit (z. B. St. Maria della Salute Venedig), an den durchbrochenen Giebelbekrönungen der Barockperiode u. s. w. vor. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorarbeiten für Eisenbahnen (und andre Verkehrswege), alle der Bauausführung vorausgehenden Untersuchungen und Entwurfarbeiten technischer und wirtschaftlicher Art.

Zu unterscheiden sind: allgemeine (generelle) und ausführliche (spezielle) Vorarbeiten. Die allgemeinen Vorarbeiten bezwecken die Aufstellung von Entwürfen mit Kostenanschlägen zur Beantwortung der Frage: ob und unter welchen technischen und finanziellen Bedingungen und Leistungen eine Linie ausführbar ist und, wenn die Linienführung auf mehrfache Weise möglich ist, welche dieser Linien am bauwürdigsten ist, d. h. die geringsten jährlichen Verkehrskosten ergibt, die sich aus der Verzinsung der Anlagekosten und den jährlichen Unterhaltungs- und Betriebskosten zusammensetzen. Durch die mit einer Ertragsberechnung abschließenden wirtschaftlichen Erwägungen ist nach Möglichkeit festzustellen, ob nach Deckung der Unterhaltungs- und Betriebskosten noch ein für die Verzinsung der Anlagekosten ausreichender Betrag der Einnahmen zu erwarten ist, oder wenn nicht, in welcher Weise die fehlenden Kosten aufzubringen sind.

Letzteres kann z. B. geschehen durch Kapitalbeiträge oder Zinsgewähr seitens des Staats, der Provinzen, Kreise, Gemeinden oder von Privaten durch unentgeltliche Abgabe der Grundfläche seitens der beteiligten Gemeinden oder Privaten oder auch durch Uebernahme des ganzen Baues auf Kosten des Staates oder einer der genannten Körperschaften. Die Herstellung einer Bahn kann auch ohne Aussicht auf baldige Verzinsung in volkswirtschaftlichem Sinne begründet sein, also im Staatsinteresse liegen, weil dadurch der Verkehr geweckt, die Wohlhabenheit und Steuerkraft der Bevölkerung gehoben wird und so dem Staate mittelbar doch erhebliche Vorteile erwachsen.

Ist die Entscheidung über die Ausführung einer Linie gefallen oder in sicherer Aussicht, so sind die ausführlichen (speziellen) Vorarbeiten vorzunehmen. Sie bestehen in genauer Ausarbeitung des Bauentwurfs in allen Teilen nebst Aufstellung von eingehenden Kostenanschlägen und Verzeichnissen über die zu erwerbenden Grundflächen auf Grund genauer Längen- und Querprofile, des Erdverteilungs- oder Massenprofils, von Kunstbautenzeichnungen u. s. w., so daß eine sichere Grundlage für eine zweckmäßige und sparsame Bauausführung geschaffen wird. Diese Vorarbeiten sind besonders in schwierigem Gelände überaus vielseitig und greifen in die verschiedensten technischen Gebiete über.

Zu den allgemeinen Vorarbeiten ist zunächst ein gründliches Studium des Geländes erforderlich. In kultivierten Ländern kann dies an Hand vorhandener Karten geschehen. Als Uebersichtskarten dienen hier die Generalstabskarten (1 : 100 000) oder sonstige topographische Karten. Je größer der Maßstab dieser Karten, desto besser, und wenn Karten mit Höhenkurven vorhanden sind, wie in Württemberg (1 : 25 000) für einen großen Teil des Landes, so ist dies für die Vornahme der allgemeinen Vorarbeiten von größtem Wert. Sind Karten in noch größeren Maßstäben zu haben, wie z. B. in Württemberg die sogenannten Flurkarten in 1 : 2500 (zum großen Teil auch mit Höhenkurven), so können diese sogar als Arbeitskarten zur genauen Ausmittlung der Bahnachse verwendet und sonstige Vermessungsarbeiten ganz oder doch zum größten Teil erspart werden. Wo größere zusammenhängende Geländeaufnahmen fehlen, werden Aufnahmen in der Regel schon für die allgemeinen Vorarbeiten (jedenfalls aber für die ausführlichen) vorzunehmen sein. Bei diesen kommen Maßstäbe von 1 : 10 000, besser aber 1 : 5000 und in gebirgiger Gegend 1 : 2000 zur Anwendung. Die Ausdehnung in die Breite muß um so größer sein, je unregelmäßiger und unübersichtlicher das Gelände ist, also je mehr Spielraum es für die Führung der Bahnlinie bietet; in engem Tal genügt deshalb oft schon eine geringe Breite. Die Aufnahmen beginnen mit Ausführung eines Längennivellements ohne Längenmessung, womöglich auf vorhandenen Wegen, in der Nähe der Linie, um auf der ganzen Strecke für die späteren Aufnahmen leicht erreichbare Höhenanschlußpunkte zu erhalten und in Einlegung eines Polygonzugs als Grundlage für die Vermessung. Zweckmäßig ist, einzelne Punkte des Polygonzugs durch Einlegung eines Dreiecknetzes zu kontrollieren, um sich gegen Fehler in der Längenmessung zu sichern. Hieran schließen sich die Aufnahmen im einzelnen, besonders die von zahlreichen Höhenpunkten, am besten mit solchen Methoden, bei denen ein Beschreiten und Messen der Entfernungen wegen des erforderlichen Zeitaufwands und der damit verbundenen Flurbeschädigungen vermieden wird, also mittels des Tachymeters oder des Meßtisches (mit Entfernungsmesser und Höhenkreis) oder — wenn der Lageplan vorhanden und nur Höhen aufzunehmen sind — auch mit dem Aneroidbarometer. Die Darstellung der Höhen geschieht durch Einzeichnung einzelner Punkte und Einschreibung ihrer Höhen über einem bestimmten Horizont (wenn möglich über Meereshöhe) oder durch Höhenkurven, die auf Grund der Höhenpunkte ermittelt werden. Die Höhenkurven erfordern zwar viel Arbeit, sie sind aber bei ausgedehntem unregelmäßigem Gelände beinahe nicht zu entbehren, während bei gleichmäßigem Gelände oder in engem Tal meist die Höhenpunkte genügen und unter Umständen der größeren Genauigkeit halber vorzuziehen sind.

In den Höhenplänen erfolgt nun das Aufsuchen der zweckmäßigsten Linie unter Berücksichtigung aller praktischen Umstände, insbesondere auch der Wegkreuzungen, der Bahnhofslagen, der Vermeidung zu teurer Grundstücke oder gefährlicher Stellen (Moore, Bergrutsche u. s. w.) sowie unter Beachtung der geognostischen Verhältnisse. Auch wird namentlich die Ueberschreitung größerer Wasserläufe eingehendere Erwägungen und Berechnungen erfordern. Hierauf folgt die Aufstellung des Kostenüberschlags für Bau und Betrieb auf Grund der aufgestellten Längen- und Querprofile, Bauwerkskizzen u. s. w., und so die Entscheidung über die günstigste Lage der Linie in dem oben bezeichneten Sinne. Dabei liegt allerdings in der Aufstellung der Ertragsberechnung stets eine gewisse Unsicherheit, weil die mutmaßlichen Betriebseinnahmen sich nur schätzen lassen, wozu statistische Angaben von andern möglichst gleich liegenden Bahnen herangezogen werden müssen.

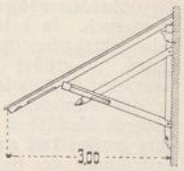
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die ausführlichen Vorarbeiten wiederholen zunächſt die Geländeaufnahmen, jetzt jedoch beſchränkt auf eine geringere Breite und innerhalb dieſer genauer, z. B. in 1:2000, in gebirgigen Gegenden 1:1000. Nach genauer Ausmittlung der günſtigſten Linie folgt die Uebertragung derſelben auf das Gelände (Abſteckung) und nunmehr auf Grund der ausgeſteckten Bahnachſe die Aufnahme ihres genauen Längenprofils und zahlreicher Querprofile von kurzer Länge, um in dieſelben den Bahnkörper einzuzeichnen und alle andern Arbeiten auf dieſer Grundlage zu erledigen (Durcharbeiten der Entwäſſerung mit allen Durchläſſen und Brücken, Feſtſtellung und Veranſchlagung der Erdarbeiten, etwaiger Tunnel, der Stützmauern, Wegkreuzungen, Bahnhöfe u. ſ. w.). Nebenher geht die Vorbereitung zum Grunderwerb mit Anfertigung der Grunderwerbskarten, ſofern nicht die ausführlichen Aufnahmen in hinreichendem Maßſtabe (1:1000) ſchon vorhanden ſind. Außerdem ſollte für alle größeren Ausführungen, namentlich für mehrjährige Arbeiten (größere Flußübergänge, Tunnel u. dergl.), ſowie für den Bahnbau im ganzen ſtets ein genau durchdachter Bauplan aufgeſtellt werden, um in gegebener Zeit einer ſparſamen und ſachgemäßen Ausführung ſicher zu ſein. Im übrigen ſ. Eiſenbahnbau, Krümmungsverhältniſſe und Neigungsverhältniſſe.

Literatur: Rölls Encyklopädie des geſ. Eiſenbahnweſens, Bd. 7, Art. „Vorarbeiten“ von Goering; Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 1, 4. Aufl., Kap. 1, Leipzig 1904 (mit eingehendem Literaturverzeichnis); Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 1. Abſchn., 2. Aufl., Wiesbaden 1906; Launhardt, Theorie des Traſſierens, Hannover 1887 u. 1888; Goering, Maſſenermittlung, Maſſenverteilung und Transportkoſten der Erdarbeiten, 5. Aufl., Berlin 1907; Jordan, Eiſenbahnvorarbeiten, Zeitſchr. f. Arch.- u. Ingenieurweſen 1898, Heft 4; Lindner, Virtuelle Länge, Zürich 1879; Heyne, Wochenbl. d. Oeſterr. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1890, Nr. 24 u. 25 (Berechnung der Betriebskoſten); Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1908, S. 445 (Die Betriebslänge von Rühle v. Lilienſtern). *H. Kübler.*

Vorbau (Beiſchlag), Vorlage, gemauerter Vorſprung an einem Gebäude (ſ. Riſalit, Bd. 7, S. 446). Ueber die Danziger Beiſchläge ſ. W. Lübke, Geſchichte der Renaiſſance in Deutſchland, Stuttgart 1882, Bd. 2, S. 239, Fig. 304.

Vorbuſen, am Seedeich liegendes, mit Dämmen umſchloſſenes Waſſerbecken, das zur Aufnahme des Schöpfwaſſers aus der anſtoßenden, künſtlich entwäſſerten Niederung beſtimmt iſt. Aus dem Vorbuſen wird das gehobene Waſſer während der Ebbezeit durch das im Deich belegene Siel (ſ. d.) in die See abgelaſſen. *Frühling.*



Vordach, 1. Dach eines Vorbaues; 2. ein auf Trägern vorgekragtes Dach (ſ. die Figur) über Eingangstüren, Bahnſteigen, auch Schutz- oder Klebdach genannt; 3. Ueberhang des Daches über die Mauerflucht. *Weinbrenner.*

Vorflut, das abfließende Waſſer, welches den hinterliegenden Waſſerläufen ebenfalls die Gelegenheit zum Abfließen verſchafft; ferner das Abfließen ſelbſt (die Bewegung); auch die Gelegenheit zur Waſſerableitung heißt Vorflut oder Vorflutgewäſſer, Vorflutrezipient; letzterer kann eventuell ein Pumpenſchacht ſein, aus welchem das Waſſer künſtlich gehoben wird (künſtliche Vorflut); endlich bedeutet Vorflut im Seeweſen die erſte Flutwelle.

Vorgarn, ſ. Baumwollſpinnerei, Flachsſpinnerei.

Vorgelege beſteht aus nacheinander im Eingriff befindlichen zylindriſchen oder koniſchen Zahnrädern, die ſich um feſte, in einem Geſtell gelagerte Achſen drehen, und dient zur Ueberſetzung einer Drehung in eine andre, bezw. zur Kraftübertragung von einer Welle zu einer andern (Rädervorgelege). Anſtatt durch ineinander greifende Zahnräder wird auch die Ueberſetzung einer Drehung in eine andre durch über Scheiben gelegte Riemen vermittelt (Riemenvorgelege). Außer dieſen beiden Vorgelegen mit feſten Achſen kommt auch zu gleichem Zweck das Epizykelvorgelege (ſ. d.) in Anwendung.

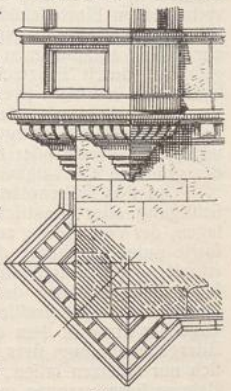


Fig. 1.

Literatur: [1] Burmeſter, L., Lehrbuch d. Kinematik, Bd. 1, S. 475, Leipzig 1888. *Burmeſter.*

Vorgeſümpfe, ſ. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 578.

Vorhalle, vor der Haustüre angebrachter bedeckter Raum; ſ. Türhalle.

Vorkopf, 1. Balkenkopf von der Stirn (Hirnholz) bis zum erſten Zapfenloch (vgl. Hängewerke, Bd. 4, S. 735 und 736, Fig. 1, 2 und 9—11); 2. in Oeſterreich Fenſterfutter der inneren Fenſter. *Weinbrenner.*

Vorkragung, als Ausladung in Form eines Kragſteins (ſ. d., Bd. 5, S. 661) oder als Unterſtützung eines vor-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſpringenden Bauteils, z. B. Erkers, Balkons u. dergl. (ſ. Fig. 1 und 2).

Sehr vielſeitige Anwendung fand dieſe Konſtruktion an den Bauten des Mittelalters, worüber ſchöne Beiſpiele ſich in [1] und andern Werken (ſ. Bd. 1, S. 632, [6]—[10]) finden.

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture, Bd. 4, Art. Construction civile, S. 208—258, und Bd. 5, Echangette, S. 114—143, Paris 1864. *Weinbrenner.*

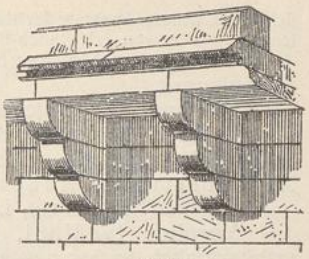


Fig. 2.

Vorkrempel, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Vorlage (früher Hydraulik genannt) hat bei der Gasfabrikation den Zweck, für die Retorten einen hydrauliſchen Verſchluß zu bilden, damit das Gas in dieſe beim Oeffnen nicht zurücktreten kann.

Sie hat ihren Platz auf den Oefen und trägt eine der Retortenzahl entſprechende Anzahl Tauchrohre, die um ein beſtimmtes Maß (25—50 mm) in die in derſelben enthaltene Flüſſigkeit eintauchen. Die Tauchrohre werden entweder durch geneigte Zwiſchenſtücke, Sattelrohre (Fig. 5) mit den Steigerohren verbunden, oder, wie es meiſtens geſchieht, bogenförmig (Fig. 1) oder ſchräge (Fig. 3) in die Vorlage geführt, und oben durch einen Deckel gasdicht verſchloſſen. Nach Oeffnen dieſes Deckels iſt es möglich, von oben ſowohl Steigerohr als auch Sattelrohr zu reinigen. Die Vorlage iſt bis zu einer beſtimmten Höhe, die durch einen Ueberlauf konſtant erhalten wird, mit Ammoniakwaſſer, welches ſich durch die Kondenſationsprodukte des aus den Retorten eintretenden Gaſes immer wieder ergänzt, als Sperrflüſſigkeit gefüllt. Das von der Retorte kommende Gas muß den Druck der Sperrflüſſigkeit überwinden, drückt dieſe aus dem Tauchrohr hinaus und erhöht das Niveau in der Vorlage um die Menge der verdrängten Flüſſigkeit; beim Oeffnen der Retorte tritt die Sperrflüſſigkeit wieder in das Tauchrohr, und das Niveau ſinkt. Die Vorlagen werden aus ſtarkem Keſſelblech hergeſtellt und erhalten einen großen U-förmigen Querſchnitt von etwa 500 mm Weite und 500—600 mm Höhe; es kommen auch Abweichungen vom U-förmigen Querſchnitt vor (Fig. 5). — Da mit dem Ammoniakwaſſer ſich auch Teer in der Vorlage anſammelt, ſich auf dem Boden lagert und verdickt, ſo ſind Einrichtungen getroffen, um die Vorlage reinigen zu können, unter denen die Anordnung von Haſſe (Fig. 1 und 2) ſich ſehr bewährt hat und aus Reinigungskaſten beſteht, deren Wände in die Sperrflüſſigkeit tauchen, damit kein Gas entweichen kann. Zur Verhütung von Teerverdickungen iſt es wichtig, den Teer vom Boden der Vorlage beſtändig abzuleiten, was durch den Drory'ſchen Teerabgang (Fig. 6) erreicht wird. Dieſer, auf die Verſchiedenheit der ſpezifiſchen Gewichte von Teer und Ammoniakwaſſer beruhend, beſteht aus einem durch eine Scheidewand *a* in zwei Abteilungen, die unten miteinander kommunizieren, geteilten Kaſten. Der in der Vorlage niederſinkende Teer tritt in die Vertiefung unter die Scheidewand und ſteigt unter dem Druck der Flüſſigkeit der Vorlage in der äußeren Abteilung in die Höhe zum Abflußſtutzen. Dazu iſt nötig, daß das Verhältnis $h : h_1 = 6 : 5$ beträgt, entſprechend den ſpezifiſchen Gewichten. Wenn der Teer durch den Drory'ſchen Abgang und das Gas von einem andern Punkte der Vorlage abgeleitet wird, ſo iſt oben in der Scheidewand *a* eine kleine Oeffnung *b* für den Ausgleich des Gasdruckes nötig; werden Gas und Teer gemeinſam abgeleitet, ſo wird die Scheidewand nicht ganz bis oben geführt, damit Gasraum der Vorlage und Abgangsſtutzen miteinander kommunizieren. Zu genauer Einſtellung obigen Höhenverhältniſſes dient der am Ausgangsſtutzen montierte Teerſtandſchieber (Fig. 7), der eine verſtellbare Platte enthält, deren Oberkante die Abflußhöhe beſtimmt.

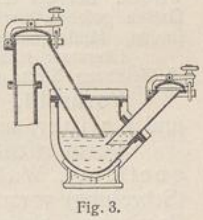


Fig. 3.

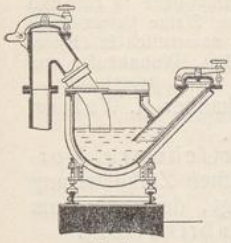


Fig. 1.

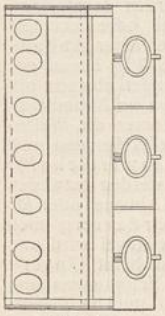


Fig. 2.

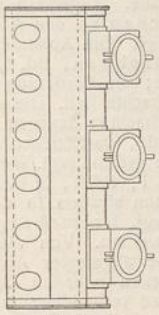


Fig. 4.

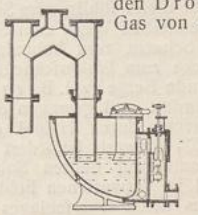


Fig. 5.

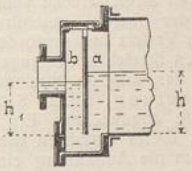


Fig. 6.

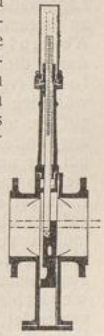


Fig. 7.

Literatur: Schilling, N. H., Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl., München 1879, S. 325; Journal für Gasbeleuchtung, 1876, S. 706; 1878, S. 437, 629; 1880, S. 95, 414; 1881, S. 422; 1883, S. 321, 805; 1884, S. 850; 1886, S. 1012, 1035, 1042; 1889, S. 311, 553, 354; 1892, S. 631, 381; 1894, S. 95; 1899, S. 881; 1901, S. 343, 918, 53, 516; 1903, S. 831; Ueber-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſicht über neuere Apparate für das Gasfach, 1903, Berlin-Anhalter Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft; Katalog von Jul. Pintſch-Berlin u. ſ. w. *G. F. Schaar.*

Vorlage im Straßenbau ſ. v. w. Packlage (ſ. d.); im Waſſerbauweſen, ſ. Packwerk.

Vorland, der zwiſchen der Außenböſchung des Deiches und dem Ebbeſpiegel der See oder zwiſchen dem gewöhnlichen Niedrigwaſſer des Fluſſes liegende Landſtreifen. — Ueber deſſen erforderliche Breite bei Seedeichen vgl. Außenberme und Außendeich. *Frühling.*

Vormaiſchapparate, ſ. Bierbrauerei und Spiritusfabrikation.

Vorplatz (Veſtibül, Flurhalle, Vorhalle), der größere und meiſt architektoniſch reicher ausgeſtattete Raum, der in einem Gebäude die Vermittlung zwiſchen dem Eingang oder der Einfahrt und dem Treppenhauſe bildet.

Die Anordnung und Ausſtattung der Vorplätze iſt ſehr mannigfaltig. Iſt keine Einfahrt vorhanden, dann pflegt der Vorplatz in der Achſe des Zuganges angeordnet zu werden und eine reich ausgeſtattete, dem Quadrate ſich annähernde Geſtalt anzunehmen, namentlich finden Säulen ſowie Niſchen mit Figuren häufige Verwendung. An Vorräumen können Unterfahrt, Windfang und Eingangshalle vorgeſetzt werden. Iſt eine Einfahrt vorhanden, dann muß der Vorplatz ſeitlich und vor dem Treppenzugang angeordnet und entſprechend architektoniſch gegliedert werden. Bei der Einfahrt wird dann am beſten auf perſpektiviſche Durchblicke in Hof und Garten geſehen werden, und kann als Abſchluß ein Brunnen oder eine Statue Verwendung finden. Muſtergültige Beiſpiele finden ſich in den italieniſchen Paläſten, namentlich in Genua.

Literatur: Handbuch der Architektur, 4. Teil, 2. Halbband, 1. Heft, Wohnhäuſer von K. Weißbach, Stuttgart 1902. *Weinbrenner.*

Vorprofil, Bezeichnung für Walzſtäbe, die das Fertigkaliber (ſ. Walzen und Kaliber) nicht paſſiert haben.

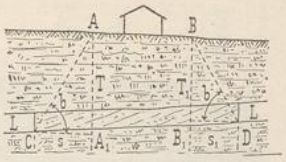
Vorquetſchſtuhl (Vorquetſchwalzenſtuhl, Vorquetſchwerk, Vorquetſche), Walzenſtuhl (ſ. d.), welcher das der eigentlichen Zerkleinerung (Schrotung) voraufgehende Vorquetſchen des Getreides beſorgt, das mehr zum Reinigungs- als zum Vermahlungsprozeß gehört (vgl. Mehlfabrikation).

Vorrichtung im Bergbau iſt die Unterſuchung (Aufſchließung) der Lagerſtätte und ihre Einteilung in kleinere Abſchnitte für den Abbau; ſie geſchieht durch Auffahrung von Streich- und Fallſtrecken (ſ. Strecke).

Solche Vorrichtungsſtrecken, welche bedeutende Länge erhalten, werden mit Rückſicht auf die Wetterverſorgung (vgl. Wetterwirtſchaft) als Parallelſtrecken angelegt; man treibt ſtatt einer zwei Strecken neben- oder übereinander und verbindet ſie in beſtimmten Abſtänden mittels Durchhiebe. Nach Fertigſtellung eines neuen Durchhiebes wird der letzte geſchloſſen; die friſchen Wetter ſtrömen auf der einen Strecke zu, gehen dann durch den Durchhieb (die beiden Streckenörter werden durch Diffuſion ventiliert) und ziehen auf der andern Strecke ab.

Die beſondere Art der Vorrichtung iſt im weſentlichen abhängig von der Natur der Lagerſtätte (Stockform oder Plattenform, im letzteren Falle iſt auch Fallwinkel und Mächtigkeit zu berückſichtigen) und von der gewählten Abbaumethode. Allgemein werden rechteckige Abbaufelder abgegrenzt und dann durch Abbauſtrecken für den Abbau oder auch erſt durch dieſen ſelbſt in kleinere Stücke (Pfeiler, Stöße) zerlegt. Die Abbaufelder einer Abbauſohle (vgl. die Figur Pfeilerbau, Bd. 7, S. 91, und Strebbau, Bd. 8, S. 364) liegen gewöhnlich zwiſchen einer unteren und oberen Streichſtrecke; die Förderung findet abwärts bis auf die untere Streichſtrecke und auf dieſer ſöhlig zum Schachte ſtatt. Die etwa im Abbaufelde angetroffenen Waſſer fließen auf demſelben Wege zum Schachte; dagegen ſtrömen die Wetter auf der unteren Streichſtrecke vom Schacht zum Abbaufelde, durchziehen dieſes ſteigend und werden auf der oberen Streichſtrecke zum Wetterſchachte geführt (vgl. Wetterwirtſchaft). Etwa für den Verſatz heranzufördernde Berge (vgl. Berg, 1, Bd. 1, S. 692) werden entweder auf der oberen Streichſtrecke zugefördert und gelangen dann abwärts in die Abbaue oder ſie müſſen von der unteren Streichſtrecke durch Haſpel (vgl. Bremsbergförderung und Haſpelförderung, Bd. 2, S. 257) aufwärts befördert werden. Von dieſer Regel wird nur ausnahmsweiſe abgewichen. Ein unter der tiefſten Sohle angelegter Abbau heißt Unterwerksbau; dieſes Verfahren wird in verworfenen Feldteilen oder an den Feldgrenzen angewendet, um die Auffahrung eines tiefen Querſchlages zu vermeiden; doch muß in dieſem Falle die Förderung und, falls nötig, Waſſerhebung bis auf die tiefſte Streichſtrecke aufwärts erfolgen. Die angenähert in derſelben wagerechten Ebene gelegenen Aus- und Vorrichtungsbaue nennt man eine Sohle. Das ſenkrechte Maß zwiſchen zwei Sohlen, der Sohlenabſtand, iſt bei ſtockförmigen und bei ſehr mächtigen plattenförmigen Lagerſtätten am kleinſten, je nach der Abbaumethode 4—20 m, bedeutender bei plattenförmigen, wenig mächtigen Lagerſtätten, nämlich 20—60 m; der Sohlenabſtand wird um ſo größer genommen, je ſteiler die Lagerſtätte einfällt. Eine Ausnahme von dieſer Regel muß bei den Gangbergbauen gemacht werden, bei denen die Erze (ſ. Bd. 3, S. 506) in wenig ausgedehnten Mitteln auftreten; hier müſſen die Sohlenabſtände klein (ca. 20 m) genommen werden. Schon bei der Vorrichtung iſt auf etwaige Sicherheitspfeiler [1] (vgl. a. Abbau, Bd. 1, S. 2) Rückſicht zu nehmen, das ſind diejenigen Teile der Lagerſtätte (*L* in der Figur), welche entweder zum Schutz der bergmänniſchen Anlagen oder der Erdoberfläche zunächſt oder gänzlich unabgebaut bleiben müſſen. Ihre Größe in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Lagerſtätte wird beſtimmt durch die allſeitig reichlich bemeſſene Horizontalprojektion $A_1 B_1$ des zu ſchützenden Objektes $A B$ und einen dieſe umgebenden Streifen, deſſen Breite s an jeder Stelle nach dem Bruchwinkel des Gebirges b und der Tiefenlage T der Lagerſtätte unter der Oberfläche nach der Formel $s = T : \operatorname{tg} b$ bemeſſen wird. Hieraus ergibt ſich die ganze Ausdehnung des Sicherheitspfeilers $C D$. Unter Bruchwinkel verſteht man den Winkel zwiſchen der Horizontalen und der Ebene, bis zu der die Gebirgsſchichten über den Abbauen nachbrechen. Derſelbe kann annähernd genau überhaupt nur für ein regelmäßig abgelagertes Gebirge ermittelt werden, am beſten durch einen größeren Abbauverſuch in einem geeigneten Feldteile und wiederholte Beobachtung der Erdoberfläche durch Nivellements nach Verlauf beſtimmter Zeiträume. Verwerfungen und ſtark waſſerführende Schichten haben auf die Größe des Bruchwinkels ſehr weſentlichen Einfluß; gewöhnlich wird derſelbe hierdurch kleiner und damit der Sicherheitspfeiler größer, doch laſſen ſich allgemeine Regeln nicht aufſtellen. Im Steinkohlengebirge pflegt der Bruchwinkel zwiſchen 65° und 80° zu liegen und bei ſteiler Lagerung an der unteren Grenze des Abbaues etwas kleiner zu ſein als an der oberen. — Vgl. a. die Bd. 1, S. 696 genannten Lehrbücher über Bergbaukunde.

Literatur: [1] Ueber die Einwirkung des unter Mergelüberdeckung geführten Steinkohlenbergbaus auf die Erdoberfläche im Oberbergamtsbezirke Dortmund, Zeitſchr. f. das Berg-, Hütten- u. Salinenweſen im preuß. Staate, Berlin 1897, S. 372; mit vollſt. Literaturnachweis. *Treptow.*

Vorſichter, in der Müllerei ein Sichtapparat, welcher die Produkte einer Schrotung aufnimmt und ſo weit vorſichtet, daß ſie in das zur nächſten Schrotung gelangende und das durch weitere Sichtung, Putzung, Auflöſung und Ausmahlung zu bearbeitende Material getrennt werden; vgl. Mehlfabrikation. *Arndt.*

Vorwärmer ſind Vorrichtungen zur Erhöhung der Temperatur des Speiſewaſſers für Dampfkeſſelanlagen.

Kann die Vorwärmung durch eine Wärmequelle erfolgen, die ſonſt unausgenutzt bleiben würde, ſo bietet die Vorwärmung den Vorteil einer bemerkenswerten Wärmeerſparnis (bis 10% und darüber). Außerdem wird der Keſſelkörper bei Speiſung mit heißem Waſſer mehr geſchont, weil er ſicherer vor ſtarken Temperaturänderungen geſchützt iſt, weil im Vorwärmer teilweiſe eine Abſcheidung von keſſelſteinbildenden Stoffen erfolgen kann und weil die Anſtrengung der Keſſelheizfläche bei gleicher Dampfentwicklung eine geringere iſt. Nach der Art des Heizmittels laſſen ſich drei Arten von Vorwärmern unterſcheiden: 1. Vorwärmer mit Abdampfheizung (Abdampfvorwärmer), 2. Vorwärmer mit Friſchdampfheizung (Friſchdampfvorwärmer), 3. Vorwärmer mit Rauchgasheizung (Rauchgasvorwärmer, Keſſelzugvorwärmer oder Economiſer).

Die Vorwärmung mit Abdampf kommt für Auspuffdampfmaſchinen in Frage, ſofern der Abdampf nicht anderweitig zur Heizung von Wohnräumen u. dergl. gebraucht wird. Für Kondenſationsdampfmaſchinen kommen Abdampfvorwärmer als ſogenannte Vorkondenſatoren zur Anwendung, indem der Vorwärmer zwiſchen Zylinder und Kondenſator geſchaltet wird. Da bei der geringen Dampftemperatur die Vorwärmung nur eine geringe ſein kann, ſo iſt hierbei auch der Nutzen gering. — Abdampfvorwärmer offener Bauart, bei denen eine unmittelbare Miſchung des Abdampfes mit dem Speiſewaſſer erfolgt, ſind wegen des Oelgehaltes des Dampfes nicht zu empfehlen. Man wendet deshalb getrennte Führung für Dampf und Waſſer in einem geſchloſſenen, unter Druck ſtehenden Röhrenſyſtem an. Der Dampf geht entweder durch oder um die Röhren; was zweckmäßiger iſt, entſcheidet die Rückſicht auf bequeme Reinigung und geringe Wärmeausſtrahlungsverluſte. Im allgemeinen iſt es vorzuziehen, den Dampf durch die Röhren zu leiten, weil hierbei die Strahlungsverluſte am geringſten werden. Unbedingt erforderlich iſt dieſe Anordnung bei Vorwärmern mit gebogenen oder ineinander geſteckten Röhren (Fig. 5—9), weil bei dieſen eine Innenreinigung von Keſſelſtein nur ſehr ſchwer möglich wäre. Bei geraden Röhren (Fig. 1—4) wird vielfach das Waſſer durch die Röhren und der Dampf um die Röhren geleitet, was nur bei großen Rohrbündeln mit kleinem Rohrabſtand keinen Vorzug gewährt, weil dann die Reinigung der Außenſeite der Röhren nicht immer leicht ausgeführt werden kann. Verſtopfungen der Röhren durch Keſſelſtein ſind bei dieſer Anordnung nicht ausgeſchloſſen. Die Röhren von 40—60 mm Durchmeſſer werden der Billigkeit wegen nicht ſelten aus Schmiedeeiſen hergeſtellt, doch ſind Kupferrohre, um Anfreſſungen zu vermeiden, vorzuziehen. Damit der Gegendruck auf den Kolben der Dampfmaſchine nicht erhöht wird, muß für den ausſtrömenden Dampf der Querſchnitt im Vorwärmer mindeſtens gleich dem $^5/_4$fachen Querſchnitt des Auspuffrohres der Maſchine ſein. Der Waſſerinhalt des Vorwärmers ſei gleich $^1/_5$ bis $^1/_4$ der ſtündlich erforderlichen Speiſewaſſermenge.

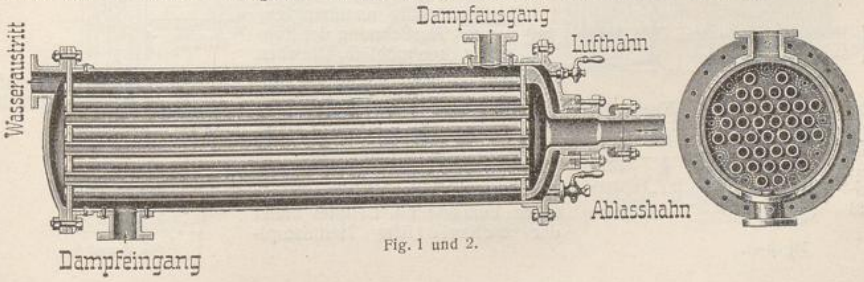


Fig. 1 und 2.

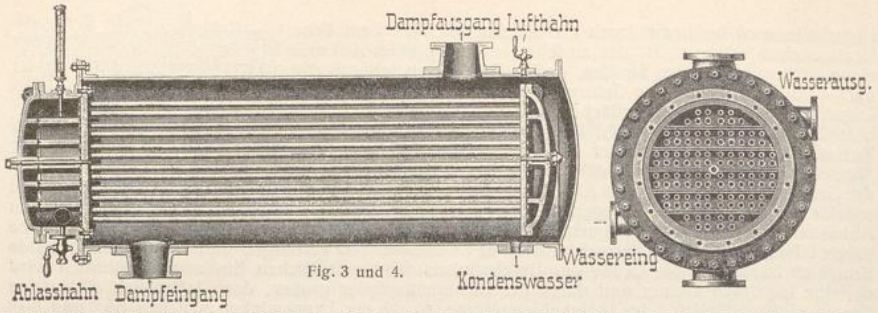
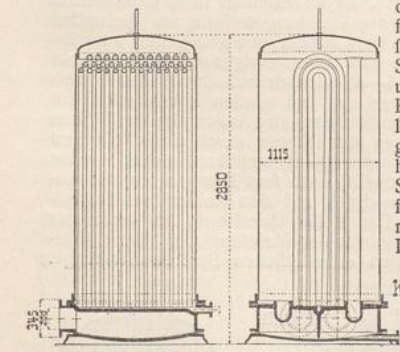


Fig. 3 und 4.

Wird das Waſſer durch die Röhren geführt, ſo begnügt man ſich häufig mit der Hälfte des oben angegebenen Waſſerinhaltes. Die Heizfläche des Vorwärmers wird zu 7—8 % der Heizfläche des betreffenden Keſſels gewählt. Die Heizfläche iſt auf der dampfberührten Seite zu meſſen. Zur Verminderung der Ausſtrahlungsverluſte iſt der Vorwärmer und die Speiſeleitung bis zum Keſſel ſorgfältig mit Wärmeſchutzmaſſe zu umkleiden. Um den Röhren eine freie Ausdehnung zu ermöglichen, werden ſehr verſchiedene Konſtruktionen in Anwendung gebracht. Bei dem Vorwärmer von Schneider & Helmecke, Magdeburg, Fig. 1 und 2, ſind die geraden, vom Waſſer durchſtrömten Röhren an dem einen Ende in einer feſtverſchraubten, am andern Ende in einer verſchiebbaren Rohrwand eingewalzt. Die letztere iſt mit einem in einer Stopfbüchſe geführten Rohr für die Waſſerzuführung verbunden. Soll die hierdurch ermöglichte freie Ausdehnbarkeit des Röhrenſyſtems voll zur Geltung kommen, ſo muß die Verbindung mit der Speiſeleitung durch ein Ausgleichrohr (Kompenſationsſtück, Krümmer) oder dergleichen erfolgen. Da alle Röhren in gleicher Richtung vom Waſſer durchlaufen werden, ſo kann auf eine nahezu gleichmäßige Ausdehnung aller Röhren gerechnet werden, ſo daß die Befeſtigungsſtellen der Röhren nur geringe Spannungen erhalten dürften. Das Röhrenſyſtem kann behufs Reinigung herausgezogen werden. Die Fig. 3 und 4 zeigen eine andre Vorwärmerkonſtruktion derſelben Firma; die geraden, waſſerdurchſtrömten Röhren ſind teilweiſe hintereinander geſchaltet, was durch die beiden, mit entſprechenden Kammern verſehenen Kopfſtücke erreicht wird. Das innere bewegliche Kopfſtück iſt durch eine Mittelrippe und die hierzu ſenkrecht liegenden, in Fig. 3 im Schnitt erkennbaren Rippen geteilt. Je zehn Röhren ſind parallel geſchaltet. Die Ausdehnung der Röhren wird hier dadurch ermöglicht, daß das innere Kopfſtück frei beweglich gelaſſen iſt. Dieſe Anordnung bietet den Vorteil, daß die beiden Enden der Speiſeleitung ohne Ausgleichſtück an dem äußeren, feſtliegenden Kopfſtück angeſchloſſen werden können. Allerdings werden ſich die Röhren der einzelnen, hintereinander geſchalteten Abteilungen wegen der verſchiedenen Erwärmung des Waſſers verſchieden ſtark ausdehnen müſſen, ſo daß die Rohrbefeſtigungsſtellen der inneren Rohrwand ſtärkere Spannungen aufzunehmen haben als bei den Fig. 1 und 2. Das Rohrſyſtem kann nach Löſung der Schrauben am Flanſch des äußeren Kopfſtückes herausgezogen werden. Die Fig. 5—7 zeigen einen Vorwärmer mit gebogenen Röhren nach der Ausführung von A. Büttner & Co., Uerdingen a. Rh. Der Dampf geht durch die ∩-förmig gebogenen Röhren. Da ſich jedes Rohr einzeln in verſchiedener Weiſe ausdehnen kann, ſo werden die Rohrbefeſtigungsſtellen nur wenig leiden. Das Waſſer umgibt die Rohre, von unten in den reichlich bemeſſenen Glockenraum eintretend, und wird oben, alſo an der Stelle der höchſten Temperatur, durch ein Ueberlaufrohr abgeführt. Der ſich im Glockenraum abſetzende Schlamm kann durch einen Stutzen abgeleitet werden. Ebenſo iſt unten ein Stutzen zur Abführung des Kondenswaſſers vorhanden. Sämtliche Stutzen befinden ſich an dem gußeiſernen Fuß, ſo daß zum Abheben der Glocke nur die Löſung der Schrauben am Winkeleiſenflanſch erforderlich iſt. Auch bei dem mit geraden, vom Dampf durchſtrömten Doppelröhren verſehenen Vorwärmer Fig. 8 und 9 iſt eine völlig unabhängige Ausdehnung der Röhren möglich. Die oben und unten offenen Innenröhren werden aus Eiſen, die unten offenen und oben geſchloſſenen Außenröhren beſſer aus Kupfer hergeſtellt.



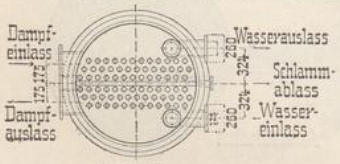


Fig. 5—7.

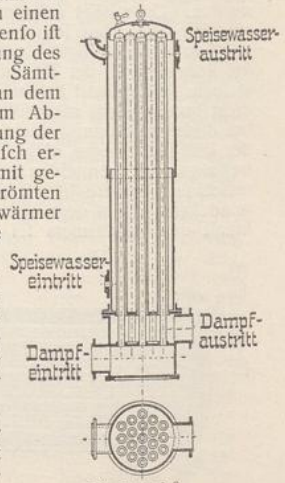


Fig. 8 und 9.

Vorwärmer mit Friſchdampfheizung werden nur ſelten benutzt; ein Beiſpiel bietet der Schmidtſche Heißdampf-

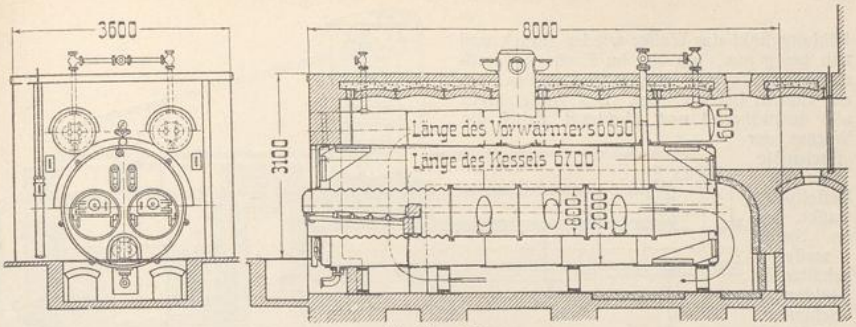


Fig. 10 und 11.

keffel (ſ. Ueberhitzer, S. 682, Fig. 29). Der Vorwärmer (D.R.P. Nr. 89662) wird durch das Gefäß *V* gebildet, in dem eine Heizſchlange angebracht iſt. Dieſe iſt durch das Ventil *o* und das Rohr *l* an den Dampfraum des Keffels angeſchloſſen und wird demnach vom Dampfe durchſtrömt, der bei *m* eintritt und bei *n* austritt. Von hier ſtrömt der Dampf mit dem durch die Wärmeabgabe niedergeſchlagenen Waſſer durch das Rohr *p q* nach dem Ventil *a*, wo durch die Saugkraft des Hauptdampfſtromes das Gemiſch von Waſſer und Dampf mitgeriſſen und durch das Rohr *b c* in den Ueberhitzer geführt wird. Das Speiſewaſſer tritt aus der Speiſeleitung durch das Ventil *r* in die Zuleitung zum Vorwärmer, die bei *s* an das Gefäß *V* anſchließt. Durch das Rohr *t u* wird das vorgewärmte Waſſer dem Keffel zugeführt. Die Ausſchaltung des Vorwärmers kann leicht durch die Ventile *r*, *v* und *o* erfolgen. Das Waſſer ſtrömt dann unmittelbar von der Speiſeleitung zum Keffel. Bei dieſer Bauart bleibt die Vorwärmerſpirale frei von Keffelſtein. Das Gefäß *V* kann nötigenfalls auch während des Betriebes von Keffelſtein gereinigt werden.

Vorwärmer mit Rauchgasheizung, die in die Keffelzüge bezw. in den Fuchs eingebaut werden, bieten Vorteile, wenn eine weitgehende Abkühlung der Heizgaſe allein durch die Keffelheizfläche wegen zu hoher Belaſtung derſelben nicht erreicht werden kann. Die Fig. 10 und 11 zeigen einen im letzten Keffelzuge liegenden Vorwärmer, der aus zwei Zylindern von 0,6 m Durchmeſſer und 6,65 m Länge beſteht. An Stelle eines großen, innen befahrbaren Zylinders werden auch mehrere dünnere Röhren angewendet, die aber behufs Reinigung von Keffelſtein im Innern zugänglich ſein müſſen. Der Vorwärmer kann auch in einer beſonderen gemauerten Kammer untergebracht werden. Die Fig. 12 und 13 geben einen ſolchen Röhrenvorwärmer von Walther & Co., Kalk bei Köln, wieder. Durch Drehung einer Kurbel werden die beiden Abſperrklappen gehoben oder geſenkt, je nachdem der Vorwärmer aus- oder eingeſchaltet werden ſoll. Die geraden Röhren ſind an den Enden durch kurze Krümmer verbunden, die metalliſch mit den Röhren gedichtet ſind und ſich leicht abnehmen laſſen, wenn eine Innenreinigung der Röhren nötig wird. Aehnlich iſt der Greenſche Economiſer, der aus gußeiſernen, ſenkrecht geſtellten Rohren beſteht, die durch ein ſtändig arbeitendes Syſtem von Schabern frei von Ruß gehalten werden. Bei ſchmiedeeiſernen Rohren, die ſich leichter verbiegen, wird der Ruß mit Dampfſtrahl abgeblaſen. — Nach dem D.R.P. Nr. 89404 von W. Schmidt wird in die Heizgaſe eine Rohrſpirale eingebaut, die aber nach Fig. 14 nicht von dem vorzuwärmenden Keffelſpeiſewaſſer, ſondern immer von ein und derſelben keffelſteinfreien Waſſermenge durchſtrömt wird. Auf dieſe Weiſe wird auch bei dieſem Vorwärmer, ähnlich wie bei dem Friſchdampfvorwärmer von W. Schmidt nach D.R.P. Nr. 89662, das ſehr läſtige Anſetzen von Keffelſtein in den ſchwer zugänglichen und ſchlecht zu reinigenden dünnen Spiralrohren vermieden. Das in der Heizſchlange erwärmte Waſſer tritt bei *d* aus, ſteigt in die Höhe und wird bei *e* in die in dem Speiſewaſſerbehälter *f* eingebaute Wärmeſchlange eingeführt. Infolge der Ab-

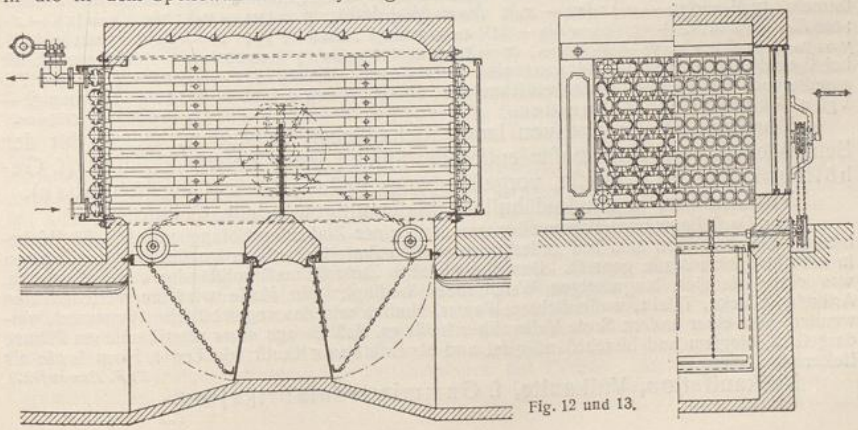


Fig. 12 und 13.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kühlung ſinkt das Waſſer wieder zurück und tritt bei *g* aus, um der im Fuchs angeordneten Heizſchlange wieder zuzufließen, wo der Eintritt bei *h* erfolgt. Das Waſſer kreiſt alſo fortwährend und überträgt dabei die Wärme der Fuchsgaſe an das Keſſelſpeiſewaſſer. Der im Speiſewaſſerbehälter ſich bildende Schlamm oder Keſſelſtein kann leicht beſeitigt werden. Da die in den Wärmeſchlangen kreiſende Waſſermenge zeitweiſe ergänzt werden muß, ſo iſt bei *e* eine vom Dampfdom ausgehende Dampfleitung angeſchloſſen. Durch Kondenſation des Dampfes wird das notwendige Erſatzwaſſer erzeugt.

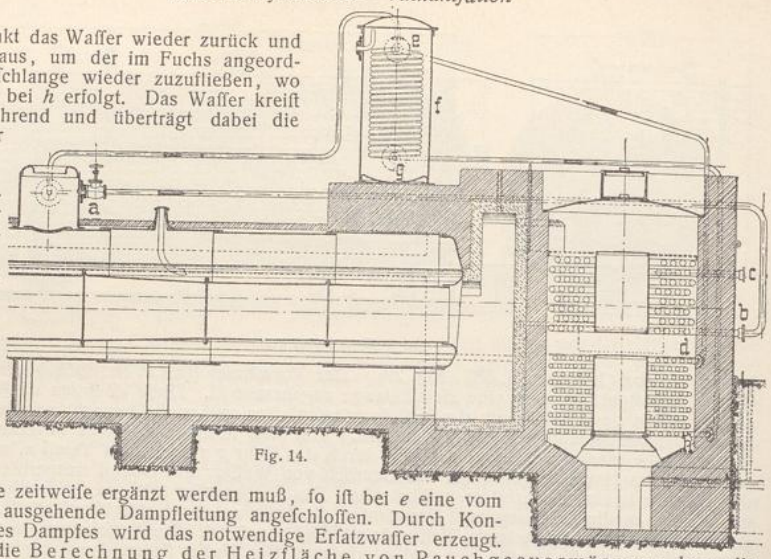
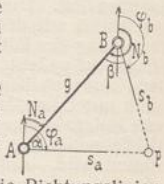


Fig. 14.

Für die Berechnung der Heizfläche von Rauchgasvorwärmern kann die S. 685 für Ueberhitzer gegebene Gleichung 1 benutzt werden, wenn T_1 und T_2 die Gastemperaturen vor bezw. hinter dem Vorwärmer und t_1 bezw. t die Waſſertemperaturen bei Austritt aus, bezw. beim Eintritt in den Vorwärmer bedeuten; dabei iſt $Q = D\,(t_1 - t)$ zu ſetzen. Für k wähle man bei reinen Heizflächen 10 bis 15. Als gegeben ſind T_1 und t anzuſehen. Es iſt dann entweder T_2 oder t_1 anzunehmen, worauf ſich der noch fehlende vierte Wert aus der S. 686 für Ueberhitzer gegebenen Gleichung 3 berechnen läßt.

Der Einbau eines Vorwärmers in den Fuchs einer Keſſelanlage empfiehlt ſich gewöhnlich nur dann, wenn die Gaſe an dieſer Stelle noch eine verhältnismäßig hohe Temperatur (300° und darüber) beſitzen. Bei richtiger Bemeſſung und Anordnung des Vorwärmers iſt dann eine Erwärmung des Speiſewaſſers bis zu 120 und 130° möglich. Die zu erzielende Kohlenerſparnis fällt dementſprechend bedeutend aus, doch erfordern die in den Fuchs einzubauenden Vorwärmer gewöhnlich größere Anlage- und Unterhaltungskoſten als Abdampfvorwärmer. Bei Neuanlagen iſt es meiſt zweckmäßiger, die beabſichtigte Ausnutzung der Keſſelgaſe durch reichliche Bemeſſung der Keſſelheizfläche zu erreichen; bei vorhandenen überlaſteten Keſſelanlagen kann dagegen der Einbau von Vorwärmern recht nützlich werden. — Literatur ſ. unter Dampfkeſſel. *O. Herre.*



Vorwärtsabſchneiden, Vorwärtseinſchneiden, Methode der trigonometriſchen Punktbeſtimmung. Durch den Schnitt von zwei Richtungslinien *A—P* und *B—P*, die von zwei Punkten *A* und *B* ausgehen, wird ein dritter Punkt *P* beſtimmt.

Bei der graphiſchen Löſung auf dem orientierten Meßtiſch werden die Richtungslinien unmittelbar ausgezogen, ſ. Meßtiſchaufnahme, Bd. 6, S. 394. — Bei der rechneriſchen Löſung ergeben ſich für den einfachen Fall der Figur mit den auf *A* und *B* gemeſſenen Winkeln α und β, falls die Koordinaten $y_a\,x_a$ und $y_b\,x_b$ gegeben ſind, folgende Rechenformeln $\operatorname{tg} N_a = (y_b - y_a) : (x_b - x_a)$; $N_b = N_a \pm 180°$; $g = (y_b - y_a) : \sin N_a = (x_b - x_a) : \cos N_a$. $\varphi_a = N_a + \alpha$; $\varphi_b = N_b - \beta$; $s_a = g \sin\beta : \sin(\alpha + \beta)$; $s_b = g \sin\alpha : \sin(\alpha + \beta)$; $y = y_a + s_a \sin\varphi_a = y_b + s_b \sin\varphi_b$, $x = x_a + s_a \cos\varphi_a = x_b + s_b \cos\varphi_b$. — Weiteres ſ. die bei Geodäſie unter [4]—[10] genannten Lehrbücher. Wegen der Anwendung in der Triangulierung, mehrfaches Vorwärtseinſchneiden, Ausgleichung u. ſ. w. ſ. Triangulierung. — Vgl. a. Rückwärtseinſchneiden. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Vorwerk, 1. Gruppe von landwirtſchaftlichen Gebäuden, welche für den Betrieb eines vom Hauptbeſitz entfernten Stück Landes notwendig ſind (ſ. Gehöfteanlagen); 2. Vorfeſte, vorgeſchobenes Feſtungswerk (ſ. Feſtungsbau).

Vulkanfiber, in amyloidähnliche Maſſe umgewandelte Celluloſe.

Zur Darſtellung wird Baumwollepapier mit einer Zinkchloridlöſung von 65—75 Bé behandelt, bis die Faſern zum Teil gallertig verquollen ſind; hierauf werden die Blätter zuſammen in eine kompakte Maſſe gepreßt. Das überſchüſſige Zinkſalz muß vollſtändig entfernt werden, was einen ziemlich langwierigen Waſchprozeß bedingt. Die Maſſe wird zu verſchiedenen Artikeln, Blocks, Tafeln, waſſerdichtem Papier, ähnlich wie das vegetabiliſche Pergament, verwendet. Von einer andern Sorte Vulkanfiber heißt es, daß ſie aus einer amerikaniſchen Pflanze dargeſtellt, biegſam und hitzebeſtändig ſei und als Erſatz von Kautſchuk, Leder, Horn ſowie als Iſoliermittel diene. *T. F. Hanauſek.*

Vulkaniſation, Vulkanite, ſ. Gummiwarenfabrikation.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

W

in der Chemie Zeichen für Wolfram; in der Elektrotechnik = Watt.

Wachs, Wachsarten, ein Sammelbegriff für verschiedene Produkte aus den drei Naturreichen, die in gewissen physikalischen Eigenschaften eine Aehnlichkeit zeigen. Wirkliche Wachsarten, die von den Fetten durch den Mangel an Triglyceriden sich unterscheiden und hauptsächlich aus den Fettsäureestern einatomiger Alkohole der Fettreihe bestehen, liefern nur das Pflanzen- und das Tierreich; ersteres das Carnauba- und das Palmwachs, letzteres das Bienenwachs und das sogenannte Insektenwachs. Auch der Walrat und mehrere Trane gehören nach der chemischen Zusammensetzung zu den Wachsarten, besitzen aber von diesen verschiedene physikalische Eigenschaften.

Im Handel und in der Technik versteht man unter Wachs (im engeren Sinne) immer nur das Bienenwachs, das als rohes oder gelbes Wachs (Cera flava) in kuchenartigen Scheiben in den Handel kommt. Gelbes Wachs ist orange- oder bräunlichgelb, in der Kälte spröde, besitzt einen honigartigen Geruch, eine körnige, matte Bruchfläche, ein spez. Gew. von 0,963 bis 0,967, erweicht in der Hand zu einer plastischen Masse und schmilzt bei 63—64,5° zu einer öligen, gelbroten oder braunen Flüssigkeit. Es ist in Wasser gar nicht löslich, in kaltem Alkohol nur zum geringsten Teile; dagegen wird es von siedendem Alkohol (300 Teilen) nach längerer Einwirkung vollständig gelöst; andre Lösungsmittel sind warmer Aether, Chloroform, Terpentinöl und Benzol. Beim Erkalten der Alkohollösung wird das Wachs in Form eines fast weißen Kristallbreies abgeschieden. Heller gefärbtes Rohwachs stammt von jungen Stöcken und heißt Jungferwachs. Befinden sich die Bienenstöcke in der Nähe von Nadelwaldungen, so sammeln die Bienen auch von den Nadelbäumen das Rohmaterial. Das Wachs enthält in diesem Falle auch harzige Körper und heißt Pechwachs (nicht zu verwechseln mit dem Vorwachs, Stopfwachs oder Propolis, welches fast nur aus Harz von den Knospendecken der Bäume besteht und zum Verstopfen der Fugen im Innern der Bienenkörbe dient). Wachs von ungefüllten (honiglosen) Waben nennt man Windwachs. Besondere Wachsarten von grauer, grüner oder schwarzer Farbe, die sich mitunter im Handel vorfinden, sollen von andern Bienenarten stammen. Nach den Produktionsländern unterscheidet man österreichisches, ungarisches, deutsches, russisches, polnisches, rumänisches, türkisches, ferner französisches und amerikanisches Wachs. Durch entsprechende Reinigungs- und Bleichungsverfahren wird das Rohwachs in weißes Wachs (Cera alba und albissima) umgewandelt. Nach dem alten, noch vielfach geübten Verfahren wird das gelbe Wachs in einem viereckigen Kessel geschmolzen und auf eine gekühlte, langsam gedrehte Walze fließen gelassen. Darauf erstarrt es zu dünnen Bändern (Bandwachs), welche abgenommen und auf gespannter Leinwand oder auf Stäbchensieben in der Sonne unter fleißigem Begießen mit Wasser gebleicht werden. Hierauf wird das Wachs wieder umgeschmolzen, neuerdings gebändert und schließlich in Formen zu Scheiben, Tafeln oder Zylindern u. s. w. gegossen. Die Bleiche währt gewöhnlich 3—5 Wochen. Eine Beschleunigung des Bleichprozesses kann durch Zusatz von Terpentinöl vor der Bänderung erzielt werden. Eine Bleichung mittels chemischer Mittel (z. B. mit Chlor, Kaliumchlorat und Salzsäure, Permanganat) ist nach Benedikt nicht empfehlenswert, weil die Qualität des Wachses darunter leidet. Besser ist die Entfärbung mit Tierkohle. Weißes Wachs ist rein weiß (in der ersten Sorte) oder schwach gelblich gefärbt, geruch- und geschmacklos, wie Alabaster durchscheinend, härter, spröder und brüchiger als gelbes Wachs, von dem es sich auch durch den glatten Bruch unterscheidet; in warmem Aether löst es sich leicht und vollständig, in warmem Alkohol löst sich dagegen nur ein Bestandteil, die Cerotinsäure, die im Gemische mit dem Myricin (Palmitinsäure-Myricyläther, 86 %) das Wachs zusammensetzt. Da das Bienenwachs sehr häufig gefälscht wird und sogar den Bienen künstliche, aus Ceresin verfertigte Waben (bezw. die gemeinsamen Mittelwände derselben) in die Stöcke eingesetzt werden, so ist reines Bienenwachs ziemlich schwer erhältlich und eine systematische Wachsprüfung erforderlich. Verfälschungen mit Ceresin, Paraffin und Stearinsäure, Carnaubawachs, Japanwachs, Talg sind nicht selten. Talg wird überhaupt sehr häufig (ohne

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fälschungsabsicht) zugesetzt, um die Brüchigkeit des Wachses zu vermindern. Zur Charakterisierung reinen Wachses dient die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und die Hüblsche Probe. — Das spez. Gew. des gelben Wachses beträgt bei 15° C. 0,962—0,966, des weißen 0,965—0,973 (Schädler), der Schmelzpunkt 62—64°, die Verseifungszahl 95—107, Aetherzahl 75, Säurezahl 20. Die Hüblsche Probe beschreibt Benedikt folgendermaßen: 3—4 g Substanz werden mit 20 cbcm 95%igen Alkohols bis zum Schmelzen erwärmt und unter Schütteln und, wenn nötig, unter neuerlichem Erwärmen mit Halbnormalkalilauge titriert. Man berechnet nun die Säurezahl des Wachses, d. h. die Anzahl Milligramme Kalihydrat, welche zur Abättigung der in 1 g Wachs enthaltenen Cerotinsäure nötig ist, läßt noch 20 cbcm der titrierten Kalilauge nachfließen, erwärmt 45 Minuten auf dem kochenden Wasserbade und titriert mit Halbnormalsalzsäure zurück, wodurch man die Aetherzahl ermittelt, das ist die zur Verseifung des in 1 g Wachs enthaltenen Palmitinmyricyläthers notwendige Anzahl Milligramme Kalihydrat. — Einfachere praktische Prüfungen auf Reinheit des Wachses sind folgende: Die Lösung in Chloroform muß klar sein und darf nach dem Erwärmen keinen Bodensatz hinterlassen. Kocht man 1 g Wachs mit 10 cbcm Wasser und 3 g Natriumkarbonat und läßt hierauf erkalten, so sammelt sich das Wachs über der Flüssigkeit. Ist letztere milchig trübe und undurchsichtig, so ist das Wachs mit Stearinsäure oder mit Japanwachs verfälscht; eine klare Flüssigkeit zeigt reines Wachs an. Um Fett nachzuweisen, löst man in Aether auf und nimmt von der obersten Schicht mit einem Glasstab einen Tropfen ab; bringt dieser auf weißem Schreibpapier einen Fleck hervor, der auch nach 20 Minuten nicht verschwindet, so ist das Wachs mit Fett gemischt. (Vgl. Benedikt-Ulzer, Analyse u. s. w., S. 901 ff.) Bienenwachs wird zur Herstellung von Kerzen (für Kirchen), zum Glänzendmachen des Holzes, zur Appretur von Geweben, zu Salben, Pflastern, zu Wachspapier, zum Tränken des Meerschaumes, zur Nachahmung von Blüten (Myrtenblüten), zu Schmiermitteln u. s. w. verwendet. *T. F. Hanausek.*

Wachsbüchse, Fangwerkzeug beim Tiefbohren (s. d.)

Wachsfarben, zu matten Anstrichen dienende, im Innern von Gebäuden benutzte, stark Terpentinöl enthaltende, mit Wachspaste vermischte Oelfarben.

Wachsperlen, s. Fischperlen.

Wachstuchfabrikation. Wachstuch wird hergestellt, indem Leinölfirnisse, mit Farbstoffen vermengt, wiederholt auf ein Gewebe aufgetragen werden, bis sich eine Schicht auf dem Gewebe gebildet hat. Durch Abschleifen der Fläche erzielt man ein glattes, durch Einpressen von Ledernarben ein lederähnliches Aussehen. Als Gewebe werden hauptsächlich solche aus Baumwolle in verschiedenen Stärken, von Gazemull bis Segeltuch, verwendet.

Literatur: Eßlinger, Fabrikation des Wachstuchs, Wien 1906.

Wachwitz-Metall, s. Plattieren, Bd. 7, S. 157.

Wad, Mineral, wasserhaltiges Mangansuperoxyd und -oxydul von schwankender Zusammensetzung.

Derb, knollig, schuppig, erdig. Braun bis schwarz, schwach metallglänzend bis matt, Strich glänzend; undurchsichtig, abfärbend, weich, mild (spröde Arten Härte 3), oft sehr porös und auf Wasser kurze Zeit schwimmend. Spez. Gew. 2,3—3,0. Vielleicht durch Veränderung (Verwitterung) aus Psilomelan entstanden. Verwendung wie Braunstein. *Leppla.*

Wärme, eine Form der Energie und als solche dem Prinzip von der Erhaltung der Energie unterworfen (s. Energie, Bd. 3, S. 449), so daß die Wärme durch andre Energieformen erzeugt und wieder in diese verwandelt werden kann (vgl. Wärmetheorie, Wärmemotoren u. s. w.). Als Wärmeeinheit wird in der Regel die Kalorie, d. h. diejenige Wärmemenge gewählt, welche nötig ist, um 1 kg reinen Wassers unter 1 Atmosphäre Druck von 0° auf 1° C. zu erwärmen (andre Definitionen s. Kalorie, Bd. 5, S. 301). Die mechanische Arbeit (Bd. 1, S. 267), durch welche eine Wärmeeinheit erzeugt werden kann, heißt das mechanische Wärmeäquivalent (s. S. 809). Die Wärme kann von einem Körper auf einen andern übergehen, was sich am Uebergang der Wärmewirkungen zeigt. Je nachdem der Wärmeübergang durch Vermittlung andrer Teilchen der gewöhnlichen Materie (durch Berührung) oder ohne diese erfolgt (vgl. Aether, Bd. 1, S. 92), spricht man von Wärmeleitung oder von Wärmestrahlung (s. d.). Ein Körper *A* heißt wärmer oder von höherer Temperatur als ein Körper *B*, wenn bei gegenseitiger Berührung ein Wärmeübergang von *A* nach *B* stattfindet (Näheres s. Temperatur). Ueber Flüssigkeitswärme, Verdampfungswärme, Gesamtwärme, Dampfwärme, Erzeugungswärme, Schmelzwärme, Latente Wärme, Spezifische Wärme, Kompressionswärme u. s. w. s. unter diesen Stichworten.

Ueber das Wesen der Wärme wurden im Laufe der Zeit sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Vor Erkenntnis der Aequivalenz von Wärme und Arbeit hielt man sie meist für einen Stoff [1], [6], während sie jetzt fast allgemein für eine Bewegungsenergie gilt

[2], [3], [5], [8] u. ſ. w. (lebendige Kraft, kinetiſche Energie, ſ. Bd. 3, S. 449), deren Träger natürlich ſo klein ſein müſſen, daß ſie für uns unſichtbar bleiben. Das Wärmegefühl iſt nach dieſer Annahme die Empfindung der Bewegung von Teilchen, welche auf unſre Nerven wirken. Warm und kalt unterſcheiden ſich nur durch die größere oder geringere lebendige Kraft dieſer Bewegung. Abſolut kalt würde ein Körper dann ſein, wenn ſeine Wärmebewegung vollſtändig aufhörte. Dieſer abſolute Nullpunkt der Temperatur liegt nach bisherigen Ermittlungen bei —273° C. (vgl. Temperatur). Im Gegenſatze zu dieſen Anſchauungen betrachtete z. B. Robert Mayer, der Entdecker des mechaniſchen Wärmeäquivalents und des Prinzips von der Erhaltung der Energie, die Frage nach dem Weſen der Wärme als eine offene [9], S. 28, 266, 389 (abgeſehen von der ſtrahlenden Wärme), wie ſie auch für die meiſten und wichtigſten Unterſuchungen auf den Gebieten der heutigen Wärmetheorie unweſentlich iſt. In der Technik gewann die Anſicht von der Bewegungsnatur der Wärme nur inſofern Einfluß, als manche gebräuchliche Beziehungen für gasförmige Körper (Bd. 4, S. 277, 279, Bd. 5, S. 712) und der phyſikaliſchen Chemie unter Mitverwendung der kinetiſchen Theorie erhalten wurden.

Literatur: [1] Gehler, Phyſikaliſches Wörterbuch, X, Leipzig 1841 (Art. Wärme, S. 52 bis 1179). — [2] Redtenbacher, Das Dynamidenſyſtem, Mannheim 1857. — [3] Clauſius, Ueber die Art der Bewegung, welche wir Wärme nennen, Poggendorffs Annalen 1857, C, S. 353 (auch Abhandlungen II, Braunſchweig 1867, S. 227, und Die mechaniſche Wärmetheorie III, Braunſchweig 1889—91, S. 1). — [4] Verdet, Exposé de la théorie mécanique de la chaleur, Paris 1863. — [5] Tyndal, Heat considerad as a mode of motion, London 1863 (deutſch von Helmholtz und Wiedemann, Braunſchweig 1894). — [6] Reis, Das Weſen der Wärme, Leipzig 1865. — [7] Maxwell, Theory of heat, London 1871 (deutſch von Auerbach, Breslau 1877). — [8] Berthold, Rumford und die mechaniſche Wärmetheorie, Heidelberg 1875. — [9] Mayer, R., Die Mechanik der Wärme in geſammelten Schriften, Stuttgart 1893. — [10] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894. — [11] Duhem, Les théories de la chaleur, Revues des deux mondes 1895, CXXIX, S. 869, und CXXX, S. 380, 851. — [12] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896. — [13] Mach, Die Prinzipien der Wärmelehre, Leipzig 1896. — [14] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, Bd. 2, 2. Abt., Von der Wärme, Braunſchweig 1898. — [15] Weinſtein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I und II, Braunſchweig 1901 und 1903. — [16] Helmholtz, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1903. — [17] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905. — [18] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906. — S. a. Kalorie, Wärmeäquivalent, Temperatur, Wärmetheorie, mechaniſche, und die andern obenerwähnten Stichworte.

Weyrauch.

Wärme, ſpezifiſche, ſ. Spezifiſche Wärme.

Wärmeäquivalent, mechaniſches. Der erſte Hauptſatz der mechaniſchen Wärmetheorie (ſ. S. 815), der einen ſpeziellen Fall des Prinzips von der Erhaltung der Energie (Bd. 3, S. 449) darſtellt, ſagt aus: In allen Fällen, in welchen durch Wärme Arbeit entſteht, wird eine der erzeugten Arbeit proportionale Wärmemenge verbraucht, und umgekehrt kann durch Verbrauch einer ebenſo großen Arbeit dieſelbe Wärmemenge erzeugt werden [7], S. 120, [24], S. 14. Bezeichnen alſo Q eine Wärmemenge und L die entſprechende Arbeit, ſo hat man:

$$L = WQ, \qquad Q = AL,$$

worin $W = 1/A$ eine vom Material der in Frage kommenden Körper wie von der Art der Arbeitsleiſtung und Wärmeerzeugung vollſtändig unabhängige Konſtante bedeutet. Die vorſtehende, zuerſt von Robert Mayer (1842) erkannte Beziehung, welche durch zahlreiche Verſuche und ſonſtige Erfahrungen Beſtätigung fand, wird das Geſetz von der Aequivalenz von Wärme und Arbeit genannt. W heißt das mechaniſche Aequivalent der Wärme (mechaniſches Wärmeäquivalent), es iſt der Wert einer Wärmeeinheit in Arbeitseinheiten, A heißt das kaloriſche Aequivalent der Arbeit (kaloriſches Arbeitsäquivalent), es iſt der Wert einer Arbeitseinheit in Wärmeeinheiten.

Werden Q in Kalorien (Bd. 5, S. 301) und L in Meterkilogramm (Bd. 1, S. 267) gemeſſen, ſo pflegt man auf Grund der Verſuche von Joule [2], [7] und der Berechnung nach Mayer [1], [11], S. 29, 55, 281, [3], S. 281, [24], S. 14, 150, zu ſetzen:

$$W = 424, \qquad A = 1/424.$$

Eine Kalorie Wärme entſpricht hiernach 424 mkg Arbeit, während 1 mkg Arbeit 1/424 Kal. Wärme äquivalent iſt, und allgemein gilt:

$$L = 424\,Q \text{ mkg}, \qquad Q = \frac{1}{424} L \text{ Kal}.$$

Anſtatt der Zahl 424 werden häufig 425, 426, 427 bis etwa 430 empfohlen, doch iſt 424 in wichtigen techniſchen Tabellen verwendet, deren Neuberechnung angeſichts der Verſchiedenheit neuerer Werte von W verfrüht wäre. Zuſammenſtellungen verſchiedener Ermittlungen des mechaniſchen Wärmeäquivalentes ſ. [6], [12], S. 206, [15], S. 414.

In der Phyſik wird das mechaniſche Wärmeäquivalent meiſt im abſoluten Maße angegeben (ſ. Abſolutes Maßſyſtem, Bd. 6, S. 327). Nach Winkelmann, [26], S. 561, wäre auf Grund der bis jetzt vorliegenden beſten Meſſungen die 15°-Grammkalorie (Bd. 5, S. 301) gleich $4{,}18161 \cdot 10^7\,Erg$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Da 1 kg = 1000 g und $1\,Erg = \frac{1}{g \cdot 10^7}$ mkg, wenn g die Acceleration des freien Falles in Metern bedeutet, ſo folgt daraus die 15°-Kilogrammkalorie:

$$W = \frac{4181{,}61}{g} \text{ mkg},$$

alſo beiſpielsweiſe für Berlin (geographiſche Breite 52°, 30′) mit $g = 9{,}8123$ m:

$$W = 426{,}62 \text{ mkg},$$

und für München (geographiſche Breite 48°, 9′) mit $g = 9{,}8077$ m:

$$W = 426{,}82 \text{ mkg},$$

während dem gebräuchlichen Mittelwerte $g = 9{,}81$ m entſpricht

$$W = 426{,}72 \text{ mkg}.$$

Da von Winkelmann und andern die ſpezifiſche Wärme des Waſſers bei konſtantem Drucke für Temperaturen t in der Nähe von 15° (etwa von 6 bis 35°) geſetzt wird [26], S. 553, 560:

$$c_t = c_{15}\,[1 - 0{,}00026\,(t - 15°)],$$

ſo hätte man das Wärmeäquivalent bei 15° mit $\frac{c_t}{c_{15}} = 1 - 0{,}00026\,(t - 15)$ zu multiplizieren, um ſeinen Wert bei $t°$ zu erhalten, und das Wärmeäquivalent bei $t°$ mit $\frac{c_{15}}{c_t} = \frac{1}{1 - 0{,}00026\,(t - 15)}$ zu multiplizieren, um ſeinen Wert bei 15° zu erhalten.

Literatur: [1] Mayer, Robert, Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur, Annalen der Chemie und Pharmacie 1842, S. 233 (auch [13], S. 23). — [2] Joule, On the mechanical equivalent of heat, Philosophical Transactions 1850, CXL, S. 61 (auch [9], S. 87). — [3] Perſon, Note sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Compt. rend. 1854, XXXIX, S. 1131. — [4] Hirn, Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Colmar 1858 (ſ. a. Bericht von Clauſius, Fortſchritte der Phyſik 1855, XI, S. 21, und Hirn, Théorie mécanique de la chaleur, I, Paris 1865, S. 54). — [5] v. Baumgartner, Das mechaniſche Aequivalent der Wärme und ſeine Bedeutung in den Naturwiſſenſchaften, Dingl. Polyt. Journ. 1856, CXLI, S. 191; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1857, I, S. 46, 64 (nach dem Almanach der Wiener Akademie, 6. Jahrg.). — [6] Fortſchritte der Phyſik, herausgeg. von der phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Berlin, 1858, S. 351; 1869, S. 464; 1885, S. 21. — [7] Clauſius, Abhandlungen über die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1864, S. 120. — [8] Violle, Sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Annales de chimie et de physique 1870, XXI, S. 64. — [9] Joule, Das mechaniſche Wärmeäquivalent, deutſch von Spengel, Braunſchweig 1872. — [10] Joule, New determination of the mechanical equivalent of heat, Philosophical Transactions 1878, CLXIX, S. 365. — [11] Sahulka, Beſtimmung des mechaniſchen Aequivalents der Wärme aus der Wärmeſtrahlung, Wiedemanns Annalen 1890, XLI, S. 748. — [12] Micelescu, Sur la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur, Annales de chimie et de physique 1892, XXVII, S. 202. — [13] Mayer, R., Die Mechanik der Wärme in Geſammelten Schriften, Stuttgart 1893, S. 29, 55, 235, 281 u. ſ. w. — [14] Kleinere Schriften und Briefe von Robert Mayer, Stuttgart 1893, S. 108, 173, 258 u. ſ. w. — [15] Griffith, The value of the mechanical equivalent of heat, Philosophical Transactions 1893, A, CLXXXIV, S. 361 (Korrektur ſ. Wied. Ann., Beiblätter 1894, S. 646); ſ. a. Proceedings of the Royal Society 1897, LXI, S. 479. — [16] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 369, 503. — [17] Waldner & Mallory, A Comparison of Rowlands mercury thermometers with the Griffith Platinum thermometer, Philosophical Magazine 1897, XLIV, S. 165. — [18] Day, A recalculation of Rowlands value of the mechanical equivalent of heat in terms of the Paris hydrogen-thermometer, Philosophical Magazine 1897, XLIV, S. 169; ſ. a. 1898, XLVI, S. 1. — [19] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, Bd. 2, 2. Abt., Braunſchweig 1898. — [20] Ames, L'équivalent mécanique de la chaleur, Rapports au Congrès de physique, Paris 1900. — [21] Warburg, Referat über die Wärmeeinheit (an die Naturforſcherverſammlung zu München 1899), Leipzig 1900, S. 17. — [22] Barnes, On the capacity for heat of water between the freezing and boiling-points, together with a determination of the mechanical equivalent of heat in terms of the international electrical units, Philosophical Transactions 1902, A, CIC, S. 149. — [23] Dieterici, Ueber die Flüſſigkeitswärme des Waſſers und das mechaniſche Wärmeäquivalent, Annalen der Phyſik 1905, XVI, S. 611. — [24] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 12, 150. — [25] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 175. — [26] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 537.

Weyrauch.

Wärmediagramm, ſ. Wärmetheorie; vgl. Kreisprozeß, Nullkurve.

Wärmeeffekt, abſoluter, ſpezifiſcher, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 281.

Wärmeeinheit, ſ. Wärme, S. 808, und Kalorie, Bd. 5, S. 301.

Wärmegewicht, ſ. Wärmetheorie und Entropie; vgl. Clauſiusſcher Grundſatz und Energie.

Wärmekapazität, ſ. Spezifiſche Wärme; vgl. Raumkapazität.

Wärmeleitung, -übergang, -ſtrahlung, die Wärmefortpflanzung durch Leitung, Berührung oder Strahlung.

Iſt λ die Wärmeleitungszahl, d. h. die Anzahl Wärmeeinheiten, die ſtündlich von 1 qm Querſchnitt des Stoffes zu einem andern, 1 m entfernten gleichgroßen Querſchnitt bei 1° Temperaturdifferenz der Flächen übertreten, ferner F der Querſchnitt in Quadratmetern und l die Länge in Metern des Wärmeleiters, ſo iſt bei den Temperaturen t_1 bezw. t_2 der Endquerſchnitte die in z Stunden hindurchtretende Wärmemenge $Q = \lambda \frac{F}{l} z\,(t_1 - t_2)$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Iſt α die Wärmeübergangszahl, d. h. die Anzahl Wärmeeinheiten, die ſtündlich bei 1 qm Berührungsfläche der beiden Stoffe und 1° Temperaturdifferenz übertreten, ferner F die Berührungsfläche in Quadratmetern, t bezw. τ die Temperaturen der beiden Stoffe an den Berührungsflächen, ſo iſt die in z Stunden von einem zum andern Stoff übertretende Wärmemenge $Q = \alpha F z (t - \tau)$.

Iſt C die Strahlungszahl, ſo ſtrahlt ein Körper von der Oberfläche F in Quadratmetern und der gleichmäßigen Temperatur t an gegenüberliegende Flächen von der Temperatur τ in z Stunden nach Stefan-Boltzmann die Wärmemenge $Q = C F z \left[\left(\frac{273+t}{100}\right)^4 - \left(\frac{273+\tau}{100}\right)^4\right]$ oder angenähert (nach Roſetti) $Q = C_1 F z \left[\left(\frac{273+t}{100}\right)^2 - 1{,}9\right](t - \tau)$.

Die Koeffizienten λ, α, C, C_1 ſ. in [1]; λ hängt von der Natur des leitenden Stoffes, α von der Natur der ſich berührenden Stoffe und — bei Flüſſigkeiten und Gaſen — vom Bewegungszuſtand, C bezw. C_1 von der Beſchaffenheit der Strahlungsoberfläche ab. — Weitere techniſche Fälle der Wärmeübertragung enthält [1]; vgl. a. Dampfkeſſelberechnung.

Literatur: [1] „Hütte", des Ingenieurs Taſchenbuch, 1908, Abt. I, S. 305 ff. *O. Herre.*

Wärmelückenbleche, Stoßlückeneiſen oder Wärmeplättchen, auch Temperaturbleche, ſ. Oberbau, Bd. 6, S. 702, Oberbaugeräte, S. 725 (17).

Wärmemeſſung, ſ. Geothermik, Kalorimeter, Meereswärme, Pyrometer, Thermometer.

Wärmemotoren oder Thermodynamiſche Maſchinen ſind Kraftmaſchinen (ſ. Maſchinen, Bd. 6, S. 308), durch welche Wärme in mechaniſche Arbeit (Bd. 1, S. 267, 102) verwandelt wird. Es gehören hierher die Dampfmaſchinen, Heißluftmaſchinen, Gasmotoren, Erdölmotoren u. a. Da alle dieſe Maſchinen in beſonderen Artikeln zu behandeln ſind, ſo haben wir hier nur über Wärmemotoren im allgemeinen zu ſprechen.

Jedem Wärmemotor liegt die Abſicht zugrunde, irgendeinen Körper — in praktiſchen Fällen ſtets eine tropfbare oder gasförmige Flüſſigkeit, welche Arbeitsflüſſigkeit genannt wird — Kreisprozeſſe (ſ. d.) oder ſonſtige Zuſtandsänderungen (ſ. d.) derart durchlaufen zu laſſen, daß dabei mehr Wärme zugeführt als entzogen wird, und der Ueberſchuß, ſoweit möglich, zu nützlicher Arbeit dient. Die Verwendung von Flüſſigkeiten, und nicht etwa von feſten Körpern, als vermittelnde Körper (ſ. d.) iſt darin begründet, daß die tropfbaren Flüſſigkeiten bei der Verdampfung, die gasförmigen bei der Erwärmung große Volumenänderungen erleiden können, womit die Möglichkeit großer Arbeitsleiſtungen bei verhältnismäßig kleinen Werten der zu überwindenden Kräfte und damit der Materialbeanſpruchungen gegeben iſt (Arbeit = Kraft × Weg, Bd. 1, S. 267). Bei geſchloſſenen Wärmemotoren wird dieſelbe Arbeitsflüſſigkeit wiederholten Kreisprozeſſen unterworfen und nur für unbeabſichtigte Verluſte (infolge unvollkommener Dichtungen u. ſ. w.) Erſatz von außen eingeführt; offene Wärmemotoren dagegen ſtoßen die Arbeitsflüſſigkeit periodiſch ins Freie aus, ſo daß ſie immer wieder erneuert werden muß. Die Wärmezufuhr der Wärmemotoren erfolgt von einer Feuerung aus, in welcher chemiſche Energie in Wärme umgeſetzt wird (ſ. Brennſtoffe, Feuerungsanlagen). Man hat eine offene Feuerung oder eine geſchloſſene Feuerung (auch äußere oder innere Feuerung genannt), je nachdem die gasförmigen Verbrennungsprodukte direkt ins Freie entſtrömen oder einen Teil der Arbeitsflüſſigkeit ausmachen. Im erſten Falle iſt die Feuerung durch eine Heizfläche von der Arbeitsflüſſigkeit getrennt (wie bei den Dampfmaſchinen, Heißluftmaſchinen u. ſ. w.), im zweiten Falle findet eine ſolche Trennung nicht ſtatt (wie bei den Gasmotoren, Erdölmotoren u. ſ. w.). Ein geſchloſſener Wärmemotor hat notwendig eine offene Feuerung, da ſonſt die Arbeitsflüſſigkeit fortwährend zunehmen würde.

Arbeit, Effekt und Wirkungsgrad. [48], I, S. 87. Werden für einen beliebigen Wärmemotor in irgendeinem Zeitabſchnitt B Einheiten Brennſtoff (z. B. 1 kg oder 1 cbm) von je H Kalorien Heizwert verbraucht, ſo kommt doch ſtets nur ein Teil der Wärmemenge BH,

$$Q = \eta_b B H, \qquad 1.$$

als Wärmezufuhr in den Kreisprozeſſen oder ſonſtigen Zuſtandsänderungen der Arbeitsflüſſigkeit zur Verwendung, der Reſt wird infolge unvollkommener Verbrennung gar nicht erzeugt oder geht durch Leitung, Strahlung und mit den Verbrennungsprodukten davon. Da η_b hiernach um ſo größer ausfällt, je vorteilhafter der Brennſtoff ausgenutzt wird, je beſſer die Feuerung ihrem Zwecke entſpricht, ſo hat man das Verhältnis η_b der Wärmezufuhr zum Heizwert des verbrauchten Brennſtoffs den Wirkungsgrad des Brennſtoffs oder auch den Wirkungsgrad der Feuerung genannt. Er wird natürlich erhöht durch möglichſt vollkommene Verbrennung, Vermeidung von Wärmeverluſten und geeignete Verwendung ſonſt verloren gehender Wärme (Vorwärmung, Ueberhitzung u. ſ. w.). — Von der durch 1. ausgedrückten Wärmezufuhr Q wird nur ein Teil in äußere Arbeit verwandelt; dieſe kann durch Indikatordiagramme dargeſtellt werden (ſ. Indikator) und heißt deshalb die indizierte Arbeit L_i. Setzen wir:

$$A L_i = \eta_t Q = \eta_b \eta_t B H \qquad 2.$$

($1/A$ mechaniſches Wärmeäquivalent, ſ. d.), ſo wird das Verhältnis η_t des Wärmewerts der indizierten Arbeit zur Wärmezufuhr als thermiſcher Wirkungsgrad bezeichnet. Von der indizierten Arbeit ſchließlich wird ein Teil zur Ueberwindung von Widerſtänden in der Maſchine verbraucht, der Reſt dient als Nutzarbeit L (effektive Arbeit), wie ſie durch Bremsverſuche feſtgeſtellt werden kann (ſ. Bremſen, Dynamometer). Führt man ein:

$$A L = \eta_m A L_i = \eta_b \eta_t \eta_m B H, \qquad 3.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo wird das Verhältnis η_m der Nutzarbeit zur indizierten Arbeit der mechaniſche Wirkungsgrad genannt. Er wird erhöht durch Vermeidung unnötiger Arbeitsverluſte, durch ſorgfältige Unterhaltung und genügende Schmierung.

Die in indizierte Arbeit und Nutzarbeit verwandelten Wärmemengen

$$A L_i = \zeta B H, \qquad A L = \eta B H \tag{4.}$$

ſtehen nach 2. und 3. zum Heizwert des verbrauchten Brennſtoffs $B H$ in Verhältniſſen:

$$\zeta = \eta_b \eta_t, \qquad \eta = \eta_b \eta_t \eta_m, \tag{5.}$$

die als Produkte von zwei beziehungsweiſe drei echten Brüchen ſtets weit unter 1 liegen. Das Verhältnis η kann als reſultierender Wirkungsgrad oder Geſamtwirkungsgrad bezeichnet werden. Man hat es mitunter wirtſchaftlicher Wirkungsgrad genannt, was aber unzweckmäßig iſt, da die Wirtſchaftlichkeit eines Wärmemotors nicht nur von η abhängt (ſ. unten).

Indizierter Effekt N_i und Nutzeffekt N eines Wärmemotors heißen ſeine indizierte Arbeit und Nutzarbeit pro Sekunde (neuerdings auch vielfach indizierte Leiſtung und Nutzleiſtung, obwohl das Wort Leiſtung als allgemeinere Bezeichnung verfügbar bleiben ſollte, nicht nur für die Arbeitsleiſtung pro Sekunde). Bezeichnen beiſpielsweiſe L_i, L die ganze indizierte Arbeit und Nutzarbeit pro Kreisprozeß oder entſprechende Zuſtandsänderung in Meterkilogramm, und es finden in der Minute n ſolcher Arbeitsprozeſſe ſtatt, ſo hat man in Pferdeſtärken (Bd. 1, S. 268), zu 75 mkg pro Sekunde:

$$N_i = \frac{n}{60 \cdot 75} L_i, \qquad N = \frac{n}{60 \cdot 75} L. \tag{6.}$$

Bezeichnen dagegen L_i, L die indizierte Arbeit und Nutzarbeit pro Kilogramm Arbeitsflüſſigkeit in jedem Arbeitsprozeß, und es finden in der Minute n Arbeitsprozeſſe durch je G kg Arbeitsflüſſigkeit ſtatt, ſo ſind ausgedrückt:

$$N_i = \frac{G n}{60 \cdot 75} L_i, \qquad N = \frac{G n}{60 \cdot 75} L. \tag{7.}$$

Bedeuten ſchließlich G den ganzen ſtündlichen Verbrauch an Arbeitsflüſſigkeit in Kilogramm und L_i, L die indizierte Arbeit und Nutzarbeit von 1 kg derſelben, ſo folgen:

$$N_i = \frac{G L_i}{3600 \cdot 75}, \qquad N = \frac{G L}{3600 \cdot 75}. \tag{8.}$$

Werden pro Stunde B Einheiten Brennſtoff für die Maſchine verbraucht, ſo erhält man unmittelbar die Verhältniszahlen der in indizierte Arbeit und Nutzarbeit verwandelten Wärmemengen zum Heizwert des verbrauchten Brennſtoffs:

$$\zeta = 3600 \cdot 75 \frac{A N_i}{B H}, \qquad \eta = 3600 \cdot 75 \frac{A N}{B H}, \tag{9.}$$

worin die Brüche

$$b_i = \frac{B}{N_i}, \qquad b = \frac{B}{N} \tag{10.}$$

den ſtündlichen Brennſtoffverbrauch pro indizierte Pferdeſtärke und Nutzpferdeſtärke bedeuten. Iſt p der Preis für die Einheit Brennſtoff, ſo betragen die Brennſtoffkoſten pro Stunde für die indizierte Pferdeſtärke und Nutzpferdeſtärke:

$$k_i = \frac{B p}{N_i} = b_i p, \qquad k = \frac{B p}{N} = b p. \tag{11.}$$

Die Wirkungsgrade η_b, η_t, η_m, ζ, η können natürlich je nach Art, Größe und ſonſtigen Verhältniſſen der in Frage ſtehenden Maſchinen ſehr verſchieden ſein. Man hat ſie nach Möglichkeit zu heben geſucht und iſt dabei bis zum Anfang unſers Jahrhunderts mit gebräuchlichen Maſchinen in günſtigſten Fällen zu folgenden Geſamtwirkungsgraden η gelangt.

Anfangs des 18. Jahrhunderts (Savery) . . . . . $\eta = 0{,}003$
Vor Watt erreicht . . . . . $\eta = 0{,}01$
Anfangs des 19. Jahrhunderts . . . . . $\eta = 0{,}03$
Anfangs der ſechziger Jahre des letzteren [9], S. 259, 592 . . . . . $\eta = 0{,}05$
Anfangs des 20. Jahrhunderts bei Dampfmaſchinen . . . . . $\eta = 0{,}13$
(mit $B H = 4900$ Kalorien pro Stunde und Nutzpferd, z. B. 0,7 kg Steinkohle von 7000 Kalorien Heizwert pro Kilogramm)
Anfangs des 20. Jahrhunderts bei Kraftgasanlagen . . . . . $\eta = 0{,}13$
(Druckgasanlagen mit $B H = 4800$ Kalorien pro Stunde und Nutzpferd, z. B. 0,6 kg Anthrazit von 8000 Kalorien Heizwert pro Kilogramm)
Anfangs des 20. Jahrhunderts bei Petroleummotoren . . . . . $\eta = 0{,}20$
(mit $B H = 3200$ Kalorien pro Stunde und Nutzpferd, z. B. 0,32 kg Petroleum von 10000 Kalorien Heizwert pro Kilogramm)
Anfangs des 20. Jahrhunderts bei Leuchtgasmotoren . . . . . $\eta = 0{,}27$
(mit $B H = 2500$ Kalorien pro Stunde und Nutzpferd, z. B. 0,48 cbm Leuchtgas von 5000 Kalorien Heizwert pro Kubikmeter)
Anfangs des 20. Jahrhunderts bei Dieſelmotoren . . . . . $\eta = 0{,}30$
(mit $B H = 2150$ Kalorien pro Stunde und Nutzpferd, z. B. 0,215 kg Petroleum von 10000 Kalorien Heizwert pro Kilogramm).

Der Geſamtwirkungsgrad η der Wärmemotoren iſt alſo im 18. Jahrhundert von 0,003 auf 0,03, im 19. Jahrhundert von 0,03 auf 0,30, in beiden je auf das Zehnfache geſtiegen. Seither ſind weitere Verſchiebungen eingetreten und neue Motoren ausgebildet worden, insbeſondere Hochofengasmotoren, Spiritusmotoren, Sauggasanlagen, Dampfturbinen. Nehmen wir beiſpielsweiſe 1908 pro Nutzpferdeſtärke und Stunde an [56], S. 687, für eine vorzügliche Dampfmaſchine 0,65 kg Ruhrkohle von 7500 Kalorien, für eine gute Sauggasanlage 0,40 kg Anthrazit von 8000 Kalorien und für den Dieſelmotor 0,20 kg Rohöl von 10000 Kalorien Heizwert pro

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kilogramm, so folgen aus 9. für die Dampfmaschine $\eta = 0{,}13$, für die Sauggasanlage $\eta = 0{,}20$ und für den Dieselmotor $\eta = 0{,}32$. Zahlreiche Beispiele für die Berechnung der Wirkungsgrade ζ, η_i, η_m und die weitere Beurteilung der Wärmemotoren s. [48], Abschnitte III, V, VII, X.

Zu beachten ist, daß die obigen Werte von η verschiedenen Leistungen der angeführten Maschinen entsprechen. Da für eine bestimmte Maschinenart η im allgemeinen mit dem indizierten Effekt N_i wächst, so kann für eine bestimmte Leistung eine ganz andre Reihenfolge der η eintreten. Sodann bezieht sich η nur auf die Ausnutzung des dem verwendeten Brennstoff entsprechenden Heizwerts, während in wirtschaftlicher Beziehung auch der Preis dieses Brennstoffs sowie Anlagekosten, Raumbedürfnis, Warteperſonal, Kühlwasserverbrauch, Abnutzung der Maschine, Einfachheit des Betriebes, Raschheit der Ingangsetzung und Abstellung, Regulierbarkeit der Leistung, Verwendbarkeit von Nebenprodukten, bestehende Vorschriften und sonstige Verhältnisse in Betracht kommen können. Wären beispielsweise in den zu obigen η in Klammer angeführten Fällen zu bezahlen gewesen: pro Kilogramm Steinkohle $p = 2{,}5$ ₰, pro Kilogramm Anthrazit $p = 3$ ₰, pro Kilogramm Petroleum $p = 17$ ₰ und pro Kubikmeter Leuchtgas $p = 12$ ₰, so würden nach 11. die stündlichen Brennstoffkosten pro Nutzpferdestärke gewesen sein: für Dampfmaschinen $k = 0{,}7 \cdot 2{,}5 = 1{,}75$ ₰, für Kraftgasanlagen $k = 0{,}6 \cdot 3 = 1{,}8$ ₰, für Petroleummaschinen $k = 0{,}32 \cdot 17 = 5{,}4$ ₰, für Leuchtgasmaschinen $k = 0{,}48 \cdot 12 = 5{,}8$ ₰, für Dieselmotoren $k = 0{,}215 \cdot 17 = 3{,}7$ ₰, wonach Maschinen mit ungünstigen η doch günstigen Brennstoffkosten entsprechen können. Da aber auch die andern erwähnten Umstände mitsprechen, so läßt sich die zweckmäßigste Auswahl einer Maschinenart nur bei sachverständiger Beurteilung des einzelnen Falles treffen.

Disponible Arbeit und theoretischer Wirkungsgrad. [48], I, S. 91. Die bis jetzt angeführten Begriffe beziehen sich auf die tatsächlichen Verhältnisse eines Wärmemotors. Wenn es sich jedoch darum handelt, die Ausnutzung der Wärme bezüglich der Annäherung an das nach den Naturgesetzen theoretisch Erreichbare zu beurteilen, so kann dies nicht auf Grund der Wirkungsgrade ζ, η geschehen, weil diese das Verhältnis des Wärmewerts der indizierten Arbeit und Nutzarbeit zu einer Wärmemenge BH darstellen, von welcher ein Teil der Arbeitsflüssigkeit gar nicht zugeführt wird, und der andre nicht vollständig in Arbeit verwandelt werden kann [1], [48], I, S. 93.

Als disponible Arbeit L_d eines Wärmemotors für irgendeinen Zeitabschnitt bezeichnet man die Arbeit, welche innerhalb dieser Zeit von der Arbeitsflüssigkeit mit der ihr zugeführten Wärmemenge Q unter Einhaltung der vorgeschriebenen Bedingungen höchstens geleistet werden kann, die also für alle Verwendungen zusammen zur Verfügung steht. Die disponible Arbeit würde einer Maschine entsprechen, in welcher die Arbeitsflüssigkeit die günstigsten unter den angenommenen Bedingungen denkbaren Arbeitsprozesse durchliefe und ohne alle Verluste arbeitete. Eine solche vollkommene Maschine ist nicht möglich. Setzt man gleichwohl

$$A L_d = \eta_d Q, \tag{12.}$$

so heißt das Verhältnis η_d des Wärmewerts der disponiblen Arbeit zur Wärmezufuhr der disponible Wirkungsgrad. Der disponible Effekt N_d ist die disponible Arbeit pro Sekunde, er pflegt wie der indizierte Effekt N_i und Nutzeffekt N in Pferdestärken ausgedrückt zu werden, wobei nur in 6. bis 8. L_d an Stelle von L_i oder L zu setzen ist.

Führen wir weiter ein

$$A L_i = \eta_i A L_d = \eta_d \eta_i Q, \tag{13.}$$

so wird das Verhältnis η_i der indizierten Arbeit zur disponiblen Arbeit der indizierte Wirkungsgrad genannt. In $L_d - L_i$ hat man den Arbeitsverlust infolge der Unvollkommenheit des Prozesses, er beträgt pro Einheit der disponiblen Arbeit:

$$\eta_v = 1 - \frac{L_i}{L_d} = 1 - \frac{N_i}{N_d} = 1 - \eta_i. \tag{14.}$$

Der Vergleich von 2. und 13. ergibt für den thermischen Wirkungsgrad:

$$\eta_t = \eta_d \eta_i, \tag{15.}$$

von welcher Zerlegung in zwei Faktoren auch in 2., 3., 5. Gebrauch gemacht werden kann. In dem Verhältnis der Nutzarbeit zur disponiblen Arbeit

$$\xi = \frac{L}{L_d} = \frac{N}{N_d} = \eta_i \eta_m \tag{16.}$$

hat man eine Größe, welche sich um so mehr der Einheit nähert, je näher die wirkliche Maschine einer unter den gegebenen Bedingungen theoretisch vollkommenen kommt, weshalb ξ der theoretische Wirkungsgrad genannt wird (die auch vorkommende Bezeichnung thermodynamischer Wirkungsgrad ist neben der allgemein gebräuchlichen von η_t als thermischer Wirkungsgrad unzweckmäßig).

Auf Grund der Wirkungsgrade η_d, η_i, η_m, ξ lassen sich die Wärmemotoren bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit gegenüber den durch die Naturgesetze und gestellte Bedingungen gezogenen Grenzen beurteilen und die Ausnutzung der Wärmezufuhr Q mit der Ausnutzung der Energie in andern Motoren vergleichen. Vorbedingung ist natürlich die Kenntnis der disponiblen Arbeit L_d. Der Ausdruck derselben ist von der Art des Wärmemotors und den angenommenen Bedingungen abhängig. Allgemein kann jedoch gesagt werden, daß die Wärmezufuhr bei so hohen Temperaturen, die Wärmeentziehung bei so niederen Temperaturen der Arbeitsflüssigkeit stattzufinden hat, als mit den gestellten Bedingungen verträglich ist, wobei diese Temperaturen denjenigen des Wärme abgebenden beziehungsweise aufnehmenden Körpers möglichst gleichzukommen haben. Wären beispielsweise nur die beiden Grenztemperaturen T_1, T_2 der Arbeitsflüssigkeit vorgeschrieben, so hätte L_d einem Carnotschen Kreisprozeß (Bd. 5, S. 691) zwischen denselben zu entsprechen, womit

$$L_d = \frac{Q}{A T_1}(T_1 - T_2), \qquad \eta_d = \frac{A L_d}{Q} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

und ſpeziell für

$\frac{T_2}{T_1} =$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\eta_d =$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0.

Die Erhöhung der oberen Grenztemperaturen ſuchte man zu bewirken durch entſprechend hohe Drücke, Ueberhitzung oder geeignete Arbeitsflüſſigkeiten (Hochdruckmaſchinen, Verbundmaſchinen, Heißdampfmaſchinen, Mehrſtoffdampfmaſchinen, Dieſelmotoren), die Erniedrigung der unteren Grenztemperaturen durch entſprechend tiefe Drücke und Kühlung, bei Dampfmaſchinen beiſpielsweiſe durch Kondenſation. Da bezüglich der beſtehenden Bedingungen mitunter verſchiedene Auffaſſungen möglich ſind, ſo wurden mehrfach Regeln für die anzunehmende disponible Arbeit vereinbart [37], [48], II, S. 164, [51]. Näheres über die disponible Arbeit im allgemeinen [23], [30], [48], I, S. 91, 102, bei Mitwirkung von Regeneratoren [48], I, S. 104, bei Heißluftmaſchinen [48], I, S. 189, bei Verbrennungsmotoren [48], I, S. 277, bei Dampfmaſchinen [48], II, S. 142, 149, 154, 164, bei Dampfturbinen [48], II, S. 173. Beiſpiele der Berechnung von L_d, η_d, η_i, ξ ſind im Anſchluß an dieſe Darſtellungen gegeben.

Die heutigen Theorien der Wärmemotoren beruhen auf den von Sadi Carnot [1] und Robert Mayer [3], [16] geſchaffenen Grundlagen, die durch Verſuche von Joule [10], Regnault [4], Hirn [7], [11] und vielen andern gefeſtigt wurden. Carnot hatte 1824 erkannt, daß die Wärme nur beim Uebergange von wärmeren zu kälteren Körpern Nutzarbeit leiſten könne (z. B. beim Uebergange vom Dampfkeſſel zum Kondenſator) und daß das Maximum L_d der aus einer beſtimmten Wärmemenge Q erreichbaren Arbeit nur von den Temperaturen jener Körper (die nach Lorenz [23] auch veränderlich ſein können), nicht von der Art der vermittelnden Körper und Mechanismen abhänge (vgl. [1], S. 9, 12, 22, 38, 75, 94 u. f. w., Carnotſche Funktion, Kreisprozeß). Aber er nahm an, daß die Wärme bei dieſem Uebergange nicht vermindert werde [1], S. 10, 37, und Hirn vertrat noch 1858 die Anſicht, daß eine expanſionslos arbeitende Dampfmaſchine ohne Aufwand von Wärme Arbeit leiſten könne [7], 160, 196. Demgegenüber ſtellte Mayer 1842 feſt, daß die gelieferte Arbeit durch eine äquivalente Wärmemenge erkauft werden muß [16], S. 28, 29, 52, 54, 310 u. f. w., und gab für alle Umwandlungen von Energie durch beliebige Maſchinen wie in der ganzen Natur das Grundgeſetz in dem Prinzip von der Erhaltung der Energie (Bd. 3, S. 449). Die neueren Fortſchritte auf dem Gebiete der Wärmemotoren waren durch zielbewußtes Zuſammenwirken von Praxis und Theorie, von Verſuch und Rechnung bedingt.

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance, Paris 1824. — [2] Clapeyron, Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur, Journal de l'école polytechnique 1834, XV, S. 170 (auch Poggendorffs Annalen 1843, LIX, S. 445, 556). — [3] Mayer, Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur, Annalen der Chemie und Pharmacie 1842, S. 233 (auch [16], Auff. I). — [4] Regnault, Relation des expériences entreprises pour déterminer les principales lois et données numériques, qui entrent dans les calculs des machines à vapeur, I, Paris 1847; II, Paris 1862 (zugleich Bd. XXI und XXVI der Mémoires de l'acad. des sciences). — [5] Thomſon, On the dynamical theory of heat etc., Edinburg Transactions 1851 March (auch Thomſon, Mathematical and Physical Papers, I, Cambridge 1882, S. 174; disponible Arbeit S. 200). — [6] Rankine, On the geometrical representation of the expansive action of heat and the theory of the thermodynamic engines, Philosophical Transactions 1854, CXLIV, S. 115. — [7] Hirn, Recherches expérimentales sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Colmar 1858 (Bericht von Clauſius f. Fortſchritte d. Phyſik 1855, XI, S. 21). — [8] Rankine, A manual of the steam-engine and other prime movers, London 1859. — [9] Redtenbacher, Der Maſchinenbau, II, Mannheim 1863, S. 257, 498, 592. — [10] Joule, Das mechaniſche Wärmeäquivalent, deutſch von Spengel, Braunſchweig 1872. — [11] Hirn, Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur, II, Paris 1876, S. 1. — [12] Weyrauch, Zur Beurteilung von Luft- und Gasmaſchinen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1880, S. 185 (Zahlenkorrektur 1881, S. 226, Druckluftanlagen 1889, S. 961, 991). — [13] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, III, Theorie der Kraftmaſchinen, Hamburg und Leipzig 1890, S. 400. — [14] Behrend, Verwendung von in der Dampfmaſchine unbenutzter Wärme zur Arbeitsleiſtung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1892, S. 1135. — [15] Witz, Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, I, Paris 1892; II, Paris 1895. — [16] Mayer, Die Mechanik der Wärme, in Geſammelten Schriften, Stuttgart 1893, S. 28, 52, 54, 58, 310, 348, 407 u. f. w. — [17] Dieſel, Theorie und Konſtruktion eines rationellen Wärmemotors zum Erſatz der Dampfmaſchinen und der heute bekannten Verbrennungsmotoren, Berlin 1893. — [18] Slaby, Kalorimetriſche Unterſuchungen über den Kreisprozeß der Gasmaſchine, Berlin 1894 (ſ. a. Verhandl. d. Ver. f. d. Beförd. d. Gewerbfleißes 1896, S. 190, 278, 288). — [19] Thurſton, The animal as a machine and a prime motor, New York 1894. — [20] Chauveau, Die Gasmaſchine, deutſch von v. Ihering, Leipzig 1895. — [21] Hartmann, Leiſtungsverſuche mit Petroleummotoren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 342, 373, 399, 469, 586, 616. — [22] Meyer, E., Kraftgasanlagen und Verſuche u. ſ. w., ebend. 1895, S. 1523, 1537 (ſ. a. Körting 1895, S. 1049, Schöttler 1896, S. 421, und Meyer 1896, S. 350, 1239, 1304, 1331). — [23] Lorenz, Die Ermittlung der Grenzwerte der thermodynamiſchen Energieumwandlung, Zeitſchr. f. d. geſamte Kälteinduſtrie 1896, S. 8, 27, 43, 104, 123, 145, 166, 190, 209, 227. — [24] Schröter, Vergleichende Verſuche mit geſättigtem und überhitztem Dampfe an einer 1500-pferdigen Dreifachexpanſionsmaſchine, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 249, 277, 310, 369 (Sulzer, S. 531). — [25] Zeuner, Zur Theorie und Beurteilung der Dampfmaſchinen, Civilingenieur 1896, S. 665. — [26] Sauvage, La machine à vapeur, Paris 1896. — [27] Dugald-Clerk, The gas and oil machine, London 1897. — [28] Dieſel, Dieſels rationeller Wärmemotor, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 817. — [29] Schröter, Dieſels rationeller Wärmemotor, ebend. 1897, S. 845. — [30] Meyer, E., Die Beurteilung der Kreisprozeſſe von Wärmekraftmaſchinen mit beſonderer Berückſichtigung des Dieſelmotors, ebend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1897, S. 1108. — [31] Gutermuth, Die Anwendung überhitzten Dampfes, ebend. 1898, S. 141. — [32] Mollier, Ueber die Beurteilung der Dampfmaſchine, ebend. 1898, S. 685. — [33] Schenkel, Der überhitzte Dampf, Wien 1897. — [34] Sosnowski, Roues et turbines à vapeur, Paris 1897. — [35] Knoke, Die Kraftmaſchinen des Kleingewerbes, Berlin 1899. — [36] Meyer, E., Die Beurteilung der Dampfmaſchine, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 154 (ſ. a. 1900, S. 539, 597). — [37] Normen für Leiſtungsverſuche an Dampfkeſſeln und Dampfmaſchinen, aufgeſtellt vom Verein deutſcher Ingenieure u. ſ. w., ebend. 1900, S. 460. — [38] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I und II, Leipzig 1900 und 1901. — [39] Muſil, Grundlagen der Theorie und des Baues der Wärmekraftmaſchinen, Leipzig 1902. — [40] Behrend, Ueber die Abwärmedampfmaſchine, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1514. — [41] Güldner, Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren, Berlin 1903. — [42] Meyer, E., Verſuche an Spiritusmotoren und am Dieſelmotor, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 513, 600, 632, 669. — [43] Linde, Die Auswertung der Brennſtoffe als Energieträger, ebend. 1903, S. 1509. — [44] Stodola, Die Dampfturbinen, 3. Aufl., Berlin 1905. — [45] Gentſch, Die Dampfturbinen, Hannover 1905. — [46] Joſſe, Neuere Wärmekraftmaſchinen, Berlin 1905. — [47] Schröter, Ueber die Abwärmedampfmaſchine, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 745. — [48] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I und II, Stuttgart 1905 und 1907. — [49] Riedler, Ueber Dampfturbinen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1209, 1265. — [50] Bonte, Fortſchritte und Erfahrungen im Bau von Großgasmaſchinen, ebend. 1906, S. 1249, 1362, 1603. — [51] Regeln für Leiſtungsverſuche an Gasmaſchinen und Gaserzeugern, aufgeſtellt vom Verein deutſcher Ingenieure u. ſ. w., ebend. 1906, S. 1923. — [52] Rieppel, Verſuche über die Verwendung von Teerölen zum Betriebe des Dieſelmotors, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 613. — [53] Liekfeld, Die Petroleum- und Benzinmotoren, München und Berlin 1908. — [54] Eckard, Die Gasmaſchine, insbeſondere die Viertaktmaſchine, Braunſchweig 1908. — [55] Gasmaſchinen von 1000 PS_e und mehr im Betrieb oder im Bau bis 15. Auguſt 1908, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 2018. — [56] Eberle, Neuzeitliche Dampfanlagen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 687, 735, 937. — [57] Matſchoß, Die Entwicklung der Dampfmaſchine, Berlin 1908. — [58] Neumann, Unterſuchung des Arbeitsprozeſſes in Fahrzeugmotoren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 330. — [59] Schöttler, Die Gasmaſchine, 5. Aufl., Berlin 1909. — [60] Perry, Die Dampfmaſchine (einſchließlich der Dampfturbine) und Gas- und Oelmaſchinen, deutſch von Meuth, Leipzig u. Berlin 1909. — S. a. Dampfmaſchinen, Dampfturbinen, Heißdampfmaſchinen, Heißluftmaſchinen, Verbrennungsmotoren, Regeneratoren. *Weyrauch.*

Wärmeſchutzeinrichtungen, ſ. Schutzmittel, Abſchn. 3.

Wärmeſtrahlung, vgl. Abſorption von Licht und Wärme, Bodenphyſik, Bolometer, Emiſſion, Thermoelektrizität.

Wärmetheorie, mechaniſche. Die mechaniſche Wärmetheorie oder Thermodynamik im gewöhnlichen, engeren Sinne beſchäftigt ſich mit den Geſetzen, nach welchen die Wärme durch mechaniſche Arbeit (Bd. 1, S. 267) erzeugt und wieder in mechaniſche Arbeit verwandelt werden kann. Im weiteren Sinne durchdringt die mechaniſche Wärmetheorie faſt die ganze Phyſik, indem ſie alle Beziehungen zwiſchen Wärme und andern Energieformen (Bd. 3. S. 449) zu verfolgen ſucht. Hier wird von dieſer allgemeineren Auffaſſung abgeſehen.

Der erſte Hauptſatz der mechaniſchen Wärmetheorie beſtimmt die Aequivalenz von Wärme und Arbeit (ſ. Wärmeäquivalent), entſprechend dem Prinzip von der Erhaltung der Energie (Bd. 3, S. 449). Bezeichnen für einen Körper (Bd. 5, S. 539, 544) oder ein ſonſtiges materielles Syſtem (Bd. 6, S. 333) N die aktuelle Energie, U die virtuelle Energie und in irgendeinem Zeitintervall K die Arbeit der äußeren Kräfte, Q die ſonſt von außen zugeführte Energie, ſo lautet die Grundgleichung der Energie bei gleichen Maßeinheiten aller Glieder (Bd. 3, S. 449, [30], S. 26):

$$dN + dU = dE = dK + dQ. \qquad 1.$$

In der mechaniſchen Wärmetheorie werden gewöhnlich Fälle betrachtet, in welchen $dN = 0$ und dQ nur Wärme bedeutet. Ferner pflegt man anſtatt der Arbeit dK der äußeren Kräfte die Arbeit $dL = -dK$ zur Ueberwindung der äußeren Kräfte einzuführen. Schließlich werden U, L in Arbeitseinheiten, Q aber in Wärmeeinheiten gemeſſen, womit obige Gleichung die Form annimmt [30], S. 27, 37:

$$dQ = A(dU + dL) \qquad 2.$$

unter $A = 1/W$ das kaloriſche Aequivalent der Arbeit verſtanden (ſ. Wärmeäquivalent), welches für die Kalorie als Einheit der Wärme (Bd. 5, S. 301) und Meterkilogramm als Einheit der Arbeit (Bd. 1, S. 267) meiſt $A = 1/424$ geſetzt wird. Wenn noch in üblicher Weiſe von äußeren Kräften nur ein auf die Oberfläche gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit in Betracht kommt, ſo erhält man (Bd. 1, S. 102; [30], I, S. 49):

$$dL = p\,dv, \qquad 3.$$

worin dv die Volumenänderung während der Arbeit dL, und damit aus 2. die ſpeziellere Form:

$$dQ = A(dU + p\,dv). \qquad 4.$$

Dieſe wie die noch folgenden Gleichungen werden in der Wärmetheorie gewöhnlich auf die Gewichtseinheit (1 kg) bezogen. Da die virtuelle Energie U im Falle $N = 0$ die ganze Energie des betrachteten Körpers darſtellt (Bd. 3, S. 449), ſo wird ſie in der Wärmetheorie auch kurz Energie genannt. Manche nennen ſie innere Arbeit (Bd. 5, S. 197), inneres Arbeitsvermögen, innere Energie, Eigenenergie u. ſ. w., während L nach Clauſius allgemein die äußere Arbeit genannt wird (Bd. 1, S. 102).

Die Gleichung für dQ iſt ohne weitere Beziehungen im allgemeinen nicht integrierbar,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man kann jedoch durch Multiplikation mit einem integrierenden Faktor $1/T$ eine unmittelbar integrierbare Gleichung daraus erhalten, womit [30], S. 32, 37:

$$\frac{dQ}{AT} = dS \qquad 5.$$

das vollſtändige Differential einer Funktion S derjenigen Größen wird, welche als Unabhängigvariable die Energie U beſtimmen, und auch T als Funktion dieſer Größen angeſehen werden kann (vgl. Bd. 3, S. 450). Für einen Kreisprozeß (ſ. d.) aber gilt nun:

$$\int \frac{dQ}{T} = 0. \qquad 6.$$

Der zweite Hauptſatz der mechaniſchen Wärmetheorie beſtimmt die Bedeutung von T in dieſen Gleichungen. Unter gewiſſen, bis jetzt erfahrungsmäßig beſtätigten Annahmen, deren Ausdruck verſchieden ſein kann (ſ. z. B. Clauſiusſcher Grundſatz) ſchließt man, daß für umkehrbare Zuſtandsänderungen (ſ. Zuſtand) T die abſolute Temperatur darſtellt [30], S. 43, 68, welche ſich von der Temperatur t nach Celſius nur um eine Konſtante a unterſcheidet, $T = a + t$ (Näheres ſ. Temperatur). Mit dieſer Bedeutung von T wird S nach Clauſius die Entropie genannt (ſ. d.), während Zeuner Größen der Form $\frac{Q}{AS}$ als Wärmegewichte bezeichnete.

Von den bisher erwähnten Annahmen ausgehend, gelangt man auf rein mathematiſchem Wege zu den Hauptgleichungen der Wärmetheorie, welche ſich für den allgemein angenommenen Fall, daß die Energie U ſtets durch die augenblicklichen Werte von p, v allein beſtimmt iſt, in folgender Form ſchreiben laſſen [30], I, S. 67:

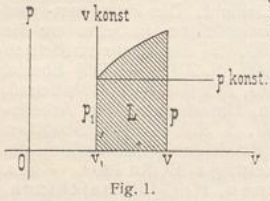


Fig. 1.

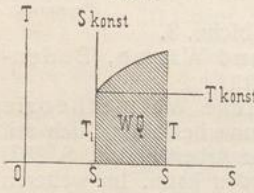


Fig. 2.

$$\frac{\partial}{\partial p}\left(c_p \frac{\partial t}{\partial v}\right) - \frac{\partial}{\partial v}\left(c_v \frac{\partial t}{\partial p}\right) = A, \qquad 7.$$

$$(c_p - c_v)\frac{\partial t}{\partial p}\frac{\partial t}{\partial v} = AT, \qquad 8.$$

$$dQ = c_p \frac{\partial t}{\partial p} dp + c_v \frac{\partial t}{\partial v} dv, \qquad 9.$$

$$dQ = c_v dt + AT \frac{\partial p}{\partial t} dv, \qquad 10.$$

$$dQ = c_p dt - AT \frac{\partial v}{\partial t} dp, \qquad 11.$$

worin c_p, c_v die ſpezifiſchen Wärmen (S. 173) bei konſtantem Drucke und konſtantem Volumen bedeuten. Zugleich ergibt ſich, daß zwiſchen p, v und t eine Beziehung beſteht [30], S. 65,

$$\psi(p, v, t) = 0, \qquad 12.$$

welche eine der drei Größen p, v, t aus den zwei andern zu beſtimmen geſtattet und die Zuſtandsgleichung des betreffenden Körpers genannt wird. Vorſtehende Gleichungen pflegen in der mechaniſchen Wärmetheorie beſonders auf Gaſe und Dämpfe und deren Zuſtandsänderungen angewendet zu werden (vgl. Gaſe, Bd. 4, S. 276, 277; Dampf, Bd. 2, S. 538, 544), wobei man unter Zuſtandsänderungen (ſ. Zuſtand) die Aenderungen der Größen p, v verſteht, welche als Unabhängigvariable die Energie U und damit auch S, T beſtimmen. Häufig werden dieſe Zuſtandsänderungen graphiſch dargeſtellt, und zwar derart, daß die v als Abſziſſen, die p als Ordinaten dienen (Fig. 1), wie ſchon Watt vorging, oder daß die S als Abſziſſen, die T als Ordinaten gewählt werden (Fig. 2), wie zuerſt von Belpaire geſchah. Die Fläche unterhalb der Zuſtandskurve ſtellt im erſten Falle die äußere Arbeit L, im zweiten Falle die Wärmezufuhr Q dar, weshalb mitunter die erſte Darſtellung das Arbeitsdiagramm, die zweite das Wärmediagramm genannt wird. Vgl. Aeußere Arbeit, Kreisprozeß, Nullkurve, Polytropiſche Zuſtandsänderung, Dampfmaſchinen, Heißluftmaſchinen, Verbrennungsmotoren, Regeneratoren, Kältemaſchinen.

Die mechaniſche Wärmetheorie iſt ein Kind des neunzehnten Jahrhunderts. Auf den von Mayer und Carnot geſchaffenen Grundlagen (den beiden Hauptſätzen) führten Clauſius, W. Tomſon, Rankine u. a. in den fünfziger und ſechziger Jahren desſelben den erſten Aufbau aus, während ſich Hirn, Zeuner, Grashof u. a. beſonders um die techniſchen Anwendungen verdient machten. Ohne die mechaniſche Wärmetheorie wäre die moderne Entwicklung der Wärmemotoren (ſ. d.) und zahlreicher andrer Anlagen nicht möglich geweſen, wie z. B. die heutigen Kältemaſchinen (ſ. d.), die Verflüſſigung der ſchwerſt kondenſierbaren Gaſe (ſ. d.) u. ſ. w. lediglich durch Ueberſetzung von Ermittlungen der Wärmetheorie in die Praxis erreicht wurden.

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines à développer cette puissance, Paris 1824. — [2] Clapeyron, Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur, Journal de l'école polytechnique 1834, XIV, S. 170 (deutſch Poggend. Annalen 1843, LIX, S. 446, 566). — [3] Clauſius, Abhandlungen über die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1864; II, ebend. 1867. — [4] Briot, Théorie mécanique de la chaleur, Paris 1869 (deutſch von Weber, Leipzig 1871). — [5] de Saint-Robert, Principes de Thermodynamique, Turin und Florenz 1870. — [6] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, I. Hydraulik nebſt mechaniſcher Wärmetheorie und allgemeiner Theorie der Heizung, Leipzig 1875. — [7] Neumann, Vorleſungen über die mechaniſche Theorie der Wärme, Leipzig 1875. — [8] Hirn, Théorie mécanique de la chaleur, I, Paris 1875; II, ebend. 1876. — [9] Maxwell, Theorie der Wärme, deutſch von Auerbach, Breslau 1877. — [10] Rühlmann, Handbuch der mechaniſchen Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1876; II, ebend. 1885. — [11] Herrmann, Kompendium der mechaniſchen Wärmetheorie,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Berlin 1879. — [12] Thomſon, W., Mathematical and physical papers, Cambridge, I 1882, II 1884, III 1890. — [13] Bertrand, Thermodynamique, Paris 1887. — [14] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887; II, ebend. 1889—1891. — [15] Lippmann, Cours de Thermodynamique, Paris 1889. — [16] Tuckermann, Index to the litterature of thermodynamics, Waſhington 1890. — [17] Gibs, Thermodynamiſche Studien, deutſch von Oſtwald, Leipzig 1892. — [18] Pauly, La chaleur, considérée au point de vue de sa transformation en puissance motrice, Paris 1892. — [19] Mayer, R., Die Mechanik der Wärme, in Geſammelten Schriften, Stuttgart 1893. — [20] Poincaré, Thermodynamik, deutſch von Jäger und Greulich, Berlin 1893. — [21] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894. — [22] Mach, Die Prinzipien der Wärmelehre, Leipzig 1896. — [23] Planck, Vorleſungen über Thermodynamik, Berlin 1897. — [24] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, Bd. 2, 2. Abt., Von der Wärme, Braunſchweig 1898. — [25] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I u. II, Leipzig 1900 u. 1901. — [26] Weinſtein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I u. II, Braunſchweig 1901 u. 1903. — [27] Helmholtz, Vorleſungen über Theorie der Wärme, Leipzig 1903. — [28] Enzyklopädie der mathematiſchen Wiſſenſchaften, Bd. V, 1, Leipzig 1903/05, S. 69, 232. — [29] Lorenz, Techniſche Wärmelehre, München und Berlin 1904. — [30] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III. Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905. — [31] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I u. II, Stuttgart 1905 u. 1907. — [32] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III. Wärme, Leipzig 1906. — [33] Schüle, Techniſche Wärmemechanik, Berlin 1909. — S. a. Wärme, Wärmeäquivalent, Temperatur, Gaſe, Dampf, Wärmemotoren u. ſ. w. *Weyrauch.*

Wärmetönung, die bei einer Reaktion (Verbrennung, Zerſetzung, Diſſoziation, Neutraliſation, Verdünnung, Löſung u. ſ. w.) entwickelte oder abſorbierte Wärmemenge (ausgedrückt in Kalorien), die eine Erwärmung oder Abkühlung des reagierenden Syſtems hervorbringt. *Abegg.*

Wärmewirkungen, elektriſche, Erwärmung eines Leiters durch den hindurchfließenden Strom.

Nach dem Jouleſchen Geſetz iſt die beim Durchgang eines elektriſchen Stromes i in einem Leiter entwickelte Wärmemenge Q (in Grammkalorien) proportional der Zeit t (in Sekunden), während welcher der Strom wirkſam war, proportional dem Widerſtand w des Leiters und proportional dem Quadrate der Stromſtärke: $Q = i^2 w t C$; hierin iſt C ein Proportionalitätsfaktor, der von den gewählten Einheiten abhängt. Wird die Spannung in Volt, die Stromſtärke in Ampère, der Widerſtand in Ohm und die Zeit in Sekunden ausgedrückt, ſo ergibt ſich $C = 0{,}24$, und es wird $Q = 0{,}24\, i^2 w t$ oder durch Umformung mit Hilfe des Ohmſchen Geſetzes $i = e : w$ (ſ. Strom, elektriſcher) auch $Q = 0{,}24\, e i t$ oder $Q = 0{,}24\, e^2 t : w$. Durch Diviſion mit 1000 erhält man Q in Kilogrammkalorien: $Q = 0{,}00024\, e i t$, in Meterkilogramm ausgedrückt (da 1 Kilogrammkalorie einer Arbeitsleiſtung von 424 mkg gleichwertig iſt), ergibt ſich die Arbeitsleiſtung $A = 0{,}1018\, e i t$ mkg. Da der Faktor 0,1018 der reziproke Wert der Beſchleunigung der Schwere 9,81 iſt, wird die Arbeit in t Sekunden: $A = e i t : 9{,}81$ mkg, und die Arbeit in einer Sekunde, der Effekt $E = e i : 9{,}81$ mkg. In der Elektrotechnik wird die Arbeit nach der Einheit „Joule", d. i. das Produkt $e i t$ gerechnet, und der Effekt nach Watt oder Volt-Ampère; größere Effekte werden in Kilowatt bezw. in Kilovoltampère ausgedrückt (vgl. Maßſyſtem, abſolutes). — Die Wärmewirkungen des elektriſchen Stromes finden in der elektrotechniſchen Praxis eine ſehr ausgiebige Verwendung, z. B. bei der elektriſchen Beleuchtung (ſ. Bogenlampen, Bd. 2, S. 169; Glühlampen, Bd. 4, S. 576; Beleuchtung, elektriſche, Bd. 1, S. 667), bei elektriſchen Koch- und Heizapparaten (ſ. Bd. 5, S. 537) [5]. Auch bei Schmelzöfen für chemiſche und metallurgiſche Zwecke werden die Wärmewirkungen des Stromes mehr und mehr nutzbar gemacht. Sie ermöglichen die Konzentrierung ſehr großer Wärmemengen auf einen beliebig kleinen Raum, machen das zu erhitzende Material unabhängig von den Einflüſſen des Ofenbaumaterials und der Feuergaſe und liefern bisher unerreichte Temperaturen bis 4000° C. (vgl. Oefen für techniſche Zwecke, Bd. 6, S. 744) [2]—[4]. — Ferner finden die elektriſchen Wärmewirkungen zum Schweißen (ſ. d., S. 12) von Metallen Verwendung [1], [5], [8]. — Auch Glüh- und Härteöfen werden mittels des elektriſchen Stromes betrieben, wobei die erforderliche Gleichmäßigkeit der Härtetemperaturen (bis 1300° C.) durch ein Metall- oder Metallſalzbad bequem erreicht werden kann [7].

Literatur: [1] Fodor, Elektr. Schweißung und Lötung, Wien 1892. — [2] Moiſſan, Der elektr. Ofen, Berlin 1900. — [3] Borchers, Elektrometallurgie, Braunſchweig 1903. — [4] Derſ., Elektriſche Oefen, Halle 1907. — [5] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1908. — [6] Elektrot. Zeitſchr., Berlin 1904. — [7] Ebend. 1906. — [8] Ebend. 1909. *Holzt.*

Wäſche, im Bergbau ſ. v. w. Aufbereitungsanſtalt (ſ. Aufbereitung).

Wäſcher, ſ. v. w. Skrubber, ſ. Gaswaſchapparate.

Wäſſerung, ſ. Sinkwerksbau.

Waffen, ſ. Handfeuerwaffen, Geſchütz und die dort angef. Artikel.

Wage, Gerät zur Gewichtsbeſtimmung, die auf einer Vergleichung von Gewichten beruht (ſ. Gewicht, Gewichte, Gewichtsſtücke). Man benutzt hierzu Hebelanordnungen (Hebelwagen) oder Federn (Federwagen). — Außerdem werden Wagen zum Meſſen von Kräften für phyſikaliſche Zwecke benutzt (ſ. unten). Senkwagen zur Ermittlung des ſpezifiſchen Gewichts von Flüſſigkeiten, ſ. Aräometer, Alkoholometer, Galaktoſkop, Hydroſtatiſche Wage, Molkerei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Hebelwagen.

A. Wagen mit horizontaler Gleichgewichtslage. Die Konſtruktionen dieſer Wagen unterſcheiden ſich zunächſt in folgendem voneinander:

a) auf der Gewichtsſeite der Wage werden entweder loſe Gewichtsſtücke aufgelegt, oder es wird ein unveränderliches Gewicht auf einem Hebel verſchoben (Laufgewicht); auch Kombinationen beider Anordnungen kommen vor; b) die Laſt wirkt entweder unmittelbar auf einen Hebel oder ruht in einer Schale oder auf einer Brücke; c) die zur Vergleichung dienenden Gewichte ſind entweder ebenſo groß wie die Laſt (Gleichlaſtwagen) oder betragen nur einen Teil der Laſt, ſo daß Hebelüberſetzungen notwendig werden (Dezimalwagen: Gewicht $= {}^1/_{10}$ der Laſt, Zenteſimalwagen: Gewicht $= {}^1/_{100}$ der Laſt); d) das Wägen (Bedienung der Wage) muß entweder durch eine menſchliche Arbeitskraft geſchehen, oder es geſchieht vollkommen ſelbſttätig (automatiſche Wagen).

Fig. 1. Gleicharmige einfache Balkenwage. Die Drehpunkte a und c liegen bei der Gleichgewichtslage in einer wagerechten Linie, die ſtets über dem Schwerpunkt e der Wage liegt. Der Stützpunkt d iſt bei groben Wagen über und bei feinen Wagen nahezu oder ganz in der Geraden $a\,c$. Iſt das Geſamtgewicht der Wage $= W$, und iſt in der linken Wagſchale g das Gewicht P, dagegen in der rechten $P + p$, ſo verurſacht das Uebergewicht p eine Ablenkung, deren Größe α ſich durch $\operatorname{tg}\alpha = p\,l : [(2\,P + p)\,m + W(m + n)]$ beſtimmt. Dieſer Wert wird unter gleichen Verhältniſſen am größten für $m = 0$, alſo $\operatorname{tg}\alpha = p\,l : W\,n$. Dann iſt die Empfindlichkeit der Wage nicht nur am größten, ſondern auch von der Größe der Gewichte P unabhängig. Die Formel zeigt, daß zur Erreichung einer großen Empfindlichkeit, d. h. Ablenkung, der Wage l groß und n klein gewählt werden muß; vgl. [1]. — Zur Verminderung der die Genauigkeit der Wage beeinträchtigenden Reibung an den Drehpunkten $a\,c\,d$ werden dreieckige Meſſerſchneiden und Pfannen benutzt. Gewöhnlich werden die Meſſerſchneiden am Balken angebracht, weil dadurch die Unabänderlichkeit ihrer Abſtände voneinander geſichert iſt. Die Wagſchalen g ſind unter dem Balken $a\,b\,c\,d$ durch Ketten, Schnüre oder gekröpfte Stangen an den Drehpunkten a und c aufgehängt. Da die Wagſchalen an den Drehpunkten hin und her pendeln, ſo gewähren ſie keine bequeme Unterlagen für das Auflegen der Gewichte. Aus dieſem Grunde wendet man häufig eine Arretierung an, indem die Schalen g entweder von aufwärts bewegten Scheiben aufgefangen oder durch Senken des Balkens $a\,b\,c\,d$ auf die Unterlagen gelegt werden. Die Arretierung kann zur Beſchleunigung des Wägens benutzt werden, indem erſt nach ihrer Entfernung der Wagebalken freigegeben wird und dieſer ſich ſtets auf die Seite des etwaigen Uebergewichtes neigt. Die Arretierung kann dazu dienen, die Meſſerſchneiden und Pfannen vom Druck zu befreien, wenn Gewichte aufgelegt werden oder die Wage nicht benutzt wird. — Die eine Hälfte der Wage ſoll mit der andern genau übereinſtimmen. Iſt dies nicht der Fall, ſo iſt zur Ermittlung des genauen Gewichtes die doppelte Wägung erforderlich, d. h. man legt den Körper in die eine Wagſchale g und ſo viel Gewichte in die andre Schale g, als zur Einſtellung des Zeigers h in die richtige Lage f ($\alpha = 0$) erforderlich iſt; dann nimmt man den Körper heraus, erſetzt ihn durch ſo viel Gewichtsſtücke, als zur Wiedereinſtellung des Zeigers h nötig iſt, und findet nun in dieſen Gewichtsſtücken das geſuchte Gewicht.

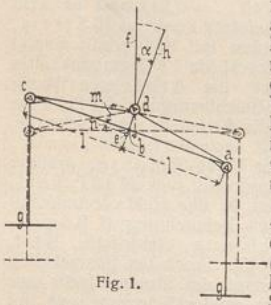


Fig. 1.

Die gemeine Wage wird ſehr verſchieden ausgeführt [1], [2]: α) Stützpunkt d in einer Gabel f und Zeiger (Zunge) h oben (Fig. 1), die Gabel f kann an einem Ringe mit der Hand gehalten werden (Handwage) oder mit dem Ringe an einem feſten Punkte (Decke, Balken, Geſtell u. ſ. w.) oder auf einer ſenkrecht verſchiebbaren Stütze als Arretierung aufgehängt ſein. β) Stützpunkt d auf einem Ständer, Bock u. ſ. w. gelagert, und Zeiger h unten. Es kann eine ſenkrecht verſchiebbare Stütze als Arretierung benutzt werden, deren beide Arme unter den Wagebalken greifen. γ) Aufhängepunkt d auf einer ſenkrecht verſchiebbaren Stütze als Arretierung.

Wagen nach Fig. 1 in feiner Ausführung werden als Präziſionswagen bezeichnet. Zu dieſen gehören die analytiſchen Wagen für phyſikaliſche und chemiſche Unterſuchungen. Die Balken derſelben haben, auf die ganze Länge verteilt, Kerben, in welche leichte, abhebbare Gewichte aus Draht, Reiter, gelegt werden. — Gewöhnlich ſind ſolche Wagen in Glasgehäuſen eingeſchloſſen, um Luftzug und Temperaturſchwankungen fernzuhalten [1], [2]. Die Abweichungen des Zeigers vom Nullpunkte einer Skala können durch Spiegel vergrößert oder mit einem Mikroſkop beobachtet und die verſchiedenen Gewichte durch eine Vorrichtung mechaniſch aufgelegt und abgehoben werden [1], [2].

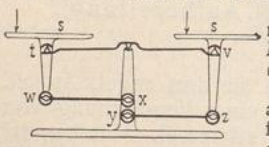


Fig. 2.

Automatiſche Wagen mit Anordnung der Wage nach Fig. 1 ſind z. B. die Münzwagen (ſ. Münze, Bd. 6, S. 529, Fig. 4 u. 5; ſ. a. Getreidewage, Bd. 4, S. 458).

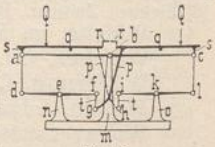


Fig. 3.

Fig. 2. Robervaliſche Wage (gleicharmige Gleichlaſtwage mit Parallelführungen für die Schalen s). Sie hat den Nachteil, daß in den Lenkern $w\,x$ und $y\,z$ abwechſelnd Zug- und Druckkräfte auftreten, je nachdem die durch Pfeile angedeuteten Gewichte auf der einen oder andern Seite der Stützen $t\,w$ bezw. $v\,z$ wirken.

Fig. 3. Pfanzederſche Wage (gleicharmige Gleichlaſtwage). Jede Wagſchale q iſt mit den Stützen p und s ſtarr verbunden. Die Lenker $t\,t$ ſind notwendig, weil die oberen Dreh-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

punkte a und c Bogen mit großem Halbmeſſer $a\,b$ bezw. $b\,c$, hingegen die unteren Drehpunkte f und i Bogen mit noch nicht halb ſo großem Halbmeſſer $e\,f$ bezw. $k\,i$ beſchreiben. Zwiſchen den Punkten a und d bezw. c und l ſind Stangen eingeſchaltet. Die Wage hat den Nachteil, daß die Stangen $a\,d$ und $c\,l$ auf Druck beanſprucht werden und bei Anwendung von Meſſerſchneiden in den Drehpunkten aus der richtigen Lage geraten können. Ueber die Keppleršche Ausführung dieſer Wage ſ. [1].



Fig. 5.

Bei der Bérangerſchen oder Hauſerſchen Wage, Fig. 4 [1], treten außer Biegungsſpannungen nur Zugſpannungen auf, die Meſſerſchneiden geraten alſo beim Auf- und Abnehmen der Gewichte nicht leicht aus den Pfannen heraus. Durch Rechnung iſt leicht zu finden, daß es hier wie bei der vorherigen Wage gleichgültig iſt, auf welchen Stellen der Wagſchalen die Gewichte aufgelegt werden. Es ſei noch bemerkt, daß die Wage am raſcheſten ihre Gleichgewichtslage annimmt, wenn die Stangen $i\,k$, $e\,h$ und $g\,f$ in vom Punkte o ausgehenden Strahlen liegen.

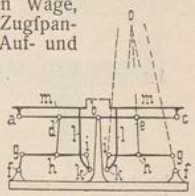


Fig. 4.

Fig. 5. Ungleicharmige einfache Laufgewichtswage (römiſche Schnellwage). Die Wagſchale kann entweder bei q oder bei r aufgehängt werden, ſo daß zwei verſchiedene Teilungen auf beiden Seiten des langen Balkenarmes erforderlich ſind. Das Laufgewicht iſt mit p bezeichnet.

Fig. 6 und 7. Dezimal-, Quintenzſche oder Straßburger Brückenwage. Bei jeder gut gebauten Brückenwage muß die Wagſchale, Tafel oder Brücke $H\,H$ (Fig. 6) ſo geführt ſein, daß irgend eine mit ihr feſt verbunden gedachte Horizontalebene $A\,A$ ihrer Anfangslage nahezu parallel bleibt, wenn die Wage um ihre Gleichgewichtslage kleine Schwingungen macht; ferner muß das Wägereſultat von der zufälligen Lage des Körpers auf der Brücke unabhängig ſein. Die Brücke $A\,A$ iſt mit dem Rahmen $H\,H$ feſt verbunden, der durch die Schneiden $a\,a$ und die Zugſtangen E und F ſeine Wirkung auf den Wagebalken $B\,B$ überträgt, welcher um den feſten Drehpunkt K ſchwingt und durch Vermittlung der Schneide i die Wagſchale G trägt. Zur Ausgleichung etwaiger Störungen des Gleichgewichts im Hebelmechanismus der Wage ſelbſt dient die kleine, unmittelbar unter i angebrachte Schale. Nach

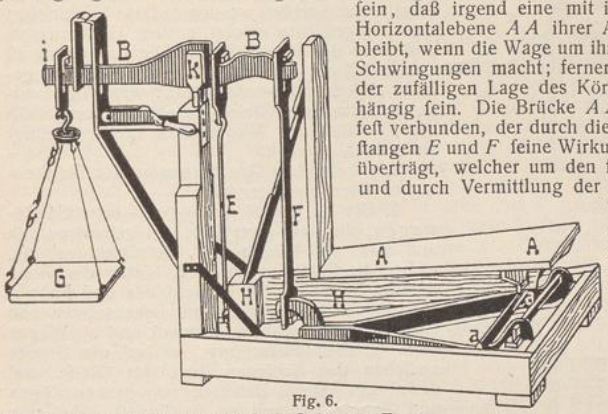


Fig. 6.

Fig. 7 nimmt die Laſt Q keinen Einfluß auf die Wägung, wenn $a:c=f:d$. Es beſteht nämlich (ohne Rückſicht auf die Eigengewichte der Wagenbalken u. ſ. w.) die Gleichgewichtsbedingung: $P\,b=q_2\,a+p_1\,c$, welcher mit Rückſicht auf die Beziehungen (ſ. Fig. 7):

$$Q:q_2=e:x;\quad p_1:q_1=f:d=a:c;$$
$$q_1:Q=(e-x):e$$

die Gleichung entſpricht: $P\,b=Q\,a$. Es tritt alſo x aus der Gleichung, d. h. die Lage der Laſt iſt gleichgültig. Wählt man $b=10\,a$, ſo wird $P=0{,}1\cdot Q$, d. h. das Gewicht P iſt gleich dem zehnten Teil der Laſt Q, woher der Name Dezimalwage. In der Regel nimmt man dann das Verhältnis $a:c=f:d=1:6$. Wird $P=0{,}01\cdot Q$ beſtimmt, ſo heißt die Wage Zenteſimalwage u. ſ. w.

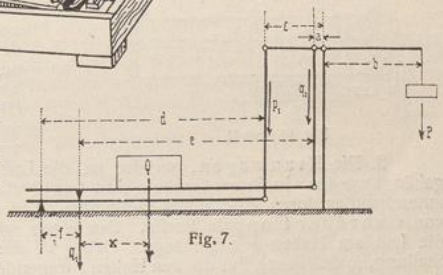


Fig. 7.

Fig. 8. Brückenwage mit querliegender Anordnung der Gewichtsſeite. Sie hat ſechs durch ſchraffierte Dreiecke angedeutete feſte Stützpunkte. Der mit dem Balken $s\,t\,u$ durch Stange $s\,r$ verbundene Hebel $w\,r$ trägt an ſeinen Armen k und q durch Stangen $k\,i$ und $q\,p$ die zwei gleichen, um die Achſen $e\,f$ und $l\,m$ ſchwingenden Hebel $e\,f\,i$ und $l\,m\,p$. Die durch das punktierte Parallelogramm $a\,b\,c\,d$ angedeutete Laſtbrücke ruht mittels vier Stützen auf den zwei Hebeln $e\,f\,i$ und $l\,m\,p$. Für die Genauigkeit iſt es weſentlich, daß bei der Gleichgewichtslage die Kanten ſämtlicher Schneiden an den Hebeln $e\,f\,i$ und $l\,m\,p$ in einer wagerechten Ebene liegen. Die Brückenwage wird ſehr verſchieden ausgeführt und führt beſondere, den Zweck andeutende Namen. Sie kann als Tiſchwage dienen, wenn der Balken $s\,t\,u$ (Fig. 8) unter die Ebene der Laſtſchale $a\,b\,c\,d$ verlegt und gleichlaufend zur einen Kante derſelben angeordnet iſt. — Ueber andre ungleicharmige zuſammengeſetzte Balkenwagen ſ. [1].

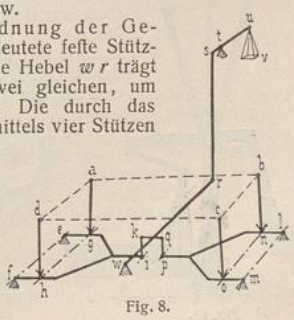


Fig. 8.

Fig. 9 zeigt die Chameroyſche Einrichtung einer Vorrichtung zum Aufdrucken des feſtgeſtellten Gewichts auf Zettel oder Karten. Der Balken *n* hat auf der oberen Seite Kerben *q q*, auf der vorderen Seite oben eine Teilung und auf der unteren Seite erhabene Zahlen. Der Läufer *o* läßt ſich auf dem Balken beliebig verſchieben und durch die Klinke *p*, welche in eine Kerbe *q* eingreift, ſichern. Er trägt einen leiſtenförmigen, verſchiebbaren kleineren Läufer *r*, welcher vorn eine Teilung für die Gewichtsunterabteilungen und auf der unteren Seite ebenfalls erhabene Zahlen hat. Beim Wiegen wird zuerſt der Läufer *o* in die Lage gebracht, bei der ungefähr eine Gleichgewichtslage eintritt, darauf der kleinere Läufer *r* ſo verſchoben, daß die beiden Zeiger *u v* gleich hoch ſtehen. Man kann nun nicht bloß das Gewicht von den beiden Teilungen ableſen, ſondern auch einen Zettel in den Schlitz *s* des Läufers *o* einſchieben und darauf durch den Handhebel *t* die jeweiligen Zahlen abdrucken.

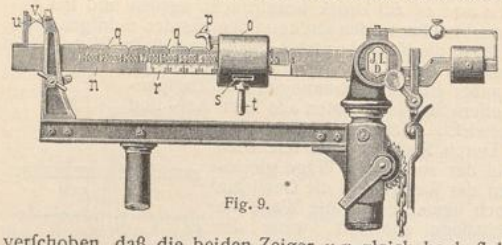


Fig. 9.

Die Firma Carl Schenk in Darmſtadt führt einen Wiegebalken mit Druckapparat aus, der in einem vollſtändig geſchloſſenen Blechkaſten eingebaut iſt, ſo daß ſein Spiel nicht beeinflußt werden kann. Die Stellung des Laufgewichts und das Spiel des Wiegebalkens kann durch eine Glasſcheibe beobachtet werden. Das Verſchieben der Laufgewichte erfolgt mittels Griffrädchens außerhalb des Blechkaſtens. Die Einſtellung iſt derart, daß nur dann das Gewicht auf eine Wiegekarte abgedruckt werden kann, wenn die Laufgewichte auf die Gleichgewichtslage eingeſtellt ſind, ſo daß der Wiegemeiſter nicht vereidigt zu werden braucht.

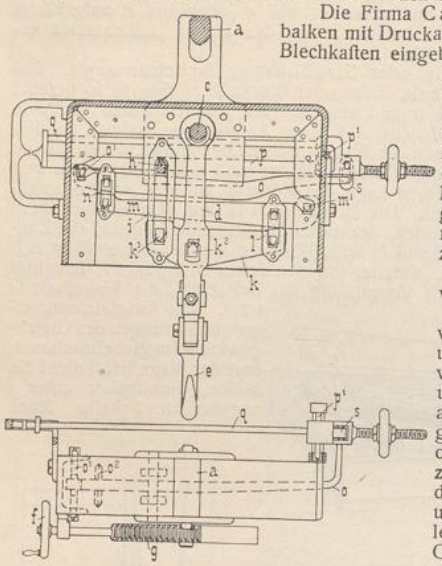


Fig. 10 und 11

Als beſondere Ausführungen der Brückenwagen ſeien noch genannt:

1. Die Eiſenbahnwaggon- oder Gleiswagen, die nach zwei Syſtemen gebaut werden und zwar als Wagen mit Gleisunterbrechung, wobei die Schienen vor und hinter der Wage unterbrochen ſind (für Nebengleiſe und Fabrikanſchlußgleiſe, die nicht mit Lokomotiven und ganzen Zügen befahren werden) und als Wagen ohne Gleisunterbrechung, wobei die Brücke zwiſchen den Schienen liegt (für Gleiſe, auf denen ein öfteres Befahren von ganzen Zügen und Rangierlokomotiven ſtattfindet). Bei den letzteren Wagen iſt eine Brücke innerhalb des Gleiſes eingebaut, welche hochgewunden wird und unter die Spurkränze der Radreifen greift; vgl. a. [1] und [2].

2. Die Kranwagen, welche an die Laſthaken von Hebezeugen (Kranen u. ſ. w.) angehängt werden. In ihrem Gehäuſe ſind gewöhnlich zwei, drei oder vier ungleicharmige Balken, untereinander durch Zugſtangen verbunden. Fig. 10 und 11 veranſchaulichen eine Kranwage von Gebrüder Dopp in Berlin. Die Wage wird mit der Oeſe *a* an dem Kranhaken und die Laſt am Haken *e* aufgehängt. Dabei iſt der exzentriſche Zapfen *c* in der gezeichneten Stellung, ſo daß durch ihn die den Haken *e* tragenden beiden Schienen *d* von der Meſſerſchneide k^2 des erſten Balkens *k* abgehoben ſind, folglich die Wage abgeſtellt iſt. Zum Wiegen wird durch Handrad *f*, Schnecke und Schneckenrad *g* der exzentriſche Zapfen *c* nach unten herumgedreht, ſo daß er die Schienen *d* freigibt und dieſe am Balken *k* hängen. Der letztere iſt mit ſeiner Meſſerſchneide k^1 durch das Glied *i* bei *h* aufgehängt und durch Glied *l* mit dem zweiten bei m^1 gelagerten Balken *m*, dieſer durch Glied *n* mit dem dritten bei o^1 gelagerten Balken *o*, endlich der letztere durch Glied *s* mit dem vierten bei p^1 gelagerten Balken *p* verbunden. Auf dem langen Arme des Balkens *p* ſitzt das große Laufgewicht, welches bei den gezeichneten Hebelverhältniſſen nur $^1/_{3000}$ vom größten Laſtgewichte beträgt. Zur Beſtimmung der Gewichtsunterabteilungen dient ein kleineres Laufgewicht



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 12.

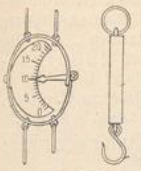


Fig. 16.

auf der Stange q (der Deutlichkeit wegen ſind beide Laufgewichte weggelaſſen).

3. Gattierungswagen zum Abwiegen verſchiedener Materialien für ſich oder in einem gemeinſamen Behälter (Transportwagen), Fig. 12 (C. Schenk, Darmſtadt), beſonders in Gießereien und Eiſenwerken zum Abwiegen der Beſchickungsmaterialien beſtimmt. Jeder Wagebalken kann mittels eines Handgriffs für ſich in Funktion geſetzt werden.

B. Neigungswagen (Fig. 13 und 14). Sie beſitzen einen Winkelhebel, deſſen einer Schenkel das Vergleichungsgewicht trägt und auf deſſen andern Schenkel die Laſt unmittelbar (wie z. B. bei Briefwagen) oder ein mit der Laſtauflagerung (Brücke, Tiſch) in Verbindung ſtehendes Glied wirkt. Je größer die Laſt, deſto größer wird die Verdrehung des Winkelhebels, die mittels eines Zeigers an einer Skala die Größe des Gewichts anzeigt. S. a. Garnprüfung.



Fig. 15.

II. Federwagen.

Die elaſtiſche Verlängerung oder Verkürzung einer Schraubenfeder oder die Durchbiegung einer geraden oder rundgebogenen Feder kann zur Gewichtsvergleichung benutzt werden, indem man durch Belaſtung mit Gewichten die elaſtiſche Veränderung der Feder feſtſtellt, die mittels Zeigerwerks ſichtbar gemacht wird (Fig. 15 und 16). Da die Elaſtizität der Federn im Laufe der Zeit ſich ändert, ſo verlieren die Federwagen allmählich ihre Genauigkeit.

Literatur: [1] Brauer, E., Die Konſtruktion der Wage, 3. Aufl., bearbeitet von Lawaczek, Weimar 1906. — [2] Kataloge von C. Schenk in Darmſtadt, Mohr & Federhaff in Mannheim, H. de Fries in Düſſeldorf, Gebrüder Dopp in Berlin u. a.

A. Widmaier.

III. Wagen zum Meſſen von Kräften.

Zu dieſen gehört die Drehwage, Torſionswage, von Michell 1793 erfunden. Ueber eine wichtige Verwendung vgl. Dichte der Erde (Bd. 3, S. 488). Coulomb bediente ſich der Drehwage zum Nachweis des nach ihm benannten Geſetzes der Fernwirkung ſtatiſch elektriſcher Ladungen und zum Meſſen der Größe ſolcher Ladungen. Gemeinſam iſt allen je nach dem Zweck der Verwendung verſchiedenen Einrichtungen der Drehwage ein vertikaler elaſtiſcher Draht oder Faden, an welchem ein Körper aufgehängt iſt, der in einer beſtimmten Richtung bei untordiertem Draht ſeine Gleichgewichtslage hat, ſolange keine Kraft auf Aenderung des Azimuts der Richtung hinwirkt; gemeinſam iſt auch eine Vorrichtung, um den Winkel der Ablenkung des aufgehängten Körpers aus der Gleichgewichtslage zu meſſen, am beſten, wo es ſich um genaue Winkelbeſtimmung handelt, ein die Beobachtung aus einiger Ferne durch Spiegelableſung geſtattender Spiegel, der um die Richtung des Drahts als Achſe drehbar iſt. Bei der Coulombſchen Drehwage beſteht der angehängte Körper aus einem leichten, die Elektrizität nicht leitenden, horizontal ſchwebenden Stabe, der am einen Ende eine kleine vergoldete Hohlkugel aus Meſſing trägt, am andern Ende ein Gegengewicht. Der Hohlkugel kann durch Kontakt mit einer gleich großen Standkugel mittels eines aus dem das Ganze umſchließenden Glasgefäß hervorragenden Metallſtabes eine Ladung erteilt werden. Der Draht hängt an einer drehbaren Scheibe, deren Drehungen an einer Gradteilung abgeleſen werden können, ſo daß es möglich iſt, das Azimut der Gleichgewichtslage des Wagebalkens, das der Torſion Null entſpricht, um beliebige Winkel zu ändern. Drehwagen beſonderer Vorrichtung ſind ferner die verſchiedenen Galvanometer und das Quadrantenelektrometer (ſ. Bd. 6, S. 373 und 380). Iſt K das Trägheitsmoment des am Drahte hängenden Körpers, und wirkt der Ablenkung um einen Winkel α ein aus der Drillung, der Torſion, des elaſtiſchen Drahtes entſpringendes Drehmoment αD entgegen, ſo bildet die Drehwage eine Art Pendel, deſſen Schwingungszeit ſich aus $D = \pi^2 K : t^2$ ergibt (D Drehmoment für die Ablenkung um den Winkel $\alpha = 1$, gemeſſen in Teilen des Halbmeſſers). Wenn die Maſſen und die Längen in Einheiten des abſoluten Maßſyſtems gemeſſen wurden und die Kraft X ſenkrecht zum zugehörigen Hebelarme l wirkt, ſo ergibt ſich für einen Bogengrad Ablenkung die Kraft in Dynen $X = \pi^3 K : 180\, l\, t^2$. Um daher aus der Ablenkung der Drehwage auf die ablenkende Kraft oder auf deren Drehmoment ſchließen zu können, ſtellt man mit der Drehwage vorausgehende oder nachfolgende Schwingungsverſuche an und ermittelt aus einer längeren Reihe von Schwingungen die Schwingungszeit t. Auch das Trägheitsmoment K kann durch Schwingungsverſuche gefunden werden, indem man zu dem angehängten Körper eine Maſſe von bekanntem Trägheitsmoment K_1 hinzufügt und die neue Schwingungszeit ermittelt. Aus den zwei Gleichungen

$$t = \pi \sqrt{\frac{K}{D}} \text{ und } t_1 = \pi \sqrt{\frac{K + K_1}{D}} \text{ folgt } K = K_1 \frac{d^2}{t_1^2 - t^2}.$$

Die Drehwage wird um ſo empfindlicher, D um ſo kleiner, je kleiner der Durchmeſſer und je größer die Länge des Fadens gemacht wird. Die erwähnte experimentelle Beſtimmungsart von K iſt nicht ganz einwandfrei, weil der Faden bei andrer Spannung auch einen veränderten Wert von D erhalten wird. Auch Temperaturänderungen werden den Wert von D beeinfluſſen; ſolche ſind daher ſorgfältig zu vermeiden. Beſonders werden die Ergebniſſe der Drehwageverſuche unſicher durch die elaſtiſche Nachwirkung im Aufhängedraht, weil dieſe die Nullage verändert und die in der Theorie angenommene Proportionalität zwiſchen Ablenkung und ablenkender Kraft unſicher macht.

Als vorzüglichſtes Material für Fäden hat Boys [3] Quarzfäden in Anwendung gebracht; ſie zeichnen ſich durch eine bei geringer Dicke noch ſehr große Feſtigkeit und eine faſt ideale Elaſtizität aus. Durch raſches Ausziehen der geſchmolzenen Quarzmaſſe iſt es möglich, Fäden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von weniger als 0,00001 Zoll Dicke herzuſtellen, die auf große Länge gleichmäßige Beſchaffenheit zeigen. Es ſei erwähnt, daß Boys [4] mittels ſeiner Drehwage die Gravitationskonſtante gleich $6{,}6576 \cdot 10^{-8}$ beſtimmt hat. Vgl. a. Erde, Bd. 3, S. 488 (mit weiterer Literatur). — Die „amerikaniſche Torſionswage“ iſt keine Drehwage, ſondern eine Abänderung der Robervalſchen Tafelwage, in welcher Schneiden und Pfannen durch elaſtiſche Federn erſetzt ſind [5].

Literatur: [3] Boys, C. V., Philoſ. Magazine 1887, 45, S. 489 ff. — [4] Derſ., Beibl. zu Wiedem. Ann. 1895, Bd. 19, 10, S. 123. — [5] Zeitſchr. f. Inſtrumentenk. 1890, Bd. 10, S. 433. *Aug. Schmidt.*

Wagen, ſ. Eiſenbahnwagen, Motorwagen, Straßenfuhrwerke; vgl. a. Maſſentransport.

Wagenlackierung, das Anbringen eines Leitanſtrichs, das Abſchleifen und das Auftragen der Ausgleichfarben auf Eiſenbahnfahrzeuge, Luxusfuhrwerke u. ſ. w. Vgl. a. Eiſenbahnwagenlackierung und Lacke.

Literatur: Andés, Praktiſches Handbuch für Anſtreicher u. ſ. w., 2. Aufl., Wien 1892. — Creuzburg, Lehrbuch der Lackierkunſt, 11. Aufl., Weimar 1903. — Winckler, Lack- und Firnisfabrikation, nebſt Anleitung zur Lackierkunſt, 2. Aufl., Halle a. S. 1876.

Wagenmiete, ſ. Eiſenbahnbetrieb X.

Wagenpark, Inbegriff der Eiſenbahnwagen einer Eiſenbahnverwaltung.

Wagenraumtarif, Wagenraumſyſtem, ſ. Taraklaſſifikation.

Wagenſchuppen, Gebäude zum Unterbringen beſſerer Perſonenwagen, beſonders von nicht im regelmäßigen Zugsverkehr ſtehenden, z. B. Salonwagen, Wagen von Fürſtlichkeiten u. ſ. w. Auch Gebäude zum Reinigen der Perſonenwagen und zur Vornahme kleiner Reparaturen an ſolchen.

Dieſe Gebäude müſſen wie die Lokomotivſchuppen (ſ. d.) von Gleiſen durchzogen, mit Arbeitsgruben verſehen, heizbar und verſchließbar ſein. *H. Kübler.*

Wagenverbände, ſ. Eiſenbahnbetrieb, Eiſenbahnverbände.

Wagenverwaltung, jede Eiſenbahnverwaltung in ihrer Eigenſchaft als bei der gegenſeitigen Wagenbenutzung (ſ. Bd. 3, S. 301) beteiligte Wageneigentümerin.

Wagenwaſchgleiſe, d. h. Gleiſe zur Reinigung und Entſeuchung von zur Viehbeförderung benutzten Eiſenbahngüterwagen.

Nach trockener Beſeitigung der Streu (des Sandes), des Düngers, der Reſte von Anbindeſträngen u. ſ. w. werden die Wagen in der Regel erſt mit heißem Waſſer, dann mit einer entſeuchenden Flüſſigkeit (Sodalauge, in Deutſchland bei Seuchengefahr Krefolſchwefelſäurelöſung) ausgewaſchen. Das Wagenwaſchgleis liegt deshalb erhöht (auf Betonklötzen, Steinwürfeln u. dergl.) über einer waſſerdichten Abdeckung des Fußbodens, die aus Beton, Ziegelpflaſter u. ſ. w. hergeſtellt wird. Die eine Schiene liegt zweckmäßig etwas (z. B. 5 cm) höher als die andre, damit das Waſſer aus den ſchrägſtehenden Wagen leicht abläuft. Die Abdeckung hat Gefälle nach einzelnen Punkten, an denen Einfallſchächte angeordnet werden. Dieſe führen zu einer Entwäſſerungsleitung, die mit Sandfängern ausgerüſtet ſein muß. Neben den Waſchgleiſen hat man oft Dunggruben angeordnet zur einſtweiligen Aufnahme des vor der naſſen Reinigung beſeitigten Dunges. Zweckmäßiger wirft man bei größeren Anlagen den Dung unmittelbar aus den zur Viehbeförderung benutzten Wagen, die auf einem beſonderen, zur Vorreinigung dienenden Gleiſe ſtehen, in die auf einem benachbarten tieferliegenden Gleis ſtehenden Düngerwagen und ſchiebt dann erſt die vorgereinigten Wagen auf das Wagenwaſchgleis (Mannheim). Das heiße Waſſer wird auf kleinen Bahnhöfen in der Regel von einer Lokomotive geliefert; bei größeren Anlagen wird es einer beſonderen Heißwaſſerſtation entnommen, aus der es durch eine Heißwaſſerleitung den neben den Waſchgleiſen in gewiſſen Abſtänden verteilten Hydranten zuſtrömt. Bisweilen (z. B. in Karlsruhe, Mannheim) hat man die Wagenwaſchgleiſe in einem geſchloſſenen Schuppen angeordnet.

Literatur: [1] Leißner, G., in Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 1. Aufl., II, 3, S. 869. — [2] Oder, in Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, V, 4, S. 258. — [3] Richter, Ueber Viehwagenwäſchen, Organ u. ſ. w. 1909, S. 274, 290. — [4] Blum, A., Der neue Verſchiebebahnhof in Mannheim, Organ u. ſ. w. 1909, S. 28. *Cauer.*

Wahrer Mittag, wahrer Sonnentag, wahre Sonnenzeit, wahre Zeit.

Wahrer Mittag iſt in einem beſtimmten Beobachtungsort der Erde in dem Augenblick, in dem der Mittelpunkt der Sonne, wie ſie am Himmel erſcheint, den Meridian des Beobachtungsorts paſſiert. Die Zeit zwiſchen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen der Sonne iſt der wahre Sonnentag; ſeine Dauer iſt im Laufe des Jahres veränderlich wegen der ungleichförmigen Geſchwindigkeit, mit der die Sonne ihre ſcheinbare Bahn, die ein Abbild der Bahnellipſe der Erde iſt, durchläuft. Iſt die Erde ein Perihelium (die Sonne in Perigaeum), ſo wird die Sonne wegen der Bedingung, die das zweite Keplerſche Geſetz aus der Zentralbewegung zweier Körper ſtellt, zur Zurücklegung eines beſtimmten Bogens ihrer ſcheinbaren Bahn weniger Zeit gebrauchen als zur Zeit des Apheliums. Die in einem beſtimmten Moment gültige wahre Zeit oder wahre Sonnenzeit iſt der Stundenwinkel der Sonne (vgl. a. Koordinaten am Himmel); ſie iſt aus den oben angegebenen Urſachen keine gleichförmig ablaufende Zeit und eignet ſich deshalb nicht mehr für unſre Uhren, die vielmehr nach „mittlerer“ Zeit (vgl. Mittlerer Mittag, Bd. 6, S. 444) reguliert werden mußten. Jede Zeitbeſtimmung mit Hilfe der Sonne führt aber zunächſt auf die wahre Zeit, und ſie muß erſt mit Hilfe der Zeitgleichung in mittlere Zeit verwandelt werden. Zum Beiſpiel zeigen auch die Sonnenuhren (ſ. d.) wahre Zeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wahrſcheinlichkeitsrechnung gibt die Regeln und Formeln, wonach an und für ſich zufällige Ereigniſſe der mathematiſchen Berechnung unterworfen werden können und die Anwendungen dieſer Regeln und Formeln auf die großen und wichtigen Gebiete, worin zufällige Ereigniſſe auftreten.

Die mathematiſche Wahrſcheinlichkeit für den Eintritt eines Ereigniſſes wird dargeſtellt durch einen echten Bruch, deſſen Nenner die Anzahl aller denkbaren günſtigen und ungünſtigen Fälle, welche eintreten können, deſſen Zähler die dem Ereignis günſtigen Fälle angibt, vorausgeſetzt, daß alle in Betracht kommenden Fälle unſers Wiſſens gleich möglich ſind. Beim einmaligen Aufwerfen eines richtig konſtruierten Würfels iſt die Wahrſcheinlichkeit dafür, z. B. vier Augen zu werfen, gleich 1/6, und beim einmaligen Aufwerfen von zwei Würfeln iſt die Wahrſcheinlichkeit für dasſelbe Ereignis gleich 3/36. — Bei reellen Glücksſpielen müſſen die zu erwartenden Gewinne, nach dem Verhältnis der Wahrſcheinlichkeiten zu gewinnen, derart verſchieden ſein, daß der kleineren Wahrſcheinlichkeit der größere Gewinn entſpricht, oder ſchärfer gefaßt, daß die aus der Wahrſcheinlichkeit, zu gewinnen, und dem Gewinn gebildeten Produkte, die als mathematiſche Erwartung der Spieler bezeichnet werden, für die bei dem Spiel Beteiligten einander gleich ſein müſſen. Die hiermit gegebene mathematiſche Grundlage für die richtige Anordnung der Glücksſpiele, für die richtige Feſtſetzung von Einſatz und Gewinn, bildet auch die Grundlage für die Einrichtung von Verſicherungen; auch bei dieſen muß die mathematiſche Erwartung, zu der die Bezahlung einer beſtimmten Prämie berechtigt, gleich ſein der mathematiſchen Erwartung, welche ſich für die Verſicherungsgeſellſchaft aus der Verpflichtung ergibt, eventuell die verſicherte Summe zu zahlen, abgeſehen von der Erhöhung der Prämien, die ſich aus der Deckung der Verwaltungskoſten und aus dem von der Geſellſchaft beanſpruchten Gewinn ergibt.

Die Ergebniſſe der Wahrſcheinlichkeitsrechnung ſtimmen aber mit den tatſächlichen Vorgängen im praktiſchen Leben nur überein, wenn eine große Zahl von Fällen betrachtet wird, und ſie ſtimmen um ſo beſſer damit überein, je größer die Anzahl der betrachteten Fälle iſt. Wenn ein Würfel ſechsmal nacheinander aufgeworfen wird, ſo kann ſehr wohl jedesmal ein Auge geworfen werden, wenn der Würfel aber tauſendmal aufgeworfen wird, ſo werden die Augenzahlen 1 bis 6 bei dieſen 1000 Würfen annähernd gleich oft vorkommen, und wenn die Zahl der Würfe noch weiter erhöht wird, ſo wird ſich eine immer mehr gleich werdende Anzahl der verſchiedenen Würfe ergeben. Ferner wird auch dann, wenn die Wahrſcheinlichkeit für das Eintreten eines Ereigniſſes nicht aus einer ſicher berechenbaren Anzahl von Fällen, ſondern aus ſchwankenden Erfahrungszahlen abgeleitet wird, ein um ſo ſichereres Ergebnis erzielt, je größer die Anzahl der benutzten Erfahrungszahlen iſt. Die Wahrſcheinlichkeit dafür, daß auf je 1000 Häuſer ein Haus abbrennt, wird ſehr unſicher erhalten, wenn ſie aus zehnjährigen Erfahrungen in einem kleinen Dorf abgeleitet wird; ſie wird aber mit großer Sicherheit beſtimmt, wenn die hundertjährige Erfahrung in einem großen Staate zugrunde gelegt wird. Die Wahrſcheinlichkeitsrechnung ſichert ihre Ergebniſſe aber nicht nur durch Beachtung dieſes allgemeinen Prinzips der großen Zahl, ſondern ſie ermöglicht auch, die Grenzen rechnungsmäßig feſtzuſtellen, innerhalb derer die Fehler ihrer Ergebniſſe liegen, wonach dann bei der praktiſchen Anwendung Vorkehrungen getroffen werden können, um den aus den Fehlern möglicherweiſe entſtehenden Schaden zu decken. So werden z. B. bei den Verſicherungen Reſervefonds errichtet oder Rückverſicherungen bei andern Verſicherungsgeſellſchaften abgeſchloſſen, um außergewöhnliche Schäden zu decken.

Von ſehr großer Bedeutung iſt die Anwendung der Wahrſcheinlichkeitsrechnung auf die Ergebniſſe der aſtronomiſchen, geodätiſchen, phyſikaliſchen und ähnlichen Meſſungen. Sie ermöglicht nicht nur, daß die allen Beobachtungen entſprechenden wahrſcheinlichſten Mittelwerte der zu beſtimmenden Größen berechnet werden (ſ. Methode der kleinſten Quadrate), ſondern ſie ermöglicht auch durch eine ſcharfe Kritik der ſich ergebenden wahrſcheinlichſten Werte der Beobachtungsfehler die Feſtſtellung regelmäßiger Fehler und deren Urſachen. Hiernach können dann die Beobachtungs- und Rechnungsmethoden verbeſſert werden, um die Wirkung der die Ergebniſſe ſtets einſeitig entſtellenden regelmäßigen Fehler aufzuheben. Bei der Feſtſtellung der Urſachen der regelmäßigen Fehler ergeben ſich oft wichtige neue Tatſachen, wie z. B. bei den geodätiſchen und aſtronomiſchen Beobachtungsergebniſſen die Lotabweichungen und die Schwankungen in der Richtung der Erdachſe. Im übrigen ſei hier auf die umfangreiche Literatur der Wahrſcheinlichkeitsrechnung verwieſen. Hiſtoriſche Angaben über die Entwicklung und Ausbildung der Wahrſcheinlichkeitsrechnung und Literaturangaben in größerem Umfange ſind enthalten in [2], [9], [13]. — Eine populäre Darſtellung iſt gegeben in [11]. Außerdem ſind unten noch die wichtigeren Werke der neueren Zeit angeführt.

Literatur: [1] Laplace, Théorie analytique des Probabilités, Paris 1812. — [2] Derſ., Essai philosophique sur les Probabilités, Paris 1814, deutſch von Tönnies, Heidelberg 1819 und von Schwaiger, Leipzig 1886. — [3] Hagen, Grundzüge der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Berlin 1837, 1867, 1882. — [4] Poiſſon, Recherches sur la Probabilité des Jugements en matière criminelle et en matière civile, Paris 1837, deutſch erweitert zum Lehrbuch der Wahrſcheinlichkeitsrechnung von Schnuſe, Braunſchweig 1841. — [5] Fries, Verſuch einer Kritik der Prinzipien der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Braunſchweig 1842. — [6] Cournot, Exposition de la théorie des chances et des probabilités, Paris 1843, deutſch von Schnuſe, Braunſchweig 1849. — [7] Sawitſch, Anwendung der Wahrſcheinlichkeitstheorie, deutſch von Lais, Mitau und Leipzig 1863. — [8] Meyer, A., und Folie, F., Cours de calcul des probabilités fait à l'université de Liège de 1849 à 1857, publié par F. Folie, Bruxelles 1874, deutſch unter dem Titel: Meyer, Vorleſungen über Wahrſcheinlichkeitsrechnung, überſetzt und erweitert von Czuber, Leipzig 1879. — [9] Cantor, Hiſtoriſche Notizen über die Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Halle 1854. — [10] Lexis,

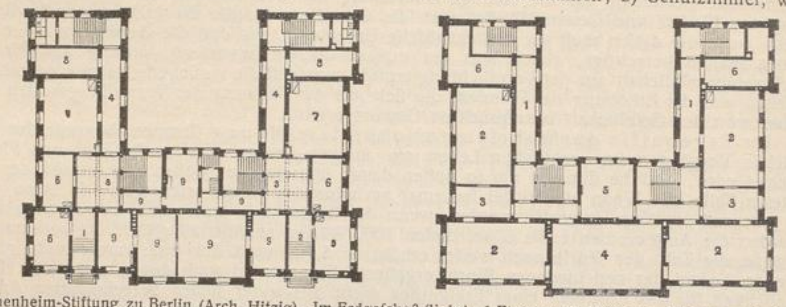
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Theorie der Maſſenerſcheinungen in der menſchlichen Geſellſchaft, Freiburg 1877. — [11] Geiſenheimer, Ueber Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Heft 335 in der Sammlung gemeinverſtändlicher Vorträge von Virchow und Holtzendorf, Berlin 1880. — [12] Fick, Philoſophiſcher Verſuch über die Wahrſcheinlichkeiten, Würzburg 1883. — [13] Kries, Die Prinzipien der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Freiburg i. B. 1886. — [14] Herz, Wahrſcheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, Leipzig 1900. — [15] Czuber, Wahrſcheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statiſtik und Lebensverſicherung, Leipzig 1902. *Otto Koll.*

Waidküpe, ſ. Indigoküpen.

Waiſenhaus, Gebäude für Unterricht und ſittliche Erziehung von Kindern beiderlei Geſchlechts, mit dem Zwecke, die Zöglinge für den ſpäteren Lebensberuf geeignet vorzubereiten.

Die älteren Anſtalten bilden Gebäudegruppen zur Unterbringung ſämtlicher Zöglinge, nach den Geſchlechtern getrennt. Das neuere Syſtem zieht einzelne kleine Familienhäuſer vor, in welchen je zehn Kinder unter einem Vater oder einer Mutter vereint wohnen; dazu gehört ein gemeinſames Schulgebäude und Verwaltungshaus. Bei großen Anſtalten ſind folgende Räume nötig: Im Erdgeſchoß: a) Speiſeſäle mit den Wirtſchaftsräumen; b) Schulzimmer, welche



Reichenheim-Stiftung zu Berlin (Arch. Hitzig). Im Erdgeſchoß (links): 1 Eingang für Mädchen. 2 Eingang für Knaben. 3 Vorräume mit Haupttreppen. 4 Flure. 5 Amtszimmer des Direktors. 6 Krankenzimmer. 7 Speiſe- und Arbeitsſäle. 8 Badezimmer. 9 Wohnung des Direktors. Im erſten Stockwerk (rechts): 1 Flur. 2 Schlafſäle. 3 Lehrerzimmer. 4 Betſaal (darüber Turnſaal). 5 Konferenzzimmer. 6 Kleiderkammern.

jedoch in manchen Städten, wo gute Schulen vorhanden, in Wegfall kommen; c) Werkſtätten; d) Verwaltung. In einem oder zwei Obergeſchoſſen: e) Wohn-, Schlaf- und Waſchräume; f) Krankenzimmer und Bäder; g) Wohnungen für den Vorſtand und das Erziehungsperſonal. Bei den Gebäuden ſind große freie Plätze für Spiel und Turnübungen mit gedeckten Hallen zu gleichem Zweck nötig; ferner Gärten und Gelände zum Betrieb von Feld- und Gartenarbeit.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Berlin 1900, Bd. 2, 4. Teil. — [2] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 5. Halbbd., 2. Heft. *Weinbrenner.*

Wakieh, Gewicht in Sanſibar = $^1/_{16}$ Artel = $^1/_{16}$ Maund zu 1,347 kg.

Waldwolle, ſ. Polſtermaterialien, Bd. 7, S. 180.

Walkechtheit, ſ. Farbenechtheit.

Walken, Walkerde, ſ. Tuchfabrikation, S. 632.

Walm (Walmſeite), Dachfläche, welche über der Schmalſeite des Hauſes aufſteigt und mit den anſtoßenden Dächern Gräte bildet (ſ. Dach, Bd. 2, S. 489, und Gratgebinde, Bd. 4, S. 617 ff.).

Walmſparren, die zur Walmfläche gehörenden Sparren bezw. Schifter (ſ. Schiften, Bd. 7, S. 693, und Gratgebinde mit Figur, Bd. 4, S. 617.

Walrat (Spermaceti) bildet raffiniert eine glänzende, weiße, durchſcheinende Maſſe von breitblätteriger, kriſtalliniſcher Struktur.

Es kommt hauptſächlich in den Kopfhöhlen und im Speck des Pottwales und Entenwales vor, iſt auch in geringeren Mengen in andern Cetaceen gefunden, auch bildet es den feſten Beſtandteil des Delphinöls und Haiöls. Walrat hat ein ſpez. Gew. von 0,96 bei 15° C., ſchmilzt bei 43,4—44,2° C. und beſteht hauptſächlich aus Cetin. Es wird faſt ausſchließlich zur Fabrikation der Walratkerzen verwendet. Walratöl dient zur Schmierung (ſ. d.). *Deite.*

Walzeiſen, ſ. Walzen, Normalprofile für Walzeiſen.

Walzen, in der Müllerei die arbeitenden Elemente in den Walzenſtühlen.

Material: meiſt Hartguß oder Porzellan, auch Stahl und Granit. Dimenſionen: 0,15—0,5 m Durchmeſſer bei 0,3—1,5 m Länge. Die Hartgußwalzen werden von den betreffenden Werken mit fertig eingepreßten Achſen, gedreht und geſchliffen geliefert. Porzellanwalzen werden als Hohlzylinder angefertigt, an dem die beiden gußeiſernen Stirnſcheiben mittels Anker feſtgeklemmt werden. Für gewiſſe Zwecke (Dunſtvermahlung, Auflöſung feiner Grieße u. ſ. w.) ſind ſie vielfach den feingeriffelten oder glatten Hartgußwalzen vorgezogen worden; ſie werden bis zu einer Länge von 1 m und einem Durchmeſſer von 0,35 m von unglaſiertem Porzellan verſchiedenen Korns hergeſtellt. S. Walzenſtühle. *Arndt.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Walzen dienen in der Landwirtſchaft hauptſächlich zum Verdichten des Bodens, Zerkleinern der Schollen und zum Ebnen und Formen des Bodens an der Oberfläche. Man unterſcheidet Glattwalzen (Fig. 1) und Walzen mit Schneiden. Letztere können entweder, wie in Fig. 2 dargeſtellt, aus einzelnen Ringen beſtehen (Ringelwalzen), oder es können glatte Ringe mit Sternringen und Ringen mit Schneiden abwechſeln (Fig. 3) (Croßkill- und Cambridgewalzen oder Schollenbrecher). Die Zugkraft beträgt bei den Glattwalzen etwa 15—20%, bei den

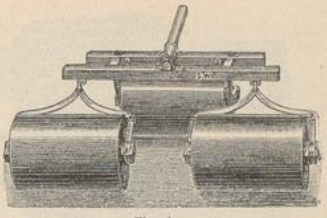


Fig. 1.

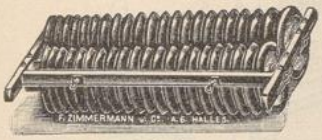


Fig. 2



Fig. 3.

Ringelwalzen etwa 20—30% und bei den Schollenbrechern 25—30% des Gewichts. Die Ackerwalzen können von den meiſten Pflugfabriken bezogen werden. *Wrobel.*

Walzen für den Straßenbau, ſ. Straßenwalzen.

Walzen, Walzenſtraße, Walzwerk. Mit Walzen bezeichnet man allgemein ein (im Gegenſatz zum abſatzweiſen Preſſen mit Stempeln, ſ. Preſſen) ununterbrochen fortſchreitendes Preſſen von Materialien aller Art durch ſich drehende rollen- oder ſcheibenförmige Körper (Walzen). — Zweck des Walzens iſt teils eine Verdichtung, teils eine Querſchnittsänderung nach beſtimmter Form, teils eine Biegung, teils eine Oberflächenveränderung, teils eine Zerkleinerung u. ſ. w. — Im nachfolgenden handelt es ſich nur um das Walzen von Metallen, und zwar in der Hauptſache um das Walzen von ſchmiedbarem Eiſen, das mit wenigen Ausnahmen (ſ. Kaltwalzen) in Rotglut erfolgt. — Ueber die zur Erhitzung notwendigen Oefen ſ. Oefen für techniſche Zwecke.

A. Bezeichnungen der gewöhnlichen Walzwerke und ihrer Teile (Spezialwalzwerke ſ. unten).

Duo- oder Zweiwalzwerke (Fig. 1) beſitzen zwei Walzen, deren Achſen im allgemeinen parallel liegen und die ſich in entgegengeſetzter Richtung drehen. — Trio- oder Dreiwalzwerke (Fig. 2) beſitzen drei übereinander liegende parallele Walzen, von denen Ober- und Mittelwalze und Mittel- und Oberwalze ſich je in entgegengeſetzter Richtung drehen; das Walzgut geht zwiſchen Unter- und Mittelwalze hindurch und zwiſchen Mittel- und Oberwalze wieder zurück. — Doppelduowalzwerke (Fig. 3), aus dem Triowalzwerk durch Verdopplung der Mittelwalze entſtanden, beſitzen zwei Walzenpaare, wobei die Oberwalze des einen Paars etwa in gleicher Höhe wie die in gleicher Richtung ſich drehende Unterwalze des andern Paares ſich befindet; das Walzgut geht zwiſchen dem einen Walzenpaar hindurch und zwiſchen dem andern wieder zurück. — Reverſier- oder Kehrwalzwerke (Fig. 4) geſtatten die Aenderung der Umdrehungsrichtung der Walzen nach jedem Durchgang des Walzguts. — Vergleich und Anwendungsgebiete dieſer verſchiedenen Walzwerke ſ. unten.

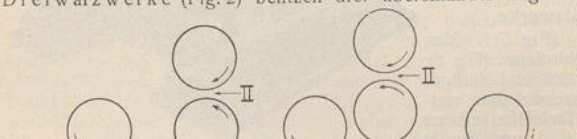


Fig. 1. Duowalzen. Fig. 2. Triowalzen. Fig. 3. Doppelduowalzen. Fig. 4. Duoreverſierwalzen.

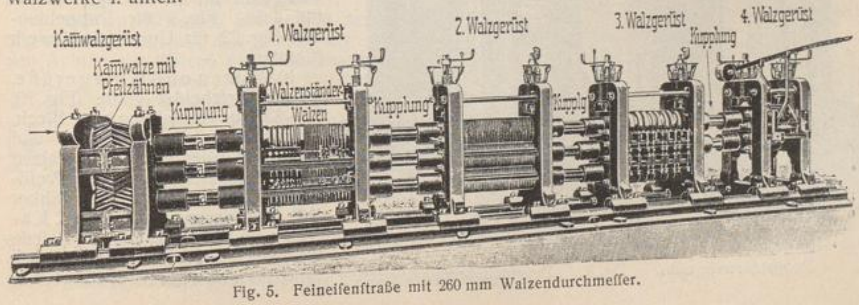


Fig. 5. Feineiſenſtraße mit 260 mm Walzendurchmeſſer.

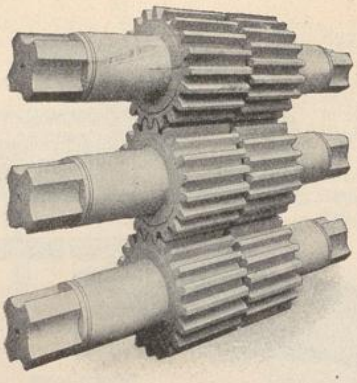


Fig. 7. Kammwalzen mit gefräften, verfetzten Zähnen (Benrath).

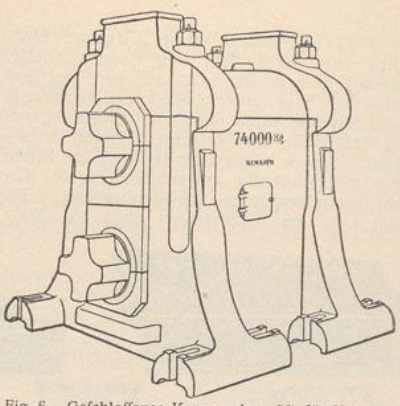


Fig. 6. Gefchloffenes Kammwalzgerüft für Kammwalzen von 1150 mm Durchmeffer.

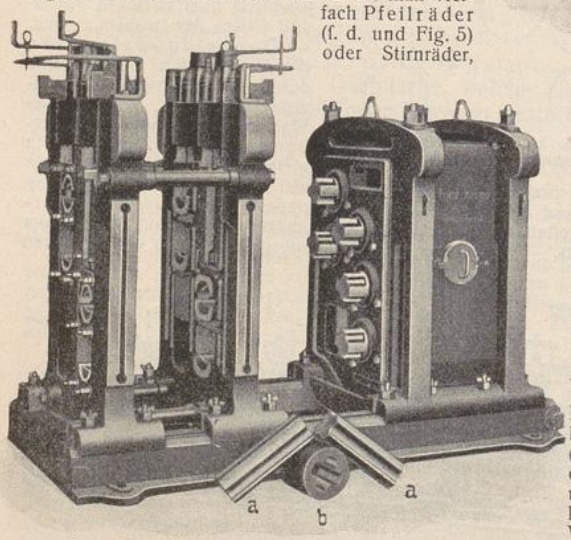
Die Walzen (Fig. 5) find in zwei Walzenftändern gelagert, ihre Gefamtheit wird als Walzgerüft (Fig. 5) bezeichnet. Jedes Walzwerk befteht aus mindeftens einem Gerüft; gewiffe Arten von Walzwerken weifen aber eine größere Anzahl von Gerüften (Drahtwalzwerke z. B. bisweilen zehn Gerüfte und noch mehr) auf. Die Walzen werden in der Regel alle von der Hauptwelle aus durch Zahnräder (Kammwalzen) angetrieben, die in dem Kammwalzgerüft (f. Fig. 5) gelagert find. Die Verbindung zwifchen den Kammwalzen und den Walzen oder zwifchen den Walzen verfchiedener Gerüfte erfolgt durch Kupplungen (Fig. 5). Die Gefamtheit von Antriebsmafchine und der von ihr angetriebenen Walzen famt Zubehör bezeichnet man als Walzenftraße (Fig. 5). Manche Walzenftraßen zerfallen in eine (oder mehrere) Vor- und eine (oder mehrere) Fertigftraße (Beifpiele f. unten und Drahtfabrikation).



Fig. 8.

B. Einzelheiten der Walzwerke.

a) Kammwalzgerüfte (Fig. 5). Man unterfcheidet offene und gefchloffene (Fig. 6), letztere wegen der größeren Starrheit jetzt häufiger angewendet. Als Zahnräder verwendet man vielfach Pfeilräder (f. d. und Fig. 5) oder Stirnräder, die letzteren vielfach in der Ausführung nach Fig. 7 mit gefräften und um die halbe Zahnteilung verfetzten Radkränzen. Die Anzahl der Kammwalzen und die damit fich ergebende Form des Kammwalzgerüftes hängt von der Anzahl der von ihnen unmittelbar anzutreibenden Walzen ab: Fig. 6 Kammwalzgerüft für Duo-, Fig. 5 und 8 für Trio-, Fig. 9 für Doppelduo- und Fig. 22 für Univerfalwalzwerk (f. unten).



Doppelduowalzgerüft. Fig. 9. Doppelduokammwalzgerüft.

b) Walzen und Walzgerüfte. Man unterfcheidet glatte (Fig. 10, 15—25, zur Herftellung von Blech, Panzerplatten, Univerfaleifen) und kalibrierte oder profilierte Walzen (Fig. 5, zur Herftellung von Profileifen, Draht u. f. w.). Ueber Kaliber und Kalibrieren der Walzen f. Kaliber und Kalibrieren. — Jede Walze (Fig. 10) befitzt zwei Laufzapfen *n* und zwei Kuppelzapfen *o*.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der mittlere Teil *m* wird als „Ballen" bezeichnet. Die Walzen ruhen in Lagergehäusen (Einbaustücken) und sind in dem an den beiden Walzenständern bestehenden Walzgerüst entweder festgelagert oder beweglich. Die Laufzapfen werden in der Regel nur an einzelnen Stellen von verhältnismäßig schmalen Lagerschalen (aus Phosphorbronze oder Hartblei) berührt. Die Walzenständer sind entweder geschlossen (aus einem Gußstück bestehend, Fig. 15, 19, 21—28) oder offen (aus zwei Teilen bestehend, zwecks leichteren Auswechselns der Walzen mittels Krans, Fig. 11—13, 30, 31).

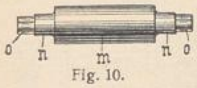


Fig. 10.

Von großer Wichtigkeit ist die Uebertragung des beim Walzen auftretenden Drucks auf die Walzenständer und die Verstellbarkeit der Walzen. Um die Walzen gegeneinander einstellen zu können, muß eine Walze festgelagert und die andre bezw. die andern gegen sie mit den Einbaustücken verstellbar sein. Das Gewicht der verstellbaren Walzen samt Einbaustücken wird meistens durch Gegengewichte, hydraulische Stempel oder Federn aufgenommen. Handelt es sich um Verstellbarkeit einer Walze in größerem Betrag, wie z. B. bei Block-, Blech- und ähnlichen Walzen, so wird die verstellbare Walze durch hydraulische Stempel oder Gegengewichte nach oben bewegt und ihre Abwärtsbewegung erfolgt durch die den Druck von den beiden Einbaustücken auf die Walzenständer übertragenden Druckspindeln. Ist eine Verstellbarkeit der Walzen nur um geringe Beträge notwendig, so wendet man bei der Druckspindel Federn *a* (Fig. 11 und 12), auch Schraubenspindeln ohne oder in Verbindung mit Hebeln oder auch Keile an. Beispiele hierfür bieten insbesondere die Triowalzgerüste. Bei diesen wird in der Regel die Mittelwalze festgelagert. Ihr Eigengewicht und der Druck beim Durchgang des Walzguts zwischen Mittel- und Oberwalze wird durch Konsolen *k k* (Fig. 12) an den Ständern aufgenommen, auf die sich das Einbaustück *e* stützt. Der nach oben gerichtete Druck auf die Mittelwalze beim Durchgang des Walzguts zwischen Unter- und Mittelwalze wird durch einen Deckel *d* und von diesem entweder mittels Druckschrauben oder Keilen ebenfalls auf Konsolen k_1 (Fig. 13) am Ständer oder wie beim Erdmann-Ständer (Fig. 12) durch Hebel *h*, die in Aussparungen des Ständers sich befinden, und Druckschrauben auf Konsolen k_1 an der Außenfläche der Ständer aufgenommen. Das Einbaustück e_1 der Oberwalze besitzt Federaufhängung *a*, die Verstellung und Druckübertragung erfolgt durch die Druckspindel *s*. Bei der Unterwalze wirkt der Walzdruck und das Eigengewicht nur nach abwärts; die Druckübertragung vom Einbaustück e_2 auf das Gestell und die Verstellbarkeit erfolgt entweder unmittelbar durch Druckschrauben oder Keile oder mittelbar wie beim Erdmann-Ständer durch Hebel *h* und Druckschraube auf Konsolen an der Ständeraußenseite.

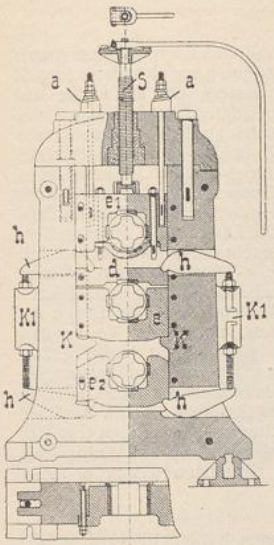


Fig. 12.



Fig. 11. Walzenstraße für Walzen von 550—600 mm Durchmesser.

c) Kupplungen. Die Achsen der Walzen fallen im allgemeinen nicht mit den Achsen der Kammwalzen oder den Achsen der Walzen des benachbarten Walzgerüsts zusammen, da der Durchmesser der Walzen wegen des durch die Abnutzung notwendigen Abdrehens zunächst größer als der Durchmesser der Kammwalzen gehalten wird. Die Kupplung wird deshalb in der Weise bewirkt, daß die Kammwalzen und die Walzen Kuppelzapfen mit dem aus Fig. 14 hervorgehenden Querschnitt (oder ähnlich) erhalten. Zwischen die zu verkuppelnden Zapfen wird eine Kuppelspindel *a* (Fig. 5 und 9) desselben Querschnitts gelegt und die Bewegungsübertragung zwischen den Kuppel-

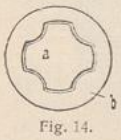


Fig. 14.

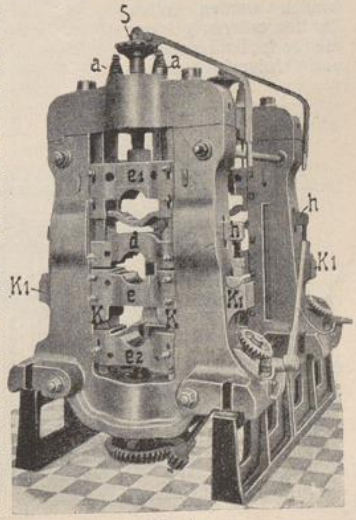


Fig. 13.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

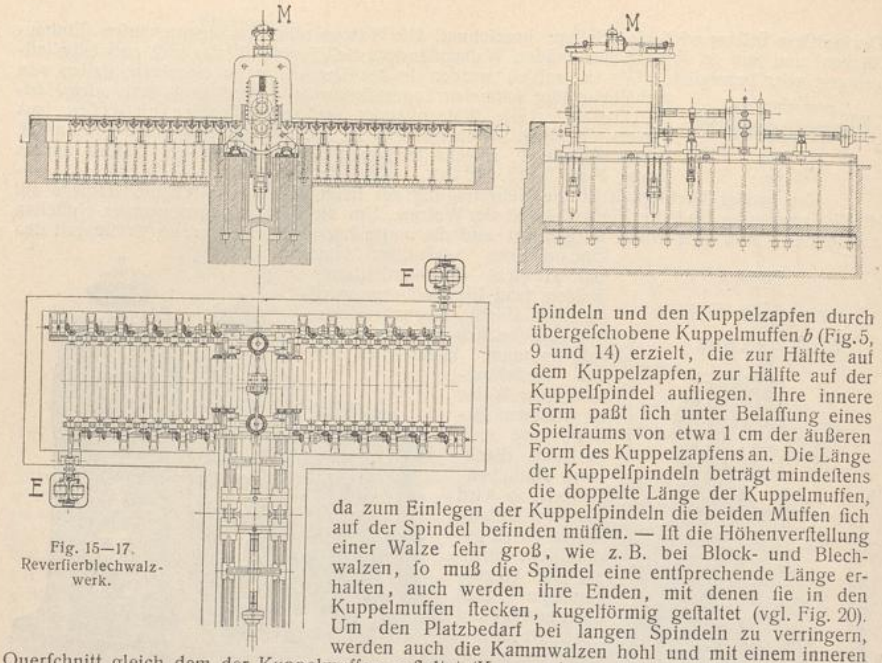


Fig. 15—17. Reverfierblechwalzwerk.

ſpindeln und den Kuppelzapfen durch übergeſchobene Kuppelmuffen *b* (Fig. 5, 9 und 14) erzielt, die zur Hälfte auf dem Kuppelzapfen, zur Hälfte auf der Kuppelſpindel aufliegen. Ihre innere Form paßt ſich unter Belaſſung eines Spielraums von etwa 1 cm der äußeren Form des Kuppelzapfens an. Die Länge der Kuppelſpindeln beträgt mindeſtens die doppelte Länge der Kuppelmuffen, da zum Einlegen der Kuppelſpindeln die beiden Muffen ſich auf der Spindel befinden müſſen. — Iſt die Höhenverſtellung einer Walze ſehr groß, wie z. B. bei Block- und Blechwalzen, ſo muß die Spindel eine entſprechende Länge erhalten, auch werden ihre Enden, mit denen ſie in den Kuppelmuffen ſtecken, kugelförmig geſtaltet (vgl. Fig. 20). Um den Platzbedarf bei langen Spindeln zu verringern, werden auch die Kammwalzen hohl und mit einem inneren Querſchnitt gleich dem der Kuppelmuffen geſtaltet (Kammwalzen mit innerem Angriff, Fig. 20). Lange Kuppelſpindeln werden durch ein oder zwei nachgiebige Zwiſchenlager unterſtützt (Fig. 18, 20, 21 [9]). — Ortmann verbindet die Walzenſtraßenwelle der Antriebsmaſchine unmittelbar mit der zugehörigen Kammwalze, um die Anzahl der Kupplungen mit Spielraum wegen der Abnutzung u. ſ. w. zu vermindern [10].

C. Walzenſtraßenanordnungen.

Die Walzenſtraßen weiſen je nach dem Walzgut, das auf ihnen hergeſtellt werden ſoll, verſchiedene Anordnungen auf. Die hauptſächlichſten Arten von Walzenſtraßen ſind in nachfolgendem angegeben, wobei zunächſt diejenigen Walzenſtraßen, die glatte Walzen beſitzen, und hierauf diejenigen mit profilierten Walzen behandelt werden ſollen. Zu den erſteren gehören die Blech-, Panzerplatten- und Univerſaleiſenwalz-

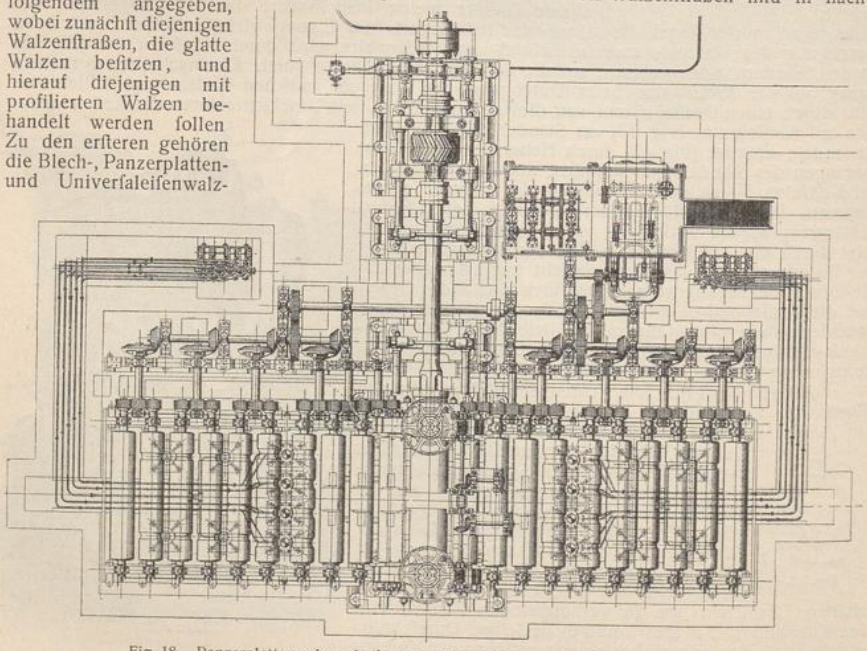


Fig. 18. Panzerplattenwalzwerk (Ludwig Stuckenholz, A.-G., Wetter a. d. Ruhr).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

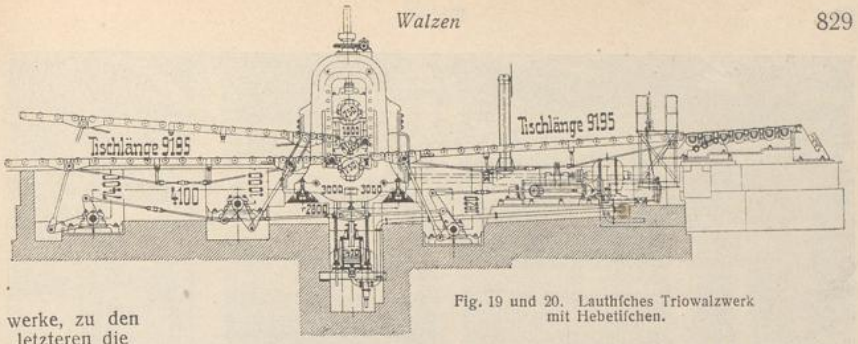
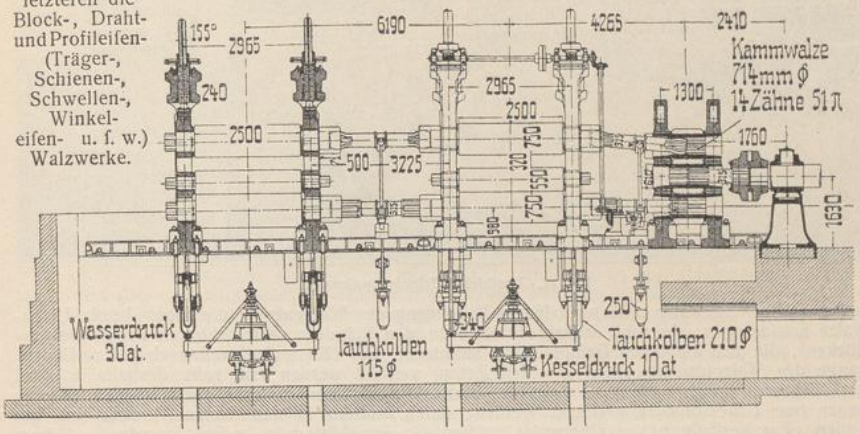


Fig. 19 und 20. Lauthſches Triowalzwerk mit Hebetiſchen.

werke, zu den letzteren die Block-, Draht- und Profileiſen- (Träger-, Schienen-, Schwellen-, Winkeleiſen- u. ſ. w.) Walzwerke.



a) Blechwalzwerke und zugehörige Walzwerke. Da zum Auswalzen eines Blocks (Bramme) zu einem Blech ein einziger Durchgang (Stich) nicht genügt, ſo muß das Walzgut die Walzen oft paſſieren, wobei jedesmal der Zwiſchenraum zwiſchen den Walzen verringert werden muß. Dieſe Walzwerke zeichnen ſich alſo im allgemeinen durch eine ſtarke Verſtellbarkeit der Walzen aus. Für leichtes Walzgut, das ſich leicht über die Oberwalze zurückgeben läßt, verwendet man Duowalzwerke mit gleichbleibender Drehungsrichtung der Walzen, für mittelſchweres Walzgut Triowalzwerke und für ſchwere Keſſelbleche und Panzerplatten, um ſchwere Hebevorrichtungen für das Walzgut zu umgehen, Duoreverſierwalzwerke.

Fig. 15—17 zeigen ein Duoreverſierblechwalzwerk; die Oberwalze iſt hydrauliſch ausbalanciert, ihre Verſtellung erfolgt durch Elektromotor *M*. Vor und hinter den Walzen ſind zur Einführung des Walzguts in die Walzen Rollgänge (je mit einem Elektromotor *E*) angeordnet. Die obere Kuppelſpindel iſt gleichfalls hydrauliſch ausbalanciert. Nach jedem Durchgang des Walzguts wird die Antriebsmaſchine umgeſteuert, ſo daß die Walzen ſich in entgegengeſetzter Richtung drehen, und die Oberwalze der Unterwalze etwas genähert. Da die Streckung des Walzguts hauptſächlich in der Walzrichtung erfolgt, ſo muß das Walzgut zur Erzielung eines Blechs von beſtimmter Flächengröße von Zeit zu Zeit um 90° gedreht werden (Kreuzwalzen).

Panzerplattenwalzwerke. Sie ſind Reverſierduowalzwerke mit ſehr kräftigen Walzen (Ausführungen bis zu 1,25 m Durchmeſſer und 4 m Ballenlänge) und ſehr kräftigem Rollgang (Fig. 18, Grundriß eines Panzerplattenwalzwerks). An Beſonderheiten weiſen ſie eine Blockaufſetzvorrichtung auf, die dem Zwecke dient, die Blöcke ſanft auf den Rollgang abzuſetzen; ſie beſtehen aus einer Anzahl hydrauliſcher Stempel, die beim Abſetzen des Blocks vom Kran über die Rollen des Rollgangs hinausragen. Ferner beſitzen ſie eine Einrichtung, um die Platten genau in die Walzrichtung einzuſtellen, aus einer Anzahl (gewöhnlich vier) hydrauliſcher Stempel je mit Spitze beſtehend; jeder dieſer Stempel kann für ſich geſteuert und die Platte an der betreffenden Stelle hochgehoben werden, wobei durch gleichzeitiges Bewegen des Rollgangs die Platte ſich um die Spitze des emporgedrückten Stempels dreht [11].

Trioblechwalzwerke. Da die Walzen glatt ſind, ſo kann man die Mittelwalze ſich gegen die Ober- bezw. Unterwalze andrücken laſſen; in der Regel gibt man dann (nach Lauth) der Mittelwalze einen kleineren Durchmeſſer (etwa 0,7 des Durchmeſſers der Ober- bezw. Unterwalze), ſo daß die Hubhöhe für das Walzgut vermindert wird. — Fig. 19 und 20 zeigt ein Lauthſches Blechtrio mit zwei Walzgerüſten. Von der Antriebswelle wird die Bewegung auf Ober- und Unterwalze durch drei im Kammwalzgerüſt befindliche Kammwalzen (Zahnräder) und durch Kuppelſpindeln (ſ. unten) übertragen, die Mittelwalze wird nicht angetrieben, ſondern durch Reibung mitgenommen (Schleppwalze). Die Unterwalze ruht feſt in ihren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

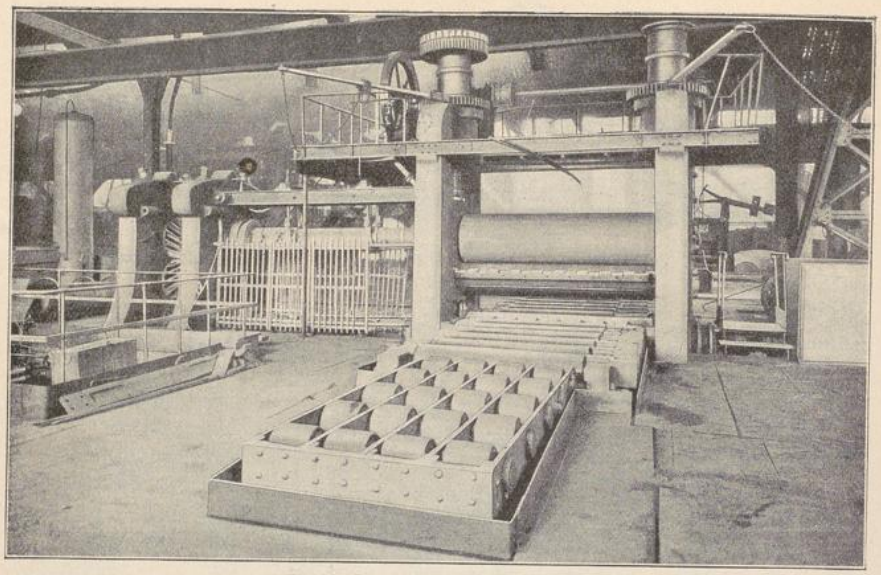


Fig. 21. Lauthfches Trioblechwalzwerk.

Lagern; die Mittelwalze muß nach jedem Durchgang des Walzguts an die Ober- bezw. Unterwalze fich anlegen, fie ruht deshalb in dem in den Ständern verfchiebbaren Lager (Einbaufttücken), die fich auf einen Dampfkolben abftützen. Die Oberwalze muß nach jedem Durchgange des Walzguts um einen gewiffen Betrag verftellt werden, fie ruht deshalb in zwei verfchiebbaren Lagern, die durch einen hydraulifchen Stempel oder durch Gegengewichte gegen zwei Druckfpindeln gedrückt werden, deren Muttern in den Walzenftändern fich befinden. Zur Verftellung der Oberwalze müffen die Druckfpindeln gedreht werden. — Zum Heben und Senken des Walzguts find Hebetifche mit Gewichtsausgleich vorhanden, die zum Einführen des Walzguts von Elektromotoren angetriebene Rollen befitzen. An Stelle fchwingender Hebetifche verwendet man auch fenkrecht auf und ab bewegliche. Fig. 21 zeigt die Anficht einer Lauthfchen Blechtriowalzwerksanlage von L. Stuckenholz in Wetter a. d. Ruhr für Blöcke bis 5000 kg Gewicht. Das Heben der Mittelwalze gefchieht bei diefem Walzwerk hydraulifch.

Univerfalwalzwerke. Sie dienen zum Herftellen des Univerfaleifens (f. d.) (Flacheifen). Sie befitzen ein oder zwei vor oder (und) hinter den wagerechten Walzen an-

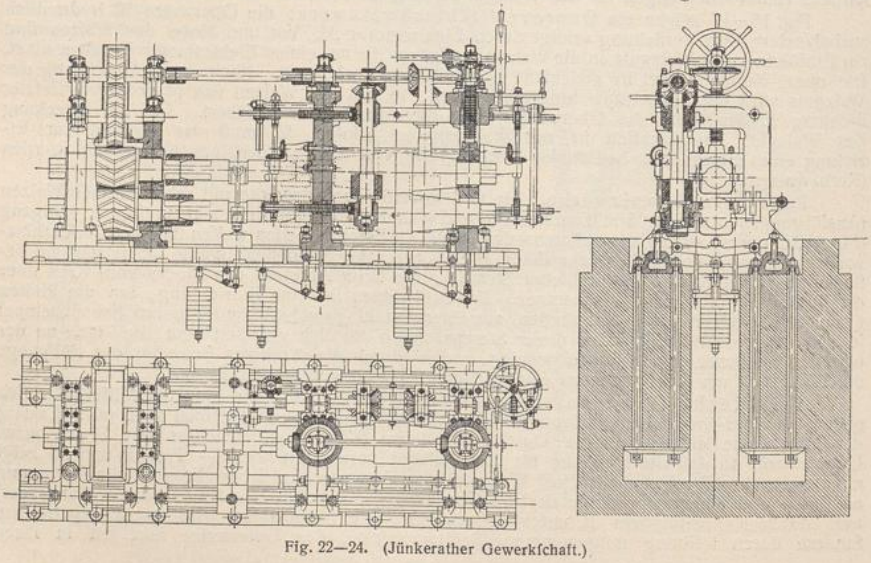


Fig. 22—24. (Jünkerather Gewerkfchaft.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geordnete Paare fenkrechter Walzen. Da fowohl der Abftand der horizontalen wie der der vertikalen Walzen verftellbar ift, fo ift es möglich, Blöcke und Flacheifenftäbe jeden beliebigen rechteckigen Querfchnitts herzuftellen. — Man unterfcheidet Duo- und Triouniverfalftraßen. Die Trioftraßen werden in Anlehnung an das Lauthfche Blechtriowalzwerk mit dünnerer Mittelwalze gebaut. — Die fenkrechten Walzen, die entweder vorn oder hinter oder auf beiden Seiten der Horizontalwalzen angeordnet find, werden durch Kegelräder (in der Regel von oben, feltener von unten) angetrieben. Ihre Verftellung erfolgt mit Hilfe von Schraubenfpindeln, die mittels Handrads oder Elektromotors gedreht werden; die Auseinanderbewegung gefchieht bisweilen hydraulifch. Die Unterwalze ift feftgelagert, die Gefamtverftellung der Mittel- und Oberwalze beträgt etwa das 0,8fache des Durchmeffers der Unterwalze. — Die Einrichtung der Univerfalwalzwerke gleicht im übrigen den Blechduo- bezw. -trioftraßen (f. oben).

Fig. 22—24 zeigt ein kleineres Duouniverfalwalzwerk von der Jünkerather Gewerkfchaft Jünkerath (Rheinland) mit Ausbalancierung der Oberwalze durch Gegengewichte, Handverftellung der Ober- und der beiden Vertikalwalzen.

Ueber weitere Univerfalwalzwerke von Kennedy, Sack, Bechem & Keetman f. [12]; über Univerfalwalzwerke für Träger f. unten.

b) Walzwerke mit profilierten Walzen.

Allgemeines. Man verwendet hierfür Duo-, Trio- und Doppelduowalzgerüfte, bisweilen in Kombination (vgl. z. B. Fig. 5). Duowalzwerke mit gleichbleibender Drehungsrichtung der Walzen kommen nur für leichte kurze Walzftäbe, die über die Oberwalze zurückgegeben werden, oder für lange, fehr dünne Walzftäbe, die unter der Unterwalze etwas zurückgefchoben und mit ihrem an den Walzen liegenden Ende erfaßt und wieder zwifchen die Walzen gefteckt werden, in Betracht. — Duoreverfierwalzwerke werden für fchwere und mittelfchwere Walzftäbe angewendet. — Triowalzwerke werden entweder mit Schwungradmafchinen oder mit handgefteuerten Antriebsmafchinen ausgeftattet. Der Betrieb mit Schwungradmafchinen hat den Vorteil, daß in den Arbeitspaufen das Schwungrad Arbeit auffpeichern und während des Walzens abgeben kann, fo daß die Abmeffungen der Mafchine felbft klein gehalten werden können; er hat dagegen den Nachteil, daß die Walzen beim Eintritt des Walzguts zwifchen die Walzen fich rafch drehen und infolgedeffen fchlecht faffen und daß eine Abnahme der Walzgefchwindigkeit während des Walzens auftritt und daß ein etwaiges Aufwickeln (f. unten) des Walzguts um die Walze nicht vermieden werden kann. Der Betrieb mit handgefteuerten Mafchinen hat den Vorteil, daß man die Walzen zum leichteren Faffen des Walzguts fich langfam drehen läßt und nach dem Erfaffen das Walzgut mit großer Gefchwindigkeit durchzieht und mit geringer Geichwindigkeit aus den Walzen wieder austreten läßt, damit das Walzgut nicht weit von den Walzen weggefchleudert wird; find, wie üblich, die Mafchinen mit Reverfiervorrichtung ausgeftattet, fo kann man beim Umwickeln des vorderen Endes um die Walze oder beim Hochfteigen des Walzguts den Stab wieder aus den Walzen zurückziehen; als Nachteil find dagegen die wefentlich größeren Abmeffungen und Koften des Antriebmotors anzugeben. — Doppelduowalzwerke haben die Vorteile der Triowalzwerke, vermeiden aber deren Nachteile, die darin beftehen, daß die Mittelwalze

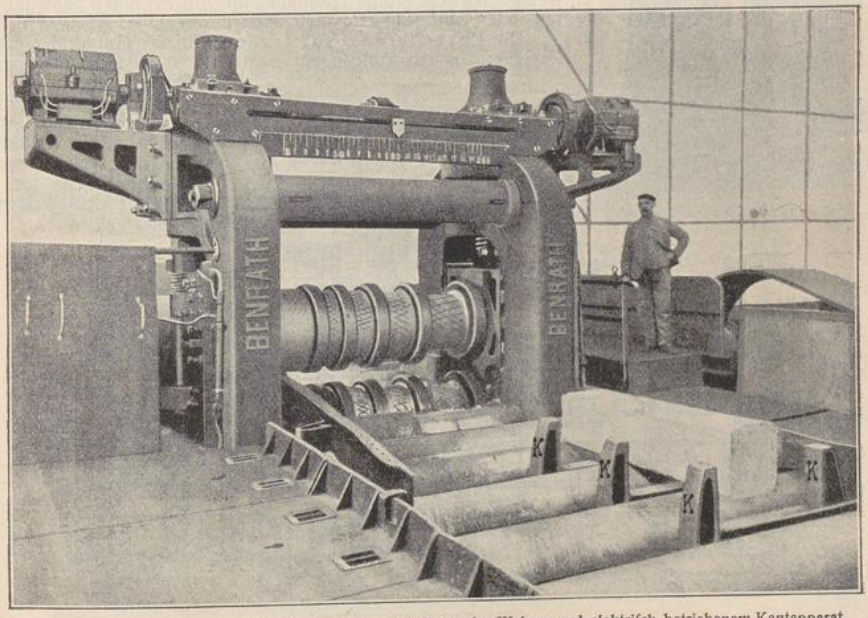


Fig. 25. Reverfierblockwalzwerk mit elektrifcher Anftellung der Walzen und elektrifch betriebenem Kantapparat.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtarkem Verſchleiß ausgeſetzt und gute Lagerung ſchwierig iſt; außerdem macht auch die Kalibrierung der Triowalzen bei übereinander liegenden Kalibern Schwierigkeiten, da für jedes folgende Kaliber die eine Hälfte des Profils bereits gegeben iſt (ſ. Kaliber, Kalibrieren). Sie werden aber nur für kleinere Walzendurchmeſſer angewendet.

Von den verſchiedenen Arten von Walzwerken mit profilierten Walzen ſeien erwähnt:

Blockwalzwerke (Fig. 25) dienen zum Vorwalzen (Vorblocken) der ſchweren Flußeiſenblöcke; ſie ſollen das unwirtſchaftliche und umſtändliche Gießen von kleinen Blöcken erſetzen, die man vielmehr durch Zerſchneiden der ausgewalzten großen Blöcke herſtellt. — Die Blockwalzen weiſen einfache (in der Regel) rechteckige Kaliberformen auf, bisweilen haben ſie ein oder mehrere Vorkaliber für I- und ähnliche Profile. — Die Blockwalzwerke ſind meiſtens Duoreverſierſtraßen, ſeltener Trioſtraßen. Die Unterwalze der Duoreverſierblockſtraße liegt feſt, die Oberwalze iſt hydrauliſch ausbalanciert und mit Hilfe der hydrauliſch oder elektriſch betätigten Druckſpindeln im allgemeinen um etwa 20–30 cm verſtellbar. Fig. 26 und 27 zeigen zwei Blockwalzgerüſte, von denen bei Fig. 26 die hydrauliſche Entlaſtung unten, bei Fig. 27 oben an den Walzenſtändern angebracht iſt. Die Bewegung der Blöcke zu den Walzen geſchieht durch kräftige Rollgänge, die vertieft oder (leichte Zugänglichkeit) erhöht angeordnet werden; Antrieb der Rollgänge durch Reverſiermotoren (Dampf oder elektriſch). Zum Verſchieben des Blocks vor die einzelnen Kaliber und zum Wenden der Blöcke um 90° dienen hydrauliſch oder elektriſch betätigte Verſchiebe- und Wendevorrichtungen. — Die Durchmeſſer der Blockwalzen betragen etwa bis zu 1100 mm, Länge bis zu 3 m, Umdrehungszahl im Maximum bis zu 150, Kraftbedarf bis zu 10000 PS. Der Antrieb der Reverſierblockwalzwerke erfolgt jetzt auch elektriſch (ſ. Walzenzugmaſchinen und [7], [12]).

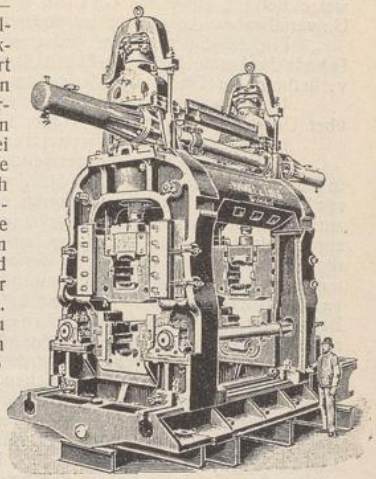


Fig. 27. Blockwalzenſtänder.

Bei den eigentlichen Profileiſenwalzwerken, die zum Herſtellen von Trägern, Schienen, Schwellen u. ſ. w. beſtimmt ſind, unterſcheidet man in Beziehung auf die Größe der Walzenſtraßen in der Regel zwiſchen Grob-, Mittel- und Feinſtraßen. Andre Bezeichnungen, dem Produkt, das auf den Straßen hergeſtellt wird, entſprechend, ſind: Träger-, Schienen- u. ſ. w. Straßen.

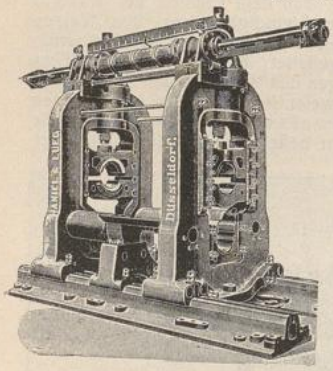


Fig. 26. Blockwalzenſtänder.

Die Grobſtraßen ſind entweder Reverſierduo- oder für weniger ſchwere Profile Trioſtraßen mit Antrieb durch Schwungrad- oder handgeſteuerte Maſchinen (ſ. oben).

Die Reverſierduogrobſtraßen (Fig. 28, Grundriß eines Reverſierduos mit Rollgängen) beſitzen bis zu ſechs in einer Reihe angeordnete Gerüſte; ihre Anzahl wird durch die Anzahl und Größe der Kaliber und der Walzenlänge bedingt. Um das Walzgut den Walzen

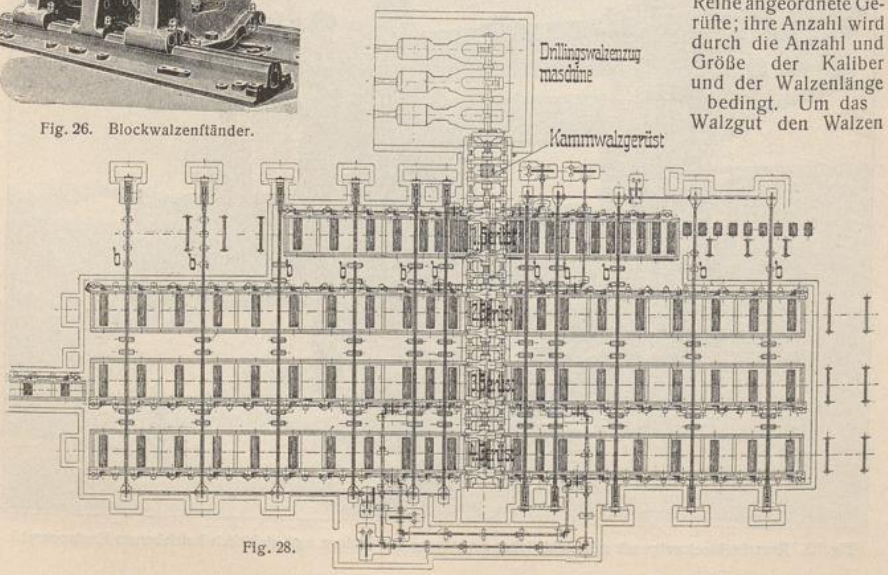


Fig. 28.

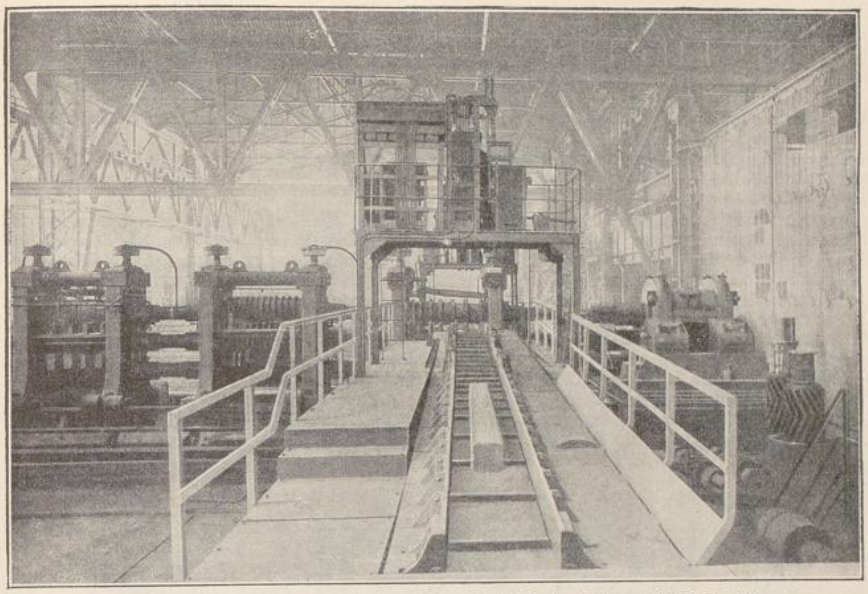


Fig. 29. Elektrisch betriebener fahrbarer Hebetisch mit Kantvorrichtung, D.R.P. Benrath.

(Fig. 28) zuzuführen, werden Rollgänge vor und hinter den Walzgerüsten angeordnet; um es vor das jeweilige Kaliber zu bringen, wendet man Schleppvorrichtungen *b* (Fig. 28), die mittels Greifern das Walzgut seitwärts verschieben oder fahrbare Tische an, die mit einem Rollgang ausgerüstet werden.

Die Triogrobstraßen (Fig. 29) bestehen ebenfalls in der Regel aus mehreren (mindestens zwei) Gerüsten. Neben dem seitlichen Transport des Walzguts von einem zum andern Kaliber in demselben Gerüst und von einem Gerüst zum andern kommt bei ihnen noch das Heben und Senken des Walzguts von der Ebene zwischen Ober- und Mittelwalze und zwischen Mittel- und Oberwalze in Betracht. Man verwendet hierfür entweder auf jeder Seite jeden Walzgerüstes einen (feststehenden) Hebetisch oder auf jeder Walzseite einen fahrbaren Hebetisch (Fig. 29) oder für leichtere Profile Wippen. Diese letzteren bestehen aus doppelarmigen Hebeln, mit deren kurzen Schenkeln das Walzgut beim Austritt aus den Walzen von dem am langen Schenkel angreifenden Arbeiter erfaßt wird. Diese Hebel (Schwengel) hängen an Stangen, die mittels Rollen auf einer Bahn laufen; sie ist auf zwei Trägern seitlich verschiebbar, von denen der an der Walzenstraße befindliche mittels eines Dampf- oder elektrischen Hubwerks gehoben bezw. gesenkt werden kann.

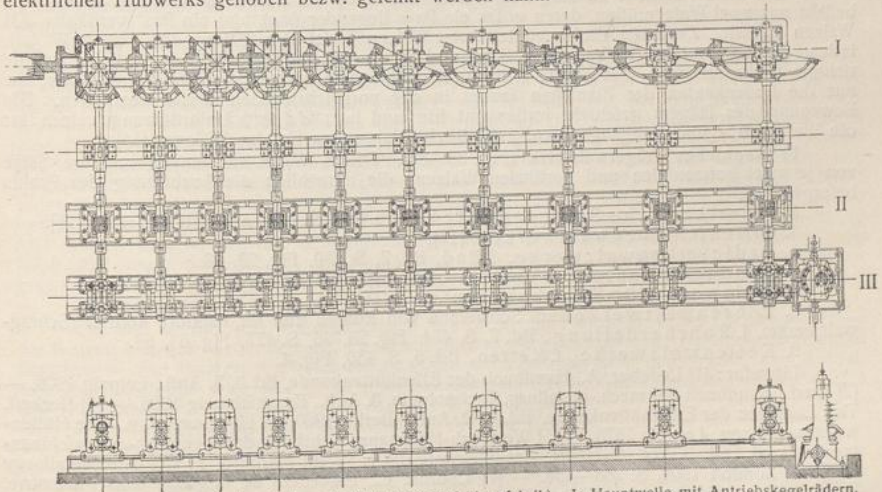


Fig. 30. Kontinuierliches Knüppelwalzwerk (Benrather Maschinenfabrik). I: Hauptwelle mit Antriebskegelrädern. II: Kammwalzen. III: Walzgerüste.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Feineisenstraßen bestehen aus einer bis zwei Vorstraßen und einer oder mehreren Fertigstraßen, deren Achsen parallel zueinander liegen. Diese Trennung wird aus dem Grunde notwendig, weil die Fertigstraße wegen der raschen Abkühlung des Walzguts eine große Umdrehungszahl erhalten muß, die man aber nicht anwenden kann, solange das Walzgut noch kurz ist, weil es sonst zu weit von den Walzen weggeschleudert würde. Es erfolgt ferner in der Regel das Walzen desselben Walzguts an mehreren Stellen seiner Länge in verschiedenen Kalibern und Gerüsten. Sobald das Walzgut so dünn ist, daß es sich leicht umbiegen läßt, wendet man (zur Ersparnis von Arbeitern) vielfach selbsttätige Umführungen an. Beispiele s. Drahtfabrikation.

D. Spezialwalzwerke.

1. Kontinuierliche Knüppelwalzwerke (Fig. 30). Sie besitzen hintereinander angeordnete Duowalzgerüste, deren Anzahl vom Blockquerschnitt und vom kleinsten Querschnitt, der gewalzt werden soll, abhängig ist. Jedes folgende Walzenpaar muß eine größere Umfangsgeschwindigkeit haben als das vorhergehende; der Antrieb der Walzen erfolgt von einer Hauptwelle mit Kegelrädern von zu- bezw. abnehmendem Uebersetzungsverhältnis. Zwischen jedem Kegelrädergetriebe und dem zugehörigen Walzengerüst ist ein Kammwalzenpaar eingeschaltet. Das Walzgut wird von einem Gerüst zum andern um 90° mittels einer Schraubenführung gedreht. Da das Walzgut eine sehr große Länge annimmt, so werden, um die langen und teuren Rollgänge zu sparen, Stababschlagvorrichtungen (s. d.) oder (jetzt seltener) fliegende Scheren (s. Scheren) hinter dem letzten Walzgerüst angeordnet. Ein weiterer Vorteil der kontinuierlichen Walzwerke besteht in dem geringen Arbeiterbedarf. Bei Draht- und Feineisenwalzwerken werden bisweilen einige Vorwalzgerüste als kontinuierliche Walzwerke ausgebildet.

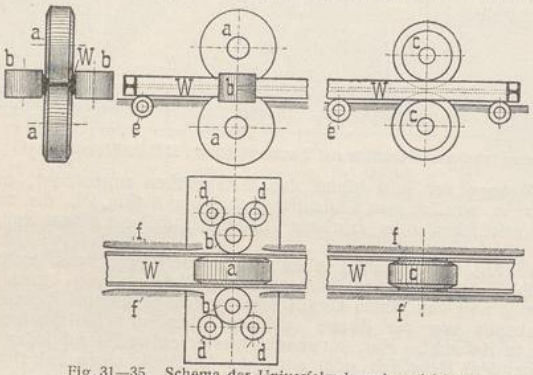


Fig. 31—35. Schema der Universalwalzwerkvorrichtung für Grey-Träger.

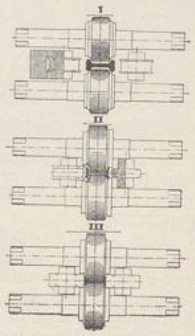


Fig. 36—38. Sackssches Universalwalzwerk für Träger.

2. Trägerwalzwerke besonderer Art. a) Greysches Trägerwalzwerk (Fig. 31—35, s. a. Normalprofile). Der Walzenbedarf für die verschiedenen Trägerprofile ist beim Walzen in Kaliberwalzen ein bedeutender; außerdem ist es schwierig, Träger mit breiten Füßen herzustellen. Um diese Nachteile zu umgehen, verwendet Grey ein Walzwerk nach Fig. 31—35. Es besteht aus zwei Walzgerüsten, deren erstes ein Paar liegender (*a a*) und ein Paar vertikaler (*b b*) Walzen enthält. Zwischen diesen verstellbaren Walzen findet das Walzen des Trägers *W* statt, indem die horizontalen Walzen den Steg und die vertikalen die Füße des Trägers auf die richtige Dicke bringen. Das zweite Walzgerüst ist mit zwei horizontalen Walzen versehen, die nur die Außenkanten der Flanschen sauber in der vorgeschriebenen Breite bearbeiten. Die Bewegung des Trägers geschieht fortlaufend hin und her; *d d* sind Unterstützungswalzen für die Walzen *b, c* sind Rollgangsrollen, *f f'* seitliche Führungen für das Walzgut [14].

b) Sackssches Trägerwalzwerk (Fig. 36—38). Dieses Walzwerk benutzt mehrere Sätze von je zwei horizontalen und vertikalen Walzen, die allmählich die Ausbildung des Profils besorgen [15].

3. Amerikanische Schienenwalzwerke (mit mehreren Einzelstraßen) s. [16].

4. Rillenschienenwalzwerke s. [17].

5. Radscheibenwalzwerke, s. Rad, Bd. 7, S. 339, Fig. 22, 23.

6. Bandagen(Radreifen-)walzwerke, s. Rad, Bd. 7, S. 340, Fig. 32, 33.

7. Walzwerke für Eisenbahnachsen s. [18].

8. Röhrenwalzwerke zum Schweißen von Röhren und für nahtlose Röhren (Schrägwalzwerke), s. Rohrherstellung, Bd. 7, S. 474, Fig. 25, 26, S. 477, Fig. 63, 64.

9. Kettenwalzwerke, s. Ketten, Bd. 5, S. 450, Fig. 4.

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 3, 5. Aufl., Leipzig 1909. — [2] Derf., Handbuch der mech.-metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunschweig 1905. — [3] Beckert, Th., Leitfaden der Eisenhüttenkunde, Bd. 3, 2. Aufl., Berlin 1900. — [4] Hauer, J. v., Die Hüttenwesenmaschinen, Leipzig 1876. — [5] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik, 3. Teil, 3. Abt., 2. Hälfte, Braunschweig 1901. — [6] Harbord, F. W., The Metallurgy of Steel, London 1904, S. 283—454. — [7] Codron, C., Procédées de forgeage dans l'industrie, Paris 1896. — [8] Puppe, J., Ueber Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Dissertation), Berlin 1909. — [9] „Stahl und Eisen" 1896, S. 279, 421. — [10] Ebend. 1906, S. 17. — [11] 1905, S. 199. — [12] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 419; 1905, S. 1440; 1907, S. 469. — [13] „Stahl und Eisen" 1909, S. 204, 516, 854. — [14] Ebend. 1898, S. 1034. — [15] Ebend. 1898, S. 1076. — [16] Ebend. 1905, S. 1425. — [17] Ebend. 1909, S. 1217, 1262. — [18] Ebend. 1909, S. 1664. *A. Widmaier.*

Walzendrehbänke dienen zum Abdrehen der in Walzwerken gebrauchten Walzen (s. d.).

Als Besonderheiten weisen die Walzendrehbänke zwei Lager zur Auflagerung der Walze mit ihren Laufzapfen sowie für Kaliberwalzen (s. Kaliber) zwei Ständer zum Einlegen der zugehörigen Walze auf, um die Kaliber richtig eindrehen zu können. Die Mitnahme der abzudrehenden Walze erfolgt in der Regel mittels einer auf der Spindel befestigten kurzen Kuppelmuffe (s. Walzen), in welche der Kupplungszapfen der Walze eingeklinkt wird. Vgl. z. B. den Katalog von Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln a. Rh. *A. Widmaier.*

Walzengatter, s. Sägen, Bd. 7, S. 546.

Walzenmasse, die in der Buchdruckerei (s. Buchdruckerkunst) und in der Lichtdruckerei (s. Lichtdruck) zur Herstellung elastischer Farbeverreib- und Farbeauftragwalzen (Fleischwalzen, Massewalzen) dienende Glyzerinleimmasse. Sie wird auch für Blech- und Flaschendruck (s. Blechdruck, Gelatinographie) zur Erzeugung elastischer Druckformen benutzt.

Literatur: Valenta, Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe, Halle a. S. 1908.

Walzenquetsche (Walzenmühle, Walzwerk), Zerkleinerungsmaschine zur nassen Aufbereitung (s. Bd. 1, S. 346) dient hauptsächlich zur Zerkleinerung von Stufen (etwa 60—16 mm Korngröße), zu Graupen (16—2 mm Korngröße). Das zerkleinerte Gut wird zur weiteren Verarbeitung den Siebvorrichtungen (S. 100) und Setzmaschinen (S. 86) zugeführt.

Literatur: Vgl. die in Bd. 1, S. 350, unter [1]—[6] genannten Werke.

Walzenstuhl (kurz Stuhl oder Stuhlung genannt), Zerkleinerungsmaschine, speziell für die Getreidemüllerei, bei der das Mahlgut durch zwei einander fast berührende Walzen zerdrückt oder zerdrückt und zerrissen wird.

Reines Zerdrücken tritt bei Walzen mit gleichen Umfangsgeschwindigkeiten ein; vorwiegendes Zerdrücken bei glatten oder matten Walzen (Hartguß, blank oder mattiert, Porzellan) mit einem geringen Unterschiede in den Umfangsgeschwindigkeiten; Zerdrücken und Zerreißen erzielen geriffelte Walzen mit verschiedener Umfangsgeschwindigkeit (sogenannte Differentialgeschwindigkeit). Im allgemeinen zieht man für die gröbere Zerkleinerung (Schrotung) grobgeriffelte, für die feineren Grade (Auflösungen) feingeriffelte, für die Ausmahlungen glatte Walzen vor. Walzenstühle mit einem Paar Walzen (eine Mahlstelle), Schema Fig. 1 und 3, heißen einfache, solche mit zwei Paaren (zwei Mahlstellen), Schema Fig. 2 und 4, doppelte. Die Walzen können nebeneinander (Fig. 1 und 2) oder übereinander liegen (Fig. 3 und 4). Stühle mit drei Walzen und zwei Mahlstellen (Fig. 5) heißen Dreiwalzenstühle. — Die eine von je zwei zusammenarbeitenden Walzen ist festgelagert, die andre zum Zwecke der Verstellung beweglich. Diese wird entweder mittels Gewichten (früher) oder Feder (jetzt ausschließlich) abgestützt, so daß sie auszuweichen vermag. — Entweder wird nur die eine von je zwei zusammenarbeitenden Walzen angetrieben, die andre durch Reibung mitgenommen (Schleppwalze) oder es werden beide angetrieben. In letzterem Falle kann jede Walzenachse mit einer Riemscheibe versehen sein und direkt von der Transmission getrieben werden, oder es wird nur die eine Walze direkt angetrieben, die zweite aber von ihr aus durch Riementrieb (mit Abdeckung des Riemens durch eine Führungsrolle) oder durch Zahnräder in Umlauf gesetzt. — Das Gestell besteht entweder aus zwei gußeisernen Böcken, welche die Lager für die beweglichen Teile aufnehmen, und einem zwischen diesen liegenden Holzgehäuse, das die Walzen umschließt und das Mahlprodukt unten ableitet, oder das Gehäuse ist aus Gußeisen gefertigt und seine Wände selbst dienen zur Lagerung und Befestigung der Einzelheiten. — Sonstige Teile sind: Die Aufschüttvorrichtung (der Rumpf) mit der Speisevorrichtung (Goffe, s. d.), die Walzen, die Stellvorrichtung, die selbsttätige Ausrückvorrichtung, die Abstreicher. Letztere sind stumpfe, durch kleine Federn gegen die Walzen gedrückte Messer, welche das anbackende Mahlgut abschaben. *Arndt.*

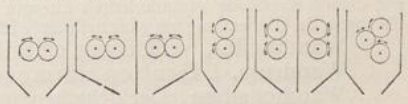


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Walzenzugmaschinen, s. v. w. Antriebsmaschinen für Walzenstraßen.

Für den Antrieb von Walzenstraßen (s. Walzen) mit gleichbleibender Drehungsrichtung der Walzen kommen Wassermotoren, Gas(insbesondere Gichtgas-)motoren, Dampfmaschinen (mit Schwungrad und handgesteuerte schwungradlose) und Elektromotoren in Betracht. Der Antrieb von Reversierstraßen wird mit Reversierdampfmaschinen (größte Ausführung bis zu 20000 PS.) und Elektromotoren (Anordnung nach Ilgner [1]) ausgeführt.

Literatur: [1] „Stahl und Eisen" 1909, S. 204 und 854. *A. Widmaier.*

Walzwerk, s. Walzen.

Wandarkade, s. v. w. Blendarkade (s. d.).

Wandbalken, Haupt- oder Bundbalken (s. Balkenlage, Bd. 1, S. 530,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1), ein Vollbalken, der mit einer Querwand verbunden die Pfoſten und Streben einer ſolchen aufnimmt.

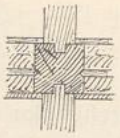


Fig. 1.

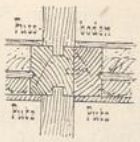


Fig. 2.

Er ſoll auf jeder Seite ca. 3 cm über die Wandflächen vorſtehen, damit die Decken- und Bodenbretter und Gipslatten befeſtigt werden können (Fig. 1). Iſt die Breite des Balkens hierfür nicht ausreichend, ſo wird neben den Balken ein Beiholz nötig, das durch Dübel (ſ. d.) mit jenem zu verbinden iſt (Fig. 2). *Weinbrenner.*

Wandern 1. der Schienen, die Längsbewegung der Eiſenbahnſchienen, welche zwar nur ſehr langſam, aber mit großer Kraft vor ſich geht und zunächſt die Wärmelücken zwiſchen den Schienen aufhebt, im weiteren Verlauf aber auch die Schienen verſchiebt. Sie führt daher für die gute Unterhaltung des Gleiſes große Uebelſtände herbei. Die Urſachen des Wanderns ſind nicht völlig aufgeklärt, ſie ſind jedenfalls verſchiedener Art und bewirken zum Teil eine Vorwärts-, zum Teil eine Rückwärtsbewegung der Schienen im Sinne der Fahrrichtung. In letzterem Sinne wirkt die Reibung der Treibräder der Lokomotiven auf den Schienen ſowie die infolge der lebendigen Kraft ſich noch weiter drehenden ungebremſten Räder, wenn der Lauf des Zugs durch Bremſen verlangſamt wird. In der Regel iſt die Bewegung in der Fahrrichtung ſtärker. In dieſem Sinne wirken die Schläge der Räder beim Ueberſpringen der Wärmelücken, die rollende Reibung der Wagenräder und namentlich die Reibung der gebremſten Räder auf den Schienen in Bremsſtrecken, die aus der fortſchreitenden Durchbiegung der Schienen eintretende (kriechende) Bewegung ſowie der von den Rädern ausgeübte Schub beim Weiterrollen aus dem tiefſten Punkte der Durchbiegung. (Bei ſchlechter Gleislage und bei ſchwachen biegſamen Schienen tritt das Wandern beſonders ſtark auf.) In Krümmungen kommen dazu das Anſtreifen der Außenränder der Vorderachſen am äußeren Schienenſtrang, die mehr oder weniger ungleiche Belaſtung beider Schienen infolge der Ueberhöhung und die Zentrifugalkraft. Iſt die Ueberhöhung für den Durchſchnitt der Züge zu klein, ſo wird im allgemeinen das Wandern im äußeren, im umgekehrten Falle im inneren Strang ſtärker auftreten. Aber nicht nur in gekrümmten, auch in geraden Strecken wandern die Schienen beider Stränge manchmal ungleich. Bei zweigleiſigen Bahnen tritt das Wandern in der Regel in der Fahrrichtung, alſo in den beiden Gleiſen in entgegengeſetzter Richtung ein, bei eingleiſigen im allgemeinen in der Richtung, in der die ſchwereren Züge fahren, ſodann aber in der Richtung der Gefälle und der größeren Fahrgeſchwindigkeit. Um das Wandern zu verhüten, verbindet man die Schwellen am Stoß mit den Schienen vermittelſt Winkellaſchen, die die Befeſtigungsmittel übergreifen (ſ. Oberbau, Fig. 38, 39, 40, 42 und 44). Die Erfahrung zeigt, daß bei ſtärker befahrenen Bahnen dies nicht zureicht; man bringt deshalb auf ſolchen Bahnen in neueſter Zeit nach Bedarf an einer größeren Zahl Schwellen in der Schienenmitte beſondere Vorrichtungen an (ſ. Oberbau, Fig. 51—54), die alle bezwecken, den Schub der Schienen auf die in die Bettung gelagerten Schwellen zu übertragen. *H. Kübler.*

2. Wandern der Sinkſtoffe, die vielfach nur in regelmäßig wiederkehrenden Zeitabſchnitten ſich einſtellende Fortſpülung und Wiederablagerung von Flußgeſchieben infolge der mit dem Waſſerſtande veränderlichen Energie der Waſſerwelle, wodurch z. B. ſcheinbar dieſelbe Kiesbank am Ufer entlang um ganz beſtimmte Längen talabwärts vorrückt; ſ. Sinkſtoffe. *Lueger.*

Wandpfeiler, Verſtärkung einer Mauer; ſ. Pilaſter, Bd. 7, S. 134.

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

Wandſcheiben, Deckſcheiben für an den Wänden angebrachte Ausgänge von Gas- und Waſſerröhren, elektriſche Leitungen u. ſ. w.; ſ. a. Ankerplatten.

Wange, 1. jede einſchließende Seitenwand, namentlich an Treppen (ſ. d.), Dachfenſtern (ſ. d., Bd. 2, S. 507), Schornſteinen (ſ. d., Bd. 7, S. 780); 2. die Wände, welche die Rollen eines Flaſchenzuges einſchließen; 3. Backen bei der Drehbank, bei Zangen. *Weinbrenner.*

Wanne, im allgemeinen beckenartig geformter Hohlraum; ſ. a. Badewanne.

Wanten, die ſeitlichen Haltetaue des Schiffsmaſtes.

Warenpreſſe, Preſſe zum Glätten von Waren, wie Tuch u. ſ. w.

Man verwendet hierfür in der Regel Spindel- oder hydrauliſche Säulenpreſſen (ſ. Preſſen). Sollen Waren längere Zeit unter Druck ſtehen, ſo preßt man die Waren in der Preſſe zwiſchen zwei Preßplatten zuſammen, die in der Preſſe durch Schraubenbolzen verſchraubt werden, worauf das derart hergeſtellte Paket aus der Preſſe entfernt und die gewünſchte Zeit unter Druck ſtehen gelaſſen wird. S. a. Bündelpreſſe, Glättpreſſe. *A. Widmaier.*

Warenzeichenrecht. Der Zeichenſchutz wurde durch das Geſetz, betreffend den Markenſchutz, vom 30. November 1874 geregelt. Dieſes Geſetz wurde durch das Geſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894 erſetzt, das nunmehr allein für die Beſtimmungen auf dem Gebiet des Warenzeichenſchutzes maßgeblich iſt; es iſt am 1. Oktober 1894 in Kraft getreten.

Zur Führung eines Warenzeichens iſt jeder berechtigt, der ſich in ſeinem Geſchäftsbetriebe eines Warenzeichens bedienen will. Daraus folgt zunächſt, daß über die Perſon des Zeicheninhabers irgend eine Beſchränkung durch das Geſetz nicht gegeben iſt. Vielmehr kann jede einzige rechtsfähige Perſon ebenſogut wie eine nach den Geſetzen anerkannte Geſellſchaft ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Warenzeichen zur Eintragung bringen. Haupterforderniſſe des Zeichenſchutzes ſind das Beſtehen eines Geſchäftsbetriebes, für den das Zeichen benutzt werden ſoll, und die Unterſcheidungskraft des Zeichens behufs Kennzeichnung von Waren. Das Zeichen muß derart beſchaffen ſein, daß es tatſächlich eine Unterſcheidung der Waren des einen Geſchäftsbetriebes von den Waren eines andern Geſchäftsbetriebes ermöglicht. Vom Schutze ausgeſchloſſen ſind wegen mangelnder Unterſcheidungskraft, zur Aufrechterhaltung der Verkehrsfreiheit ſowie aus Gründen der öffentlichen Ordnung und der guten Verkehrsſitten: 1. Freizeichen, d. h. ſolche Warenbezeichnungen, die wohl an ſich eintragungsfähig ſind, aber im freien und allgemeinen Gebrauch für beſtimmte Waren ſtehen; 2. Zeichen, die ausſchließlich in Zahlen oder Buchſtaben beſtehen; 3. Zeichen, die ausſchließlich in ſolchen Worten beſtehen, die Angaben über Ort, Zeit und Art der Herſtellung, über die Beſtimmung, über die Beſchaffenheit, über Preis, Längen- und Gewichtsverhältniſſe der Ware enthalten; 4. Zeichen, die in- und ausländiſche Staatswappen oder Wappen eines inländiſchen Gemeinde- oder weiteren Kommunalverbandes enthalten; 5. Zeichen, die Aergerniſſe erregende Darſtellungen oder ſolche Angaben enthalten, die erſichtlich den tatſächlichen Verhältniſſen nicht entſprechen und die Gefahr einer Täuſchung begründen. Grundſätzlich iſt ferner Schutz ſolcher Warenzeichen verſagbar, durch deren Eintragung Rechte andrer verletzt werden, und zwar Warenzeichenrechte ſowie andre Rechte, wie Namensrechte, Ausſtattungsrechte, Urheberrechte, Bildnisrechte u. ſ. w. Den Warenzeichenſchutz verwaltet das Patentamt, bei dem die Anmeldung von Warenzeichen zu erfolgen hat. Für die Form der Anmeldung hat das Patentamt ausführliche Beſtimmungen vom 22. November 1898 erlaſſen. Die Anmeldung muß das einzutragende Zeichen wiedergeben, ſie muß ferner eine Angabe darüber enthalten, für wen, für welche Waren und für welchen Geſchäftsbetrieb das angemeldete Zeichen eingetragen werden ſoll. Die Beziehungen zwiſchen den Waren, für die das Zeichen beſtimmt iſt, und dem angegebenen Geſchäftsbetrieb werden neuerdings unterſucht. Das Patentamt prüft das angemeldete Zeichen, und zwar zunächſt darauf, ob etwa eine der Ausſchlußbeſtimmungen zutrifft. Iſt dies nicht der Fall, ſo wird das Zeichen weiter daraufhin geprüft, ob es mit einem andern, für dieſelben oder für gleichartige Waren früher angemeldeten oder bereits eingetragenen Zeichen übereinſtimmt. Erachtet das Patentamt dieſen Tatbeſtand als gegeben, ſo erhält der Inhaber des älteren Zeichens eine Mitteilung von der Anmeldung, wodurch er in den Stand geſetzt iſt, innerhalb eines Monats vom Tage der Zuſtellung ab gegen die Eintragung des angemeldeten Zeichens Widerſpruch zu erheben. Ein ohne dieſe Aufforderung eingelegter Widerſpruch findet ſeitens des Patentamts regelmäßig keine Berückſichtigung. Erfolgt der Widerſpruch nicht, ſo wird das Zeichen eingetragen; andernfalls entſcheidet das Patentamt durch Beſchluß, ob die Zeichen übereinſtimmen, Gleichheit bezw. Gleichartigkeit der Waren vorliegt. Die Entſcheidung der Warenzeichenabteilung iſt durch koſtenpflichtige Beſchwerde anfechtbar. Ueberhaupt werden die Anmeldungen von Warenzeichen, Anträge auf Uebertragungen, Widerſprüche gegen die Löſchung in dem für Patentangelegenheiten maßgebenden Verfahren erledigt. Bei endgültiger Abweiſung der Anmeldung zahlt das Patentamt von den entrichteten Gebühren 20 ℳ. zurück. Der Schutz tritt erſt mit erfolgter Eintragung ein; ſeine Dauer beginnt aber am Tage der Anmeldung. Die Dauer des Schutzes iſt auf 10 Jahre feſtgelegt, doch iſt eine Verlängerung um weitere 10 Jahre jedesmal vor Ablauf der jeweiligen Schutzfriſt unter Zahlung der Erneuerungsgebühr von 10 ℳ. gegeben. Das durch die Anmeldung oder Eintragung eines Warenzeichens begründete Recht iſt vererblich und übertragbar, jedoch iſt ein Wechſel in der Perſon des Berechtigten, da der Zeichenſchutz an dem Geſchäftsbetriebe haftet, für den er eingetragen iſt, nur dann rechtsgültig, wenn mit dem Zeichen der Geſchäftsbetrieb übergeht. Der Uebergang wird auf Antrag des Rechtsnachfolgers in der Zeichenrolle vermerkt, ſofern die Einwilligung des Berechtigten in beweiſender Form, z. B. durch notariell oder gerichtlich beglaubigte Unterſchrift, beigebracht wird. Solange der Vermerk in der Rolle nicht erfolgt iſt, wirkt die Vereinbarung über den Uebergang nur unter den Parteien. Der Erwerber kann gegenüber Dritten und vor dem Patentamt keine Rechte geltend machen. — Die Wirkung des Schutzes iſt nach dem Geſetz darin zu finden, daß dem eingetragenen Warenzeicheninhaber ausſchließlich das Recht zuſteht, Waren der angemeldeten Art oder deren Verpackung oder Umhüllung mit dem Warenzeichen zu verſehen, die ſo bezeichneten Waren in Verkehr zu bringen ſowie auf Ankündigungen, Preisliſten, Geſchäftsbriefen, Empfehlungen, Rechnungen oder dergl. das Zeichen anzubringen. — Eine wiſſentliche oder grob fahrläſſige Verletzung des Zeichenrechts verpflichtet zur Entſchädigung des Verletzten. Die wiſſentlich begangene Verletzungshandlung iſt ſtrafrechtlich verfolgbar, wobei auf eine Buße bis zu 10000 ℳ. erkannt werden kann.

Das durch die Eintragung begründete Recht findet eine Begrenzung dahin, daß niemand gehindert iſt, ſeinen Namen, ſeine Firma oder Angaben über Herſtellung, Beſchaffenheit und Beſtimmung, über Preis, Mengen- und Gewichtsverhältniſſe, auch in abgekürzter Form, auf den Waren oder ihren Verpackungen anzubringen oder im Geſchäftsverkehr zu gebrauchen.

Das Erlöſchen eines Warenzeichens tritt außer durch ſeinen Ablauf mangels Erneuerung auch bei Verzicht des Inhabers ein. Die Löſchung kann aber auch gegen den Willen des Eingetragenen erfolgen, und zwar im patentamtlichen Löſchungsverfahren und durch die ordentlichen Gerichte, erſteres, wenn die Eintragung des Zeichens hätte verſagt werden müſſen, wenn alſo einer der bereits beſprochenen grundſätzlichen Ausſchlußgründe zur Zeit der Anmeldung vorlag. Im Wege der Klage bei den Gerichten kann ein Dritter die Löſchung eines Warenzeichens betreiben, wenn das Zeichen für ihn auf Grund einer früheren Anmeldung bereits eingetragen war, alſo in dem Falle der Kolliſion zweier eingetragener Zeichen, ferner dann, wenn der Geſchäftsbetrieb, zu welchem das Warenzeichen gehört, von dem eingetragenen Inhaber nicht mehr fortgeſetzt wird, und ſchließlich, wenn Umſtände vorliegen, aus denen ſich ergibt, daß der Inhalt des Warenzeichens den tatſächlichen Verhältniſſen nicht entſpricht und die Gefahr einer Täuſchung begründet. — Der Schutz des Geſetzes beſchränkt ſich nicht auf die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eigentlichen Warenzeichen, ſondern er erſtreckt ſich auf die Warenbezeichnungen allgemein, ſo auf Namen und Firma des Gewerbetreibenden und ferner ſolche Warenbezeichnungen, die innerhalb beteiligter Verkehrskreiſe als die Kennzeichen der Waren eines beſtimmten Gewerbetreibenden gelten, auf die ſogenannte Ausſtattung. Wer im Inlande eine Niederlaſſung nicht beſitzt, hat auf den Schutz des Geſetzes nur Anſpruch, wenn der Staat ſeiner Niederlaſſung deutſche Warenbezeichnungen in gleichem Umfange wie inländiſche Warenbezeichnungen zum geſetzlichen Schutz zuläßt. Der Anſpruch auf Schutz und das Zeichenrecht ſind nur durch einen im Inlande beſtellten Vertreter geltend zu machen. — Von den die internationalen Warenbezeichnungen regelnden Staatsverträgen iſt der wichtigſte die durch die Brüſſeler Zuſatzakten vom 14. Dezember 1900 abgeänderte Pariſer Uebereinkunft vom 20. März 1883, kurz der Unionsvertrag genannt, dem nunmehr angehören: Belgien, Braſilien, Cuba, Curaçao, Dänemark, Dominikaniſche Republik, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Neuſeeland, Niederlande, Niederländiſch-Indien, Norwegen, Oeſterreich, Portugal, Queensland, Schweden, Schweiz, Serbien, Spanien, Surinam, Tunis, Ungarn, Vereinigte Staaten von Nordamerika. Der Unionsvertrag enthält neben der Gewährung einer Prioritätsfriſt von 4 Monaten die wichtige Beſtimmung, daß jede in dem Urſprungslande vorſchriftsmäßig hinterlegte Fabrik- oder Handelsmarke ſo wie ſie iſt, in allen andern Verbandsſtaaten zur Hinterlegung zugelaſſen und geſchützt werden ſoll. Dieſe Beſtimmung bezieht ſich jedoch nur auf die Form der Marke. Die Prüfung unter den Sonderbeſtimmungen des betreffenden Landes bezüglich der ſonſtigen Bedingungen der Eintragung wird hierdurch in keiner Weiſe beeinträchtigt. In faſt allen Kulturſtaaten beſtehen Warenzeichengeſetze.

Literatur: Allfeld, Kommentar zum Geſetz, betreffend den Schutz der Warenbezeichnungen, München 1894; Schmid, Geſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894; Kent, Das Reichsgeſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894; Geitel, Die Praxis des Geſetzes zum Schutz der Warenbezeichnungen, Berlin 1900; Seligſohn, Geſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen, nebſt Ausführungsbeſtimmungen, Berlin 1905; Finger, Das Reichsgeſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894, nebſt den Ausführungsbeſtimmungen und dem Internationalen Warenbezeichnungsrecht, Berlin 1906; Rhenius, Geſetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894; Freund, Magnus, Kommentar zum Geſetz, betreffend den Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894. *Hans Heimann.*

Warmbett, Warmlager iſt in Walzwerksanlagen derjenige Platz, auf den das Walzgut zum Abkühlen gebracht wird. Die Bewegung des Walzguts zum und vom Warmlager geſchieht in der Regel mit beſonderen Transporteinrichtungen (Rollgänge, Querzüge u. ſ. w.).

Literatur: „Stahl und Eiſen“ 1905, Nr. 16, S. 925. *A. Widmaier.*

Warmbruchprobe, ſ. Biegeprobe, Bd. 1, S. 787.

Warmlaufen entſteht infolge der Wärmeerzeugung durch die Reibung von Metallflächen, die unter Druck übereinander hinweggleiten. Man ſucht dasſelbe durch Schmierung (ſ. d.) zu verhindern.

Warpſchiffahrt, eine beſondere Art der Seilſchleppſchiffahrt (ſ. d.) auf kürzeren Fluß- oder Kanalſtrecken oder in Meeresbuchten. Vgl. Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, 1897, S. 820.

Warren-Träger, ein nach dem engliſchen Kapitän Warren (1849) benanntes Syſtem eiſerner Fachwerksträger mit weitmaſchiger Dreiecksausfachung.

Die Bezeichnung wäre eigentlich auf die urſprüngliche konſtruktive Ausführungsweiſe (gußeiſerne Obergurte und Druckſtreben, Gelenkknoten), für welche Beiſpiele in der Trentbrücke bei Newark und im Crumlinviadukt beſtehen, zu beſchränken; ſie wird aber zuweilen auch für genietete Fachwerksträger mit parallelen Gurten und einteiligem Strebenfachwerk angewendet (ſ. Fachwerkträger). *Melan.*

Warteſaal, ſ. Empfangsgebäude.

Waſchanſtalten (Waſchhäuſer), Gebäude zur Reinigung der Wäſche. Man unterſcheidet nach den Zwecken: 1. private in Wohngebäuden, Gaſthöfen, Penſionen u. dergl.; 2. gewerbliche; 3. ſolche in Anſtalten, wie Krankenhäuſern, Kaſernen, Gefängniſſen, Seminarien u. ſ. w.; 4. öffentliche.

Im Haushalte der Familie verlangen die verſchiedenen Verrichtungen für Reinigung, Trocknung und Glätten der Wäſche drei Räume, die zum Teil in beſonderem Gebäude oder im Wohnhauſe (ſ. d.) unterzubringen ſind: 1. Waſchküche (von 12—15 qm Bodenfläche) zur Aufſtellung eines Herdes mit Waſchkeſſel, der Einweich- und Waſchzuber oder Bottiche mit Waſſerzu- und -ableitung. Der Raum ſoll hell und luftig ſein, Wände, Decke und Fußboden tunlichſt in Stein. Die Lage oft im Keller [2] (S. 157—161), in neuerer Zeit im Dachſtock neben 2. Trockenraum im Speicher, mit Wäſcheſtangen (im Sommer im Freien etwa auf flachem Dach), 3. Bügelzimmer, heller und trockener Raum mit Holzboden zur Aufſtellung von Bügeltiſchen, Mange (ſ. d. Bd. 6, S. 293) und Bügelofen (mit Kohlen- oder Gasheizung). — Bei Vereinigung von ländlichen Waſchhäuſern mit dem Backhauſe (ſ. d. Bd. 1, S. 432) wird die Waſchküche zugleich Backraum und die Bügelſtube Vorſtube hierzu. — In den romaniſchen Ländern, Frankreich, Italien u. ſ. w., wird das Waſchen an öffentlichen Brunnen oder Waſchbänken, die an Quellen, Bächen u. ſ. w. aufgeſtellt ſind, vorgenommen. An großen Flüſſen dienen Waſchſchiffe ([1], S. 70) mit Schutzdächern hierzu. In England erfolgte zuerſt die

Einrichtung von öffentlichen Waſchhäuſern in Fabrikſtädten für die Arbeiterbevölkerung, beſonders zu dem Zwecke, das Waſchen in den Küchen der kleinen Wohnungen entbehrlich zu machen und ſo die Geſundung der Bewohner zu fördern. Dieſer Fortſchritt fand bald Nachahmung in Frankreich und Belgien, ſpäter auch in Deutſchland. Beſonderen Aufſchwung erfuhr dieſe Bewegung durch die Einführung des Dampfes zur Behandlung der Wäſche und durch maſchinellen Betrieb bei der Reinigung und Trocknung derſelben, wodurch große Erſparniſſe an Zeit und Arbeit erzielt werden. Als Folge hiervon ſehen wir heute in allen gewerblichen Anlagen und öffentlichen ſowie ſtaatlichen und ſtädtiſchen Anſtalten den maſchinellen Waſchbetrieb eingeführt. Wir verweiſen auf die Proſpekte der Firma Oskar Schimmel in Chemnitz und [4], [5]. Solche Waſchhäuſer enthalten folgende Räume: 1. Dampfmaſchine mit Keſſelhaus und Kohlenraum, 2. Einweich- und Kochraum, 3. Waſchraum mit Waſchmaſchinen, Spülmaſchine und Zentrifugen (ſ. d.), 4. Kammer für ſchmutzige Wäſche, 5. Trockenkammer mit Kaſten und Kuliſſenvorrichtung (Luft- oder Dampfheizung); hiermit durch Aufzug verbunden 6. Trockenſpeicher unter Dach, ferner 7. Bügelzimmer mit Flickraum, in einem Obergeſchoß gelegen. — Für die Räume 2 und 3, in welchen ſich ſtarke Dämpfe entwickeln, iſt die Aufſtellung eines Exhauſtors (Dampfabſaugers [ſ. d. Bd. 3, S. 521]) zu empfehlen. — In manchen Fällen kann mit ſolchen Anſtalten die Einrichtung von Einzelbädern verbunden werden. S. a. Reinigung, chemiſche.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, Halbbd. 5, 4. Heft: F. Genzmer, Waſch- und Desinfektionsanſtalten, Stuttgart 1900, mit vielen Literaturangaben. — [2] Nußbaum, H. Chr., Das Wohnhaus und ſeine Hygiene, Leipzig 1909. — [4] Erich, Praktiſche Erfahrungen bei Anlage nnd Betrieb von Dampfwäſchereien, Halle 1905. — [5] Vogt, Die Wäſcherei im Klein-, Neben- und Großbetriebe, Hannover 1907. *Weinbrenner.*

Waſchblau, in Waſſer lösliche oder nur ſuspendierbare feſte, teigige oder flüſſige Farben, auch Farbſtoffe (Ultramarinblau, Pariſerblau mit Stärke vermiſcht, Indigokarmin, Teerfarbſtoffe) zum Bläuen von Textilfabrikaten. *Andés.*

Waſchmaſchinen dienen zur Abſonderung der Verunreinigungen von Materialien aller Art.

Für ſteinige Materialien beſtehen ſie gewöhnlich aus einer Waſchtrommel (ſ. S. 103); für Kartoffeln, Rüben u. dergl. aus einer hölzernen Lattentrommel. Ueber Waſchmaſchinen in der Papierfabrikation (ſ. d.); in der Textilinduſtrie, ſ. Fettſchweiß, Garnwaſchmaſchinen, Kammgarnſpinnerei, Seidenſpinnerei, Tuchfabrikation u. ſ. w. Bei Waſchmaſchinen für Getreide darf die Einwirkung des Waſſers nur kurze Zeit dauern, damit die Feuchtigkeit nicht in das innere Korn dringt. Es muß ein energiſches Spülen ſtattfinden, damit anhaftende Schmutzteile losgeriſſen werden, außerdem muß ein Abſchwemmen der leichten Unreinigkeiten (taube Körner, Stroh u. ſ. w.) und ein Abſcheiden ſchwerer Beimengungen (Steinchen) ſtattfinden. Dieſen Anforderungen entſprechen die Waſchmaſchinen von Brandtſtädter & Weinhold (D.R.P. Nr. 75541, 78541 und 92869). Neuerdings werden zwiſchen den eigentlichen Wäſcher und den Trockner eine Quirl- und eine Abſpritzvorrichtung eingeſchaltet, durch die die Reinigung noch vervollkommnet wird. *Arndt.*

Waſſer, im gewöhnlichen Sinne die flüſſige Aggregatform von H_2O; bei + 100° C. und darüber unter atmoſphäriſcher Preſſung dampfförmig (ſ. Dampf, Bd. 2, S. 537 ff.), von 0° C. abwärts feſt (ſ. Eis, Bd. 3, S. 260). Bei ca. 4° C. tritt unter atmoſphäriſcher Preſſung das Maximum der Dichtigkeit (ſ. d. Bd. 2, S. 740) des flüſſigen Waſſers ein; die Dichtigkeit desſelben für verſchiedene Temperaturen zwiſchen 0° und 100° und bei verſchiedenen Preſſungen ſ. Bd. 1, S. 396 ff. Ueber Entſtehung, Menge und Verlauf des ſich aus der Dampfform bildenden flüſſigen Waſſers ſ. Hydrologie, Hydrometeore, Meteorologie, Niederſchläge, Regenmeſſer.

Nach der Herkunft unterſcheidet man Regenwaſſer, Schneewaſſer, Grundwaſſer, Quellwaſſer, Flußwaſſer, Seewaſſer, Meerwaſſer u. ſ. w. — Der Kreislauf des Waſſers beginnt vom Meere aus in Form von Waſſerdampf; letzteren führen die Windſtrömungen über das Feſtland. Ein Teil desſelben wird dabei ſowohl in der oberirdiſchen als auch in der unterirdiſchen Atmoſphäre kondenſiert und kehrt ſchließlich als flüſſiges Waſſer oder Eis in das Meer zurück; ein andrer, ſtets veränderlicher Teil bleibt in Form von Grundwaſſer (ſ. d.), Flußwaſſer, Seewaſſer über und unter dem Feſtlande erhalten oder geht als Konſtitutionswaſſer Verbindungen mit andern Körpern ein bezw. nimmt ſeinen Lauf durch Pflanzen und Tierkörper. Schon die Hydrometeore nehmen aus der Luft Staub und Gaſe auf (Bd. 1, S. 33); treffen ſie die Bodenoberfläche, ſo werden die Bedeckungen der letzteren abgeſpült bezw. das Waſſer mit diesbezüglichen Löſungen und Suspenſionen beladen. Der in Bodenarten mit kapillaren Zwiſchenräumen verſickernde Teil des meteoriſchen Waſſers entledigt ſich der Suspenſionen und auch eines Teils der chemiſchen Löſungen beim Verſickern; in dieſem Falle iſt das ſich bildende Grundwaſſer (ſ. d.) klar und bei unverdorbenem Boden auch rein. Bei nichtkapillaren Zwiſchenräumen des Bodens kann getrübtes unreines Waſſer in große Tiefen gelangen. Die mehr oder weniger große Tiefe einer Waſſerentnahmeſtelle unter Terrain bietet deshalb keine abſolute Garantie für die Reinheit des Waſſers; letztere hängt vielmehr von der Beſchaffenheit des Grundwaſſerträgers ab. Ausführliches über das Verhalten des Bodens zum Waſſer ſ. Bd. 2, S. 115. Das über die Bodenoberfläche wegfließende Waſſer gelangt in die offenen Waſſerläufe (Bäche, Flüſſe, Seen u. ſ. w.); durch Aufnahme fremder, ihm übergebener Stoffe, durch Ufer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abbruch und chemifche Angriffe auf fein Bett verändert dasfelbe fortwährend feine Befchaffenheit. Näheres hierüber in [1], S. 141 ff.

Trinkwaffer foll klar, wohlfchmeckend und gefund fein. Die erftgenannte Eigenfchaft kann den meiften Waffern durch Filtration verliehen werden. Der Wohlgefchmack wird in erfter Linie durch Kohlenfäuregehalt und Temperatur, dann aber auch durch chemifche Beimengungen beeinflußt. Letztere find erforderlichenfalls zu befeitigen (Fällung von Salzen, Enteifenung u. f. w.); die Temperatur foll zwifchen 8—13° C. liegen. Waffer von mehr als 13° C. fchmecken in unferm Klima auch im Sommer nicht mehr erfrifchend. Gefundes Waffer erfordert die Abwefenheit von Ammoniak, falpetriger Säure, Schwefelwafferftoff und befonders von pathogenen Bakterien. In der Natur kommen letztere (fowie Bakterien überhaupt) bei Grundwaffer mit kapillaren Trägern und einer Spiegellage von 2—3 m unter Bodenoberfläche nicht mehr vor. Man hat deshalb in folchen Trägern die gefundeften Waffer zu erwarten, befonders wenn mächtige Grundwafferftrömungen in denfelben beftehen, die fich dann auch durch nahezu konftante, erfrifchende Temperatur auszeichnen. Trinkwafferunterfuchungen (f. d. u. [2]) find deshalb in allen Fällen angezeigt; fie beftehen im wefentlichen aus chemifchen und bakteriologifchen Analyfen, Temperaturmeffungen fowie genauen Orientierungen über die Herkunft des Waffers. Selbftverftändlich ift es nicht überall möglich, gefundes Quellwaffer oder Grundwaffer zu befchaffen, und es wird deshalb auch vielfach Flußwaffer, Seewaffer, deftilliertes Waffer u. f. w., nach entfprechender Vorbereitung ([1], § 38) zu Trinkzwecken verwendet. — Bakterienhaltiges Waffer kann im Notfalle durch Abkochen fterilifiert werden.

Waffer für den Gewerbebetrieb (Brauchwaffer, f. d.) muß hinfichtlich feiner chemifchen Befchaffenheit befonderen Anfprüchen genügen [3]; von der größten Bedeutung ift die Härte des Waffers (f. unten). Verfchiedene Gewerbe (z. B. Bierbrauereien, Seidenhafpeleien, Türkifchrotfärbereien u. f. w.) können hartes Waffer verwenden; in den meiften andern Gewerben (z. B. beim Dampfkeffelbetrieb, bei Bade- und Wafchanftalten, textilchemifchen Betrieben, Papierfabrikation u. f. w.) find weiche Waffer erwünfcht bezw. geboten. Von befonderer Wichtigkeit ift weiches Waffer in der Färberei [4]. Ift natürlich weiches Waffer nicht zu befchaffen, fo können harte Waffer durch chemifche Zufätze und Prozeffe weich gemacht werden (vgl. Wafferreinigung und Keffelfteinmittel).

Literatur: [1] Lueger, Wafferverforgung, Darmftadt 1895. — [2] Handbuch der Hygiene, Bd. 1, Abt. 2, Jena 1896; Tiemann u. Gärtner, Handbuch der Unterfuchung des Waffers, 4. Aufl., Braunfchweig 1895; Grundfätze bei der Beurteilung von Trink- und Nutzwaffer, Gefundheitsingenieur, 1898, S. 404 ff. — [3] Guichard, L'eau dans l'industrie, Paris 1894. — [4] Lauber, Das Waffer in der Färberei, Leipzig 1898.

Lueger.

Waffer härte. Den Gehalt des Waffers an Erdalkalienverbindungen, vornehmlich an den Bikarbonaten und Sulfaten von Kalk und Magnefia, nennt man die Härte (gefamte Härte) des Waffers. Es entfpricht: 1 deutfcher Härtegrad 10 mg *CaO* (Calciumoxyd) in 1 l Waffer, 1 franzöfifcher Härtegrad 10 mg $CaCO_3$ (Calciumkarbonat) in 1 l Waffer, 1 engliſcher Härtegrad 10 mg $CaCO_3$ in 0,7 l Waffer; 1 franzöfifcher Härtegrad entfpricht 0,56 deutfchen Graden; 5 engliſche Grade find 4 deutfche Grade. Der Magnefiagehalt ift in obigen Werten inbegriffen, d. h. auf den Kalkwert umgerechnet: 1 Teil Magnefia entfpricht 1,4 Teilen *CaO*. Der äquivalente Kalkgehalt des Waffers wird deshalb durch Multiplikation des Magnefiagehaltes mit 1,4 gefunden. Man unterfcheidet in der Technik weiterhin noch zwifchen vorübergehender, temporärer, fchwindender (tranfitorifcher) und bleibender (permanenter) Härte. In wiffenfchaftlicher Hinficht find die Bezeichnungen nicht ganz zutreffend. Wird das Waffer gekocht, fo fällt ein erheblicher Teil von Kalk und ein geringerer von Magnefia als unlösliches Karbonat aus. Die diefem ausfallenden Teil entfprechende Härte des Waffers ift die temporäre (fchwindende) Härte, während die von Sulfaten, Nitraten und Chloriden herrührende Härte durch das Kochen nicht verfchwindet und deshalb permanente oder bleibende Härte oder auch Sulfathärte genannt wird. — Einen Anhaltspunkt für die Bezeichnung der Härteftufen gibt folgende Aufftellung: Waffer von 0—4 deutfchen Härtegraden nennt man fehr weich, ein folches von 4—8 weich, von 8—12 mittelhart, von 12—18 ziemlich hart, von 18—30 hart, über 30 fehr hart. Gefundheitliche Bedeutung harten und weichen Waffers f. [1]; technifche f. Waffer, Wafferreinigung. Waffer mit mehr als 20 deutfchen Graden ift als Keffelfpeifewaffer nicht ohne weiteres brauchbar. Es muß weich gemacht werden; f. Wafferreinigung. — Eine rafche Orientierung, ob ein Waffer hart ift, gibt bei einiger Erfahrung fchon die Reaktion mit Neßlers Reagens gelegentlich der Prüfung auf Ammoniak. Tritt fofort oder innerhalb 1—2 Minuten eine weißliche Trübung oder Flockenbildung ein, fo ift auf das Vorhandenfein von mehr als 18 Härtegraden zu fchließen. Genauer und auch rafch ausführbar ift das Clarkfche, von Faißt und Knauß modifizierte Verfahren mit titrierter Seifelöfung. Bei einiger Uebung liefert es ganz gute Refultate, Nichtgeübten laufen aber, befonders bei magnefiareichen Waffern, grobe Fehler unter. Wenn auch die bleibende Härte beftimmt werden foll und die Probe auch am gekochten Waffer vorgenommen werden muß, bietet fie gegenüber den genaueren Methoden keine Vorteile mehr. Die genaue Härtebeftimmung gefchieht einmal durch die Ermittlung von Kalk und Magnefia nach den Regeln der quantitativen chemifchen Analyfe, dann aber auch durch Titrieren. Titriermethoden zu Härtebeftimmungen in Waffer haben Lunge, Pfeifer, Wartha, Vignon und Meunier, Wehrenpfennig, Grittner und Procter u. a. angegeben [2]. Vgl. a. [3].

Literatur: [1] Pfeiffer, R., u. Proskauer, B., Encyklopädie für Hygiene 1905, Bd. 2, S. 110. — [2] Lunge, Chemifch-technifche Unterfuchungsmethoden 1904. — [3] Klut, Unterfuchung des Waffers an Ort und Stelle 1908.

Bujard.

Wafferabfcheider, Wafferfänger, find Vorrichtungen zur Abfcheidung des im Waffердampf enthaltenen tropfbarflüffigen Waffers.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Faſt alle Waſſerabſcheider bewirken die Abſcheidung durch plötzliche Richtungsänderung des Dampfſtromes, wozu in einzelnen Fällen auch noch eine Verminderung der Dampfgeſchwindigkeit kommt. Infolge der größeren Maſſe der Waſſertropfen ſuchen dieſe die urſprüngliche Richtung beizuhalten, d. h. ſie werden an den entgegenſtehenden Stoßflächen abgeſchieden, während der Dampf nur abgelenkt wird. Eine nachfolgende Verminderung der Dampfgeſchwindigkeit iſt zweckmäßig, weil ruhender oder nur mäßig ſchnell ſtrömender Dampf die Waſſerteile nicht ſchwebend erhalten kann. Für eine ſichere Entfernung des abgeſchiedenen Waſſers durch Tropfhähne oder beſſer durch Kondenſationswaſſerableiter (ſ. Bd. 5, S. 584) iſt Sorge zu tragen.

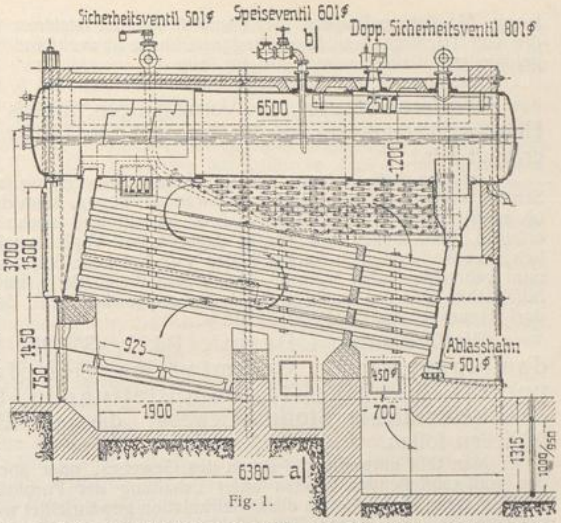


Fig. 1.

Die Bauart der Waſſerabſcheider iſt hauptſächlich von der Einbauſtelle abhängig; es können hierbei zwei Fälle unterſchieden werden: entweder wird der Abſcheider in den Keſſel eingebaut, hat alſo die Abſcheidung des bei der Dampfbildung im Keſſel mitgeriſſenen Waſſers vor dem Eintritt des Dampfes in die Rohrleitung zu

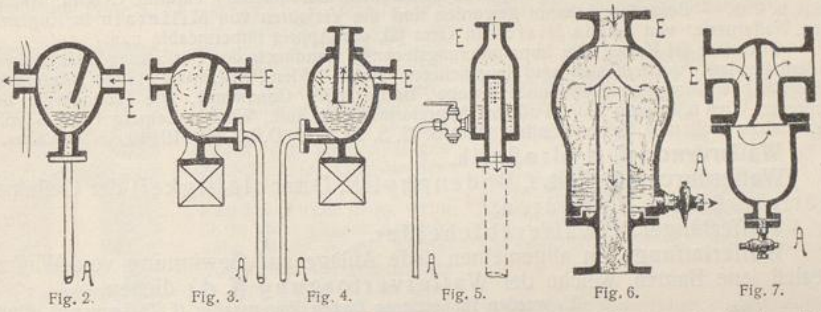


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

bewirken, oder er wird in die Rohrleitung, z. B. vor der Dampfmaſchine, eingebaut und ſoll auch das in der Leitung durch Kondenſation gebildete Waſſer abſcheiden. Im erſten Falle beſteht der Abſcheider häufig nur aus einem im Dampfraum des Keſſels eingebauten, mit dem Abſperrventil des Keſſels verbundenen Rohr, in das der Dampf durch viele feine Bohrungen oder einen ſchmalen Längsſchlitz auf der oberen Rohrſeite eintritt.

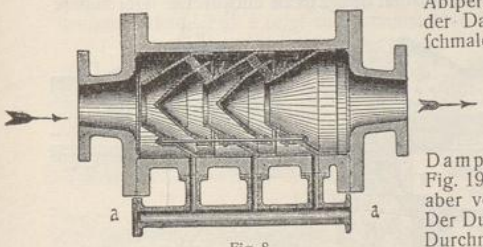


Fig. 8.

Die Waſſertropfen werden beim Auftreffen des Dampfes auf die innere untere Rohrſeite abgeſchieden. Das Waſſer kann durch eine kleine Oeffnung in den Waſſerraum des Keſſels zurückgelangen. Beiſpiele hierzu finden ſich unter Dampfkeſſel, Bd. 2, Fig. 3, S. 563; Fig. 9, S. 565; Fig. 19, S. 569. Vollſtändige Waſſerabſcheidung kann aber von dieſen Vorrichtungen nicht erwartet werden. Der Durchmeſſer des Rohres wird häufig nur gleich dem Durchmeſſer der Leitung gewählt, während ein größerer Durchmeſſer zur Erzielung einer kleinen Dampfgeſchwindigkeit im Rohr zweckmäßiger wäre. — Fig. 1 zeigt einen Waſſerabſcheider von Petry-Dereux, der aus einem Blechkaſten mit eingeſetzten Richtungsblechen gebildet wird. Der getrocknete Dampf tritt durch die obere rechte Ecke des Kaſtens in den Dampfraum. Es iſt außerdem für die Dampfentnahme aus dem Keſſel noch ein Rohr im höchſten Punkte des Dampfraumes vorgeſehen. Da der Keſſel mit einem Ueberhitzer verſehen iſt, ſo wären die Abſcheidungsvorrichtungen entbehrlich; ſie erhöhen aber die Leiſtung des Ueberhitzers, da dieſer kein mitgeriſſenes Waſſer zu verdampfen braucht. — Die in die Dampfleitung einzubauenden Abſcheider werden aus Gußeiſen bezw. Stahlguß gefertigt. Die Fig. 2—6 geben einige Ausführungsformen von Klein, Schanzlin & Becker, Frankental, wieder; Fig. 7 iſt ein Abſcheider von Dreyer, Roſenkranz & Droop, Hannover, Fig. 8 ein ſolcher von Schäffer & Buden-

berg, Magdeburg-Buckau. Der Dampf strömt bei letzterem in der Richtung der Pfeile durch die von Trichtern gebildeten Ringquerschnitte abwechselnd nach außen und innen. Das abgeschiedene Wasser sammelt sich im Rohr *a*.

Literatur: S. unter Kondensationswasserableiter, Bd. 5, S. 588. *O. Herre.*

Wasseranwärmer, alle Vorrichtungen, mittels welcher warmes Wasser durch Heizung, Vereinigung von Wasserdampf oder Heißwasser mit kaltem Wasser u. s. w. erzeugt wird.

Insofern diese Anlagen nur zur Warmwasserbereitung in Brauereien, Färbereien, Küchen, Schlachthäusern u. s. w. oder für Badewannen dienen, kann die Mischung ohne Rücksicht darauf, ob zuerst Dampf, heißes Wasser u. s. w. austritt und nachher kaltes Wasser zugemischt wird, erfolgen. Bei Duschen und Brausen dagegen sind Vorsichtsmaßregeln gegen Verbrühen erforderlich; das Wasser muß in solchen Fällen vor feinem Austreten auf jede gewünschte Temperatur gebracht werden können. Vgl. hierzu Badebatterie, Badeeinrichtung, Badeöfen, Brausen, Mischhähne und die Kataloge der Armaturenfabriken, z. B. der A.-G. Körting & Co., Körtingsdorf-Hannover, das D.R.P. Nr. 32316 u. a.

Wasserdampf, s. Dampf, Bd. 2, S. 537, 539, 544, Sieden, Verdampfungswärme, Gesamtwärme, Dampfwärme, Kritische Temperatur, Dampfkessel, Dampfleitungen, Dampfmaschinen u. s. w.

Wasserdichte Stoffe, Gewebe, die eine Benetzung des Fadens ausschließen sollen.

Man füllt entweder die Poren des Gewebes, oder aber man imprägniert die Faser mit den wasserabstoßenden Stoffen unter Erhaltung der Porosität des Stoffes. Letzteres ist notwendig, wenn Kleiderstoffen die Luftzirkulation gewährleistet werden soll, was bei Gummimänteln nicht der Fall ist. Planen, Zelte, Schläuche u. s. w. verlangen keine solche Rücksichtnahme [1].

Zum Ueberziehen dienen hauptsächlich Kautschuk, Leinölfirnis, Fette, Paraffin, Wachs u.s.w. Zum Imprägnieren finden Anwendung schwefelsaure Tonerde, Alaun, Bleizucker (Bleiacetat), Kupfervitriol, Eisenvitriol, Zinkvitriol, Kupferoxydammoniak, Chromkalium, Paraffin, Ceresin, Wachs, Seife u. s. w. — Besonders bekannt geworden sind die Verfahren von Millerain in England, die „Wasserperle" von Louis Hirsch in Gera [2], der Apprêt imperméable u. a.

Literatur: [1] Koller, Die Imprägnierungstechnik, Handbuch der Darstellung aller fäulniswiderstehenden, wasserdichten und feuersicheren Stoffe, Wien-Pest-Leipzig 1896; Mierzinski, Herstellung wasserdichter Stoffe und Gewebe, Berlin 1897; Ganswindt, Die Technologie der Appretur, Wien u. Leipzig 1907; Polleyn, Appreturmittel, 3. Aufl., Wien u. Leipzig 1909, S. 265; Oesterreichs Wollen- u. Leinenindustrie, 1909, S. 22, S. 90. — [2] D.R.P. Nr. 110140. *E. Müller.*

Wasserdruck, s. Hydrostatik.

Wasserdurchlässigkeit, s. Bodenphysik, Durchlässigkeit der Gesteine, Mörtelprüfung, Tonwaren.

Wasserfänger, s. Wasserabscheider.

Wasserfassung, im allgemeinen jede Anlage zur Gewinnung von Wasser, speziell jene Bauten, welche der Wasserversorgung (s. d.) dienen.

Es werden für letzteren Zweck Regenwasser (s. Zisternen), Flußwasser, Seewasser (s. Stauanlagen) Quellen und Grundwasser benutzt. Von der größten Bedeutung ist, dafür zu sorgen, daß die Wasserfassung den richtigen Haushalt mit dem Wasser gestatte, d. h. die Vorräte zu keiner Zeit erschöpfe, und daß die Qualität dem Zweck entspreche. Der äußere

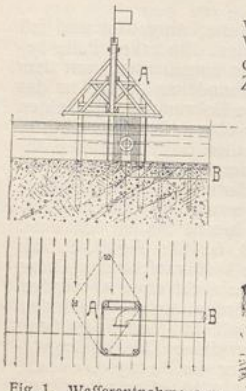


Fig. 1. Wasserentnahme aus der Seine bei Ivry. *A* Schutzbauten gegen Gefährdung durch Schiffahrt. *B* Saugrohr zum Pumpenschacht.

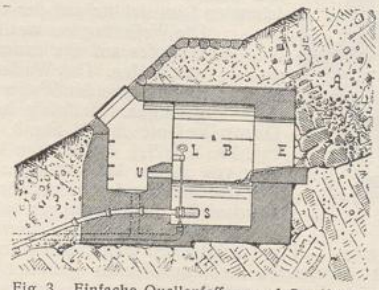


Fig. 3. Einfache Quellenfassung. *A* Sandsperre. *B* Brunnenstube. *E* Einlaufschlitze. *S* Einlaufseiher in die Druckleitung. *U* Ueberlauf. *L* Leerlaufventile.

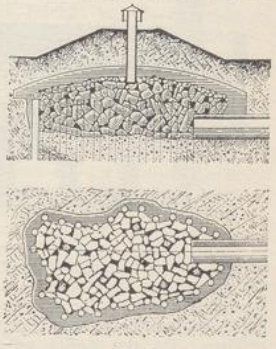


Fig. 2.

Charakter des Bezugsortes entscheidet in letzterer Hinsicht nicht, sondern nur eine alle Verhältnisse richtig würdigende hygienische Begutachtung.

Die Fassung von Flußwasser soll stets aus der stärkeren Strömung erfolgen und an Stellen, oberhalb welcher möglichst wenig Schmutzwasser in den Fluß gelangt. Dabei sind Vor-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kehrungen nötig (Seiher, Stabrechen oder Gitter), um das Eindringen von Schwimmkörpern in das zur Gewinnung des Waſſers zu benutzende Sammelrohr oder den Sammelkanal zu verhindern; in der Regel legt man auch die Einlaufrichtung an den letzteren entgegengeſetzt der Stromrichtung im Fluſſe (vgl. Fig. 1).

Seewaſſer, d. h. Waſſer aus Binnenſeen, wird in der Regel aus größeren Tiefen entnommen (20—30 m unter Spiegel) und die Saugſtelle etwa 3—5 m über den Grund des Sees gelegt; im übrigen iſt das Verfahren der Entnahme bei mäßigen Waſſertiefen ähnlich jenem bei Talſperren (ſ. Stauanlagen, [1]). Bei Entnahme aus größeren Tiefen von Binnenſeen empfiehlt ſich die in [2], S. 513 dargeſtellte Anordnung, wie ſie bei den Bodenſeewaſſerentnahmen für St. Gallen und Konſtanz eingehalten wurde.

Die Faſſung von Quellen aus ebenen Lagen (Sprudel) erfolgt in einfachſter Weiſe entſprechend Fig. 2. Man umgibt den Teich, in welchem die Sprudel aufſteigen, mit einer waſſerdichten Wand (Lehmwand, gegen Pfähle angelegt, Beton u. ſ. w.), füllt ſodann den Raum über den Sprudeln mit großen Steinen aus und leitet das Waſſer mit einem Rohre ab. Die Steinfüllung muß gegen Tagwaſſer durch eine Lehm- oder Betondecke verwahrt werden; ein oben gut verſchloſſenes Aufſteigrohr ermöglicht die Belüftung und Entlüftung der Steinfüllung. Hat der Teich, in welchem die Sprudel aufſteigen, eine größere Ausdehnung, ſo werden Kuppeln oder Hallen über demſelben errichtet; Beiſpiele in [1], S. 384.

Quellen an Gebirgshängen werden in der Regel durch ſogenannte Brunnenſtuben (Quellenſtuben, Sammelſtuben) im Sinne von Fig. 3 gefaßt. Die Länge *a* des meiſt 1,5 m breiten Behälters für das Waſſer richtet ſich danach, ob die Brunnenſtube zu einem Sandfang auszubilden iſt oder nicht; iſt das erſtere der Fall, ſo müſſen 3—4 m bei kleinen und entſprechend mehr bei großen Verhältniſſen gewählt werden. Beſteht die Gefahr, daß durch das Ausſpülen von Sand aus den Gebirgsklüften die Wirtſchaft der Quelle geſtört wird, ſo iſt vor den in der Regel 0,08—0,10 m breiten Schlitzen *E* eine Sandſperre *A* anzulegen, die bei korrekter Schichtung nach Korngrößen (ſ. Filter, Bd. 4, S. 28) das Einſpülen des Sandes in die Brunnenſtube *B* verhindert. Größere Anlagen mit anſchließenden Sammelſtollen und das ſogenannte Waſſerſchloß des Kaiſerbrunnens bei Wien ſ. [1], S. 399 ff.

Die Faſſung von Grundwaſſer erfolgt durch nahezu horizontale Sammelkanäle (in einfachſter Form Sickergräben, S. 99, Stollen, S. 324, Filtergalerien, Filterröhren), wenn die Tiefe bis zur undurchläſſigen Schicht der Grundwaſſerſtrömung eine relativ kleine iſt, oder durch vertikale Anlagen (ſ. Brunnen, Bd. 2, S. 363) bei großen Tiefen der undurchläſſigen Schicht unter Grundwaſſerſpiegel. Die Sammelkanäle wirken dann, wenn ſie in ihrer ganzen Ausdehnung einen freien, luftberührten Spiegel zeigen, wie in den Fig. 4—9, in ganz gleicher Weiſe wie ein offener, in den Grundwaſſerträger eingeſchnittener Graben, und verweiſen wir in dieſer Hinſicht auf Bd. 4, S. 661 ff. und auf Drainage. Man ſchützt ſie gegen Verſandung durch Kiesumhüllungen, die nach Art einer Sandſperre (ſ. oben) angeordnet werden müſſen; in der Regel endigen ſie in brunnenartigen Sammelbehältern oder in gewöhnlichen Brunnenſtuben. Fig. 4 zeigt eine Sammelgalerie der Vanne-Waſſerverſorgung für Paris; im Innern



Fig. 5.

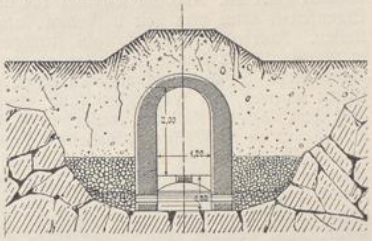


Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Längenprofil. Fig. 10.



Schnitt durch II.

derſelben beſteht ein Gehweg in Beton, der ſich auf Querbögen ſtützt. Derſelbe erſchwert die Reinigung; beſſer iſt die Anordnung Fig. 5, bei welcher in der Galerie eine bei der Reinigung wegnehmbare Diele, auf Querſchienen geſtützt, die Begehung ermöglicht. Die nicht begehbaren Faſſungen durch Sammelröhren aus Beton ſind in Fig. 6—8 dargeſtellt; bei Fig. 6 und 7 tritt das Waſſer durch Seitenſchlitze, bei Fig. 8 durch die Haube ein, welche aus Kieſelſteinen beſteht, die in einen dünnflüſſigen Zementbrei eingetaucht waren und deshalb Zwiſchenräume frei laſſen, durch welche das Waſſer infiltrieren kann. Kiesumhüllungen ſind ſowohl bei dieſen als bei den in Fig. 9 dargeſtellten gußeiſernen Sammelröhren (die in gleicher Weiſe auch aus Ton hergeſtellt werden) unentbehrlich. Laufen die Sammelröhren unter Druck, d. h. iſt (vgl. Bd. 5, S. 153)



Fig. 9.

$Q = \sqrt{H D^5 \cdot \lambda L}$ (ſ. Fig. 10), ſo gelten die in Bd. 4, S. 661 ff. entwickelten Beziehungen, die ſich auf das Vorhandenſein eines annähernd horizontalen luftberührten Spiegels ſtützen, nicht mehr. Die Reibungsverluſte in dem Rohre erfordern dann z. B. für die Länge *L* eine Druckhöhe *H*,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo daß der Grundwaſſerſpiegel ſich infolge Anſaugens der Leitung an der Stelle *I* nur um *s*, an jener *II* um s_1 ſenken kann. Es findet alſo kein gleichmäßiger, ſondern ein gegen das Ende der Leitung abnehmender Waſſerzufluß ſtatt, und das Ergebnis der Sammelanlage iſt nicht mehr einfach proportional der Länge. Es iſt ſehr weſentlich, dieſen Umſtand zu beachten, da in ſolchen Fällen die von einer Verlängerung der Röhren erwarteten Vorteile verſchwindend klein werden (vgl. a. Drainage).

Literatur: [1] Lueger, Waſſerverſorgung, Abt. 1, Darmſtadt 1895. — [2] Derſ., Abt. 2, Leipzig 1908.

Lueger.

Waſſerfaſſungsvermögen (Waſſerkapazität), ſ. Bodenphyſik.

Waſſergas, ſ. Kraftgas, Leuchtgas.

Waſſerglas, glasartige, durch Schmelzung von Kieſelerde mit Kali (Kaliwaſſerglas), Natron (Natronwaſſerglas), mit Kali und Natron (Doppelwaſſerglas oder Kalinatronwaſſerglas) erhaltene, im Waſſer lösliche Verbindung, auch Silikat, flüſſiges Silikat, Kaliſilikat, Natronſilikat, lösliche Kieſelſäure, Kieſelerdelöſung, Kieſelſäurelöſung, verſteinernde Kieſelſäurelöſung, bei den Alten Oleum silicium, Liquor silicii, Liquor silicium, Kieſelfeuchtigkeit genannt. Es läßt ſich mit Waſſer in allen Verhältniſſen miſchen und muß vollkommen klare und durchſichtige Löſungen bilden.

Im Handel gibt man gewöhnlich an, wieviel feſtes Waſſerglas in 100 Teilen Löſung ſich befindet und unterſcheidet ſo 33prozentiges und 66prozentiges. Streicht man die Waſſerglaslöſung auf einen Gegenſtand auf, der ſie aufſaugen kann, ſo erhält man eine glänzende, glasähnliche, ſpröde Schicht; verdünnt man Waſſerglas mit gewöhnlichem Waſſer, ſo wirken die Kalk- und Magneſiaſalze derſelben zerſetzend ein und verurſachen Trübung und Niederſchlag, weshalb man zum Verdünnen nur deſtilliertes oder abgekochtes Waſſer verwenden ſoll. Die Kohlenſäure der Luft, welche von dem Waſſerglas angezogen wird, zerſetzt dasſelbe unter Bildung von kohlenſauerm Alkali und gallertartiger Kieſelſäure. Auch die trockene, glasartige Schicht, die nach dem Eintrocknen hinterbleibt, zerſetzt ſich an der Luft, blättert und fällt endlich ganz ab. Alkohol ſcheidet aus der Waſſerglasauflöſung das kieſelſaure Alkali ab; dieſer Eigenſchaft kann man ſich bedienen, um reines Waſſerglas aus einer unreinen Löſung herzuſtellen. Säuren zerſetzen ſowohl flüſſiges als auch feſtes Waſſerglas und wirken auf letzteres in verdünntem Zuſtande ſchneller als in konzentriertem, wobei ſie Kieſelſäure in Pulverform abſcheiden. Salze mit alkaliſchen Baſen erzeugen kleiſterartige Niederſchläge. Die alkaliſchen Erden machen aus Waſſerglaslöſung etwas Alkali frei und vereinigen ſich mit der Kieſelerde und dem übrigen Kali zu dreifachen in Waſſer unlöslichen Verbindungen. Tonerde verbindet ſich damit zu in Waſſer unlöslichem Produkte, und eine ähnliche Verbindung entſteht, wenn man Auflöſungen von Ton- und Kieſelkali zuſammenbringt. In den Löſungen faſt aller Metallſalze bringt die Waſſerglaslöſung ſehr voluminöſe Niederſchläge hervor, teils als kieſelſaure Metalloxyde, teils Verbindungen von baſiſchen Metallſalzen mit kieſelſauerm Kalk mit geringerem Kaligehalt als im Waſſerglas. Kupferſalze geben einen blauen Niederſchlag, der bald mehr, bald weniger grün in der Hitze die Farbe behält. Poröſe lockere Geſteinsmaſſen, z. B. gebrannte Tone, Ziegel, Töpferwaren, ebenſo Sandſteine, ſaugen das Waſſerglas begierig auf und erhalten größere Dichtigkeit und Härte. Quarzpulver adhäriert mit Waſſerglas für ſich nicht, wohl aber, wenn man es mit wenig an der Luft zerfallenem Kalk vermiſcht. Zinkoxyd und Bittererde zerſetzen Waſſerglas, indem ſich die Kieſelerde mit einem Anteil Kali und der Magneſia bezw. dem Zinkoxyd verbindet und bei Gegenwart von Kohlenſäure zugleich kohlenſaures Kali entſteht; hierbei bildet ſich eine ſtark bindende, in Waſſer unlösliche Subſtanz. Gips mit Waſſerglas zuſammengerieben gerät ſogleich ins Stocken, und beim Austrocknen treten an der Oberfläche Ausblühungen von ſchwefelſauerm Kali (und Natron) auf; es tritt eine Zerſetzung ohne Erhärtung ein. Barytweiß, ſchwefelſaurer Baryt, mit Waſſerglas auf Glas aufgetragen, erteilt dieſem eine ſchöne milchweiße Farbe, mit heißem Waſſer nicht abwaſchbar und bei höherer Temperatur ſich in weißes Email verwandelnd. Mit farbigen Metalloxyden, die Waſſerglas nicht zerſetzen, laſſen ſich verſchiedene Anſtriche und Kitte erzeugen; die letzteren entſtehen auch mit ſolchen Farben, welche mit der Kieſelſäure des Waſſerglaſes ſich unlöslich verbinden. In dieſem Falle iſt Waſſerglas im Ueberſchuſſe hinzuzufügen, damit die farbige Verbindung durch letzteres feſtgehalten wird. — Die Darſtellung erfolgt nach drei Methoden: 1. jene, bei welcher die Miſchung der Rohmaterialien, der Glasſatz, geſchmolzen und die erkaltete Schmelze in kochendem Waſſer gelöſt wird. Man bezeichnet ſie als Schmelzmethode (Fuchs, Buchner, Schürr). 2. Diejenige, bei welcher Kieſelerde in Pulverform unter einem Druck von 7 bis 8 Atmoſphären in ſtarker Kali- oder Natronlauge gelöſt wird; naſſe Methode (Kuhlmann, Liebig, Sauerwein). 3. Diejenige, bei welcher Chloralkalien (Chlornatrium, Chlorkalium) verflüchtigt und mit überhitztem Waſſerdampf vermiſcht durch glühende Kieſelerde in kieſelſaure Alkalien und Chlorwaſſerſtoff zerſetzt werden. — Dieſe Methode nennt man Verdampfungsmethode (Goſſage, Ungerer). — Hardings ſtellt Waſſerglas als Nebenprodukt bei Gewinnung des Goldes aus Gold führenden Quarzen dar; nach Perfoz kann man kieſelſaures Ammoniak (Ammoniakwaſſerglas) darſtellen, wenn man ein Gemenge von Kieſelgallerte in Ammoniak in einem verſchloſſenen Gefäße erhitzt. Die Verſuche, aus Hochofenſchlacke Waſſerglas herzuſtellen, haben zu keinem praktiſchen Reſultate geführt. Scheurer-Keſtner verſuchte, aus Quarz Waſſerglas herzuſtellen, doch konnte kein genügend mit Kieſelſäure geſättigtes Produkt erzielt werden. Um nach einer oder der andern genannten Methode ein gutes Produkt zu erzielen, muß man reine, namentlich eiſenfreie Rohmaterialien anwenden. Als

Rohmaterialien dienen ätzende oder Chloralkalien und Kieselerdeverbindungen. Schwefelnatriumwasserglas, eine Verbindung von Schwefelnatrium mit Wasserglas, findet in der Papierfabrikation, Kaseinwasserglas (frischer Käse in Wasserglas gelöst) zu Anstrichen Anwendung. Aethersilikat ist ein durch Aether gereinigtes Wasserglas in fester Form, Fixierungswasserglas ein Doppelwasserglas, in der Stereochromie angewendet, flammensicheres Wasserglas ist ein gewöhnliches dünnflüssiges Wasserglas; neutrales Silikat ist ein Wasserglas, in welchem noch eine gewisse Menge Infusorienerde gelöst wurde. Kalknatronsilikat entsteht beim Behandeln von Wasserglassteinen (aus Sand, Portlandzement und Wasserglas) mit Chlorkalium.

Das Wasserglas findet ausgedehnte Anwendung zu Anstrichen, in der Appretur, als Bindemittel für künstliche Steine, zu Kitten, zum Bleichen, in der Druckindustrie, zum Konservieren von Eiern, in der Seifenfabrikation teils als Füllmaterial, teils zu besonderen Seifensorten (Natronwasserglasseife, Schmierseife), zu Waschzwecken (Wasserglaskomposition), als Glasur und Email (kaltes Email), in der Papierfabrikation zum Leimen des Papiers (Harzleimwasserglas), zum Imprägnieren von Mauerwerk, Steinen und Holz, in der Färberei, als Kesselsteinlösungsmittel, für Meerschaumimitation, zum Reinigen von Rübensaft u. s. w.

Literatur: Bernhard, Das Wasserglas, seine Darstellung und Anwendung, Frankfurt a. M. 1893; Krätzer, Wasserglas und Infusorienerde, 2. Aufl., Wien 1907. *Andés.*

Wasserglasfarben, aus Wasserglas (Natronwasserglas) und einem Farbkörper kurz vor der Anwendung zusammengemischte Anstrichfarben.

Sie sind zum Unterschiede von Oelfarben matt auftrocknend, für Holz, Stein, Mauerwerk und Eisen bestimmt, mit wechselnden Erfolgen verwendet, um Oelfarbenanstriche zu verdrängen. Die Hauptursachen, warum letzteres bisher nicht möglich gewesen ist, sind die Unhaltbarkeit der geriebenen Farben und die an der Luft sich bildenden Auswitterungen, welche durch weiße Flecken den Anstrich unschön werden lassen. Die Wasserglaslösung ist meistens 33prozentig, wird aber noch vor dem Auftragen mit der gleichen und selbst der doppelten Menge Wasser verdünnt. Vorzüge der Wasserglasanstriche sind: 1. sie sind weit billiger herzustellen als Anstriche mit Oel- und Firnisfarben; 2. das Anstreichen geht viel schneller vor sich; 3. sie sind vollkommen geruchlos (Firnis- und Oelfarbengeruch ist anhaltend und lästig); 4. die Wasserglasanstriche dunkeln nicht nach wie Oel- und Firnisfarbenanstriche; 5. sie sichern Holzwerk u. s. w. gegen Feuer und 6. gegen Schwamm, Wurm, Fäulnis, daher bei Neubauten Anstriche des Bauholzes mit Wasserglas allein oder mit irgendeiner Farbe abgerieben empfehlenswert. — Nachteile sind: 1. beschränkte Auswahl der Farben, da viele Erden- und Metallverbindungen teils augenblicklich unlösliche Verbindungen mit der Kieselsäure eingehen, teils in den Nuancen verändert werden; 2. geringe Haltbarkeit der angeriebenen Wasserglasfarben; 3. leichte Zersetzbarkeit des Wasserglases durch die atmosphärische Luft allein und durch schwache Säuren; 4. häufiges Verwittern der damit hergestellten Anstriche, Abblättern der Farbenlage: Uebelstände, gegen welche auch die besten bis jetzt bekannten Wasserglasfarben nicht erfolgreich kämpften. Wenn der erste Anstrich mit verdünnter Wasserglasfarbe nach 12 Stunden trocken ist, läßt man einen zweiten Anstrich folgen, eventuell einen dritten; der Glanz ist immer matt. Einige Zeit, nachdem der Anstrich gemacht wurde, bemerkt man einen leichten, weißlichen Anflug, von verwittertem kohlensauerm Natron herrührend; derselbe wird zunächst durch Abwischen mit einem nassen Schwamm entfernt, dann aber mit einem in Leinöl getauchten wollenen Lappen überwischt. Der weiße Anflug erscheint dann nicht mehr. Alle farbigen Anstriche halten im Wetter besser aus als der Wasserglasanstrich allein, weil jede Erde, jedes Metalloxyd mit der Kieselsäure des Wasserglases eine in Wasser unlösliche Verbindung eingeht, welche durch überschüssiges Wasserglas auf der Fläche festgehalten wird. Dabei treten aber Schwierigkeiten bei der Ausführung der Anstriche ein, weil die zersetzende Wirkung des Wasserglases so rasch eintritt, daß die Farbe schon kurz nach Beginn der Arbeit zu erstarren beginnt. — Von den am häufigsten verwendeten Farben gerinnen in Verbindung mit Wasserglas 1. sehr bald: Bleiweiß, Zinkweiß, in geringerem Maße Permanentweiß und Kreide; 2. weniger bald: Bleifarben verschiedenster Art, so namentlich Chromrot, Chromgelb, Mennige; 3. sehr langsam: Chromoxyd, chromsaurer Baryt, Kadmiumoxyd, Smalte, alle Eisenfarben, Ultramarin, Knochenschwarz, Kienruß. — Um jene Farben, welche in Verbindung mit Wasserglas dieses schnell gerinnen machen, doch anwenden zu können, ist man genötigt, Mehlkleister, Leim, Stärkekleister, Milch, frischen Käse u. a. anzuwenden, mit denen man die Farben anreibt und dann mit dem Wasserglas vermischt, bis sie streichfertig sind und doch noch gut trocknen. Auch streicht man auf eine Grundierung mit Wasserglas die mit dem Bindemittel angemachte Farbe und fixiert nach dem Trocknen mit Wasserglas.

Literatur: S. unter Wasserglas und Andés, Praktisches Handbuch für Anstreicher und Lackierer, 3. Aufl., Wien 1905; Andés, Trocknende Oele, Braunschweig 1882; Creuzburg, Lackierkunst, 11. Aufl., Leipzig 1903. *Andés.*

Wasserglaskitt wird aus Wasserglaslösung von 33° Bé mit feinem Schlemmkreidepulver zu einer dicken plastischen Masse angerührt.

Die Masse bildet ein vorzügliches Mittel zum Kitten zerbrochener Porzellan- und Glasgegenstände wie auch zum Ausfüllen von Löchern in Stein, Holz u. s. w. Wasserglas allein mit Schlemmkreide gemischt liefert einen weißen Kitt von großer Festigkeit; rührt man Schwefelantimon und Eisenfeilspäne zu gleichen Teilen hinzu, so entsteht ein tiefschwarzer, mit Zinkstaub und Eisenfeilspänen ein grauer Kitt. *Andés.*

Wasserglasmalerei, s. Stereochromie.

Wasserhaltung, im Bergbau jene Vorkehrungen, durch welche die Grubenbaue frei von Wasser erhalten werden; vgl. Wasserlosung, Wasserhebung.

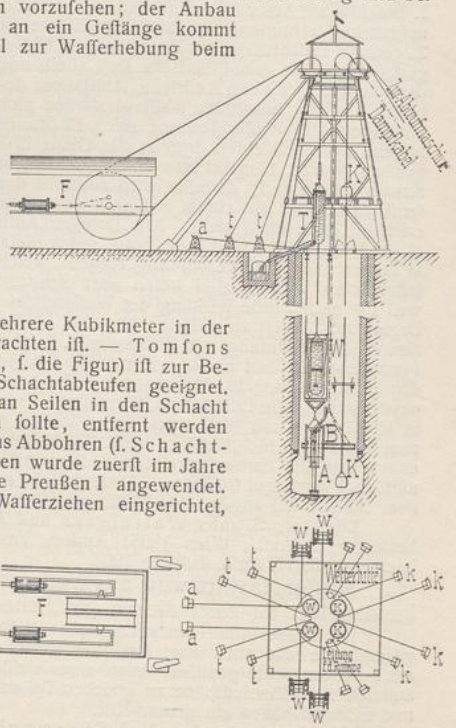
Wasserharz, s. Fichtenharz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wafferhaushalt, f. Wafferwirtfchaft.

Wafferhebung, f. v. w. Förderung des Waffers von einem beftimmten Orte nach einem höher gelegenen. Sie erfolgt mit Schöpfgefäßen von Hand oder durch Mafchinen, die mit tierifchen Kräften, Waffer-kraft, Dampfkraft, Gasdruck, Elektrizität, Winddruck u. f. w. betrieben werden (vgl. Pumpen, Dampfmafchinen, Verbrennungsmotoren, Waffermotoren, Windmotoren), und dient u. a. vorzugsweife: 1. der Befeitigung des Waffers aus bergmännifchen Tiefbauen; 2. der Förderung des Waffers aus ftädtifchen Entwäfferungsanlagen; 3. der Hebung des Waffers in die Scheitelftrecken der Schiffahrtskanäle; 4. der Förderung des Wafferabfluffes aus kulturtechnifchen Anlagen; 5. der Zuführung von Waffer in hydraulifche Preffen, Dampfkeffel u. f. w.; 6. der Wafferverforgung. Die Anlagen (in ihrer Gefamtheit Pumpftationen genannt) werden alle nach demfelben Prinzip konftruiert und berechnet (f. Pumpen, Bd. 7, S. 275); doch werden fie entfprechend den befonderen Bedingungen des einzelnen Falles verfchieden geftaltet.

1. Wafferhebung im Bergbau. Das beim Schachtabteufen zufließende Waffer wird durch Abteufpumpen (Bd. 1, S. 47) oder Senkpumpen (vgl. Bd. 7, S. 286, Fig. 28) gehoben; fie können mit dem Fortfchreiten des Abteufens fchnell und leicht tiefer gehängt werden, auch find fie zuweilen mit telefkopartigem Saugrohr (Degen) verfehen. — Zur ftändigen Wafferhebung werden Kolbenpumpen verwendet (f. Pumpen), und zwar entweder Geftängemafchinen oder unterirdifch aufgeftellte Pumpen (vgl. Kraftübertragung im Bergbau, Bd. 5, S. 657). Daneben haben fich in den letzten Jahren immer mehr Hochdruckzentrifugalpumpen eingebürgert. Für größere bergmännifche Wafferhebungsanlagen ordnet man oft Zubringepumpen an, die aus den der Wafferanfammlung dienenden Räumen (Sümpfe, Sumpfftrecken) den Schachtpumpen zuheben, oder man wählt als tiefften Pumpenfatz (Sumpffatz) eine Saug- oder Hubpumpe, welche auch bei wechfelndem Waffer-ftand gut arbeitet, was bei einem Druckfatze weniger der Fall ift. Durch beide Hilfsmittel wird der Gang der Schachtpumpen ein regelmäßigerer. Starke Refervemafchinen für die Wafferhebung find bei allen Bergbauen mit wechfelnden Waffermengen vorzufehen; der Anbau von je zwei Pumpenfätzen (Wechfelfätze) an ein Geftänge kommt kaum noch vor. — Als untergeordnetes Mittel zur Wafferhebung beim Betrieb von Gegenörtern, die gewöhnlich ein fchwaches Einfallen haben, ift das Waffer-fchöpfen (auch Pfützen genannt) mittels kleiner tiefer Schaufeln über einen Damm zu erwähnen; durch Aufhängen einer langgeftielten Schaufel an einer Spreize ergibt fich die Schwing- oder Schwungfchaufel. — Für vorübergehende Zwecke und kleine Leiftungen werden häufig das Pulfometer (Bd. 7, S. 285) oder die Strahlpumpe (vgl. Strahlapparate, S. 337), befonders die Bauart Körting verwendet, während das Waffererheben (Waffertreiben, Wafferziehen) mit den Förder-einrichtungen — es können auf diefe Weife mehrere Kubikmeter in der Minute gehoben werden — als Referve zu betrachten ift. — Tomfons Wafferziehvorrichtung (D.R.P. Nr. 61999, f. die Figur) ift zur Bewältigung fehr ftarker Waffer-zuflüffe aus dem Schachtabteufen geeignet. Außerdem ift fie fo eingerichtet, daß alle Teile an Seilen in den Schacht eingehängt find und, falls der Schacht erfaufen follte, entfernt werden können, fo daß der ganze Schachtquerfchnitt für das Abbohren (f. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 579) frei wird. Das Verfahren wurde zuerft im Jahre 1892 beim Abteufen des Schachtes I der Zeche Preußen I angewendet. In der Figur ift die eine Schachthälfte für das Wafferziehen eingerichtet, während die andre die übrigen Anlagen aufnimmt. Die beiden in der Hauptfache zylindrifchen Wafferbehälter *W* hängen mittels je zweier Kabel *w* an Seilen im Schachte; ihnen wird das Waffer aus dem Abteufen durch eine mittels der Kabel *a* fenkbare Abteufpumpe *A* (vgl. Bd. 1, S. 47) zugehoben. Die Wafferförderung wird durch die mit felbfttätigen Bodenventilen verfehenen Waffertonnen *T* und die Fördermafchine *F* bewirkt; die Tonnen find je an zwei Seilen geführt, die von den Kabeln *t* gehalten werden. Die Entleerung der Tonnen über Tage mittels Bodenventiles und beweglichen Gerinnes ift ohne weiteres verftändlich. Das Tomfonfche Verfahren ift bereits verwendet worden für Tiefen bis zu 450 m und für Waffertonnen von 10 cbm Inhalt; es können bis 4 cbm Waffer in einer Minute gehoben werden; man hat aber fchon zwei Einrichtungen in einen Schacht eingebaut



und damit 8 cbm Waſſer zu Sumpf gehalten. Das von einem Dampfkabel gehaltene Seil in der Schachtmitte trägt die Arbeitsbühne *B*, welche zur Wartung der Abteufpumpe und zum Aufenthalt der Mannſchaft beim Schießen im Abteufen erforderlich iſt. Die Fördereinrichtung für die Maſſen iſt die übliche, die Führungsſeile für die Kübel *K* werden von den Kabeln *k* gehalten. Auch die Wetterlutten und die Kraftleitung für die Pumpe ſind an Seilen eingehängt. Näheres in den Bd. 1, S. 696, genannten Lehrbüchern der Bergbaukunde. *Treptow.*

2. Waſſerhebung aus ſtädtiſchen Entwäſſerungsanlagen erfolgt auf den ſogenannten Pumpſtationen der Kanaliſationen für Städte und Ortſchaften. Der Betrieb iſt ein dauernder, wo es ſich um ein unverändert hoch liegendes Niveau, und ein zeitweiſer, wo es ſich um veränderliche Höhen, namentlich wechſelnde Waſſerſtände handelt, bei welchen der freie Abfluß des Kanalinhalts nur vorübergehend gehindert iſt (Hoch- und Flutwäſſer).

3. Pumpwerke für Schiffahrtskanäle ſind da nötig, wo das namentlich für die Scheitelſtrecke des Kanals erforderliche Speiſewaſſer entweder gar nicht oder nicht in gehöriger Menge oder nur mit beträchtlich größeren Koſten unter natürlichem Gefälle zugeleitet werden könnte. Die durch das Pumpwerk zu hebende Waſſermenge wird man dadurch auf das kleinſte Maß zu beſchränken trachten, daß man für die unteren Haltungen (ſ. d.) womöglich eine billigere natürliche Zuleitung in Speiſegräben (ſ. d.) anſtrebt. Steht eine entſprechende Waſſerkraft am tiefer gelegenen Fluſſe für das Schöpfwerk zur Verfügung, ſo wird dies für die Anlage und den Betrieb gewöhnlich geringere Koſten verurſachen als ein Dampfpumpwerk; auch iſt die allfällige Benutzung der elektriſchen Kraftübertragung in Vergleich zu ziehen. — In Deutſchland iſt bemerkenswert das Dampfpumpwerk zu Neuhaus für den Oder-Spreekanal; dasſelbe arbeitet nur bei kleinerem Spreewaſſerſtande und fördert dann rund 2,3 cbm pro Sekunde auf 1,84 m Höhe [1]. Am Dortmund-Emskanal wird bei Olfen aus der Lippe bis zu 3,4 cbm pro Sekunde Waſſer auf 16 m Höhe in die Scheitelhaltung gepumpt [2]. Erwähnenswert iſt auch noch das Pumpwerk bei Gondrexange zur Speiſung des Rhein-Marnekanals [3] und weiters die Pumpanlage an der Saône für den Kanal von Burgund, wo das Waſſer durch elektriſche Kraftübertragung in ſehr ökonomiſcher Weiſe aus der Saône in die zunächſt gelegene Kanalhaltung gepumpt, von dieſer in die zweite und dann in die dritte Haltung weiter überpumpt wird [4]. Eine konzentrierte Waſſerentnahme ſoll aus der Weſer im Ausmaße von etwa 8 cbm für den geplanten Mittellandkanal erfolgen.

Literatur: [1] Schultz, Waſſerverbrauch, Speiſung und Dichtungsarbeiten am Oder-Spreekanal, Bericht für den Binnenſchiffahrtskongreß, Haag 1894. — [2] Zeitſchr. f. Bauweſen, Sonderabdruck 1901 und 1902, Der Bau des Dortmund-Emskanales. — [3] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1901 und Zeitſchr. des Arch.- u. Ingen.-Vereins zu Hannover 1886, S. 343, Taf. 23. — [4] Bubendey, Künſtliche Hebung des Speiſewaſſers eines Kanals, Zeitſchr. f. Binnenſchiffahrt 1898. — [5] Turbinenpumpwerk am Aisne-Marnekanal, Deutſche Bauztg. 1874, S. 2. *Pachnik.*

4. Die Waſſerförderung aus kulturtechniſchen Anlagen, ſ. Schöpfwerke.

5. Bei Zuführung von Waſſer zu hydrauliſchen Preſſen, Dampfkeſſeln, Feuerſpritzen u. ſ. w. arbeiten die Pumpen gegen den inneren Druck in dieſen Objekten; letzterer, durch Sicherheitsventile gegen die Ueberſchreitung eines beſtimmten Maßes geſchützt, ergibt die Förderhöhe. In der Regel werden nur Kolbenpumpen, ausnahmsweiſe Injektoren verwendet; vgl. Dampfkeſſelſpeiſeapparate, Feuerſpritze (Bd. 3, S. 771), Preſſen, Pumpen und die dort angegebene Literatur.

6. Pumpſtationen für Waſſerverſorgung müſſen mit Waſſerhebewerken verſehen ſein, welche ſich den Verbrauchsſchwankungen im Verſorgungsobjekte anpaſſen. Wird das Hebewerk nur am Tage betrieben, ſo iſt unter ſonſt gleichen Umſtänden die Pumpenarbeit erheblich größer als bei Tag- und Nachtbetrieb; auch iſt zu berückſichtigen, daß die Arbeitsleiſtung innerhalb der verſchiedenen Perioden eines Jahres wechſelt. Dieſem Wechſel kann ſowohl durch Steigerung der täglichen Betriebszeit als auch durch Herſtellung einer der Maximalleiſtung entſprechenden Maſchinenanlage entſprochen werden. Näheres hierüber in [1], S. 674. Allgemein ſollte an einem möglichſt einfachen Betriebe mit unmittelbarer Kraftübertragung (vgl. [1], S. 656—685) feſtgehalten werden, wobei neuerdings Hochdruckzentrifugalpumpen (ſ. Pumpen) mit Dynamo- oder Dampfturbinenantrieb, beſonders für große Anlagen, in erſter Reihe ſtehen. Als wichtigſtes Moment bei Grundwaſſerverſorgungen muß beachtet werden, daß im Laufe der Zeit der Grundwaſſerſpiegel im allgemeinen ſinkt, daß alſo die Pumpen möglichſt tief zu ſetzen ſind, um noch korrekt arbeiten zu können; Saughöhen von mehr als 6—7 m ſollten vermieden werden. Die Gebäude der Pumpſtationen ſind möglichſt feuerſicher herzuſtellen, da Betriebsunterbrechungen unberechenbar nachteilige Folgen haben.

Literatur: [1] Lueger, O., Waſſerverſorgung, Darmſtadt 1895, mit zahlreichen weiteren Literaturangaben.

Waſſerjoch, ſ. Waſſerloſung.

Waſſerkies, ſ. v. w. Markaſit (ſ. d.).

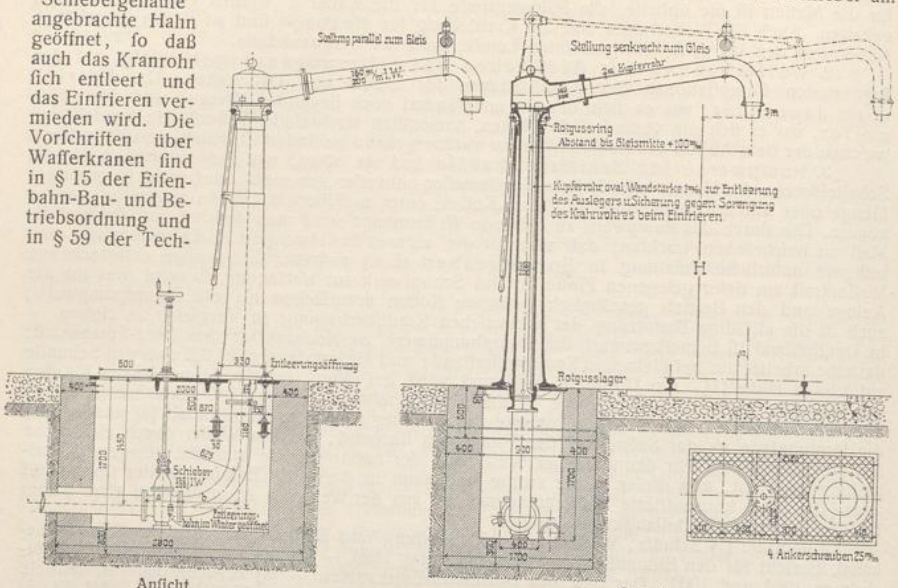
Waſſerkiſſen (Waſſerpolſter), ein durch Vertiefung, allenfalls auch Erbreiterung der Sohle gebildeter Waſſertümpel unter dem Waſſerabſturze eines Wehres (ſ. Stauanlagen, S. 266, Fig. 30).

Waſſerkrane, Vorrichtungen zum Abgeben von Waſſer an die Lokomotiven auf Waſſerſtationen (ſ. d.), meiſt freiſtehend zwiſchen Gleiſen aufgeſtellt, aber auch als Wandkrane am Waſſerſtationsgebäude angebracht.

Die Figur zeigt einen freiſtehenden Waſſerkran der württembergiſchen Staatsbahnen. Das mit dem Ausleger ſich drehende Kranrohr ſteht in der feſten Kranſäule und wird in dieſer durch Lager und Ring aus Rotguß geführt. Der Ausleger wird in der Ruhelage, parallel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zum Gleis, durch ein in dem Kranrohr befindliches ovales Kupferrohr von 1 mm Wandftärke entleert, das vermöge feiner Querfchnittsform zugleich als Sicherung gegen Zerfprengen des Kranrohrs bei etwaigem Einfrieren dient. Im Winter wird der hinter dem Abfchlußfchieber am Schiebergehäufe angebrachte Hahn geöffnet, fo daß auch das Kranrohr fich entleert und das Einfrieren vermieden wird. Die Vorfchriften über Waffer-kranen find in § 15 der Eifenbahn-Bau- und Betriebsordnung und in § 59 der Tech-



Wafferkran der Württemb. Staatsbahnen für 160 und 200 mm l. W. (Maßftab 1 : 75.)
Bei Abfperrfchiebern von 200 mm l. W. $a = 400$, $b = 670$. Für 160 mm $H = 3{,}00$ m. Bei mehr als 3,5 m Gleisabftand
„ „ „ 130 „ „ „ $a = 350$, $b = 695$. „ 200 „ $H = 3{,}20$ „ wird der Ausleger aufgehängt.

nifchen Vereinbarungen enthalten. Die Aufftellung der Krane erfolgt fo, daß die Lokomotiven durchgehender Perfonen- und Schnellzüge, ohne abgehängt werden zu müffen, Waffer faffen können, die der Güterzüge follen Krane leicht erreichen können. Neben den Wafferkranen wird im Gleis meift noch eine Reinigungs-(Unterfuchungs-)Grube (f. d.) eingebaut, fo daß die Lokomotiven während des Einnehmens von Waffer unterfucht, gefchmiert und ihr Feuer gereinigt werden kann. Vielfach wird in Nebengleifen neben dem Wafferkran noch die Kohlenladebühne errichtet, fo daß das Einnehmen der Kohlen gleichzeitig gefchehen kann.

Literatur: Röll, Enzyklopädie des gefamten Eifenbahnwefens, Wien 1895, Bd. 7, Wafferftationen; Eifenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Abfchn., Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1899.

H. Kübler.

Wafferkünfte, im Bergbau alle Anlagen zur Wafferhebung (f. d.); im gewöhnlichen Sinne die oft fehr umfangreichen, aus Kaskaden, Springbrunnen, Vexierbrunnen u. f. w. beftehenden Anlagen in Gärten (f. Zierbrunnen).

Wafferleifte, 1. Simsbrett mit eingearbeiteter Wafferrinne zur Aufnahme und Ableitung des Schwitzwaffers; 2. f. v. w. Schlagleifte; 3. f. v. w. Wetterfchenkel, f. Fenfterrahmen, Bd. 3, S. 696, und Türen. *Weinbrenner.*

Wafferleitung, das Gerinne für das zu beftimmten Zwecken, vorzugsweife zur Städteverforgung beizuführende Waffer.

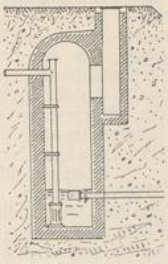
Das Gerinne ift entweder eine offene Leitung, bei welcher der Spiegel unter atmofphärifcher Preffung fteht (Gräben bezw. offene Kanäle f. Querprofil der Flüffe und Kanäle, gemauerte Kanäle f. Kanalifation der Städte, nicht ganz vollaufende Röhren) oder eine ganz vollaufende gefchloffene Rohrleitung mit größerer innerer Preffung (f. Druckleitung, Rohre, Rohrleitungen, Rohrnetz, Rohrverbindungen). Berechnung der Druckverlufte, Dimenfionen u. f. w. ift in den genannten Artikeln nachzufehen. Bei fehr großen Waffermengen und einer Bodengeftaltung, welche keine größeren Aquädukte (f. d.) bedingt, find offene Leitungen vorzuziehen, befonders, wenn fie ein vor der Verwendung noch zu reinigendes Rohwaffer beiführen. Führen fie reines Waffer, fo ift letzteres durch Ueberdeckung der Leitung mit Platten oder Gewölben gegen Verunreinigungen und fchädliche Temperaturfchwankungen (Gefrieren, Warmwerden) zu verwahren; in diefem Falle werden die Gerinne manchmal auch in begehbare Galerien (Stollen) gelegt. Näheres in [1] § 46–48. — Für Trinkwaffer und überhaupt für kleinere Waffermengen ftehen faft ausnahmslos Rohrleitungen in Verwendung. Der Transportpreis pro Kubikeinheit Waffer ift bei gleichem Gefälle um fo geringer, je größer die Waffermenge ift und umgekehrt. Für ein beftimmtes Waffer-quantum ift unter fonft gleichen Umftänden eine einzige Leitung ftets erheblich billiger als zwei oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 2.

mehrere. Zum Schutz gegen Froft erhalten die Rohrleitungen im gemäßigten Klima eine Erdüberdeckung von 1,2—1,4 m; bei Gartenleitungen oder ähnlichen Anlagen, die nur in der wärmeren Jahreszeit benutzt werden, beträgt die Ueberdeckung felten mehr als 0,8 m. In Gebirgsgegenden ift häufig das Gefälle der Einzelleitungen, welche z. B. verfchiedene Quellen zufammenführen, fo groß, daß man zur Vermeidung zu tiefer Grabungen oder unzuläffiger Gefchwindigkeiten in den Röhren Abfturzfchachte etwa im Sinne der Fig. 1 anordnet. Bei Gefällsänderungen offener Leitungen find an den Brechpunkten Uebergangsfchachte, ähnlich wie Einfteigefchachte (f. d.) angeordnet, erforderlich. Stoßen mehrere gefchloffene Leitungen zufammen, die von verfchieden hoch gelegenen Behältern gefpeift werden, fo find die Dimenfionen der einzelnen Leitungen fo zu wählen, daß die entftehenden Koften ein Minimum werden (vgl. [1], § 46). Von Bedeutung ift die Dichtigkeit der Wafferleitungen, befonders der in die Wohnhäufer führenden (Hauswafferleitungen). Man überzeugt fich von derfelben bei ausgeführten Anlagen mittels des fogenannten Hydrophons (Wafferphons), das in Fig. 2 dargeftellt ift. Ein Stahlftab *b* wird an der Stelle *c* mit der Leitung (bezw. einem Schieber u. f. w.) in Berührung gefetzt; bei *a* befindet fich eine Membrane, die ertönt, wenn der Stab vibriert, was anderfeits Waffer bewegung im Rohr anzeigt, die bei gefchloffenen Schiebern nicht ftattfinden könnte, wenn die Rohrleitungen dicht wären. Näheres in [2]. Neuerdings werden in vielen Wohnhäufern für Wafferentnahme in allen Stockwerken auch Warmwafferleitungen hergeftellt; fie erhalten in diefem Falle, ähnlich wie bei den Warmwafferheizungen, am oberften Ende ein Ausdehnungsgefäß (f. Bd. 5, S. 26) und meiftens auch einen fogenannten Zirkulationsftänder, der als Warmwafferbehälter dient; vgl. a. Herdfchlange und [3].


Fig. 1.

Literatur: [1] Lueger, Wafferverforgung der Städte, Darmftadt 1895. — [2] Portefeuille économique des machines, S. 3, Bd. 9, 1884, S. 166. — [3] Handbuch der Architektur, Teil 3, Bd. 4, 2. Aufl., 1892.

Wafferlofung umfaßt im Bergbau alle Vorkehrungen, welche den Zweck haben, das Waffer von den Grubenbauen fernzuhalten und aus denfelben abzuleiten. Für den letzteren Zweck dienen hauptfächlich die Stolln (S. 324).

Ueber Tage laffen fich mancherlei Vorkehrungen treffen, um das Waffer am Eindringen in die Tiefe (am Verfallen) zu hindern: natürliche Wafferläufe können in Gerinnen fortgeleitet werden; folche von größeren Abmeffungen heißen Fluter oder Spundftücke. Stehende Gewäffer können entleert, fumpfige Gegenden unter Umftänden durch Drainage abgetrocknet werden. Die Stollnmundlöcher und Hängebänke der Schächte (Bd. 7, S. 577) find fo hoch zu legen, daß eine Ueberflutung ausgefchloffen ift; Tagebaue find, falls nötig, durch Auffchütten von Dämmen gegen Ueberfchwemmungsgefahr zu fichern. — Gegen das Eindringen des Waffers in die Grubenbaue kann man fich in vielen Fällen, z. B. beim Durchteufen (f. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 578) wafferreicher Schichten durch wafferdichten Grubenausbau (Bd. 4, S. 636) fchützen (auch durch Zementieren); die Zugänglichkeit der Grubenbaue wird hierdurch nicht beeinträchtigt; Dämme, auch Verdämmungen genannt (vgl. Bd. 2, S. 534), find dazu beftimmt, etwa eindringendes Waffer in einem Teile der Grubenbaue zurückzuhalten; fie können mit Dammtüren verfehen werden, die zunächft den Verkehr geftatten und erft beim Andringen des Waffers gefchloffen werden. — Befonders wichtig ift es, etwa in die Grubenbaue eindringendes Waffer auf derfelben Sohle den im Schachte eingebauten Pumpen (f. a. Wafferhebung) zuzuleiten und nicht tiefer verfallen zu laffen. Es muß zu diefem Ende die Sohle der waffer führenden Strecken wafferdicht (waffertragbar) hergeftellt werden durch Abdichten mittels Zement oder Verlegen von Gerinnen. In Bauen mit unregelmäßiger Sohle kann die U-förmige Röhre dazu dienen, um das Waffer unter einem Hinderniffe fortzuleiten, während der Heber benutzt werden kann, um das Waffer über eine Erhebung von etwa 9 m Höhe fortzuführen. — In Schächten kann das Tropfwaffer (Traufwaffer) wenigftens in den Fahr- und Kunfttrümern durch Tropfdächer (Traufdach, Traufbühne, am Oberharz Abdächerung) abgefangen, an die Stöße geleitet und durch Wafferjöcher (Schachtjöcher mit Wafferrinnen, f. a. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 651) oder fogenannte Gequelle, d. h. in die feften Schachtftöße gehauene kleine Gerinne, den nächften Pumpenfätzen zugeführt werden. Ueber die Entwäfferung hangender und liegender waffer führender Schichten vgl. Nieß, Hermann, Die Bekämpfung der Wafferfandgefahr beim Braunkohlenbergbau, Freiberg (Sachfen) 1907.

Treptow.

Waffermeffung (Hydrometrie), Feftftellung der Größe fließender Waffermengen. Sie gefchieht bei offenen Gerinnen durch Auffangen des Waffers in Meßgefäßen, durch künftliche Herftellung bekannter Abflußverhältniffe nach den Lehren der Hydraulik, durch Gefchwindigkeitsmeffungen in beftimmtem Querprofil; bei Rohrleitungen hingegen meift durch befonders konftruierte Waffermeffer.

I. Waffermeffung in offenen Gerinnen.

Kleine Mengen, Quellen und Quellbäche werden am genaueften gemeffen durch Einleitung in geeichte Gefäße unter Beobachtung der Füllungsdauer. Fortlaufende Meffungen können erzielt werden mittels eines nach Art der Regenmeffer (f. d.) mit Hornerfcher Wippe gebauten Apparates [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kleinere Bäche werden des öfteren mit dem ſogenannten Waſſerzoll gemeſſen, für welches Maß jedoch keine einheitliche Definition beſteht. So iſt beiſpielsweiſe ein preußiſcher Waſſerzoll die aus einer in dünner lotrechter Wandung angebrachten Kreisöffnung von 1 preußiſchen Zoll (= 26,15 mm) Durchmeſſer ausfließende Waſſermenge (nach Hagen = 11,17 l/min) unter der Vorausſetzung, daß der Waſſerſpiegel etwa 2 mm über der Oberkante der Oeffnung liegt. Die zur Erhaltung der richtigen Stauhöhe notwendige Zahl von Oeffnungen gibt die Geſamtabflußmenge an. Die Meſſung iſt mit ziemlicher Unſicherheit behaftet.

An Mühlgerinnen, Werkskanälen, Ausläufen von Sammelteichen und Seen wird häufig die Waſſermenge unter Zuhilfenahme von Druckſchützen und Ueberfallwehren beſtimmt. Nähere Angaben finden ſich unter Hydraulik, Bd. 5, S. 150, Caſtelſches Wehr ſowie Ueberfallwehr, S. 677. Dieſe Meſſungen müſſen ſehr ſorgfältig vorbereitet ſein.

In den meiſten Fällen muß die Waſſermenge Q offener Gerinne auf indirektem Wege feſtgeſtellt werden, nämlich durch Beſtimmung der mittleren Waſſergeſchwindigkeit V_m in einem gewiſſen Querprofil von der Fläche F, woraus ſich $Q = F \cdot V_m$ berechnet. Dieſe für größere Flüſſe und Ströme einzig anwendbare Methode wird mit den neueren inſtrumentellen Hilfsmitteln mit Vorteil bis herunter zu Gerinnen mit 30 l/sec und noch weniger gebraucht. — Die Form und Größe des Querprofils ergibt ſich durch Peilung (ſ. d.) der Waſſertiefe oder durch Nivellement der Gewäſſerſohle [2]. Die mittlere Profilgeſchwindigkeit V_m iſt meiſt zu errechnen aus einer größeren Anzahl von in regelmäßig verteilten Profilpunkten gemeſſenen Einzelgeſchwindigkeiten v, denn die Geſchwindigkeitsverteilung in einem Querſchnitt iſt, wie in Bd. 5, S. 150 ff., des näheren erläutert, faſt immer ſehr unregelmäßig. Man pflegt das Profil in eine Anzahl lotrechter Streifen vom Inhalt $f, f', f'' \ldots$ zu zerlegen und in der mittleren Vertikalen jedes dieſer Streifen die Waſſergeſchwindigkeiten $v_0, v_1, v_2 \ldots$ (möglichſt nahe der Oberfläche und dem Grund ſowie in einigen dazwiſchen liegenden Punkten) zu meſſen. Hierauf zeichnet man die entſprechende Vertikalgeſchwindigkeitskurve gemäß Abb. 12 in Bd. 5, S. 150, aus deren in ein Rechteck verwandelter Fläche die mittlere Geſchwindigkeit v_m in der betreffenden Lotrechten entnommen werden kann. Die mittlere Profilgeſchwindigkeit iſt dann $V_m = \Sigma f v_m : \Sigma f$. Zur Abkürzung der Meſſungsdauer verlegt man zuweilen die Mittelbildung in den Meſſungsvorgang ſelbſt durch Anwendung eines ſogenannten Integrationsverfahrens längs einer Vertikalen [3] oder längs einer Horizontalen [4], [5]. — Sind Meſſungen innerhalb der Profilfläche nicht angängig (z. B. bei Hochwaſſer wegen Gefährlichkeit oder Zeitmangel), ſo ſucht man die Abflußmenge aus den in verſchiedenen Breitenlagen gemeſſenen Oberflächengeſchwindigkeiten v_0 allein zu beſtimmen, indem man vorausſetzt, daß zwiſchen v_m und v_0 in derſelben Lotrechten ein konſtantes Verhältnis beſteht. Es hat ſich gezeigt, daß eine ſolche Beziehung für die verſchiedenen Waſſerſtände eines und desſelben Profils mit ziemlicher Genauigkeit zutrifft, und zwar iſt für Flüſſe wie Rhein, Weſer, Elbe, Donau, Rhone das Verhältnis $v_m : v_0$ meiſt nur wenig verſchieden von dem Mittelwert 0,84. Für kleinere Gewäſſer hingegen und namentlich für künſtliche Gerinne mit lotrechten Wänden ſchwankt der in den einzelnen Querſchnitten vorhandene Mittelwert von $v_m : v_0$ regellos zwiſchen etwa 0,75 und 0,95. Bezüglich weiterer Einzelheiten über die Anſtellung und Verarbeitung von Geſchwindigkeitsmeſſungen ſei auf [6], S. 445 ff., [7], S. 61 ff. und S. 71, [8], S. 180 ff. verwieſen.

Die zur Vornahme der Geſchwindigkeitsmeſſungen dienlichen Vorrichtungen unterſcheiden ſich in ſolche, die als ſtarre Körper dem fließenden Waſſer frei überlaſſen werden und mithin die Geſchwindigkeit durch den von ihnen in der Zeiteinheit zurückgelegten Weg angeben (Schwimmer), und in ſolche, die an einem beſtimmten Ort feſtgehalten werden und die Waſſergeſchwindigkeit durch eine von dieſer hervorgebrachte ſtatiſche oder dynamiſche Wirkung kennzeichnen (ſtatiſche Strommeſſer, hydrometriſche Röhren, hydrometriſche Flügel).

Von den Schwimmern kommt vorzugsweiſe der Oberflächenſchwimmer in Verwendung, der aus irgend einem ſchwimmfähigen, tunlichſt leichten und dem Wind keine Angriffsfläche bietenden Körper beſtehen kann, am beſten jedoch durch einen Rundholzabſchnitt von etwa 2 cm Dicke bei 8—10 cm Durchmeſſer für kleinere Gewäſſer und etwa 5—7 cm Dicke bei 25—30 cm Durchmeſſer für bedeutendere Flüſſe gebildet wird. — Die Verwendung des ſogenannten Tiefenſchwimmers, meiſt ein Syſtem von zwei durch einen Draht verbundenen Hohlkugeln, von denen die eine an der Oberfläche, die andre in der durch die Drahtlänge gegebenen Tiefe ſchwimmt, ſowie des ſogenannten Stabſchwimmers, eine aufrecht ſchwimmende Blechröhre, deren Eintauchtiefe nahezu gleich der Waſſertiefe iſt und die ſich deshalb mit der mittleren Geſchwindigkeit der Waſſerfäden bewegen ſoll, iſt wenig zu empfehlen, denn dieſe beiden Vorrichtungen liefern in der Regel zu große Werte. Literaturangaben bei [6], S. 414, und [7], S. 9.

Eine beſondere Art der Schwimmermeſſung iſt die von Andersſon angegebene Waſſermeſſung mit Schirm, die jedoch nur in ganz regelmäßigen Profilen anwendbar und deshalb hauptſächlich auf hydrauliſche Verſuchsanſtalten beſchränkt iſt. Sie beſteht nach [9] und [10] darin, daß ein paſſend auf Rollen und Schienen gelagerter, das ganze Profil abſchließender ebener Schirm in das Gerinne eingehängt wird, deſſen Laufgeſchwindigkeit ohne weiteres die mittlere Geſchwindigkeit im ganzen Querſchnitt darſtellt.

Statiſche Strömungsmeſſer, bei denen der durch Gewichte oder Federn gemeſſene Waſſerſtoß auf feſtgehaltene Flächen als Maß für die Geſchwindigkeit dienen ſoll, leiden ſtets unter dem Uebelſtand, daß ſich infolge der pulſierenden Bewegung des Waſſers (ſ. Bd. 5, S. 150, Abſ. 3) ein deutlich ausgeſprochener Gleichgewichtszuſtand nicht erzielen läßt, weshalb ſie trotz zahlreicher Ausführungsformen keine praktiſche Bedeutung erlangt haben.

Hydrometriſche Röhren, deren Prinzip die Ueberſetzung der Strömungsenergie $v^2 : 2g$ des Waſſers in hydrauliſche Druckhöhe h iſt, ſind zwar ebenfalls mit dem vorgenannten Uebelſtand behaftet, doch eignen ſie ſich, wenn auch nicht für größere Waſſermeſſungen, ſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

doch für ſolche in kleinen Gerinnen ganz gut. Die nach ihrem Erfinder Pitot benannte Röhre, die im Laufe der Zeit weſentliche Verbeſſerungen erfahren hat von Reichenbach [11], Darcy [12], Ritter [13], Amsler [14], Dankwerts [15], beſteht in ihrer urſprünglichen Geſtalt aus einem rechtwinklig abgebogenen Glasrohr mit einem langen und einem kurzen Schenkel, das nach Fig. 1 ins Waſſer gehalten wird, worauf die ſich im vertikalen Schenkel einſtellende Niveauerhebung h ein Maß für die Geſchwindigkeit v ergibt. Berichte über praktiſche Meſſungen und wiſſenſchaftliche Unterſuchungen finden ſich bei [7], S. 9, [16]—[18]. Literatur in [6]. — Die des öfteren als Verbeſſerung der Pitotſchen Röhre empfohlene Frankſche Röhre [19] ſoll nach der üblichen Annahme geſtatten, mit einer einzigen Beobachtung ohne weiteres die mittlere Geſchwindigkeit in einer Lotrechten zu beſtimmen. Wie jedoch in [20] und [21] nachgewieſen und durch praktiſche Verſuche beſtätigt iſt, liefert die Frankſche Röhre nicht ein Maß für das Mittel aus den Geſchwindigkeiten, ſondern ein ſolches für das ſtets größere Mittel aus den Geſchwindigkeitsquadraten, weshalb dieſes Gerät für die Vornahme genauerer Waſſermeſſungen nicht in Betracht kommt.

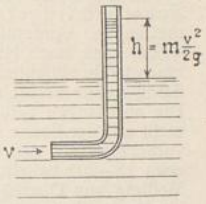


Fig. 1.

Die gebräuchlichſten, genaueſten und zuverläſſigſten Inſtrumente für Geſchwindigkeitsmeſſungen ſind die hydrometriſchen Flügel, die in ihren verſchiedenen neueren Ausbildungsformen in den kleinſten wie in den größten Gewäſſern, bei Geſchwindigkeiten von 5 cm bis 6 m in der Sekunde und noch mehr verwendet werden können. Der weſentlichſte Beſtandteil dieſer meiſt nach ihrem Erfinder [22] Woltmanſche Flügel benannten Inſtrumente iſt ein auf leicht drehbarer horizontaler Achſe ſitzendes Schaufelrad mit ſchraubenförmig gekrümmten Flächen, das durch eine größere oder geringere Waſſergeſchwindigkeit in ſchnellere oder langſamere Rotation verſetzt wird. Bei den einfachſten, heutzutage nur mehr für untergeordnete Zwecke gebrauchten Inſtrumenten, wie ein ſolches in Fig. 2 dargeſtellt iſt, wird die Zahl der in beſtimmter Zeit erfolgten Schaufelumdrehungen mittels eines am Inſtrument ſelbſt angebrachten, durch Schnurzug ein- und ausſchaltbaren Räderwerks gezählt, wodurch ſich natürlich die Notwendigkeit ergibt, den Apparat nach jeder einzelnen Meſſung aus dem Waſſer zu heben. Um dieſem beſonders bei größeren Waſſertiefen ſehr fühlbaren Uebelſtand abzuhelfen, wurden hydrometriſche Flügel mit akuſtiſcher [23], hydrauliſcher [24] und elektriſcher Signalgebung konſtruiert, von denen jedoch nur letztere Gruppe, deren Ausgeſtaltung ſich an die Namen Ritter [25], Farrand Henry [26], Amsler [27] und Harlacher [3] knüpft, zu allgemeiner Einführung gekommen iſt. Es wird bei ihr zwiſchen Hydrometer und Beobachtungspoſten eine (meiſt von zwei Trockenelementen geſpeiſte) elektriſche Leitung hergeſtellt, in der eine am Flügel angebrachte Kontaktvorrichtung, die entweder bei jeder einzelnen oder erſt nach einer größeren Anzahl von Schaufelumdrehungen in Tätigkeit tritt, aufeinander folgende Stromſchlüſſe erzeugt.

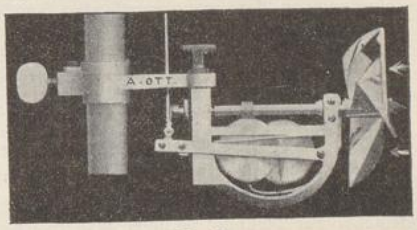


Fig. 2.

Mit Hilfe eines in den Stromkreis eingeſchalteten elektriſchen Klingelwerkes bezw. eines Telephons, elektriſchen Tourenzählers oder ſonſtigen Regiſtrierapparates kann man dann die Zeit für eine beſtimmte Anzahl von Schaufelumdrehungen oder die Tourenzahl in einer beſtimmten Zeit ermitteln. Die mehrfach, z. B. durch [28] und [29], angeſtrebte Verbeſſerung der Meßmethode durch Konſtruktion eines elektriſchen Regiſtrierapparates für unmittelbare Angabe der Geſchwindigkeit hat bis jetzt keine für die praktiſche Verwendung empfehlenswerte Form erlangt.

Die fehr geringe elektriſche Leitfähigkeit reinen Waſſers erlaubt, bei den meiſten Hydrometern die elektriſche Stromſchlußvorrichtung ohne Schutz vor dem Zutritt des Waſſers zu laſſen, wogegen bei Verwendung in ſalzhaltigem oder angeſäuertem Waſſer ein ſolcher Schutz unentbehrlich iſt. Er wird erzielt durch Verlegung des Kontaktwerkes in eine kleine Taucherglocke [25], eine mit Oel gefüllte Kammer [30] oder in eine vollſtändig geſchloſſene Metallkapſel, deren Innenmechanismus durch magnetiſche Kupplung mit der Flügelwelle betätigt wird. Ein Inſtrument der letzteren Gattung, Syſtem Menfing-Ott, D.R.P. Nr. 178716, iſt in Fig. 3 im Schnitt dargeſtellt. Das Hinterende der Flügelachſe trägt einen permanenten Hufeiſenmagneten D, dem im Innern der luftdicht verſchloſſenen, jedoch leicht zu öffnenden Kammer im Gußſtück B ein drehbar gelagerter Anker E gegenüberſteht. Die auf der Rotationsachſe dieſes Ankers bezw. auf einem davon angetriebenen kleinen Schneckenrad ſitzenden Daumen F und G ſchließen und öffnen durch Anſtreifen an den entſprechenden Schleiffedern zwei elektriſche Stromkreiſe 0—1 und 0—25, die durch Anſchluß einer elektriſchen Batterie an den Flügel mit Hilfe dreier in der uniſolierten Klemme 0 und den beiden iſolierten Kontaktſteckern 1 und 25 endigenden Leitungsdrähte hergeſtellt ſind. Das vordere Kugellager L ſowie der ganze Aufbau des Flügelgehäuſes iſt ſo ausgebildet, daß einer-

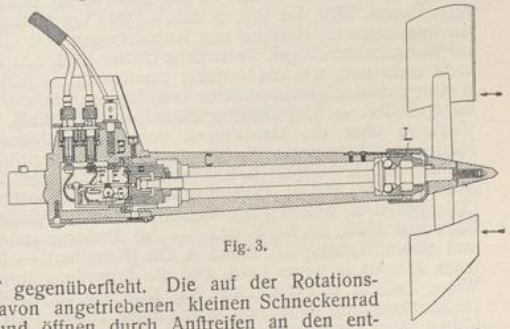


Fig. 3.

ſeits ein Anhängen von Gras und Eindringen von Sand nach Möglichkeit hintangehalten iſt und anderſeits doch das Inſtrument mit wenigen Handgriffen vollkommen zerlegt werden kann. Das Flügelgehäuſe wird mit Bajonettverſchluß an einem geeigneten, mit einer Stange oder mit Seilen ins Waſſer zu verſenkenden Führungskörper befeſtigt. — Der Gebrauch des ſogenannten Schwimmflügels (Aufhängung am Seil) beſchränkt ſich im Inland faſt nur auf Hochwaſſermeſſungen. Andernfalls iſt immer die Befeſtigung an einem ſtarren Geſtänge zu befürworten, wobei man nach Harlacher [3] die Stange am Boden aufſtellt und den Flügel daran nacheinander in verſchiedene Höhenlagen verſchiebt, oder nach Epper [7] den Flügel am unteren Stangenende beläßt und die Stange mit Hilfe einer geeigneten Haltevorrichtung hebt und ſenkt. Die an Stangen geführten Flügel werden ſtets ſo im Waſſer feſtgehalten, daß ihre Achſe ſenkrecht auf der Ebene des Querprofils ſteht. Hierbei iſt jedoch eine ſolche Auswahl des Meßortes vorauszuſetzen, daß zwiſchen Flügelachſe und Strömungsrichtung keine größere Schrägung als etwa 15—20° beſteht, da andernfalls nach [31], [32], [33] die Meßgenauigkeit ſtark leidet. Zur Meſſung von Oberflächengeſchwindigkeiten bei Hochwaſſer benutzt man vorteilhaft ein eigens hierfür konſtruiertes elektriſches Schlepplog [34].

Alle Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer müſſen vor Gebrauch einer Eichung unterzogen werden, wobei z. B. für die hydrometriſchen Flügel der Zuſammenhang zwiſchen der ſekundlichen Umdrehungszahl n und der anzuzeigenden Geſchwindigkeit v zu ermitteln iſt, vgl. [35], [36] und [7], S. 54 ff. Dieſe Beziehung iſt bei guten Inſtrumenten in der Hauptſache eine lineare und wird nur für Geſchwindigkeiten unter 0,5 m zuweilen vorteilhafter durch eine Gleichung zweiten Grades ausgedrückt. Die Eichung geſchieht an den hierfür beſtimmten ſtaatlichen Prüfungsanſtalten (in Berlin, Bern, München, Wien u. ſ. w.) durch Schleppverſuche in ſtillſtehendem Waſſer, ſeitens der Fabrikanten meiſt durch Vergleichung mit amtlich geprüften Inſtrumenten. Weitere Einzelheiten über hydrometriſche Flügel finden ſich in [34].

Literatur: [1] Kajet, Apparat zur Meſſung frei auslaufender Waſſermengen, Journ. f. Gasbel. und Waſſerverſorgung 1908, Bd. 51, S. 1173. — [2] Hydrometriſche Abteilung des eidgenöſſiſchen Oberbauinſpektorates, Waſſerverhältniſſe der Schweiz, Rheingebiet, Bd. A, S. 17, Bern 1907. — [3] Harlacher, Die Meſſungen in der Donau und Elbe und die hydrometriſchen Apparate des Verfaſſers, Leipzig 1881. — [4] Treviranus, Ueber Verbeſſerungen in der Konſtruktion und im Gebrauch hydrometriſcher Flügel, Allgemeine Bauzeitung 1861. — [5] Greiner, Beitrag zur Vereinfachung von Waſſermengenmeſſungen, Süddeutſche Bauztg., 1908, Bd. 18, S. 4. — [6] Jasmund, Fließende Gewäſſer, im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 3. Teil, Bd. 1, Leipzig 1906. — [7] Eidgenöſſiſches Hydrometriſches Bureau, Die Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz, Bern 1907 (mit vielen weiteren Literaturangaben). — [8] Brauer, Praktiſche Hydrographie, Hannover 1907. — [9] Schmitthenner, Ein neues Waſſermeßverfahren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., 1907, Bd. 51, S. 627. — [10] Reichel, Waſſermeſſungen an der Verſuchsanſtalt für Waſſermotoren an der K. tech. Hochſchule zu Berlin, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, Bd. 52, S. 1835. — [11] Bauernfeind, Elemente der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1890, Bd. 1, S. 550. — [12] Darcy, Note relative à quelques modifications à introduire dans le tube de Pitot, Ann. des ponts et chaussées 1858, 1. sem., S. 351. — [13] Ann. des ponts et chaussées 1886, 2. sem., S. 697. — [14] Proſpekt der Firma J. Amsler-Laffon & Sohn, Schaffhauſen. — [15] Dankwerts, Oelheber zur Meſſung geringer Waſſergeſchwindigkeiten und Waſſerhöhen, Zentralblatt der Bauverwaltung 1909, Bd. 29, S. 88. — [16] Zeitſchrift für Bauweſen 1906, Bd. 56, S. 147, ſowie 1907, Bd. 57, S. 73. — [17] Ellon, Ueber die Meſſung von Waſſergeſchwindigkeiten mit der Pitotſchen Röhre, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, Bd. 53, S. 989. — [18] Murphy, Ratings of a Pitot tube, Engineering News 1909, S. 174. — [19] Müller, W., Hydrometrie, Hannover 1903, S. 50. — [20] Amsler-Laffon, Die Theorie der Frankſchen Röhre, Schweizeriſche Bauztg. 1904, Bd. 43, S. 26. — [21] Beyerhaus, Kann die ſogenannte Frankſche Röhre wirklich die mittlere Geſchwindigkeit der betr. Lotrechten angeben? Zentralbl. der Bauverw. 1908, Bd. 28, S. 331. — [22] Woltman, Theorie und Gebrauch des hydometriſchen Flügels, Hamburg 1790. — [23] v. Wagner, Deutſche Bauztg. 1880, Bd. 14, S. 229. — [24] Hohmann, Hydrometer mit hydrauliſcher Transmiſſion und Signalgebung, Zeitſchr. für Baukunde 1881, Bd. 4, S. 567—574. — [25] Schweizeriſche Bauztg. 1887, Bd. 9, S. 39. — [26] Zeitſchr. für Bauweſen 1869, Bd. 19, S. 415. — [27] Dingl. Polyt. Journ. 1873, Bd. 208, S. 168. — [28] Vorrichtung von Harlacher, Henneberg und Smreker zur unmittelbaren Meſſung und Aufzeichnung von Geſchwindigkeiten mit beſonderer Rückſicht auf Woltmanſche Flügel, Techniſche Blätter 1884, S. 1 (das zugrunde gelegte Prinzip war übrigens nicht mehr neu, wie die Verfaſſer annahmen). — [29] K. k. hydrographiſches Zentralbureau, Der Waſſergeſchwindigkeitsindikator von Frigdor, Oeſterr. Wochenſchr. f. den öffentl. Baudienſt 1902, Bd. 8, S. 350. — [30] Ottſcher Flügel nach D.R.G.M. Nr. 316751, Beſchr. in [34]. — [31] Freſe, Verſuche über die Genauigkeit von Waſſergeſchwindigkeitsmeſſungen mittels Woltmanſcher Flügel bei ſchräg gegen die Flügelachſe gerichteter Strömung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, Bd. 30, S. 911. — [32] K. k. hydrographiſches Zentralbureau, Der normal und ſchief geſtellte hydrometriſche Flügel, Oeſterr. Wochenſchr. f. den öffentl. Baudienſt 1903, Bd. 9, Heft 38 u. 39. — [33] Eger, Dix, Seifert, Die Verſuchsanſtalt für Waſſerbau und Schiffbau in Berlin, Zeitſchr. f. Bauweſen 1907, Bd. 57, S. 275. — [34] Moderne Inſtrumente zur Waſſermeſſung in Bach, Fluß und Strom, Katalog der Firma A. Ott (Kempten). — [35] Schmidt, Die Gleichung des Woltmanſchen Flügels in neuer Form und die Ermittlung ihrer Koeffizienten auf graphiſch-analytiſchem Wege, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, Bd. 39, S. 917. — [36] Derſ., Unterſuchungen über die Umlaufbewegung hydrometriſcher Flügel, ebend. 1903, Bd. 47, S. 1698, erweitert in Heft 11 der Mitteil. über Forſchungsarbeiten, herausg. v. Ver. deutſch. Ing. Während der Drucklegung noch erſchienen: Blaſius, Ueber verſchiedene Formen Pitotſcher Röhren, Zentralbl. d. Bauverw. 1909, Bd. 29, S. 549. — Hoyt, The use and care of the current meter, as practised by the United States Geological Survey, Proceedings of the Am. Inst. of Civ. Engin. 1909 (Auguſt), S. 542. *L. Ott.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Waſſermeſſung bei Rohrleitungen.

Durch Rohrleitungen fließende Waſſermengen Q werden mittels Waſſermeſſern beſtimmt. Für große Mengen eignen ſich jene von Deacon [1], [6], die Venturi genannten [2] und die Meſſer mit Woltmanſchem Flügel [3], [6]. Erſtere übertragen die von der Geſchwindigkeit des durchſtrömenden Waſſers beeinflußten Auf- und Abwärtsbewegungen einer Scheibe auf einen durch Uhrwerk gedrehten, mit Papier bezogenen Zylinder und ermöglichen das Regiſtrieren der durch das Rohr gefloſſenen Waſſermengen auf demſelben durch einen Schreibſtift. Beim Venturi-Meſſer fließt das Waſſer durch eine koniſch hergeſtellte Verengung in der Rohrleitung, die eine Druckhöhenverminderung veranlaßt; der Unterſchied, welcher zwiſchen dem Druck im unverengten Rohr vor dem koniſchen Abgang und jenem an der verengten Stelle beſteht, wird zur Beſtimmung der Waſſergeſchwindigkeit bezw. der Durchflußmenge benutzt. Ein Regiſtrierapparat, auf welchem das entſprechende Diagramm auch elektriſch übertragen werden kann, vollzieht ſodann entweder die Aufzeichnung mit der Zeit als Abſziſſe und der Waſſermenge als Ordinate, wie beim Deacon-Meſſer, oder er gibt die Waſſermengen auf einem Zifferblatte an. Die Meſſer mit Woltmanſchem Flügel geſtatten die genaue Meſſung von großen Waſſermengen mit geringem Druckverluſt und finden in neueſter Zeit ausgedehnte Anwendung.

Die in der Waſſerverſorgung zur Meſſung des Kleinverbrauchs üblichen Waſſermeſſer ſind Waſſermotoren (ſ. d.), deren Nutzarbeit in der Bewegung des Zählwerkes beſteht, das aus einer gewiſſen Zahl von Füllungen bezw. Umdrehungen die durchgelaufene Waſſermenge angibt. Benutzt werden vorzugsweiſe Kapſelwerke (ſ. d.), die nach Art der Gasmeſſer (ſ. d.) arbeiten (Syſteme Boßhardt, Crown-Meter, C. O. Müller, Parkinſon u. a.), Kolbenmeſſer, ähnlich den Waſſerſäulenmaſchinen (Syſteme Dennert-Lind, Frager, Froſt, Gould, Jaquet, Kennedy, Körber, Langlois, Maldant-Oubry, Pickering, Pocock, Samain, Schmid u. a.) und Geſchwindigkeits- oder Flügelradmeſſer nach Art der Turbinen (Syſteme Andrae, Bopp & Reuther, Deutſche Waſſerwerksgeſellſchaft-Höchſt, Dreyer-Roſenkranz & Droop, Gueſt & Chrimes, Kröger, Leopolder, Lux, Meinecke, Siemens-Halske, Spanner, Tylor u. a.). — Kolbenwaſſermeſſer ſind, der hohen Anſchaffungskoſten wegen, in Deutſchland und Oeſterreich wenig verbreitet, dagegen in Frankreich (Paris) und Belgien (Brüſſel) beliebt, weil man die Angaben derſelben für genauer und die Genauigkeit für länger dauernd hält als jene der Flügelradmeſſer. Letztere werden bei uns faſt ausſchließlich verwendet, weil die Anſchaffungskoſten nur etwa ein Drittel der vorgenannten betragen und die Fabrikation auf einer ſolchen Höhe ſteht, daß die neueſten Inſtrumente den Anforderungen der Waſſerwerksverwaltungen genügen. Ueber die Theorie der Waſſermeſſer ſ. [4], S. 563. — Die guten Flügelradmeſſer geben den normalen Durchfluß auf 2% und genauer an; ſinkt aber die durchfließende Waſſermenge auf ein gewiſſes kleinſtes Maß, ſo wird ſie nicht mehr gemeſſen, weil dann die Energie des Waſſers nicht mehr ausreicht, das Zählwerk zu bewegen. Auch zeigt der Meſſer in der Nähe der ebengedachten Grenze fehlerhaft. Die Waſſermenge, welche ungemeſſen durchläuft, ſteigt im Verhältnis zur Größe des Meſſers. Laufen durch einen Waſſermeſſer abwechſelnd kleinere, dann wieder ſehr große Waſſermengen, ſo werden zur möglichſt genauen Regiſtrierung zwei Waſſermeſſer verſchiedenen Kalibers zu einer Waſſermeſſerverbindung vereinigt [5], [6]. Die Konſtruktion Andrae war die erſte, welche (D.R.P. Nr. 89077) das im Waſſermeſſer rücklaufende und das vorwärtslaufende Waſſer mißt, während die früheren Konſtruktionen nur in einer Richtung gemeſſen haben. Heute ſind die meiſten Waſſermeſſer für Meſſung vorwärts und rückwärts eingerichtet. Man unterſcheidet bei den Flügelradmeſſern ſolche, bei welchen das Zählwerk mit dem Flügelrad im Waſſer ſich bewegt (Naßläufer), und ſolche, bei welchen es vom Waſſer abgeſchloſſen iſt (Trockenläufer). Die Zahl der im Handel vorkommenden Syſteme iſt ſehr groß, und ſie entſprechen faſt alle den berechtigten Anforderungen; auch die Preiſe ſtehen nahezu auf gleicher Höhe. Die in der Praxis am meiſten verwendeten Konſtruktionen ſind in den verſchiedenen Jahrgängen des Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſorgung bis auf die neueſte Zeit ausführlich beſprochen und abgebildet, worauf wir, wie auch auf die Kataloge der Fabriken, verweiſen. Eine eingehendere Beſchreibung findet ſich auch in [6], woſelbſt ein Literatur- und Patentſchriftenverzeichnis mitgeteilt iſt.

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 254, S. 349 ff. — [2] Proſpekt von L. Maſſon, Brüſſel. — [3] Thiem, A., Der Woltmanſche Flügel als Waſſermeſſer, Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſorgung 1898, S. 260. — [4] Grashof, Theoret. Maſchinenlehre, Bd. 2, Leipzig 1883. — [5] Lux, F., Ueber Waſſermeſſerverbindungen, Ludwigshafen a. Rh. 1896. — [6] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Leipzig 1908, 2. Abt., S. 385 ff.

Lueger.

Waſſermörtel (hydrauliſcher Mörtel), jeder Mörtel, der die Eigenſchaft hat, im Waſſer zu erhärten. Hierher gehören alle Zementmörtel ſowie die durch Zuſchläge hydrauliſch gemachten Kalkmörtel.

Waſſermotoren übertragen die in einem Waſſerlaufe verfügbare Arbeit der Schwere auf Arbeitsmaſchinen. Hinſichtlich der allgemeinen theoretiſchen Vorbegriffe verweiſen wir auf: Druckhöhe, Hydraulik, Hydroſtatik, Hydrodynamik u. ſ. w. ſowie auf die in dem Literaturverzeichniſſe unter [1], [4], [6] und [25] genannten Werke.

I. Arbeitsübertragung und Einteilung der Motoren.

Die Uebertragung der Arbeit vom Waſſer auf den Motor erfolgt auf acht verſchiedene Arten:

1. Stößt das mit der Geſchwindigkeit v fließende Waſſer ſenkrecht gegen eine ebene Fläche des Maſchinenteils, auf den die Kraft zunächſt wirkt, des Rezeptors, während ſich dieſer mit der geringeren Geſchwindigkeit c in gleicher Richtung bewegt, ſo wird durch den Stoß plötzlich relative Ruhe erzwungen, wobei die relative Geſchwindigkeit $v - c$ verloren geht, was

einem Gefällverluſte $= (v - c)^2 : 2g$ entſpricht. Bleibt dann das Waſſer bis zu ſeinem Austritte in relativer Ruhe zum Rezeptor, ſo hat es beim Austritte noch die abſolute Geſchwindigkeit c, woraus ſich ein weiterer Gefällverluſt $= c^2 : 2g$ ergibt.

2. Bei ſchiefem Stoße gegen eine ebene Fläche des Rezeptors zerlegt ſich die relative Waſſergeſchwindigkeit in eine zur Fläche ſenkrechte und eine parallele Komponente. Erſtere bewirkt allein den Stoß, den ihm entſprechenden Arbeitsverluſt und die Arbeitsübertragung, letztere dagegen nur ein Gleiten auf der Fläche.

3. Iſt hierbei die Stoßfläche ſchräg aufwärts gerichtet, während das Waſſer ſie am unteren Ende horizontal trifft, ſo erfolgt nach dem Stoße ein Aufwärtsgleiten des Waſſers, wobei ſeine Schwere verzögernd wirkt und bei genügender Höhe der Fläche das Waſſer allmählich zur relativen Ruhe zwingt. Hierbei wird der Teil der Waſſerkraft übertragen, welcher der der Fläche parallelen Komponente ſeiner anfänglichen relativen Geſchwindigkeit entſpricht. Danach gleitet das Waſſer unter dem Einfluſſe der Schwere mit beſchleunigter relativer Bewegung zurück, ſeine abſolute Austrittsgeſchwindigkeit wird demzufolge kleiner als die der Austrittsſtelle des Rezeptors, es wird daher auch noch während des Rücklaufes Arbeit übertragen und der Arbeitsverluſt beim Austritt vermindert.

4. Wird hierbei die Stoßfläche durch eine ſtetig gekrümmte erſetzt, die vom Waſſer nahezu tangential getroffen wird, ſo tritt dieſes beinahe ohne Stoß ein, die relative Bewegung des Waſſers beim Austritt wird der abſoluten Bewegung der Austrittsſtelle des Rezeptors nahezu entgegengeſetzt, und wenn die Geſchwindigkeiten beider einander gleich werden, ſo wird die abſolute Austrittsgeſchwindigkeit des Waſſers gleich Null und der Arbeitsverluſt beim Austritt daher ſehr klein.

5. Bewegt ſich während des Beharrungszuſtandes der Maſchine der Rezeptor nach erfolgter Berührung mit dem Waſſer gleichmäßig abwärts und bleibt relative Bewegung ausgeſchloſſen, ſo wird keine Arbeit auf Beſchleunigung des Waſſers verwendet, ſondern die während des Niederganges des Waſſers geleiſtete wird, abgeſehen von Nebenverluſten, vollſtändig zur Ueberwindung des Widerſtandes des Rezeptors benutzt. Man ſagt in dieſem Falle, das Waſſer wirke nur durch ſein Gewicht. Erfolgt hierbei die gemeinſame Abwärtsbewegung mit gleichmäßiger Winkelgeſchwindigkeit in einem Kreisbogen, ſo iſt das Herabſinken in dem über der Achſe gelegenen Teile des Weges ein beſchleunigtes, darunter aber ein verzögertes. Während des erſten Teiles findet ſenkrechte Beſchleunigung des Waſſers ſtatt, während des zweiten aber wird ihm die dabei gewonnene lebendige Kraft wieder entzogen, und zwar vollſtändig, wenn beide Wegteile gleich ſind.

6. Trifft ein in beliebiger Richtung ſtrömendes Waſſer tangential auf eine konkav gekrümmte Fläche mit genügend großem Krümmungsradius, ſo wird es allmählich von ſeiner Richtung abgelenkt (wobei der gegenſeitige Druck ſeiner Zentrifugalkraft gleich iſt), ſeine relative Geſchwindigkeit aber nicht geändert. Iſt dieſe beim Austritt der abſoluten Geſchwindigkeit der Austrittsſtelle des Rezeptors gleich und entgegengeſetzt, ſo iſt ſeine abſolute Austrittsgeſchwindigkeit gleich Null. Auf dieſe Weiſe kann alſo, abgeſehen von Nebenverluſten, dem Waſſer ſeine lebendige Kraft vollſtändig entzogen und nutzbar gemacht werden.

7. Will man Waſſer durch Reaktion auf eine Maſchine bewegend wirken laſſen, ſo muß das Gefäß, aus dem es fließt, beſtändig nachgefüllt werden, und da dies bei geradlinig fortſchreitender Bewegung auf die Dauer nicht wohl geſchehen kann, läßt man den Auslauf, der den Rezeptor bildet, ſich um eine Achſe drehen. Das Waſſer wird aber dann auch durch ſeine Zentrifugalkraft beeinflußt, die es nach außen preßt, und die ſo vermehrte Preſſung vergrößert ſeine relative Ausflußgeſchwindigkeit. Da die Zentrifugalkraft zwar dem Radius umgekehrt aber dem Quadrate der Umfangsgeſchwindigkeit direkt proportional iſt, wird, wenn man das Waſſer nur reaktionär wirken läßt, die relative Ausflußgeſchwindigkeit in allen ausführbaren Fällen beträchtlich größer als die entgegengeſetzte abſolute Umfangsgeſchwindigkeit der Austrittsſtelle des Rezeptors, und es gelingt daher nur unvollkommen, auf dieſe Weiſe dem Waſſer ſeine lebendige Kraft zu entziehen.

8. Macht der Rezeptor eine ſtetig wiederkehrende, periodiſch zum Ruheſtande gelangende Bewegung, tritt im Augenblicke ſeiner Ruhe eine in einem Gefäße über ihm ruhende Waſſermenge mit ihm in Verbindung, iſt relative Bewegung während ihrer Berührung ausgeſchloſſen und die Geſchwindigkeit des Rezeptors ſtets kleiner als $\sqrt{2gh}$, ſo tritt das Waſſer ohne Stoß mit dem Rezeptor in Berührung und drückt während ſeines Hinganges auf ihn. Solange er ſich beſchleunigt bewegt, muß ein Teil der Arbeit des Waſſers auf ſeine eigne Beſchleunigung verwendet werden; bei der darauffolgenden verzögerten Bewegung des Rezeptors aber wird ihm die ſo gewonnene lebendige Kraft wieder entzogen und daher, abgeſehen von Nebenverluſten, die ganze von der Waſſerſchwere geleiſtete Arbeit auf den Rezeptor übertragen.

Man pflegt die gebräuchlichen Waſſermotoren in Waſſerräder, Turbinen und Waſſerſäulenmaſchinen einzuteilen. — Die Waſſerkräfte von Bächen und Flüſſen werden nur mit Waſſerrädern und Turbinen ausgenutzt, und zwar gibt man jetzt bei Neuanlagen in den meiſten Fällen den Turbinen den Vorzug, denn mit ihnen laſſen ſich im Durchſchnitt 72—75, in beſonders günſtigen Fällen ſelbſt 85 % Nutzeffekt erreichen, während von den Waſſerrädern nur die oberſchlächtigen mit größerem Gefälle ſowie die Poncelet-, Sagebien- und Zuppinger-Räder ihnen hierin ungefähr gleichkommen. Da aber Turbinen ſehr viel größere Umdrehungszahlen haben als Waſſerräder und die Arbeitsmaſchinen auch meiſtens größere Umdrehungszahlen erfordern, ſo wird die Transmiſſion bei Turbinen in der Regel viel einfacher, leichter, weniger kraftverzehrend und billiger. Auch die Waſſer- und Gerinnbauten werden bei Turbinen in den meiſten Fällen weniger koſtſpielig als bei Waſſerrädern. Der Hauptvorzug der Turbinen (mit Ausnahme der Strahl-Girard-Turbinen) vor Waſſerrädern beſteht aber darin, daß ſie weit weniger durch Stauwaſſer in ihrer Leiſtung beeinträchtigt werden, als dieſe. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Waſſerſäulenmaſchinen ſind nur anwendbar, wo Waſſer unter großem Druck zur Verfügung ſteht und die Arbeitsmaſchinen keine große Geſchwindigkeit erfordern. Sie werden daher vorzugsweiſe beim Bergbau und in neuerer Zeit als Kleinmotoren in Städten mit Hochdruckwaſſerleitungen angewendet.

II. Waſſerräder

ſind ringsum mit Schaufeln, Zellen oder Kübeln als Rezeptoren verſehen und entziehen einem fließenden Waſſer die Arbeit ſeiner Schwere, indem ſie es zu relativer Ruhe bringen. Die Uebertragung der Waſſerkraft erfolgt auf die unter 1. bis 5. (beide einſchließlich) beſchriebenen Arten, und zwar wird bei der älteren Uebertragungsart 1. (meiſt verbunden mit 5.) die relative Ruhe ſtoßweiſe und für längere Zeit, bei den neueren Uebertragungsarten 3. und insbeſondere 4. aber allmählich und nur für einen Augenblick erzwungen. Bei der Konſtruktion der Waſſerräder iſt zur Verringerung der Kraftverluſte darauf zu ſehen, daß das Waſſer mit möglichſt geringem Stoße eintritt, möglichſt wenig verſpritzt oder nutzlos entweicht, daß es nicht zu früh austritt und ſeine abſolute Austrittsgeſchwindigkeit möglichſt klein wird. Dieſe Forderungen bedingen langſamen Gang und große Dimenſionen. Man baut die Waſſerräder, wenn hauptſächlich auf wohlfeile Herſtellung zu ſehen iſt, aus Lärchen-, Föhren- oder Fichtenholz mit eiſernen Zapfen und Verbindungsteilen; iſt aber mehr auf Dauerhaftigkeit und vollkommene Ausnutzung der Waſſerkraft zu ſehen, ſo läßt man das Eiſen bei der Konſtruktion vorherrſchen oder verwendet nur Eiſen dazu. Je nach der relativen Höhe, in der das Waſſer in das Rad tritt, unterſcheidet man unterſchlächtige, mittel- und oberſchlächtige Waſſerräder. Man gibt ihnen, mit Ausnahme der unterſchlächtigen, etwa 1,5 m Umfangsgeſchwindigkeit und läßt das Waſſer mit 3 m abſoluter Geſchwindigkeit eintreten. Bei den unterſchlächtigen Waſſerrädern iſt dieſe Waſſergeſchwindigkeit verſchieden und die Umfangsgeſchwindigkeit etwa 0,4 mal ſo groß.

a) Bei den **unterſchlächtigen Waſſerrädern** liegt der Oberwaſſerſpiegel in einem Zehntel bis einem Drittel der Radhöhe. Sie ſind am Umfange mit Schaufeln verſehen, wovon jeweils die unterſten vom fließenden Waſſer getroffen werden, und welche radial oder ganz oder nur an den Enden etwas geneigt ſtehen, ſo daß dieſe ſich in vertikaler Stellung aus dem Unterwaſſer heben. Bei den älteren Konſtruktionen erfolgt die Kraftübertragung auf die Schaufeln in der oben unter 1., bei den verbeſſerten in der unter 2. und bei den Poncelet-Rädern und ähnlichen neueren Konſtruktionen auf die unter 4. beſchriebene Art. Vgl. a. D.R.P. Nr. 3843, 4139, 8235, 9345, 43337. Die Schiffmühlenräder (Fig. 1) ſind im freien Strome hängend auf zwei durch Balken verbundene Kähne gelagert, wovon der eine das Mühlwerk trägt. Ihr Wirkungsgrad iſt gering, weil viel Waſſer ſeitlich den Schaufeln ausweicht [9], S. 338, [10], S. 291. Vgl. D.R.P. Nr. 67658, 70833.



Fig. 1.

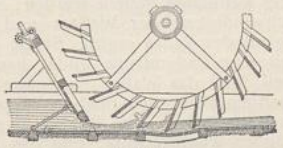


Fig. 2.

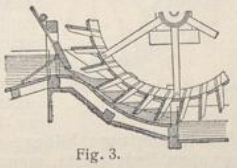


Fig. 3.

Am Lande wird das Waſſer den unterſchlächtigen Waſſerrädern in einem ſchwach geneigten Schnurgerinne zugeführt (Fig. 2), zwiſchen deſſen Wänden und der unterſten Radſchaufel 2—4 cm Spielraum bleibt. Die Räder erhalten 2—6 m Durchmeſſer und 20—48 Schaufeln. Die vorteilhafteſte Umfangsgeſchwindigkeit iſt oben angegeben, der Wirkungsgrad iſt höchſtens 30%. Vor dem Rade pflegt man zur Vergrößerung der Waſſergeſchwindigkeit und zur Regulierung der Waſſermenge eine Spannſchütze anzubringen, die das Waſſer im Obergraben etwas ſtaut. Iſt ein ſolches Rad mit einer Vorrichtung verſehen, um es bei Rückſtau des Unterwaſſers heben zu können, ſo heißt es Panſterrad [9], S. 329, [10], S. 275 ff.

Das Kropfrad (Fig. 3) iſt ein Schaufelrad, deſſen Durchmeſſer dem drei- bis fünffachen Gefälle gleich iſt, und deſſen Gerinne ſich ſo an das Rad ſchmiegt, daß es beinahe bis zur Gefällshöhe die Zwiſchenräume der Schaufeln ſowohl nach außen als auch nach den Seiten hin bis auf einen Spielraum von 15—20 mm Breite abſchließt. Damit die Luft aus den Zwiſchenräumen der Schaufeln beſſer entweichen kann, werden im Radboden Schlitze von etwa 20 mm Breite angebracht. Man nennt dies die Ventilation des Rades. Von einer dicht vor dem Rade angebrachten Spannſchütze aus fließt das Waſſer auf konvex gekrümmter oder ſchräger Gerinnſohle in das Rad. Der Füllungsgrad, d. h. das Verhältnis des in einer gewiſſen Zeit einſtrömenden Waſſervolumens zum dargebotenen Faſſungsraume des Rades ſoll ein Halbes nicht überſteigen. Der Wirkungsgrad iſt 40—50% [9], S. 343 ff., [10], S. 258.

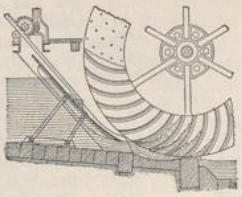


Fig. 4.

Das Poncelet-Rad (Fig. 4) iſt ein unterſchlächtiges Waſſerrad mit, radial gemeſſen, breiten und ſo gekrümmten Schaufeln, daß das Waſſer beinahe tangential ohne Stoß eintritt und ſeine Kraft nach der oben beſchriebenen vierten Art auf ſie überträgt. Man pflegt das Rad mit 30—40 Schaufeln aus Eiſenblech zu verſehen, die mit einem Radius gleich 0,7 des Gefälles gekrümmt ſind. Der Gerinnboden ſchmiegt ſich auf einem zur ſenkrechten Mittellinie ſymmetriſchen Bogen von 30° mit 15—20 mm Spielraum an das Rad an und fällt nach dem Unterwaſſer hin um 0,25 m ſteil ab. Dieſe Räder geben 60—68% Nutzeffekt; wegen geringen

Spielraumes und enger Schaufelſtellung ſind ſie jedoch nur für Waſſerläufe geeignet, die im Winter wenig Eis führen [9], S. 336, [10], S. 297.

Das Zuppinger-Rad (Fig. 5) iſt ein Kropfrad ohne Spannſchütze für niedere Gefälle von 0,5—2 m und große Waſſermengen bis zu 4 cbm pro Sekunde nach Poncelets Art konſtruiert. Der Raddurchmeſſer iſt bei billigen Anlagen 2mal, bei beſſeren $2^1/_2$—$3^1/_2$mal ſo groß als das Gefälle. Der großen Höhe des eintretenden Waſſerſtrahles wegen müſſen, radial gemeſſen, die Schaufel- und Kranzbreite ſehr groß ſein, die Schaufelteilung iſt 0,30—0,40 m, die Umfangsgeſchwindigkeit etwa 1 m, der Füllungsgrad $^2/_3$—$^3/_4$. Die Räder tauchen bis zu $^1/_3$ ihrer Höhe ins Unterwaſſer, ihr Wirkungsgrad iſt etwa dem der Poncelet-Räder gleich. [9], S. 351, [10], S. 314.

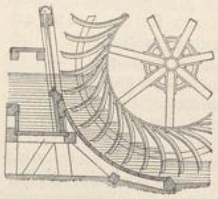


Fig. 5.

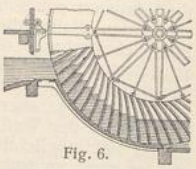


Fig. 6.

Das Sagebien-Rad (Fig. 6) iſt ein Kropfrad für 0,3—2,5 m Gefälle und ebenfalls große Waſſermengen, bis zu 4 cbm pro Sekunde, nach Poncelets Art konſtruiert. Seinen Durchmeſſer macht man gleich dem 3—5fachen Gefälle, die Breite 1,2—6 m, die Umfangsgeſchwindigkeit 0,6—1 m, die Zahl der Schaufeln 60—80. Der Wirkungsgrad kann bis zu 75% erreichen [9], S. 350, [10], S. 313.

b) Bei **mittelſchlächtigen Waſſerrädern** liegt der Oberwaſſerſpiegel etwa in der Höhe der Radachſe. Sie werden für Gefälle von 2—4,5 m angewendet und ſtets als Schaufelräder mit Ventilation ausgeführt. Wegen des Näheren ſ. [10], S. 250.

c) Die **rückſchlächtigen Waſſerräder** (Fig. 7) ſind Zellenräder, bei denen das Waſſer oberhalb der Achſe, gewöhnlich um etwa 60° vom Radſcheitel entfernt, eintritt. Die Zellen müſſen ventiliert ſein und werden, wenn man ſie aus Holz herſtellt, oft aus je drei zwiſchen die Radkränze gefügten Schaufeln gebildet, wovon die ſogenannten Bodenſchaufeln mit dem inneren Radumfange einen ſo ſpitzen Winkel bilden und ſich ſo weit überdecken, daß ſie nur einen Ventilationsſpalt zwiſchen ſich laſſen. Daran ſchließen ſich die radial geſtellten Riegelſchaufeln und an dieſe die mit dem äußeren Radumfange einen ſpitzen Winkel bildenden Waſſerſchaufeln, die von dem Waſſer tangential getroffen werden ſollen. Stellt man die Zellen aus Eiſenblech her, ſo werden ſie nach einer Kurve gekrümmt, die die Form der aus Holz gebildeten Zellen umſchließt. Der Füllungsgrad wird nur zu einem Viertel bis zu einem Drittel angenommen und faſt immer ein Kuliſſeneinlauf angewendet, wie aus Fig. 7 erſichtlich. Damit das Waſſer die Waſſerſchaufeln tangiert, müſſen dieſe in die Richtung der Reſultante geſtellt werden, welche ſich aus der abſoluten Eintrittsgeſchwindigkeit des Waſſers und der umgekehrten Umfangsgeſchwindigkeit des Rades ergibt. Schon der Winkel, den die Eintrittsrichtung mit dem Radumfange bildet, kann nicht ſehr ſpitz genommen werden, weil ſonſt das Waſſer durch die Kuliſſenſchaufeln zu ſehr von ſeiner vorherigen Bewegungsrichtung abgelenkt und die Kuliſſenkanäle zu ſehr verengt würden. Die Winkel, welche die Waſſerſchaufeln mit dem Radumfange bilden, werden noch weniger ſpitz, und das Waſſer würde deshalb zu früh aus dem Rade treten, wenn dies nicht durch ein Kreisgerinne möglichſt verhindert würde. Die rückſchlächtigen Räder tangieren meiſt das Unterwaſſer, doch beeinträchtigt auch ein Waten in dieſem ihren Wirkungsgrad, der 65—70% beträgt, nicht weſentlich, weil die Bewegung ihrer unterſten Zellen in der Regel gleiche Richtung und nahezu gleiche Geſchwindigkeit mit dem abfließenden Unterwaſſer hat. Vgl. a. D.R.P. Nr. 7283. — Das Millot-Rad [9], S. 352, mit Inneneinlauf hat kein Kreisgerinne nötig und mit den Turbinen die Eigentümlichkeit gemein, daß das Waſſer nicht durch diefelbe Oeffnung austritt, durch die es eingetreten iſt.



Fig. 7.

d) Die **oberſchlächtigen Waſſerräder** (Fig. 8) ſind Zellenräder, bei denen der Oberwaſſerkanal über dem Radſcheitel liegt und das Waſſer nahe bei dieſem in das Rad tritt. Da hier die Bewegungsrichtung des Radumfanges mit der des Oberwaſſers übereinſtimmt, kann dieſes faſt tangierend eingeleitet werden, und der Winkel, unter dem die Waſſerſchaufeln dem Radumfange begegnen, wird dann ſo ſpitz, daß ſie das Waſſer bei dem geringen Füllungsgrade von etwa ein Viertel, den man hier anzuwenden pflegt, lang genug in den Zellen zurückhalten, um das koſtſpielige Kreisgerinne, das rückſchlächtige Räder, abgeſehen vom Millot-Rade, erfordern, entbehrlich zu machen. Der Füllungsgrad muß auch um deswillen klein ſein, weil die Zellen hier nicht ventiliert werden können. Der Waſſerſtrahl muß deshalb eine etwas geringere Breite haben als die Zellen, und ſeine Dicke darf nur halb ſo groß ſein als die Weite von deren engſter Stelle (dem Schluck), damit die Luft ungehindert aus ihr entweichen kann. Oberſchlächtige Waſſerräder werden für Gefälle von 3—12 m angewendet und geben bei ſolchen von 3—5 m 50—60%, bei größeren Gefällen aber 70—80% Wirkungsgrad, da die Verluſte durch Stoß beim Eintritte und durch Entweichen des Waſſers im Verhältniſſe zu ſeiner Wirkung durch das Gewicht hier ſehr klein ſind. Dieſer hohe Wirkungsgrad vermindert ſich auch bei geringerem Waſſerzufluſſe nicht, ſo daß oberſchlächtige Räder für veränderliche Waſſermengen ſehr geeignet ſind. Nur iſt, da die unterſten Radzellen ſich meiſt in der dem Abfluſſe des Unterwaſſers entgegengeſetzten Richtung bewegen, alsdann das Waten in dieſem nachteilig, weshalb man, wenn Rückſtau des Unterwaſſers zu gewärtigen iſt, die Räder bei gewöhnlichem Waſſerſtande freihängend anordnet, was einen kleinen Gefällverluſt zur Folge hat [9], S. 357, [10], S. 185.



Fig. 8.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

III. Turbinen.

Turbinen ſind Räder mit ſtetig gekrümmten Schaufeln, die das Waſſer mit gleichmäßiger oder beſchleunigter relativer Geſchwindigkeit durchſtrömt, ohne zur relativen Ruhe zu gelangen. Die Uebertragung der Waſſerkraft erfolgt dabei auf die oben unter 6. beſchriebene Art oder auf dieſe, verbunden mit der unter 7. beſchriebenen. Damit das Waſſer tangential zu den Schaufeln des umlaufenden Turbinen- oder Laufrades eintritt, läßt man es meiſtens zuvor durch ein Syſtem feſtſtehender Leitſchaufeln fließen, die dem Waſſer die erforderliche Bewegungsrichtung geben. Soll das Waſſer in alle Zellen des Laufrades gleichzeitig eingeleitet werden, ſo muß dieſes Leitſchaufelſyſtem einen vollſtändigen Ring bilden, den man das Leitrad nennt. Wirkt das Waſſer nur durch ſeine lebendige Kraft auf die Turbine, ſo nennt man dieſe Aktions- oder Druckturbine; wirkt es gleichzeitig auch durch Reaktion, ſo heißt ſie Reaktions- oder Ueberdruckturbine. Ferner unterſcheidet man: Radialturbinen, bei denen das Waſſer von innen nach außen oder von außen nach innen, alſo, abgeſehen von der Schaufelkrümmung, in radialer Richtung durch den Radkranz ſtrömt, und Axialturbinen, bei denen dies in der Richtung der Achſe geſchieht. Je nachdem dabei alle Zellenräume des Laufrades oder nur ein Teil davon gleichzeitig durchſtrömt werden, unterſcheidet man dann wieder Voll- und Partialturbinen. Kann die Beaufſchlagung einer Turbine je nach Bedürfnis verändert werden, ſo nennt man ſie eine Regulierturbine. Auch nennt man wohl noch Niederdruckturbinen ſolche, die für weniger und Hochdruckturbinen ſolche, die für mehr als 4 m Gefälle konſtruiert ſind. Da das Waſſer bei den Turbinen mit großer Geſchwindigkeit eintreten kann, weil es ohne Stoß geſchieht, und zur möglichſt vollſtändigen Uebertragung ſeiner Kraft erforderlich iſt, daß die Umfangsgeſchwindigkeit des Laufrades ſeiner relativen Austrittsgeſchwindigkeit gleich, aber entgegengeſetzt iſt, erhalten Turbinen eine große Umdrehungszahl. Sie ſind daher bei gleicher Leiſtung weit kompendiöſer als Waſſerräder, und da die raſch laufenden Transmiſſionen und die Dynamomaſchinen der Neuzeit Motoren mit großer Umdrehungszahl erfordern, ſind die Waſſerräder mehr und mehr durch Turbinen verdrängt worden. Im übrigen wurden die hauptſächlichen Vorteile der Turbinen bereits hervorgehoben.

A. Vollturbinen.

1. **Axialturbinen.** Die älteſte Konſtruktion dieſer Art iſt:

a) Die Jonval- oder Henſchel-Turbine mit vertikaler Welle, in Fig. 9 für kleinere Gefälle nach neuerer Konſtruktion dargeſtellt. Fig. 10 zeigt den Beſchaufelungsplan, d. h. einen aufgerollten zylindriſchen Schnitt durch die Mitten der Leit- und Laufradſchaufeln. Schließen die Enden der Leitſchaufeln den Winkel α, die Anfänge der Laufradſchaufeln den Winkel β und ihre Enden den Winkel δ mit einer zur Achſe ſenkrechten Ebene ein, und tritt das Waſſer mit der abſoluten Geſchwindigkeit c aus dem Leitrade, ſo muß, wenn ſeine relative Bewegung tangential zu den Anfängen der Laufradſchaufeln erfolgen ſoll, die relative Eintrittsgeſchwindigkeit c_1 mit der Umfangsgeſchwindigkeit v des Rades die Reſultante c ergeben. Es muß alſo $v = c \sin(\beta - \alpha) : \sin\beta$ ſein. Da aus dem Laufrade in gleicher Zeit dieſelbe Waſſermenge ausfließen muß, wie aus dem Leitrade, die radiale Breite der Ein- und Ausflußöffnungen gleich und die Zellenweite am unteren Ende des Leitrades dem $\sin\alpha$, an dem des Laufrades aber dem $\sin\delta$ proportional iſt, ſo muß $c \sin\alpha = c_2 \sin\delta$ ſein, und da $c_2 = v$ ſein ſoll, damit die abſolute Austrittsgeſchwindigkeit w möglichſt klein wird, ſo wird $\sin\delta\,(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{cotg}\beta) = 1$. — Da bei den Druck- oder Aktionsturbinen das Waſſer mit der Geſchwindigkeit in das Laufrad tritt, die der ganzen Gefällhöhe entſpricht, ſo kann ſie nicht mehr zunehmen, und es wird $c_1 = c_2 = v$. Daraus folgt, daß das von v und c gebildete Geſchwindigkeitsparallelogramm aus zwei gleichſchenkeligen Dreiecken mit der gemeinſchaftlichen Baſis c beſteht und daß $\beta = 2\alpha$ ſein muß. Da der Winkel α meiſt 20—30° beträgt, muß dann bei Aktionsturbinen $\beta = 40$—$60°$ ſein. Setzt man in der vorhin gefundenen Gleichung $\beta = 2a$, ſo läßt ſie ſich umwandeln in $\sin\delta\,(1 + \operatorname{cotg}^2\alpha) = 2\operatorname{cotg}\alpha$. Man erhält danach für $\alpha = 20°$, $\delta = 40°$, und da dies eine zu große abſolute Austrittsgeſchwindigkeit des Waſſers ergeben würde, erſcheinen Axialturbinen, deren Laufradzellen durchaus gleiche Breite haben, zu Aktionsturbinen wenig geeignet. Wollte man δ hier kleiner, etwa $= 20°$, machen, ſo würde beim Austritte aus dem Laufrade die größtmögliche Geſchwindigkeit $\sqrt{2gh}$, und in den Zellen und dem Spalte Waſſerpreſſung entſtehen. Die Turbine würde dann keine Aktionsturbine mehr ſein, obgleich $\beta = 2\alpha$ iſt, ſondern eine Reaktionsturbine mit fehlerhaftem β. Bei den Reaktionsturbinen tritt das Waſſer mit geringerer Geſchwindigkeit in das Laufrad, als der Druckhöhe entſpricht, und die Geſchwindigkeit wächſt durch die in den Zellen herrſchende Preſſung des Waſſers, während es durch das Laufrad ſtrömt. Es wird alſo $c_2 > c_1$, und da $c_2 = v$ ſein ſoll, wird $c_1 < v$. Das Geſchwindigkeitsparallelogramm beim Eintritt in das Laufrad wird daher kein Rhombus, ſondern $\beta > 2\alpha$. Man pflegt $\beta = 2\alpha + 40$—$60°$ zu machen, und zwar für $\alpha = 15$—$30°$, $\beta = 90$—$120°$. Für $\alpha = 20°$ und $\beta = 100°$ findet man aus obiger Gleichung $\delta = 20°$. — Bezüglich der Form der Schaufeln iſt außerdem zu beachten, daß ihre Enden gerade ſein müſſen, damit Kontraktion des Waſſerſtrahls möglichſt vermieden werde, und daß in ihrem übrigen Verlaufe keine zu kleinen Krümmungsradien vorkommen. Die Gleichung $v \sin\beta = c \sin(\beta - \alpha)$ geht für Aktionsturbinen über in $2v \cos\alpha = c$, was für $\alpha = 25°$, $v = 0{,}55\,c$ ergibt. Da aber hier $c = \sqrt{2gh}$

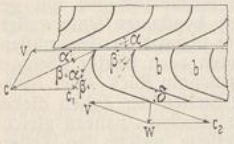
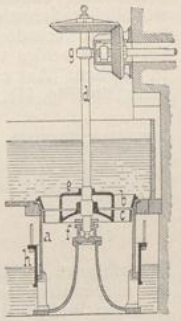


Fig. 10.


Fig. 9.

iſt, wenn h die ganze Gefällhöhe bedeutet, ſo wäre danach $v = 0{,}55\sqrt{2gh}$; mit Rückſicht auf Reibungs- und andre Widerſtände iſt aber $v = 0{,}45\sqrt{2gh}$ anzunehmen. Bei den Reaktionsturbinen iſt c kleiner als $\sqrt{2gh}$, je nach dem Reaktionsgrade. Wird beiſpielsweiſe nur die Hälfte der Gefällshöhe zur Erzeugung von c verwendet, ſo iſt $c = \sqrt{2g\frac{h}{2}} = 0{,}7\sqrt{2gh}$. Wird hierbei $\alpha = 20^0$ und $\beta = 90^0$ angenommen, ſo wird $v = 0{,}94\,c = 0{,}66\sqrt{2gh}$, oder wegen der genannten Widerſtände beſſer $v = 0{,}56\sqrt{2gh}$. Man erſieht hieraus, daß Reaktionsturbinen größere Geſchwindigkeiten erhalten als Aktionsturbinen. — Da bei Aktionsturbinen das Waſſer während ſeines Durchganges durch das Laufrad ſeine relative Geſchwindigkeit nicht ändert, muß der Waſſerſtrahl auf dieſem Wege dieſelbe Größe des Querſchnitts beibehalten. Bei dem Schaufelplane (Fig. 10) ſind aber die Kanäle bei b beträchtlich weiter als am Anfange und am Ende. Der Waſſerſtrahl kann daher bei b den Zellenraum nicht ausfüllen. Befindet ſich das Laufrad über dem Unterwaſſerſpiegel, ſo bildet ſich dort ein lufterfüllter Raum, während der Waſſerſtrahl auf die gegenüberliegende konkave Schaufelfläche drückt, was ſeine Bewegung wenig beeinflußt; taucht dagegen das Laufrad ins Unterwaſſer, ſo füllt ſich auch jener Raum bei b mit Waſſer und es entſteht dort ein kraftverzehrender Waſſerwirbel, der den Wirkungsgrad der Turbine beträchtlich vermindert. Aktionsturbinen ohne beſondere Vorkehrung gegen den Eintritt des Waſſers in die Zellenerweiterungen dürfen daher nicht in das Unterwaſſer tauchen. Bei den Reaktionsturbinen füllt dagegen das Waſſer zufolge der in den Zellen herrſchenden hydrauliſchen Preſſung dieſe ganz aus, die beſchriebenen Waſſerwirbel können ſich nicht bilden, und daher können Reaktionsturbinen mit überall gleichdicken Schaufeln auch beim Eintauchen ins Unterwaſſer ziemlich gut arbeiten, doch iſt es auch hier von Nachteil, daß das Waſſer bei b verzögert wird und wieder beſchleunigt werden muß. Nimmt die Betriebswaſſermenge oder die von der Turbine zu leiſtende Arbeit ab, ſo muß man ſich auf partielle Beaufſchlagung der Axialturbine beſchränken, indem man einen Teil der Leitradzellen verſchließt; dies iſt aber bei den Reaktionsturbinen ohne bedeutenden Effektverluſt nicht möglich, weil die hydrauliſche Preſſung in den Zellenräumen verloren geht, ſobald ſie unter verſchloſſene Leitradzellen treten und ihr Zuſammenhang mit der darüber ſtehenden Waſſerſäule aufgehoben iſt. Bei axialen Aktionsturbinen, wo eine hydrauliſche Preſſung in den Zellen nicht beſteht, tritt ein ſolcher Effektverluſt nicht ein, zumal wenn die Leitradzellen während der Abdeckung ventiliert, d. h. mit der äußeren Atmoſphäre in Verbindung geſetzt werden, ſo daß das in der darunter befindlichen Laufradzelle enthaltene Waſſer ungehindert abfließen kann. Axiale Aktionsturbinen mit gewöhnlicher Schaufelung ſind daher für konſtante Gefälle, namentlich konſtanten Unterwaſſerſtand und veränderliches Gefälle geeignet. — Da aber oft Waſſerkräfte benutzt werden müſſen, bei denen beides veränderlich iſt, war man beſtrebt, die Aktionsturbinen auch hierfür geeignet zu machen. Auf eine ſehr einfache Weiſe geſchieht dies durch ſogenannte Rück- oder Sackſchaufeln (Fig. 11), indem man die Laufradſchaufeln an den weiteren Stellen der Zellen dicker macht oder verdoppelt, ſo daß die Zellenräume durchaus nahezu gleichgroßen Querſchnitt erhalten. Die konkave Schaufelfeite, welche den Waſſerſtrahl leitet, läßt man hierbei unverändert, ſo daß Winkel β erhalten bleibt; die konvexe Seite aber, welcher der Strahl doch nicht folgt, wird entſprechend umgeſtaltet und damit die Wirbelbewegung in den Zellen ausgeſchloſſen. Bei Reaktionsturbinen aber empfiehlt es ſich, die Schaufeln bei b ſo zu verſtärken, daß das Waſſer mit gleichmäßig beſchleunigter Geſchwindigkeit durch die Zellen ſtrömt. Für die ſehr verſchiedenen Dispoſitionen, welche Jonval-Henſchel-Turbinen erhalten können, ſind in erſter Linie die auszunutzenden Gefälle maßgebend. Bei ſolchen von 1½—3 m oder höchſtens 4 m und größeren Waſſermengen empfiehlt es ſich, das Laufrad direkt über oder im Unterwaſſer anzuordnen. Man nennt dies die Aufſtellung im offenen Waſſerkaſten. Befindet ſich das Laufrad in einem Rohre, welches das Oberwaſſer mit dem Unterwaſſer verbindet, in beträchtlicher Höhe über dieſem, wie bei Fig. 9, ſo nennt man dies die Aufſtellung im Saugrohre. Sie wird vorzugsweiſe bei Gefällen von 4—8 m angewendet, um eine kürzere Turbinenwelle und geringere Belaſtung ihres Spurzapfens zu erlangen und das Leit- und Laufrad leichter zugänglich zu machen. Saugrohrhöhen von 5—6 m gelten indeſſen als groß, ſolche von 7 m als gewagt. Am Ende des Oberwaſſerkanals (Fig. 9) iſt ein zylindriſches Rohr a aus Gußeiſen in den Boden eingelaſſen. In ſeinem oberen Rande iſt das Leitrad b befeſtigt, das aus einem inneren, nach oben abgedeckten Kranze beſteht, an deſſen Umfangsflächen die Leitſchaufeln ſitzen. Auch das darunterliegende Laufrad c beſteht aus einem inneren Kranze mit außen daranſitzenden gekrümmten Schaufeln, die nicht ganz bis an die Rohrwand reichen, ſo daß das Laufrad ſich leicht darin drehen kann. Der Laufradkranz iſt durch Arme und eine Nabe mit der Welle d feſt verbunden, während dieſe ſich in dem Leitraddeckel e drehen kann. Der Zapfen der Welle läuft in einem abgedichteten Spurlager f, das auf einem Fundamente im Unterwaſſer ruht. Ueber dem Oberwaſſer iſt die Welle durch ein Halslager g gehalten. — Zum Abſtellen der Turbine bringt man entweder in dem Saugrohr eine Droſſelklappe oder an deſſen Ende eine Ringſchütze h an, die von oben bewegt werden. Zur Regulierung eignen ſich dieſe Vorrichtungen ſehr wenig, weil ſie die Waſſergeſchwindigkeit in den Radzellen verringern, wenn ſie mehr geſchloſſen werden, die lebendige Kraft des Waſſers aber nicht nur ſeiner Maſſe, ſondern auch dem Quadrate ſeiner Geſchwindigkeit proportional abnimmt. Geht bei gleichbleibendem Geſamtquerſchnitt der Radzellen beiſpielsweiſe die halbe Waſſermenge mit halber Geſchwindigkeit hindurch, ſo iſt die Arbeitsfähigkeit nur ein Achtel, der Wirkungsgrad ſinkt alſo auf den vierten Teil herab. Erfolgt dagegen die Regulierung durch Schließung eines Teiles



Fig. 11.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Laufradzellen, ſo bleibt die Geſchwindigkeit des Waſſers in den offenen Radzellen die gleiche und daher auch der Wirkungsgrad nahezu derſelbe.

Bei Gefällen von 5—12 m und mehr wendet man gern die ſogenannte Aufſtellung im geſchloſſenen Waſſerkaſten (Fig. 12) an, wobei das Leit- und Laufrad in einem zylindriſchen Kaſten aus Gußeiſen oder Blech liegt, der oben durch einen Deckel mit Stopfbuchſe verſchloſſen iſt, durch welche die Turbinenwelle geht, während das Aufſchlagwaſſer ſeitlich durch ein gebogenes Rohr vom Oberwaſſergerinne her zugeleitet wird, und das Saugrohr, wenn ein ſolches angeordnet wird, ſich unten an den Kaſten ſchließt. Außerdem erhält dieſer ein verſchließbares Mannloch, durch welches man zum Leit- und Laufrade gelangen kann. Man erhält durch dieſe Einrichtung eine kurze Turbinenwelle, weil ſie nicht über den Oberwaſſerſpiegel zu gehen braucht, und die übrige Transmiſſion kann in beliebiger Höhe abgezweigt werden.

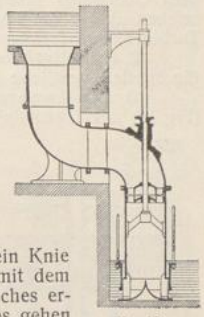


Fig. 12.

b) Axialturbinen mit horizontaler Welle. Zur Vereinfachung der Transmiſſion, insbeſondere zur Erſparung der ſchweren Winkelrädergetriebe, wendet man unter geeigneten Umſtänden gern Turbinen mit horizontalen Wellen an. Sie ſind nur für größere Gefälle geeignet, weil ſie Aufſtellung im Saugrohr erfordern, denn ohne ein ſolches müßten die oberen Schaufeln mit kleinerem Gefälle arbeiten als die unteren, während die Schaufelung nur einer Gefällshöhe entſprechen kann. Das Saugrohr muß ein Knie bilden, welches das vertikale Leitrad mit dem Unterwaſſer verbindet. Ebenſo das Waſſerzuleitungsrohr, wenn ein ſolches erforderlich iſt. Die Welle läßt man durch die Wandung eines ſolchen Knies gehen und verdichtet durch eine Stopfbuchſe, damit keine Luft eingeſaugt wird. Werden zwei Turbinen dieſer Art ſymmetriſch auf einer Welle angeordnet, um bei größerer Waſſermenge kleinere Laufraddurchmeſſer und damit eine größere Umdrehungszahl zu erhalten, ſowie um den Horizontalſchub des Waſſers aufzuheben, ſo kann man entweder die beiden horizontalen Saugrohrteile oder die beiden horizontalen Druckrohrteile zwiſchen den Turbinen in ein horizontales Rohr vereinigen und ein gemeinſchaftliches vertikales Saug- oder Druckrohr davon abzweigen. Bei der in Fig. 13 dargeſtellten Anordnung iſt das Druckrohr gemeinſchaftlich, und das Waſſer gelangt von den Laufrädern aus in je ein nach dem Unterwaſſer führendes Saugrohr, das mit einer durch Schraubengetriebe von oben beweglichen Droſſelklappe verſehen iſt. Wird die verfügbare Waſſermenge auf zwei derartig parallel geſchaltete Turbinen verteilt, ſo wird dadurch die Umdrehungszahl im Verhältnis $1:\sqrt{2}$ vergrößert.

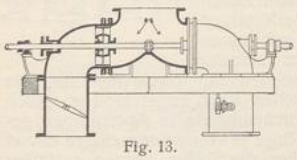


Fig. 13.

c) Die Girard-Turbine. Wir haben bereits gezeigt, daß es nicht möglich iſt, eine Aktionsturbine mit axialer Beaufſchlagung mit größtmöglichem Wirkungsgrade herzuſtellen, wenn man den Laufradzellen unten dieſelbe radiale Breite gibt wie oben, weil dann Winkel δ zu groß werden muß, um die nötige Größe der Austrittsöffnung zu erlangen. Girard hat ſchon deshalb bei Aktionsturbinen die untere radiale Breite des Laufrades größer gemacht als die obere. Er hat aber auch die früher bei der Turbinenberechnung üblich geweſene Vorausſetzung, daß der Waſſerſtrahl die Radzellen vollſtändig ausfüllen müſſe, da ſie bei Aktionsturbinen ohne Rückſchaufeln nicht erfüllt werden kann und das Einzwängen des Waſſerſtrahles durch die Zellenwände die Widerſtände vergrößert, fallen laſſen und danach geſtrebt, daß der Strahl ſich frei entwickle. Er hat daher ſchon die Eintrittsöffnungen am Laufrade etwas breiter gemacht als die Austrittsöffnungen am Leitrade, hat den Austrittsöffnungen am Laufrade mehr als die doppelte Breite der erſteren gegeben und die Radkränze an den Stellen, die man ſonſt durch Rückſchaufeln abzuſchließen pflegte, durchbrochen (Fig. 14 und 15), ſo daß ſowohl durch dieſe Oeffnungen als durch den Spalt zwiſchen Leit- und Laufrad Luft eintritt und den Waſſerſtrahl überall, wo er nicht gegen die Schaufelfläche drückt, umgibt. Damit wurden ſo vorzügliche Reſultate erzielt, daß die Girard-Turbinen eine Zeit lang zu den verbreitetſten gehörten, Vorausſetzung bei dieſer Konſtruktion iſt aber, daß das Laufrad nicht in das Unterwaſſer taucht. und deshalb ſind dieſe Turbinen nur für konſtante Gefälle und dort anwendbar, wo das Unterwaſſer ſich nicht ſtaut. Die in Fig. 14 dargeſtellte Girard-Turbine läuft auf einem ſogenannten Oberwaſſerzapfen, und zwar einem Hängezapfen. Bei dieſen von Fontaine zuerſt konſtruierten Zapfen wird eine bis über das Oberwaſſer hinaus hohle Turbinenwelle angewendet, deren oberes Ende zu einem ſeitlich durchbrochenen Gehäuſe erweitert iſt. Durch ſeine Decke iſt der Spurzapfen eingeſchraubt, während die Spurpfanne in dem Gehäuſe auf einer von der hohlen Wellen umſchloſſenen, auf einem Fundament im Unterwaſſer befeſtigten Säule ruht. Da Turbinenzapfen bei ſtarker Belaſtung raſch umlaufen, erhitzen ſie ſich leicht, wenn ſie nicht ſorgfältig gewartet und in Oel gehalten werden, was bei Oberzapfen leichter geſchehen kann als bei Unterwaſſerzapfen.

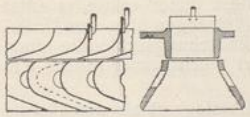


Fig. 15.

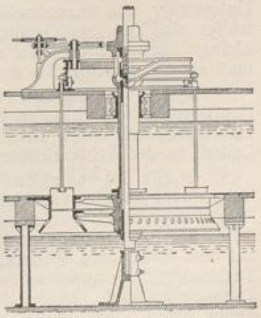


Fig. 14.

Wenn zum Zwecke der Regulierung einer Turbine ein Teil der Leitradzellen verſchloſſen werden ſoll, ſchließt man immer

zwei diametral gegenüber liegende Zellen gleichzeitig, damit das Gleichgewicht des Laufrades erhalten bleibt. Zum Verſchließen bedient man ſich entweder ſenkrechter Schieber (Fig. 14 und 15), welche in die Leitradzellen eingeſchoben werden, oder man läßt die Zellen der beiden Radhälften in zwei verſchiedenen halbringförmigen, entweder flachen oder zylindriſchen oder koniſchen Flächen nach oben ausmünden und verſchließt ſie durch zwei entſprechende Schieber, die gleichzeitig um eine gemeinſchaftliche Achſe gedreht werden, um die Leitzellen nach Bedürfnis ſymmetriſch zu ſchließen (Fig. 16—18). Dieſe Verſchlußteile werden durch geeignete, über dem Oberwaſſer gelegene Mechanismen bewegt, wie z. B. aus Fig. 14 zu erſehen iſt, wo die Bewegung der ſenkrechten Schieber durch eine um die Turbinenachſe drehbare Nutentrommel erfolgt.

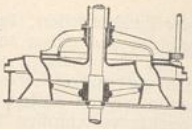


Fig. 16.

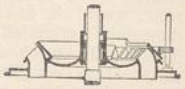


Fig. 17.

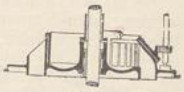


Fig. 18.

2. **Radialturbinen.** Die älteſte Turbinenkonſtruktion dieſer Art und die älteſte eigentliche Turbine überhaupt iſt:

a) Die Innere Radial- oder Fourneyronſche Turbine (Fig. 19, mit Schaufelplan, links oben). Sie wird von innen voll beaufſchlagt und beſteht aus einem tellerförmigen Laufrade, das auf ſeinem Rande mit innen beinahe radial beginnenden, außen beinahe tangential endigenden Schaufeln verſehen iſt. Nach oben ſind die Zellen durch einen ringförmigen zweiten Rand abgeſchloſſen. Auch ſind ſie durch ebenſo geſtaltete Zwiſchenwände in Abteilungen geteilt, um bei veränderlicher Waſſermenge je eine oder mehrere davon benutzen zu können, da das Waſſer die Zellen immer ausfüllen muß, wenn ſein Wirkungsgrad ein gleich hoher bleiben ſoll. — Die Turbinenwelle *a* iſt von einer bis über das Oberwaſſer reichenden und dort an einem Balken befeſtigten Röhre *b* umſchloſſen, an deren unterem Ende das Leitrad *c* befeſtigt iſt. In dem ſchmalen, zwiſchen Leit- und Laufrad *d* bleibenden Spalt läßt ſich eine oben mit Lederſtulp verſehene Ringſchütze *e* durch einen geeigneten Mechanismus von oben bewegen. Dieſe iſt an ihrem unteren Ende mit abgerundeten Holzklötzen befetzt, die ſich zwiſchen die Leitſchaufeln ſchieben, um das Waſſer in Strahlen von paſſender Höhe ausſtrömen zu laſſen. Die Ringſchütze wird von der Wandung des Waſſerkaſtens *f* umſchloſſen und geführt, durch den das Waſſer aus dem Obergraben mit geringer Geſchwindigkeit in das Leitrad gelangt. Der Spurzapfen der Turbinenwelle läuft im Unterwaſſer. Das Schmieröl wird ihm mittels einer Rohrleitung durch eine über Waſſer ſtehende Pumpe von unten zugeführt. In ihrer urſprünglichen Geſtalt lief die Turbine Fourneyrons im Unterwaſſer. Ihr Wirkungsgrad betrug bei ganz geöffneter Schütze 70 %. Bei den Radialturbinen iſt die Geſchwindigkeit v des äußeren Umfanges mit dem Radius r größer als die Geſchwindigkeit v_1 des inneren Umfangs mit dem Radius r_1, und zwar im Verhältnis $r : r_1$. Nach dem Satze von der Arbeit der Zentrifugalkraft wird bei innerer Beaufſchlagung, wenn c_1 die relative Eintritts- und c_2 die relative Austrittsgeſchwindigkeit bedeutet, $c_2^2 = c_1^2 + v^2 - v_1^2$. Unter dieſer Vorausſetzung findet man, wenn man von Reibungswiderſtänden u. dergl. abſieht, die vorteilhafteſte innere Umfangsgeſchwindigkeit $v_1 = c\sqrt{\sin(\beta - \alpha) : 2 \cdot \sin\delta \cdot \cos\alpha}$, und für Aktionsturbinen, bei denen $\beta = 2\alpha$ iſt, $v_1 = c : 2\cos\alpha = \sqrt{2gh} : 2\cos\alpha$, alſo ebenſo groß wie v für Aktionsturbinen. Damit die abſolute Ausflußgeſchwindigkeit klein wird, muß $c_2 = v$ und δ klein ſein, und damit die Ausflußquerſchnitte am Laufrad ebenſo groß werden wie am Leitrade, muß $c_2 r \sin\delta = c r_1 \sin\alpha$ ſein. Für Aktionsturbinen ergibt ſich daraus $\sin\delta = r_1^2 \sin 2\alpha : r^2$. Nimmt man, wie Fourneyron zu tun pflegte, $r_1 : r = 2 : 3$ und $\alpha = 30^0$, ſo ergibt ſich hieraus $\delta = 22^0\,40'$, woraus zu erſehen iſt, daß Radialturbinen mit innerer Beaufſchlagung bei gleicher Höhe der Ein- und Austrittsöffnungen am Laufrade zu Aktionsturbinen geeignet ſind. Zu Reaktionsturbinen eignen ſie ſich weniger gut, weil dieſe nur bei ganz gefüllten Laufradzellen vorteilhaft arbeiten, bei abnehmender Waſſermenge die Fourneyronſchen Turbinen aber nur ſtufenweiſe, je nach den Abteilungen, in welche die Laufradzellen geteilt ſind, ſo reguliert werden können, daß dies der Fall iſt. Innere Radialturbinen geſtatten die Anwendung eines Saugrohres nicht. Sie müſſen daher entweder unter Unterwaſſer, alſo unzugänglich, aufgeſtellt werden, oder es geht für Freihängen über dem Unterwaſſer ein Teil des Gefälles verloren. Auch ſind ſie für große Umdrehungszahl, die einen kleinen Laufraddurchmeſſer erfordert, nicht geeignet, weil dieſer bei ihnen immer größer ſein muß als der Durchmeſſer des Zuleitungsrohres.

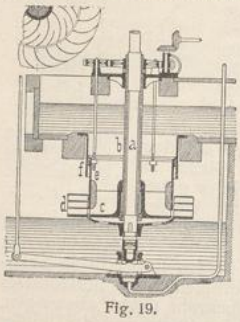


Fig. 19.

b) Die Turbine von Nagel & Kämp in Hamburg (ſ. deren Katalog) iſt als umgekehrte Fourneyronſche Turbine zu betrachten, indem ſie ſich von dieſer hauptſächlich durch die Waſſerzuführung von unten unterſcheidet. Auch iſt die Regulierſchütze weggelaſſen und dafür das Leitrad in der Achſenrichtung verſchiebbar.

c) Die äußere Radial- oder Francis-Turbine (Fig. 20, mit Schaufelungsplan links oben) unterſcheidet ſich von der Fourneyrons durch die äußere Beaufſchlagung, welche Aufſtellung im Saugrohr zuläßt, wie die Figur zeigt. Bei der Fourneyronſchen Turbine iſt dieſe, des nach auswärts austretenden Waſſers wegen, nicht möglich. Das Leitrad *a* iſt in Fig. 20 auf dem Boden des Waſſerkaſtens befeſtigt und trägt einen gewölbten Deckel mit einer die Turbinenwelle *b* umſchließenden Stopfbuchſe, der den ſenkrechten Druck des Oberwaſſers vom Laufrade *c* abhält. Dieſes liegt innerhalb des Leitrades und hat eine ſolche Form, daß ſeine Zellen innen höher werden als außen und das Waſſer nach unten in das Saugrohr gewieſen

wird. Das Saugrohr *d* kann an ſeinem unteren Ende durch eine Ringſchütze *e* geſchloſſen werden. Um den Austrittsquerſchnitt des Laufrades allmählich in den Querſchnitt des Saugrohres überzuführen, iſt hier ein Kranz von paſſend geſtalteten Holzklötzen *f* im Saugrohr angebracht. Der Unterwaſſerzapfen läuft in einer von einem dreibeinigen Bocke im Saugrohr getragenen Pfanne *g*. Da bei Beaufſchlagung von außen die Bewegung des Waſſers im Laufrade durch die Zentrifugalkraft verzögert wird und der innere Umfang des Zellenkranzes kleiner iſt als der äußere, müßte man bei Aktionsturbinen die innere Zellenhöhe ſehr viel größer machen als die äußere, wenn Winkel δ klein werden ſoll, was wegen der nach unten eingebogenen Decke des Laufrades nicht gut möglich iſt. Deshalb werden Francis-Turbinen meiſt als Reaktionsturbinen ausgeführt. Für dieſe gilt, wenn von Reibungswiderſtänden u. dergl. abgeſehen wird, die Formel $r^2 \sin(\beta - \alpha) \sin\delta = r_1^2 \sin\alpha \sin\beta$, wenn r_1 den äußeren und r den inneren Halbmeſſer des Laufradkranzes bedeutet. Nimmt man beiſpielsweiſe $\alpha = 20^0$, $\beta = 90^0$, $r_1 : r = 4 : 3$, ſo erhält man danach $\delta = 40^0 20'$, und wenn man die innere Zellenhöhe $^4/_3$ mal ſo groß macht, als die äußere, $\delta = 29^0$. Da aber $c_2 = v$ hier nur $^3/_4$ von v_1 beträgt, während es bei innerer Beaufſchlagung $^4/_3 v_1$ ſein würde, wird die abſolute Austrittsgeſchwindigkeit hier bei 29^0 etwa ebenſo klein, wie wenn bei innerer Beaufſchlagung $\delta = 16^0$ genommen wird.

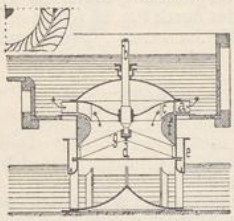


Fig. 20.

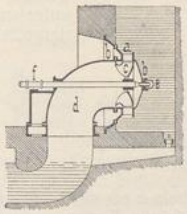


Fig. 21.

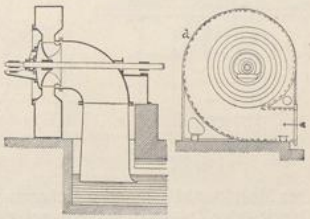


Fig. 22.

d) Radialturbinen mit horizontaler Welle. Da Turbinen mit horizontaler Achſe Aufſtellung im Saugrohr erfordern, ſind von den Radialturbinen nur ſolche mit äußerer Beaufſchlagung (Francis-Turbinen) hierzu geeignet. Fig. 21 zeigt eine einfache, im Waſſerkaſten angeordnete Turbine dieſer Art von J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz. Das Leitrad *a* iſt an einen in eine Seitenwand des Turbinenſchachtes einbetonierten Tragring geſchraubt und in axialer Richtung durch einen Deckel *b* gegen den Schacht abgeſchloſſen. Es umſchließt das Laufrad *c* und ſetzt ſich als Saugrohrkrümmer *d* fort. Die Turbinenwelle ruht in einem am Deckel angeſchraubten, durch eine Kappe gegen das Waſſer geſchützten Lager *e* und einem gewöhnlichen, am Krümmer befeſtigten Lager *f*. Sie iſt hier durch eine Stopfbuchſe am Krümmer abgedichtet. Will man zwei ſolche Turbinen ſymmetriſch auf einer Welle anordnen, ſo ſetzt man ſie an die Enden des horizontalen Teiles eines T-förmigen Saugrohrs, und die eine dicht an die Oberwaſſerſchachtwand, durch welche man die Turbinenwelle hindurchführt.

Iſt ein Waſſerzuleitungsrohr erforderlich, ſo läßt man es zweckmäßig in tangentialer Richtung in ein Gehäuſe einmünden, welches das Laufrad ſpiralförmig, wie ein Ventilatorgehäuſe, umſchließt (Fig. 22). Bei ſolchen ſogenannten Spiralturbinen kann die ſpiralförmige Außenwand *a* des Gehäuſes als eine Leitſchaufel betrachtet werden, die das Aufſchlagwaſſer beinahe tangential in das Laufrad leitet. Bei kleineren Gefällen gibt man dem ſpiralförmigen Zuleitungsrohre rechteckigen, bei großen Gefällen aber runden Querſchnitt. Francis-Turbinen mit liegender Welle im offenen Schachte werden für Gefälle bis zu 10 m ausgeführt. Für größere Gefälle geht man zu Spiralturbinen mit Zuleitungsrohr über.

Aeußere Radialturbinen können nicht nur, wie Axialturbinen, im Saugrohr und ſomit in beliebiger Höhe bis zu 7 m über dem Unterwaſſer aufgeſtellt werden, ſondern bieten alsdann auch den Vorteil, daß das aus dem Laufrade ſtrömende Waſſer nach innen zuſammengeführt wird und daher die Luft raſch aus dem Saugrohre verdrängt, wodurch die volle Mitwirkung des letzteren geſichert iſt, während bei Axialturbinen das aus dem Schaufelkranze des Laufrades ſtrömende Waſſer unter dieſem einen Luftſack einſchließt, der die Wirkung des Saugrohrs beeinträchtigt, nur durch Schließen der Ringſchütze am Fuße desſelben beim Anlaſſen der Turbine verdrängt werden kann und ſich während des Betriebes aus der vom Waſſer mitgeführten Luft leicht wieder bildet. Da der Laufraddurchmeſſer bei äußeren Radialturbinen nicht größer wird, als der Saugrohrdurchmeſſer und der Leitſchaufelkranz außerhalb des Saugrohrs liegt, ſind ſie zur Erlangung einer großen Umdrehungszahl und einer guten und leicht zugänglichen Regelung beſonders geeignet. Man kann auch, um bei größerer Waſſermenge kleinere Laufraddurchmeſſer und ſomit eine größere Umdrehungszahl zu erhalten, zwei und mehr äußere Radialturbinen nicht nur, ähnlich den Axialturbinen Fig. 13, auf eine wagerechte, ſondern auch auf eine ſenkrechte Welle ſetzen, wie z. B. Fig. 23 zeigt, ohne daß die Leitſchaufelkränze der unteren Turbinen für die Regelung unzugänglich werden, und dieſe kann durch Finkſche Drehſchaufeln (Fig. 24), d. h. durch um feſte Achſen drehbare Schaufeln des Leitrades geſchehen, die den Waſſerzufluß durch rundum gleichförmige Verengerung oder Erweiterung der Ausflußquerſchnitte des Leitrades verkleinern oder vergrößern und der

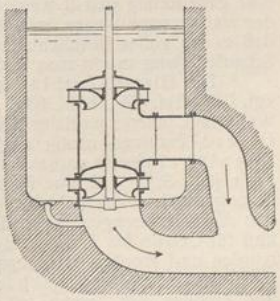


Fig. 23.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Regelung durch teilweiſes und ſymmetriſches Abſchließen der Leitradzellen oder durch Verändern der Zellenhöhe mittels Rundſchieber bei weitem vorzuziehen iſt. Aus dieſen Gründen werden in der Neuzeit, welche ſchnellaufende, gut geregelte Motoren, insbeſondere zum Betriebe elektriſcher Dynamos, fordert, von namhaften Firmen für Gefälle von $^3/_4$ bis 100 m ausſchließlich äußere Radialturbinen gebaut. Für ſehr hohe Gefälle können auch, um zu raſche Abnutzung zu vermeiden, ſogenannte Verbundturbinen (Fig. 25) mit Vorteil angewendet werden, die aus zwei oder mehr auf einer Welle ſitzenden, vom Waſſer nacheinander durchſtrömten Turbinen beſtehen. Das Gefälle wird dadurch in m Stufen geteilt, wovon auf jede der m Turbinen eine mit der vollen Waſſermenge wirkt, wodurch die ſonſt allzu hohe Umdrehungszahl im Verhältnis $\sqrt{m}:1$ verkleinert wird.

Um die Finkſchen Drehſchaufeln alle gleichzeitig zu bewegen, wird jede durch eine Gelenkſtange, wie in Fig. 24, oder durch ein Gleitſtück mit einem dem Leitradkranze konaxialen Ringe verbunden. Damit ſich dieſer Ring mit möglichſt geringer Reibung hin und her drehen läßt, müſſen zwei gleiche, parallele Kräfte mit diametral einander gegenüberliegenden Angriffspunkten auf ihn wirken. Zur Ausgleichung derſelben wird unter anderm der durch Fig. 26 ſchematiſch dargeſtellte Mechanismus angewendet.

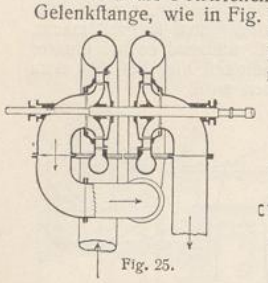


Fig. 25.

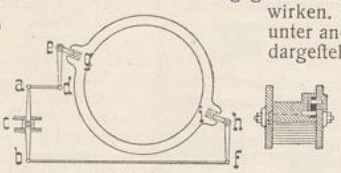


Fig. 26.



Fig. 24.

Der Mittelpunkt c eines gleicharmigen Hebels $a\,c\,b$ wird hin und her geſchoben und verteilt den Druck oder Zug gleichmäßig auf die mit feinen Enden verbundenen Stangen $a\,d$ und $b\,f$ ſowie auf die Winkelhebel $d\,e\,g$ und $f\,h\,i$, welche die gleiche Hebelüberſetzung haben.

Turbinenregulierungen zeigen die D.R.P. Nr. 3462, 5100, 6247, 9673, 10193, 10202, 10616, 10917, 10920, 11368, 16152, 20013, 38379, 45810, 45812, 53710, 56636, 62350, 62644, 66025, 75124, 75302, 75761, 86167, 86184, 87438, 91931, 96814, 98825, 99590, 103096, 103261, 117465, 125186, 125187, 126520, 129838, 133917, 142651, 144524, 148140, 148611, 150823, 181645. Wegen Turbinen vgl. D.R.P. Nr. 355, 547, 2007, 2371, 7544, 8989, 10618, 10661, 12077, 17601, 19368, 19416, 24538, 37436, 38266, 58386, 65303, 74771, 75342, 87852, 91006, 93653, 98894, 101145, 105537, 107146, 112257, 128265, 138838, 184953, 198174, 199625.

B. Partialturbinen.

Wollte man für eine ſehr geringe Waſſermenge und ein ſehr hohes Gefälle eine Turbine voll beaufſchlagen, ſo würden ihre Abmeſſungen ſo klein und ihre Umdrehungszahl ſo groß, daß auf Dauerhaftigkeit nicht zu rechnen wäre. In ſolchen Fällen gibt man daher dem Laufrade größere Abmeſſungen und beaufſchlagt es nur an einem Teile ſeines Umfanges. Aus dem früher Geſagten geht hervor, daß ſich nur Aktionsturbinen hierfür eignen; ſie können aber ſowohl Radialturbinen mit innerer oder äußerer Beaufſchlagung als auch Axialturbinen ſein und mit ſtehender oder liegender Welle angeordnet werden. Die Waſſerzuführung erfolgt durch eine Rohrleitung, bei der plötzliche Querſchnitts- und Richtungsänderungen zu vermeiden ſind. Im Leitapparat müſſen die Leitflächen, der großen Waſſergeſchwindigkeit wegen, geglättet ſein. Dieſer und der Laufkranz werden am beſten aus Kanonenmetall gefertigt. Um die Rückſchaufeln zu erſparen, läßt man Partialturbinen ſtets in freier Luft gehen. Der dadurch bedingte Gefällverluſt iſt im Vergleich zur Höhe des Gefälles unbedeutend. Bei nicht ſehr kleinen Waſſermengen beaufſchlagt man auch Partialturbinen ſymmetriſch. Sie können dann ähnlich konſtruiert werden wie die durch ringförmige Schieber regulierbaren Vollturbinen; da es aber bei der Regulierung nur auf die relative Stellung zwiſchen den Schiebern und Leitradſegmenten ankommt, kann man auch die erſteren in Form einer Platte mit zwei ſymmetriſchen Oeffnungen feſtſtellen und die Leitradſegmente hin und her drehen. Will man eine Partialturbine radial und ſymmetriſch von außen beaufſchlagen, ſo leitet man das Waſſer durch zwei Röhren nach beiden Seiten des Rades. Auch bei axialer ſymmetriſcher Beaufſchlagung kann das Zuleitungsrohr gabelförmig geteilt werden. In ſehr vielen Fällen aber begnügt man ſich, der Kleinheit der Waſſermenge wegen, mit einfeitiger Beaufſchlagung. Das Laufrad erhält eine ſolche Größe, daß es bei voller Beaufſchlagung die vier- bis achtfache Waſſermenge aufnehmen könnte. Die Schaufelteilung macht man klein, ſo daß das Rad 40—100 Schaufeln erhält.

Die Girard-Turbine hat als Partialturbine die mannigfaltigſte Anwendung gefunden; vgl. [18], Taf. 467, 637, 638, 647, 648, 1735, 1736. Auch als Radialturbinen mit liegender Welle und innerer partialer Beaufſchlagung nach Syſtem Schwamkrug ([10], S. 344) werden Girard-Turbinen häufig angewendet ([18], Taf. 1733, 1734). Das Tangentialrad von Zuppinger iſt eine partial von außen beaufſchlagte Radturbine mit vertikaler Welle ([10], S. 343). — In [28], S. 376, iſt eine ſymmetriſch beaufſchagte Turbine dieſer Art dargeſtellt, deren Regulierung durch ebene Schieber erfolgt, die längs der Leitſchaufeln bewegt werden können und den Auslauf verengen, wenn ſie gegen das Rad vorgeſchoben werden. Solche Tangentialräder ſind für Gefälle bis 175 m und Leiſtungen bis zu 200 PS. namentlich in der Schweiz ausgeführt worden und ergeben Wirkungsgrade von 65—72%.

Einſtrahlige Turbinen ſind als Unterabteilung der Partialturbinen zu betrachten und ergeben ſich, wenn bei ganz geringer Waſſermenge das Leitradſegment auf eine Zelle reduziert wird. Bei nicht ſehr großem Gefälle oder Waſſerdruck in der Zuleitungsröhre ſind

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſolche Turbinen nur als Kleinmotoren dienlich; bei ſehr großen Gefällen aber werden ſie auch für bedeutendere Leiſtungen angewendet.

Die Partialturbine Syſtem Benz (Fig. 27) hat eine horizontale Achſe, und die Beaufſchlagung erfolgt von innen wie bei dem Syſtem Schwamkrug. Das Waſſer tritt durch eine gekrümmte Zelle aus, deren Ausfluß ein durch Spindel und Wurmgetriebe verſchiebbares Kurvenſtück reguliert. Eine Turbine dieſer Art, von der Fürſtl. Fürſtenbergſchen Maſchinenfabrik Immendingen für 83 m Gefälle und 40 l Waſſer pro Sekunde ausgeführt, ergibt bei 280 Umdrehungen pro Minute 31,4 PS., alſo einen Wirkungsgrad von 71 % einſchließlich der Leitungswiderſtände.



Fig. 27.

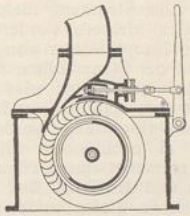


Fig. 28.

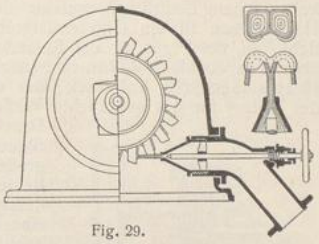


Fig. 29.

Die kleine Radialpartialturbine von H. Queva & Co. in Erfurt (Fig. 28) mit äußerer Beaufſchlagung, für einen Nutzeffekt von 2 PS. bei 35 m Gefälle oder 3,5 Atmoſphären Druck einer ſtädtiſchen Waſſerleitung konſtruiert, iſt in einem Kaſten eingeſchloſſen. Der Radkranz von 400 mm äußerem Durchmeſſer mit Schaufeln aus 2 mm ſtarkem Stahlblech iſt einſeitig an das Armkreuz befeſtigt, um in ſeinem Innern ein Gefäß aufzunehmen, welches das aus dem Laufrade ausſtrömende Waſſer auffängt und ſeitlich abfließen läßt. Das Waſſerzuleitungsrohr geht allmählich in die Form einer Leitradzelle über, deren Leitfläche feſtſteht, während die mit einer Kolbenführung verbundene gegenüberliegende Wand zum Zwecke der Regulierung durch einen Hebel mit Schubſtange verſchoben werden kann. — Bei den im übrigen ähnlichen Turbinen von Eſcher, Wyß & Co. in Zürich ſind die Laufradzellen durch eine am äußeren Umfange zugeſchärfte Mittelrippe halbiert. Dieſe ſind ſo geformt, daß der die Schärfe der Mittelrippe treffende Waſſerſtrahl ſich teilt und erſt ſeitwärts, dann rückwärts abgelenkt wird. — Auch bei dem in Amerika erfundenen und verbreiteten Peltonrad (Fig. 29, mit Angabe der Schaufelform rechts oben), das in Deutſchland von H. Breuer & Co. in Höchſt a. M. für Leiſtungen von 0,01 bis 56 PS. gebaut wird, teilt ſich der Waſſerſtrahl in dieſer Weiſe und wird nach rückwärts abgelenkt; doch ſtehen die Schneiden nahezu radial zwiſchen den Schaufeln und werden vom Waſſerſtrahl ſenkrecht getroffen. Dieſer aber entſtrömt einem Mundſtücke, das dem einer Spritze ähnlich iſt und zum Zwecke der Regulierung durch einen koniſchen Dorn verengt werden kann. Auf der Treadwell-Hütte in Alaska ſoll ein 7fußiges Peltonrad bei 150 m Gefälle und 0,3 cbm Waſſerzufluß rund 500 PS. liefern. Seine normale Mundſtückbreite beträgt 84 mm.

Zur **ſelbſttätigen Regulierung** von Waſſerrädern und Turbinen werden Zentrifugalregulatoren angewendet. Da aber die Verſtellung von Schützen oder Leitſchaufeln bedeutende Kraft erfordert, kann ſie nur vermittelſt eines durch ein Schaltwerk mit der von dem Waſſermotor betriebenen Transmiſſion verbundenen Vorgeleges oder vermittelſt einer kleinen Waſſerſäulenmaſchine bewirkt werden, welchen ſogenannten Servomotor der Zentrifugalregulator nur zu ſteuern hat.

So wie bei der Dampfmaſchine jeder Stellung der Regulatormuffe eine beſtimmte Oeffnung des Dampfeinlaſſes entſpricht, trifft man auch hier die Einrichtung ſo, daß der durch den Zentrifugalregulator in Gang geſetzte Servomotor wieder abgeſtellt wird, ſobald er die der Stellung des Regulators entſprechende Oeffnung der Leitzellen bewirkt hat. Dieſe Abſtellung wird durch die ſogenannte Nach- oder Rückführung bewirkt. Da bei mechaniſchen Regelungen größere Maſſen zu bewegen ſind, erfordern ſie 15—20 Sekunden Schlußzeit; hydrauliſche Regelungen dagegen erfordern nur 2 bis 4 Sekunden Schlußzeit und ſind auch weit einfacher, weshalb ſie jetzt vorzugsweiſe angewendet werden.

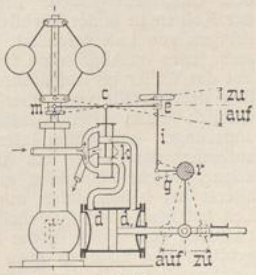


Fig. 30.

Ein Schema eines mittelbaren hydroſtatiſchen Turbinenreglers zeigt Fig. 30. Sobald die Umlaufszahl der Turbine über die ihrer Belaſtung entſprechende ſteigt, hebt ſich die Muffe *m* des Zentrifugalregulators, dreht den Hebel *m c e* um *e* und hebt den entlaſteten Steuerkolbenſchieber *k* des hydroſtatiſchen Servomotors, ſo daß Druckflüſſigkeit in den hinteren Raum *d* ſeines Zylinders gelangt, ſeinen Kolben vorſchiebt und die Regelwelle *r* ſo dreht, daß die Ausflußöffnungen des Leitrades der Turbine verengt werden. Mit der Regelwelle *r* dreht ſich der Arm *g* und bewirkt die Nach- oder Rückführung, indem er mittels der Stange *i* den Punkt *e* des Hebels *m c e* herabzieht, bis er den Kolbenſchieber *k* wieder in ſeine Mittelſtellung und damit den Hauptkolben zum Stillſtande gebracht hat. Die Geſtängeteile *m c e, i, g, r* und die Drehſchaufeln des Leitrades befinden ſich dann in derſelben Stellung, als ob die Regelwelle *r* bei feſtſtehendem Drehpunkte *c* direkt durch die Muffe *m* des Zentrifugalregulators gedreht worden wäre. Sinkt die Umdrehungszahl der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Turbine dagegen unter die ihrer Belaſtung entſprechende, ſo findet die Regelung auf gleiche Weiſe in umgekehrtem Sinne ſtatt. Durch das Handrad bei *e* kann dieſes Ende des Hebels *m c e* an der Stange *i* auf und nieder geſchraubt werden. In letzterem Falle erfolgt das Abſtellen des Servomotors bei höherer Stellung der Muffe *m*, alſo bei größerer Umdrehungszahl. Hierdurch kann alſo die Regelung auf beſtimmte Umdrehungszahlen der Turbine eingeſtellt werden.

Erſcheint bei größerem Durchmeſſer des Steuerkolbens die Reibung desſelben noch zu groß, um ihn direkt durch den Zentrifugalregulator bewegen zu laſſen, ſo wendet man hierfür nochmals indirekte Steuerung an, indem man den Steuerſchieber des Hauptkolbens durch einen zweiten Arbeitskolben (Zwiſchenkolben) bewegt und nur die Steuerung dieſes kleinen Zwiſchenkolbens dem Zentrifugalregulator überläßt. Eine Steuerung dieſer Art zeigt z. B. Fig. 31. Der Hauptkolben iſt ein Differentialkolben, deſſen kleinere Vorderfläche immer unter Volldruck ſteht. In der Figur iſt der Steuerkanal des Hauptkolbens von dem Steuerkolben *b* bedeckt, über dem ebenfalls Volldruck herrſcht. Wird der Steuerkolben *b* geſenkt, ſo erhält die hintere Hauptkolbenfläche Volldruck, der den Kolben vorſchiebt; wird er dagegen gehoben, ſo wird der Ablauf für das gebrauchte Waſſer hinter dem Hauptkolben frei und dieſer wird durch den Druck auf ſeine ringförmige Vorderfläche zurückgeſchoben. Der Steuerkolben iſt nach oben mit einem Zwiſchenkolben von größerem Durchmeſſer durch einen kräftigen Schaft verbunden. Beide Kolben und der Schaft ſind zentral durchbohrt. Die Preßflüſſigkeit zwiſchen dieſen beiden Kolben gelangt durch die mit einer Stellſchraube zu regelnde Oeffnung *a* und den Kanal *c* auch auf die größere obere Fläche des Zwiſchenkolbens und drückt ihn herab, wenn die durch die Kolben gehende zentrale Bohrung verſchloſſen iſt; wird ſie aber allmählich geöffnet, ſo nimmt der Druck auf die obere Fläche des Zwiſchenkolbens mehr und mehr ab. Iſt er um das Gewicht der Kolben geringer als der Druck auf die Differenz der Ringflächen des Zwiſchen- und des Steuerkolbens, ſo bleiben die Kolben in der Schwebe, und wird er noch geringer, ſo heben ſie ſich. Das Oeffnen und Schließen der zentralen Bohrung erfolgt durch das kegelförmige Ende des durch den Zentrifugalregulator bewegten Stängchens *s*, und aus dem Geſagten folgt, daß die Kolben immer in die Schwebeſtellung, d. h. in eine und dieſelbe Entfernung von dem Ende des Stängchens *s* zurückzukehren ſtreben, wenn dieſe durch den Zentrifugalregulator vergrößert oder verkleinert worden war. Sie bewegen ſich alſo, von minimalen Schwankungen abgeſehen, ebenſo, als ob ſie mit dem Stängchen *s* feſt verbunden wären, ſo daß hier die Nach- oder Rückführung auf die gleiche Weiſe zu erfolgen hat, wie bei der vorher beſchriebenen Regelung.

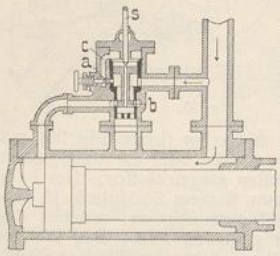


Fig. 31.

Bezüglich ſolcher Regulierungen verweiſen wir auf die Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1891, S. 891; 1896, S. 1231, 1278; 1900, S. 1113, 1348; den Proſpekt über Turbinen der Firma J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz und die D.R.P. Nr. 2461, 82215, 82480, 85708, 89483, 96814, 98825, 118733, 136003, 140560, 141713, 143795, 193319, ferner bezüglich Partialturbinen auf D.R.P. Nr. 868, 3896, 12314, 36211, 59193, 60303, 72932, 87224, 93654, 97990, 101767, 107419, 120128, 122732, 132769, 132771, 181449.

Zur Beſtimmung der für ein gegebenes Gefälle und einer gegebenen Waſſermenge geeigneten Turbinenart, der Hauptabmeſſungen der Turbine, der Einzelteile, der Kanäle, Schützen, Rohre und Schieber ſowie zur Berechnung der Schwungmaſſen und der in den einzelnen Teilen auftretenden Widerſtände bedient man ſich mit beſonderem Vorteile des Hollſchen Rechenſchiebers [69].

IV. Waſſerſäulenmaſchinen.

Waſſerſäulenmaſchinen haben als Rezeptor einen Treibkolben, der durch den Druck des von einem höheren Orte in geſchloſſenem Einfallrohre zufließenden Waſſers in einem Treibzylinder bewegt wird. Dieſe Bewegung muß eine hin und her gehende ſein, und die Uebertragung der Waſſerkraft auf den Treibkolben erfolgt in der Weiſe, welche Eingangs als die achte Art bezeichnet und beſchrieben worden iſt. Hat das Druckwaſſer den Kolben einmal hin oder her geſchoben, ſo tritt es durch ein Abfallrohr aus und gelangt in einen Abflußkanal oder Unterwaſſergraben. Liegt die Mündung des Abfallrohres um höchſtens 9,8 m tiefer als der Kolben in ſeiner höchſten Stellung und iſt durch Eintauchen ins Unterwaſſer vor dem Eindringen von Luft geſchützt, ſo wirkt nicht nur das Waſſer im Einfallrohre drückend, ſondern auch jenes im Abfallrohre ſaugend auf den Kolben; liegt ſie dagegen höher als der Zylinder, ſo übt das Waſſer im Abfallrohre einen Gegendruck auf den Kolben aus, ſo daß der wirkſame Druck ſtets dem Gefälle vom Ober- bis zum Unterwaſſerſpiegel entſpricht. Da das Waſſer ſehr wenig elaſtiſch iſt und verhältnismäßig große Maſſe oder Trägheit beſitzt, müſſen raſche Geſchwindigkeitsänderungen bei Waſſerſäulenmaſchinen vermieden werden, um Stöße zu verhüten, und da außerdem der Kolben am Anfange und Ende jedes einfachen Hubes zur Ruhe kommen muß, können ſolche Maſchinen nur mit geringer Geſchwindigkeit arbeiten. Waſſerſäulenmaſchinen älterer Art haben daher nur etwa 0,3 m Kolbengeſchwindigkeit in der Sekunde. In neuerer Zeit hat man durch Einſchaltung von Windkeſſeln nahe beim Treibzylinder elaſtiſche Luftpuffer zwiſchen dem Waſſer in der Leitung und der verhältnismäßig geringen Waſſermenge im Zylinder gebildet und dadurch etwa eine doppelt ſo große Geſchwindigkeit ermöglicht. Die Waſſergeſchwindigkeit in den Leitröhren wird zweckmäßigerweiſe nicht größer als 1 m genommen.

Einfach wirkende Waſſerſäulenmaſchinen müſſen ſtehende Zylinder haben, die oben offen ſein können, weil das nur unten eintretende Druckwaſſer den Kolben nur hebt und dieſer durch ſein Gewicht und das des Geſtänges wieder herabſinkt. Liegt der Unterwaſſerſpiegel bei ſolchen Maſchinen um höchſtens 9 m tiefer als der Zylinder und taucht die Mündung

des Abfallrohres hinein, ſo ſind ſie inſofern nicht einfach wirkend, als das Waſſer im Abfallrohre beim Kolbenniedergange ziehend wirkt. Da dieſer Zug während des Kolbenniederganges abnimmt und der Druck des Oberwaſſers beim Steigen des Kolbens ebenfalls geringer wird, iſt die auf den Kolben wirkende Kraft nicht gleichmäßig, wenn nicht beſondere Vorkehrung zur Ausgleichung getroffen wird.

Bei doppelt wirkenden Maſchinen iſt der Zylinder, der eine beliebige Lage haben kann, an beiden Enden geſchloſſen; das Druckwaſſer wird abwechſelnd an beiden Enden eingelaſſen, während an dem jeweils gegenüberliegenden der innere Zylinderraum mit dem Abfallrohre in Verbindung ſteht.

Der Mechanismus, der die Ein- und Ausſtrömungsöffnungen rechtzeitig und allmählich öffnet und ſchließt, heißt die Steuerung, das von dieſer nach dem Zylinder führende Rohr das Gurgelrohr. Die Steuerung kann durch Kolben, Schieber, Ventile oder Hahnen bewirkt werden. Wegen des hohen Waſſerdruckes müſſen die Steuerorgane entlaſtet werden, was bei Steuerkolben am leichteſten zu erreichen iſt. Bei ſogenannten Hubmaſchinen, d. h. Maſchinen, deren Kolbenbewegung einfach durch ein Geſtänge direkt und unverändert auf die Arbeitsmaſchine (z. B. eine Schachtpumpe) übertragen wird, können die Steuerungsorgane nicht vom Triebkolben bewegt werden, weil mit dem Abſchluſſe der Einſtrömung am Ende des Kolbenhubes die ganze Maſchine ſtillſtehen würde; ihre Bewegung kann nur indirekt durch den Kolben veranlaßt werden, indem er ein ſie bewegendes Relais in Gang ſetzt. Meiſt dient als ſolches eine kleine Hilfswaſſerſäulenmaſchine, deren Steuerung, die ſogenannte Vorſteuerung, vom Hauptkolben bewegt wird. Bei Rotationsmaſchinen dagegen, bei denen die hin und her gehende Bewegung des Kolbens zunächſt in die drehende einer Schwungradwelle umgewandelt wird, kommt dieſe nicht mit dem Treibkolben zur Ruhe und kann daher die Steuerungsorgane vermittelſt Exzenter u. dergl. bewegen. Der Wirkungsgrad der Waſſerſäulenmaſchinen kann bei möglichſter Vermeidung von Waſſerverluſten und geringem Waſſerverbrauche der Hilfsmaſchine zur Bewegung der Steuerung auf etwa 78 bis 82% geſchätzt werden.

Bei der Waſſerſäulenmaſchine von Ph. Mayer (D.R.P. Nr. 313, 8939), wovon Fig. 32 die weſentlichſten Teile zeigt, erfolgt die Steuerung durch einen von der Schwungradwelle mit Exzenter bewegten Schieber, der genau zwiſchen den Schieberſpiegel und eine den Schieber entlaſtende verſtellbare Deckplatte paßt. Die aus der Figur erſichtlichen Ausſparungen in dieſer Deckplatte bieten den Vorteil, daß bei einer Entfernung x des Schiebers von ſeiner Mittellage eine Durchlaßweite $= 2x$ frei wird. Das Einfallrohr a geht unten um die Mitte des Treibzylinders und mündet in der mittleren Oeffnung des Schieberſpiegels, worüber der Hauptwindkeſſel b angeordnet iſt. Die in ihm enthaltene Luft hat die in der Einfallröhre herrſchende Spannung und verhindert diejenigen Stöße, die beim Oeffnen und Schließen der Einſtrömung entſtehen können. Die Zylinder haben an jedem Ende Erweiterungen, deren oberer Teil $d\,d_1$ zuſammen mit den aufgeſetzten kugelförmigen Gehäuſen e und e_1 Expanſionswindkeſſel bilden, wovon jeweils der auf der Einſtrömſeite befindliche, bei Beendigung des Kolbenhubes mit Luft von der in der Abfallröhre herrſchenden Spannung gefüllt iſt, und welche eine ſolche Größe haben, daß dieſe Luft beim Kolbenrückgange, nachdem die Ausſtrömung infolge der Schieberüberdeckung vor Beendigung des Kolbenhubes geſchloſſen iſt, bis zu der in der Einfallröhre herrſchenden Spannung komprimiert wird. Iſt beim Hingange des Kolbens die Einſtrömungsperiode ebenſo groß, wie die Ausſtrömungsperiode war, ſo expandiert nach erfolgtem Abſchluſſe die Luft, bis ſie bei Beendigung des Hubes die in der Abfallröhre herrſchende Spannung wieder erlangt, und gibt die Arbeit, die zu ihrer Kompreſſion aufgewendet wurde, wieder ab. Auf dieſe Weiſe wird daher ermöglicht, die Schieber ohne Nachteil mit Ueberdeckung arbeiten zu laſſen.

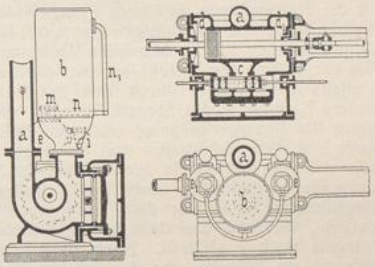


Fig. 32.

Waſſerſäulenmaſchinen, die für Steuerkolben oder -ſchieber mit Ueberdeckung konſtruiert ſind, eignen ſich auch für variable Leiſtungen beſſer als ſolche ohne Expanſionswindkeſſel und ohne Schieber- oder Kolbenüberdeckung. Bei der Waſſerſäulenmaſchine von Ph. Mayer iſt aber die Größe der Expanſionswindkeſſel vom Füllungsgrade abhängig, wenn die zur Luftkompreſſion aufgewendete Arbeit vollſtändig wieder gewonnen werden ſoll, und dies kann daher nicht mehr vollſtändig der Fall ſein, wenn bei gegebener Größe der Windkeſſel der Füllungsgrad der Maſchine verändert wird. Man pflegt die Größe der Expanſionswindkeſſel e und e_1 (Fig. 32) für den größten Füllungsgrad zu berechnen; für kleinere Füllungsgrade reichen ſie dann nicht aus, und deshalb bringt man ſeitlich ein Luftventil i und oben ein Druckventil m an, das durch eine Rohrleitung $n\,n_1$ mit dem oberen Teile des Hauptwindkeſſels verbunden iſt. Wird durch früheren Abſchluß der Einſtrömung die Saugperiode verlängert und die Luft im Expanſionswindkeſſel mehr verdünnt, ſo tritt atmoſphäriſche Luft durch das Saugventil i ein, und bei der darauffolgenden verlängerten Kompreſſion wird der Ueberſchuß in den Hauptwindkeſſel gepreßt. — Soll variable Leiſtung von Rotationswaſſerſäulenmaſchinen durch Veränderung der Hublänge erreicht werden, ſo muß die Entfernung des Kurbelzapfens von dem Achſenmittel veränderlich ſein. Größere Maſchinen dieſer Art baut F. Helfenberger in Rorſchach; vgl. D.R.P. Nr. 12018, 53657 und 4635, 76903.

Die Waſſerſäulenmaſchine als **Kleinmotor** wird vorzugsweiſe als Rotationsmaſchine mit doppelt wirkendem, oſzillierendem Zylinder gebaut, weil ſie aus dem Bedürfnis entſtanden iſt, Hochdruckwaſſerleitungen in Städten vermittelſt möglichſt einfacher Motoren dem Klein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewerbe dienſtbar zu machen. Sie ſind kleinen Partialturbinen für dieſen Zweck vorzuziehen, weil ſie mit geringerem Waſſerverluſte arbeiten. Ihre Kolbengeſchwindigkeit beträgt 0,6 m und mehr. Ihre Anlage und ihr Betrieb wird um ſo billiger, je höher der Druck des Einfallwaſſers iſt. Nur der hohe Waſſerzins, der in vielen Städten erhoben wird, ſteht ihrer allgemeineren Verbreitung entgegen.

A. Schmids Motor (Fig. 33), vielleicht der verbreitetſte derartige Kleinmotor, hat einen um zwei maſſive, auf der Mitte der Zylinderachſe ſenkrecht ſtehende Zapfen oſzillierenden, liegenden Zylinder *a*, unten mit einem Schieberſpiegel verſehen, der nach einem Kreisbogen gekrümmt iſt, deſſen Mittelpunkt in der Achſe der Drehzapfen des Zylinders liegt. Der Schieberſpiegel iſt auf eine ebenſo gekrümmte Fläche des mit dem Geſtelle vereinigten Steuerkaſtens *b* aufgeſchliffen, woran das Ein- und Abfallrohr ſich ſo anſchließen, daß das Einfallwaſſer durch die mittlere Oeffnung des Steuerkaſtens in den Zylinder tritt und das Abfallwaſſer durch die ſeitlichen Oeffnungen desſelben ausfließt. Das Einfallrohr kommuniziert mit einem dicht bei dem Zylinder ſtehenden Windkeſſel *f*. Die Zylinderzapfen ſind in zwei einarmige Hebel *c* gelagert, deren eines Ende das Schwungradlager ſo umſchließt, daß es als Drehpunkt des Hebels dient, während die beiden andern Enden durch eine Traverſe *d* verbunden ſind. Dieſe kann durch die Mutter einer unten im Geſtelle befeſtigten Schraube *e* niedergedrückt und dadurch dichter Anſchluß des Schieberſpiegels an den Steuerkaſten erzielt werden. Da aber deſſen Radius und folglich die hier zu verrichtende Reibungsarbeit verhältnismäßig groß iſt, arbeitet die Maſchine vorteilhafter, wenn noch ein wenig Druckwaſſer zwiſchen den Gleitflächen entweichen kann. Bei einer 1872 von der ſtädtiſchen Baubehörde in Zürich ausgeſchriebenen Konkurrenz zeichnete ſich der Schmidſche Motor durch den größten Wirkungsgrad von 80—90 % aus. Er machte 150—180 Umdrehungen in der Minute und konnte etwa 1½ PS. abgeben.

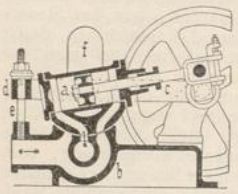


Fig. 33.

Kröbers Waſſerſäulenpumpe (Fig. 34), D.R.P. Nr. 14760, iſt eine der Schmidſchen ähnliche Waſſerſäulenmaſchine, die einen Teil ihres Einfallwaſſers zu einem Orte hinaufdrückt, der höher liegt als derjenige, wovon es herkommt. Sie unterſcheidet ſich von der Schmidſchen dadurch, daß der Steuerkaſten am hinteren Zylinderende angebracht iſt, und die Drehzapfen ihm ſo nahegerückt ſind, daß der Krümmungsradius der Schieberfläche und die zu ihrer Bewegung erforderliche Reibungsarbeit entſprechend vermindert werden. Ferner iſt die Kolbenſtange zu einem Plungerkolben verdickt, der vor dem Treibkolben nur einen ringförmigen Raum frei läßt, deſſen Querſchnitt je nach der zu hebenden Waſſermenge ein Zehntel bis ein Drittel des Treibkolbenquerſchnittes beträgt. Das Einfallwaſſer gelangt durch den Rohrſtutzen *a* und die innere Kammer *b* des Steuerkaſtens in die mittlere Oeffnung des Schieberſpiegels, während deſſen untere Oeffnung mit dem Abfallrohr *c* und die obere mit dem Steigrohr *d* kommuniziert. In der abgebildeten Stellung gelangt dann das Einfallwaſſer durch den Zylinderkanal *e* in den ringförmigen Raum vor dem Treibkolben und ſchiebt ihn mit verhältnismäßig geringer Kraft zurück, während das dahinter befindliche Waſſer durch die untere Oeffnung des Schieberſpiegels nach *c* abfließt. Nach Beendigung des Kolbenrückganges tritt die untere Schieberöffnung im Zylinder vor die mittlere des Steuerkaſtens, das Einfallwaſſer ſchiebt daher den Kolben mit voller Kraft vorwärts und drückt das in dem ringförmigen Raume vor dem Kolben befindliche Waſſer durch den Kanal *e* in das Steigrohr *d*. Dieſe Maſchinen ſind für ſtarke Quellen (bis zu 10 l in der Sekunde) bei größerem Betriebsgefälle vorzüglich geeignet und ergeben Wirkungsgrade von 72—80 %.

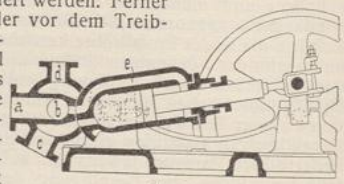


Fig. 34.

Bezüglich Waſſerſäulenmaſchinen vgl. man ferner: D.R.P. Nr. 1155, 1544, 1831, 2121, 3213, 3967, 4026, 4261, 5015, 5199, 6006, 6399, 6647, 6999, 7257, 7274, 7927, 9024, 9570, 9683, 9775, 10311, 10335, 10905, 11931, 13355, 13742, 14520, 16968, 17983, 18490, 19363, 28135, 29075, 37269, 39082, 39897, 41265, 41286, 43352, 46190, 46336, 48723, 49968, 51192, 51406, 53686, 54530, 54575, 54945, 56249, 60114, 63493, 66352, 68867, 71234, 72931, 74316, 76480, 86684, 87376, 97315, 116722, 122077, 142652, 143961, 146043, 167870, 199969.

Literatur: [1] Redtenbacher, Theorie und Bau der Waſſerräder, Theorie und Bau der Turbinen, Mannheim 1860. — [2] Rittinger, Theorie und Bau der Rohrturbinen, Prag 1861. — [3] Werner, R. R., Theorie der Turbinen, Berlin 1869. — [4] Girardin, M. H., Théorie des moteurs hydrauliques, Paris 1872. — [5] Redtenbacher, Refultate, herausgegeben von Grashof, Heidelberg 1875. — [6] Valet, Prinzipes de la construction des turbines etc., Paris 1875. — [7] Callon, Cours de la construction des machines hydrauliques, Paris 1875. — [8] Richelmy, Intorno alle turbine a distribuzione parziale, Turin 1875. — [9] Rühlmann, M., Allgemeine Maſchinenlehre, Bd. 1, Braunſchweig 1875. — [10] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Teil, 2. Abt., Braunſchweig 1883—87. — [11] Fink, C., Theorie und Konſtruktion der Turbinen, Berlin 1877. — [12] v. Reiche, Geſetze des Turbinenbaues, Berlin 1877. — [13] Benetti, J., Teoria dei motori hydraulici, Padua 1877. — [14] Kofak, G., Katechismus der Einrichtung und des Betriebs der Motoren für Kleininduſtrie, Wien 1877. — [15] Hell, P., Die wichtigſten Kleinkraftmaſchinen, Berlin 1878. — [16] Lehmann, J. C. B., Ueber Turbinen, deren Konſtruktion u. ſ. w., Berlin 1879. — [17] Muſil, A., Bericht über die Weltausſtellung in Paris, die Motoren des Kleingewerbes, Wien 1879. — [18] Uhlands Skizzenbuch f. d. prakt. Maſchinenkonſtrukteur, Bd. 7, Leipzig 1878—90. — [19] Towbridge, W. P., Turbine Wheels, theoretical

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

investigation, New York 1879. — [20] Uhland, W. H., Handbuch des praktiſchen Maſchinenkonſtrukteurs, Bd. 1, 2. Abt., Leipzig 1880—86. — [21] Hoſemann, P., Ueber Kleinkraftmaſchinen, Berlin 1881. — [22] Bork, F. W., Die Kraftmaſchinen für das Kleingewerbe, Berlin 1881. — [23] Fleiſcher, E., Der Hydromotor u. die Phyſik des Hydromotors, Kiel 1882. — [24] Caligny, A., Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, Paris 1883. — [25] Bach, C., Die Waſſerräder, Stuttgart 1886. — [26] Knoke, J. O., Die Kraftmaſchinen des Kleingewerbes, 2. Aufl., Berlin 1899. — [27] Herrmann, Graphiſche Theorie der Turbinen und Kreiſelpumpen, 2. Aufl., Berlin 1900. — [28] Böck, R., Waſſermotoren, in Karmarſch u. Heerens, Technologiſches Wörterbuch, bearbeitet von Kick u. Gintl, Prag 1889. — [29] Grashof, F., Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 3, Kraftmaſchinen, Hamburg 1890. — [30] Ludewig, H., Allgemeine Theorie der Turbinen, Berlin 1890. — [31] Clauſſen, E., Die Kleinmotoren, Berlin 1891. — [32] Reifer, J., Einfache Berechnung der Turbinen, Zürich 1892. — [33] H. Queva & Co., Turbinenbau, Berlin 1892. — [34] Buchetti, Les moteurs hydrauliques actuels, 2. Aufl., Paris 1902. — [35] Lavergne, Les turbines, 2. Aufl., Paris 1904. — [36] Die Knopturbine von Briegleb, Hanſen & Co., Gotha 1893. — [37] Linnebrügge, Berechnung und Bau der Radialturbinen, Hamburg 1894. — [38] Biorling, Water or hydraulic motors, London 1894. — [39] Bodmer, Hydraulic motors: turbines and pressure engines, 2. Aufl., London 1902. — [40] Box, Practical hydraulics, London 1895. — [41] De Volson Wood, Theory of turbines, New York und London 1895. — [42] Chaudy, Machines hydrauliques, Paris 1896. — [43] Lefèvre, Les moteurs, Paris 1896. — [44] Präſil, Die Turbinen und deren Regulatoren auf der ſchweiz. Landesausſtellung in Genf 1896, Zürich 1897. — [45] Meißner, Die Hydraulik und hydraul. Motoren, 2. Aufl., neu bearbeitet von Hederich u. Nowak, Bd. 2, Jena 1897. — [46] Blaine, Hydraulic machinery, London 1897. — [47] Perdoni, Idraulica, Mailand 1897. — [48] Schulte, Wirkungsweiſe des Waſſers im Laufrade der Turbine, Berlin 1897. — [49] Bayrich, Berechnung und Ausführung der Waſſerräder, Hildburghauſen 1898. — [50] Muſil, Die Motoren für Gewerbe und Induſtrie, 3 Aufl. von „Die Motoren für die Kleingewerbe", Braunſchweig 1898. — [51] Henne, Die Waſſerräder und Turbinen, 2. Aufl. von Neumanns „Hydrauliſche Motoren", Weimar 1898. — [52] Zeuner, G., Vorleſungen über Theorie der Turbinen, Leipzig 1899. — [53] Keßler, J., Berechnung und Konſtruktion der Turbinen, Hildburghauſen 1899. — [54] Vigreux, Ch., Turbines centripètes et Turbines mixtes, Paris 1899. — [55] Brauer, E. A., Grundriß der Turbinentheorie, Leipzig 1899. — [56] Marks, G. Groydon, Hydraulic power engineering, London 1901. — [57] Hederich, H., Die hydrauliſchen Motoren (ausſchließlich Turbinen und Waſſerräder), Jena 1899. — [58] Henriotte, J., Turbines hydrauliques, pompes et ventilateurs centrifuges, Paris 1900. — [59] Innes, Ch., The centrifugal pumps, turbines and water motors, 3. Aufl., Mancheſter 1902. — [60] Reichel, E., Der Turbinenbau auf der Weltausſtellung in Paris, Berlin 1902. — [61] Eſcher, R., Die Schaufelung der Francis-Turbinen, Zürich 1903. — [62] Graf, O., Theorie, Berechnung und Konſtruktion der Turbinen, München 1904. — [63] Robinſon, H., Hydraulic power and hydr. machinery, 3. Aufl., London 1904. — [64] Bauersfeld, W., Die automatiſche Regulierung der Turbinen, Berlin 1905. — [65] Wagenbach, W., Neuere Turbinenanlagen, Berlin 1905. — [66] Pfarr, A., Die Turbinen für Waſſerbetrieb, Berlin 1907. — [67] Thomann, R., Die Waſſerturbinen, ihre Berechnung und Konſtruktion, Stuttgart 1908. — [68] Kaplan, V., Bau rationeller Francisturbinenlaufräder, München u. Berlin 1908. — [69] Holl, P., Der Turbinenrechenſchieber und ſeine Anwendung zur Projektierung von Waſſerkraftanlagen, Berlin 1908. — Zahlreiche Mitteilungen finden ſich auch in der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., dem Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. u. ſ. w. *Th. Beck.*

Waſſernaſe, ſ. Waſſerſchlag.

Waſſerpolſter, ſ. v. w. Waſſerkiſſen (ſ. d.).

Waſſerquerſchnitt, ſ. Querprofil der Flüſſe und Kanäle.

Waſſerräder, ſ. Waſſermotoren, S. 855.

Waſſerrecht, die Geſetze und Vollzugsverordnungen über Eigentum, Benutzung und Schutzvorkehrungen am Waſſer.

Die Beſtimmungen weichen in den verſchiedenen Kulturſtaaten ſehr voneinander ab; ſie umfaſſen im allgemeinen — abgeſehen von privatrechtlichen Verhältniſſen — die Benutzung und Unterhaltung der ſogenannten öffentlichen Gewäſſer, die Fiſcherei und Flößerei, den Hochwaſſerſchutz und die Schiffahrt auf Flüſſen und Kanälen. Die moderne Rechtsauffaſſung drängt dahin, alle ſtändig fließenden Gewäſſer für öffentliche zu erklären, alſo zu dem ſchon vom römiſchen Recht eingenommenen Standpunkte, jedes Privateigentum an ſolchen Gewäſſern auszuſchließen. Durchgeführt iſt aber dieſe Auffaſſung bis jetzt in vollkommener Weiſe nirgends; ebenſowenig iſt der Tatſache, daß Quellen und Grundwaſſerſtrömungen integrierende Beſtandteile der fließenden Waſſerwelle und daß auch die Binnenſeen fließende Gewäſſer ſind, Rechnung getragen. Das Deutſche Reich hat nach Art. 65 des Einführungsgeſetzes zum Bürgerlichen Geſetzbuch das Waſſerrecht den landesgeſetzlichen Vorſchriften der einzelnen Bundesſtaaten überlaſſen; bis jetzt beſtehen beſondere, kodifizierte Waſſergeſetze in Baden [1], Bayern [2], Braunſchweig [3], Elſaß-Lothringen [4], Heſſen [5], Sachſen (Königreich) [6], Sachſen-Meiningen [7], Sachſen-Weimar [8], Württemberg [9]. Der im Königreich Preußen 1894 aufgeſtellte Entwurf iſt bis jetzt noch nicht verabſchiedet. In Oeſterreich beſtehen das Reichsgeſetz vom 30. Mai 1869, betreffend die der Reichsgeſetzgebung vorbehaltenen Beſtimmungen des Waſſerrechts, und daneben 17 Landesgeſetze aus den Jahren 1870—75.

Literatur: [1] Badiſches Waſſergeſetz vom 26. Juni 1899. — [2] Geſetze vom 28. Mai 1852, die Benutzung des Waſſers, die Bewäſſerungs- und Entwäſſerungsunternehmungen zum Zweck der Bodenkultur, den Uferſchutz und den Schutz gegen Ueberſchwemmungen betreffend. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[3] Waffergefetz vom 20. Juni 1876. — [4] Gefetz vom 2. Juli 1891, betreffend Wafferbenutzung und Wafferfchutz, vom 21. Juni 1865, betreffend Syndikatsgenoffenfchaften; vom 17. April 1899 (Ausführungsgefetz zum Bürgerl. Gefetzbuch). — [5] Gefetze vom 14. Juni 1887, vom 30. Juli 1887 und vom 30. September 1899. — [6] Gefetz vom 12. März 1909, Ausführ.-Verordnung vom 21. September 1909. — [7] Gefetz vom 6. Mai 1872, die Benutzung und die Behandlung der Gewäffer betreffend. — [8] Gefetz vom 16. Februar 1854 und Gefetzesnachtrag vom 21. Mai 1872. — [9] Waffergefetz vom 1. Dezember 1900. S. a. Strafrecht, S. 336.

Wafferreinigung, die Befreiung des Waffers von Zumifchungen, welche für die weitere Verwendung desfelben unerwünfcht find.

Die Reinigung ftädtifcher Abwaffer f. unter Kläranlagen, Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer und Flußverunreinigung; jene der Abwaffer im Bergbau f. Klärung der Waſchwaſſer; vgl. a. Abwaſſer und [1], ferner Ablagerungsbaſſin, Filter, Filterpreſſen und Keſſelſteinmittel. Die Entfernung der Suspenſionen erfolgt durch Klärbaſſins und Filter (f. d. und [2], S. 340–345); im folgenden foll deshalb nur die Wafferreinigung für gewerbliche Zwecke befprochen werden.

Die Entfernung des Eifens fowie der Kalk- und Magnefialöfungen aus dem Waffer ift dringend geboten bei Dampfkeffelfpeifungen (f. Keſſelreinigung, Keſſelſpeiſewaſſerreiniger, Keſſelſtein, Keſſelſteinmittel). Zerftörend auf die Keffelbleche wirkt die Anwefenheit von Ammoniakfalzen, zerlegbaren Fetten, Kohlenfäure, Luft, Humusfäure, Chlormagnefium u. f. w.; Petroleumzufatz (vgl. D.R.G.M. Nr. 73989) ift zur Abbröckelung von Keffelfteinfchichten zwar dienlich, aber wegen entftehender Wärmeftauungen gefährlich. — Bei der Bleicherei, Druckerei, Färberei, Papierfabrikation, Tuchfabrikation, bei Wafchanftalten u. f. w. ift die Härte des Waffers (f. S. 840) ebenfalls fchädlich, noch mehr der Roftflecken erzeugende Eifengehalt. Befonders beim Färben verhindern die Kalk- und Magnefiafalze das gleichmäßige Angehen der Farbftoffe. Beim Entfetten und Wafchen der Wolle bilden fich aus kalkhaltigem Waffer Kalkfeifen auf den Fafern, welche die Färbung erfchweren; auch wird durch Bildung von fettfauerm Calcium und Magnefium ein Teil der Seife unwirkfam gemacht, was befonders bei Wafchanftalten und bei der Papierfabrikation (Zerfetzung der Harzfeife) empfindlich ift. Bei der Leimfabrikation ift weiches, eifenfreies Waffer unbedingt erforderlich, ebenfo in Stärkefabriken, Brennereien, Glasfabriken u. f. w. — Harte Waffer find nur in der Seidenfabrikation, in der Lederfabrikation zum Schwellen der Häute, bei der Malzbereitung, in der Brauerei und als Trinkwaffer benutzbar; indeffen ift auch in diefen Fällen der Eifengehalt ſtets fchädlich. Waffer, welches Nitrate, Alkalikarbonate und Sulfate enthält, eignet fich nicht zur Zuckerfabrikation; auch bei der Tonwarenfabrikation foll das Waffer frei fein von Sulfaten und Chloriden. — Ammoniak- oder fchwefelwafferftoffhaltige, mit übermäßig viel organifcher Subftanz oder faulenden Stoffen beladene und gefärbte Waffer find für Gewerbebetrieb und Wafferverforgung unbrauchbar. Zur **Entfernung von Säuren** aus Gebrauchswäffern hat Wehner-Frankfurt a. M. ([2], S. 353) die Vakuumrieſelung empfohlen und in der neueren Zeit praktifch ausgebildet.

Eifen entfernt man aus dem Waffer durch Oxydation des im Waffer gelöften Eifenoxyduls zu unlöslichem Eifenoxydhydrat; fie erfolgt zum Teil von felbft, wenn das Waffer in feichten Kanälen geleitet wird, durch das Entweichen der Kohlenfäure und Berührung mit der atmofphärifchen Luft. Die Ausfcheidung des Eifens erfolgt auch durch Erwärmung und kann dadurch befchleunigt werden, daß man entweder nach Oeſten [3] das Waffer mittels Regenbraufen mit der Luft in Berührung bringt oder nach Piefke [4] durch Regenbraufen über ein Koksfilter ergießt, wobei es mit großen Flächen in Berührung tritt, auf welchen fich die Zerfetzung des Eifenoxyduls unter Einwirkung von Luft rafch vollzieht. In beiden Fällen wird der Niederfchlag (Eifenoxydhydrat) in Filtern zurückgehalten, unter welchen dann reines, eifenfreies Waffer abfließt; Näheres f. [5]. Ein weiteres Verfahren haben Deſeniß und Jacobi-Hamburg und Darapsky ([2], S. 350) ausgebildet, bei welchem die Beluftung des Waffers im gefchloffenen Waffer ſtrom erfolgt. Vgl. a. D.R.P. Nr. 114709, 115519, 125395, 126808, 141278, 142929, 145797, 148404, 153472, 154792, 168631, 179417, 180687 u. f. w. Die meiften der unten für Entfernung der Kalkfalze arbeitenden Firmen ſtellen auch Enteifenungsanlagen her.

Die **Entfernung der Kalkfalze** aus dem Waffer erfolgt meift durch kohlenfaures Natron (Soda) und Kalkmilch (Kalkwaffer); mit erfterem fällt man die an Säuren gebundenen Kalkfalze, mit letzterer die Bikarbonate des Kalkes und auch der Magnefia. Die an Schwefelfaure, Salpeterfäure oder Chlor gebundene Magnefia wird mit Aetznatron ausgefällt. Ohne Kalkmilch arbeiten jene Verfahren, welche den fchwefelfauern Kalk mit Soda ausfcheiden und durch Erwärmung des Waffers bis nahe an den Siedepunkt die doppeltkohlenfauern Salze zerfetzen. — Jeder Grad der temporären oder fchwindenden Härte (f. Waſſer) erfordert pro Kubikmeter ca. 10 g Calciumoxyd, jeder Grad der permanenten Härte ca. 20 g kohlenfaures Natron. Zur Verwendung gelangen gebrannter fetter Kalk und calcinierte Soda (f. S. 143), welch letztere ca. 98 % kohlenfaures Natron enthält. Patente und Firmen für die mit Kalk und Soda arbeitenden Apparate find fehr zahlreich; wir verweifen auf die Kataloge von Babcock & Wilcox-Oberhaufen (D.R.P. Nr. 175192), Breuer-Höchſt a. M., Büttner-Uerdingen, Dehne-Halle (D.R.P. Nr. 34415, 43825, 82030), Grimme-Natalis Co.-Braunſchweig (D.R.P. Nr. 45708), Gutmann-Hamburg, Halvor-Breda-Berlin, Humboldt-Kalk (D.R.P. Nr. 34914, 38032, 59229), Keferſtein-Braunſchweig, Körting-Körtingsdorf (D.R.P. Nr. 160131, 161742), Kröhnke-Hamburg (D.R.P. Nr. 146402), Kyll-Cöln (D.R.P. Desrumaux Nr. 66034, 167796), Reichling-Dortmund, Reifert-Cöln (D.R.P. Dervaux Nr. 48268, 61025, 61029, 72007, 84660, 97438), Schröter-Reppen, Schumacher-Cöln, Schumann u. Co.-Düſſeldorf, Seiffert-Halle, Seitz-Nürnberg, Steinmüller-Gummersbach u. f. w.; ferner auf die D.R.P. Nr. 58676, 72052, 96061, 97079, 105849, 107948, 134093, 134770, 137271, 137426, 138555, 140990, 141667,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

146404, 157810, 158326, 159378, 160683, 162778, 162861, 163749, 164713, 166854, 168631, 172761, 174060, 175192, 175371, 179011, 180184 u. f. w. Im allgemeinen geht bei hoher Waſſertemperatur die Abſcheidung der Salze raſcher und vollſtändiger vor ſich als bei kaltem Waſſer; auch werden im erſteren Falle Kohlenſäure und Luft ausgetrieben. Die Feſtſtellung der Zuſätze iſt natürlich nur nach genauer Analyſe des Waſſers möglich, und da letzteres ſeine Beſchaffenheit vielfach ändert, ſo müſſen auch die Zuſätze verſchieden doſiert werden. Die Unterſuchung des gereinigten Waſſers auf die Richtigkeit der angewendeten Zuſätze ſ. [6]. — In der Hauptſache dienen die Apparate zur Reinigung von Keſſelſpeiſewaſſer (Speiſewaſſerreiniger) und zwar wird dieſes ſowohl im Keſſel ſelbſt (ſ. Keſſelreinigung, Bd. 5, S. 445, und [7]) als auch vor deſſen Eintritt in den Keſſel durch Vorwärmen und Vorreinigen [8] vollzogen. Fig. 1 gibt nach [6], S. 15, ein Bild des Verfahrens der Vorreinigung mit Kalk und Soda; in vielen Fällen wird ein beſonderes Filter für das aus dem Reinigungsraum *S* austretende Waſſer entbehrlich. Als ein Uebelſtand der Reinigung mit Kalk und Soda wird die Bildung von doppeltkohlenſauerm Natron empfunden, das mit dem Speiſewaſſer in den Keſſel gelangt und ſich dort infolge der ſtarken Erwärmung wieder in Soda zurückverwandelt. Es entſteht dann nicht nur ein unnötig großer Verbrauch von Soda, ſondern vielfach auch ein läſtiges Schäumen des Keſſelwaſſers mit unliebſamen Nebenerſcheinungen (z. B. eine Inkruſtation der Keſſelarmaturen, das „Spucken“ der Lokomotiven u. ſ. w.). Reichling-Dortmund hat zur Vermeidung dieſer Uebelſtände ein Regenerativverfahren ausgebildet, bei dem ein Teil des heißen ſodahaltigen Keſſelwaſſers zur Erwärmung des zu reinigenden Rohwaſſers und gleichzeitig wieder zum Fällen des doppeltkohlenſauern Kalkes benutzt wird, ſo daß bei ſeinen Apparaten nicht mehr als die zum Zerſetzen des etwa vorhandenen ſchwefelſauern Kalks, des Chlorcalciums u. ſ. w. nötige Soda erforderlich iſt. Gründlichere Abhilfe ſcheint das von Reifert-Cöln ausgebildete Barytverfahren zu ſchaffen, bei dem kohlenſaurer Baryt in größeren Mengen in den Reinigungsapparat verbracht wird (bei Anweſenheit von doppeltkohlenſauerm Kalk unter Zugabe einer Aetzkalklöſung). Sowohl die freie als die gebundene Schwefelſäure wird von dem kohlenſauern Baryt aufgenommen; insbeſondere der hauptſächlichſte Keſſelſteinbildner, der ſchwefelſaure Kalk, wird in einfach kohlenſauern Kalk und ſchwefelſauern Baryt umgeſetzt, die als Schlamm ausfallen. Ueberſchüſſiger kohlenſaurer Baryt iſt im Waſſer ſehr ſchwer löslich; von den in dem Apparat befindlichen Vorräten wird alſo annähernd nur ſo viel verbraucht, als durch die Schwefelſäure im Rohwaſſer bedingt iſt. Das Verfahren wird in neueſter Zeit vielfach angewendet.

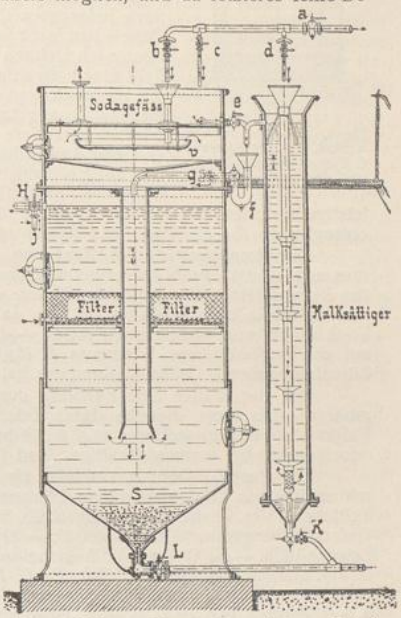


Fig. 1. Waſſervorwärmer und -vorreiniger. *a* Zufluß des Rohwaſſers. *b* Rohwaſſereinlaß zum Vorwärmer *v*. *c* Rohwaſſereinlaß zum Sodagefäß. *d* Rohwaſſereinlaß zum Kalkfättiger. *e* Ausfluß der Sodalauge. *f* Ausfluß der Miſchung von Kalkwaſſer und Sodalauge. *g* Dampfeinlaß zum Vorwärmer *v*. *H* Dreiweghahn zum Ablaſſen des gereinigten Waſſers und zur Filterſpülung. *J* Ablauf des eventuell entſtehenden Spülwaſſers. *K* Leerlauf für den Kalkſchlamm. *L* Leerlauf für die Schlammabſätze im Reinigungsraum *S*.

Bei der Wiederverwendung von Abdampf- und von Kondenſationswaſſern (zur Keſſelſpeiſung oder zu andern Zwecken) erweiſt ſich — aus bekannten Gründen — eine Entfettung (Entölung) als notwendig. Trotz verſchiedener Bedenken gegen dieſe Wiederverwendung (vgl. [9]) ſind in neueſter Zeit — ſchon wegen der Rückgewinnung der Fette u. ſ. w. — zahlreiche Einrichtungen für dieſe Entfettung im Gebrauch (vgl. a. Oelabſcheider). Grundſätzlich unterſcheiden ſich dieſelben voneinander durch das Verfahren der direkten Abſcheidung mittels Abſtehenlaſſen der Kondenſate bezw. rein mechaniſche Fällung des Oels aus dem Waſſerdampf oder durch Anwendung chemiſcher Zuſätze zum Zweck der Flockenbildung u. ſ. w. Filtertücher, welche der Dampf durchdringt und mit Oel ſättigt, ſind in [9] beſchrieben; zwei hintereinander geſchaltete, mit präpariertem Zellſtoff gefüllte Behälter, wie in Fig. 2 dargeſtellt (Syſtem Breda-Holzt), arbeiten nach gleichem Prinzip. Bei den von H. Schafſtädt-Gießen in den Handel gebrachten Zentrifugalabdampfentölern dringt der ölige Dampf in einer

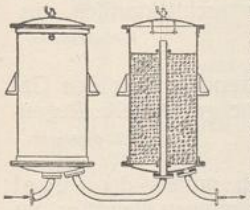


Fig. 2.

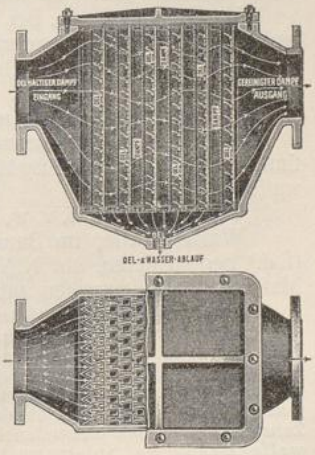


Fig. 3.

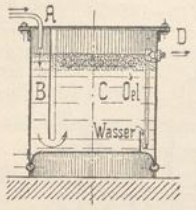


Fig. 4. *A* Zulauf des Oelwaſſers. *B* Scheidewand. *C* Trennungsraum. *D* Ablauf des entölten Waſſers.

mit durchlochtem Mantel umgebenen Spirale abwärts, ſchleudert Oel und Waſſer durch den Mantel aus und ſtrömt ſodann durch ein im Innern des Apparates angebrachtes Kernrohr weiter (vgl. die Proſpekte der genannten Firma). Bei den ſogenannten Stoßkraftdampfentölern wird der ölhaltige Dampf zunächſt in viele ſchmale Streifen geteilt und ſodann nach beſonderen Oelfängern getrieben, aus welchen die abgeſchiedenen Oelteilchen nach beſonderer Oelkammer abfließen, aus welcher ſie ſtändig oder nach Oeffnen eines Ablaßhahnes abgelaſſen werden können. Fig. 3 ſtellt einen derartigen Apparat von Scheer & Co.-Feuerbach dar (vgl. die Proſpekte von Brunner & Bühring-Mannheim). Der Abfluß von mechaniſch abgetrenntem Oel und Waſſer gelangt entweder in Klärbaſſins oder in beſondere Oelabſcheider, wie ſie z. B. in Fig. 4 dargeſtellt ſind. — Unter Anwendung chemiſcher Zuſätze arbeitende Apparate beſchränken ſich auf Entölung von Kondenſationswaſſer und wirken ähnlich wie die früher beſchriebenen Speiſewaſſerreiniger; nahezu alle Firmen, welche letztere herſtellen, bauen auch Apparate für Kondenſationswaſſerentölung. Eine Flockenbildung erzeugt auch die elektrolytiſche Ausſcheidung von Oel aus dem Kondenſationswaſſer [10].

Zur Reinigung des Waſſers von organiſchen und organiſierten Subſtanzen benutzt man auch Zuſätze von Kaliumpermanganat, Kupfervitriol u. ſ. w.; ſie vollzieht ſich übrigens in der Regel gleichzeitig mit dem Fällen der Bikarbonate durch Kalkmilch (ſ. Kläranlagen) und ebenſo in den Sandfiltern u. ſ. w. In neuerer Zeit hat ſich — beſonders zur Befreiung des Trinkwaſſers von pathogenen Keimen — das Ozoniſieren des Waſſers ausgebildet; wir verweiſen auf die Proſpekte von Siemens & Halske-Berlin und auf [2], S. 375, wofelbſt zahlreiche Literaturangaben. Große Verbreitung hat das Verfahren bis jetzt nicht gefunden.

Hat das Waſſer eine **Färbung** durch organiſche Stoffe — z. B. bei Herkunft von Torfmooren — ſo kann dieſelbe durch Zuſatz von Aluminiumſulfat oder Eiſenchlorid mit etwas Kalkmilch beſeitigt werden; mit denſelben Mitteln erfolgt auch die **Geruchbeſeitigung** (Desodoriſierung) bei ammoniakhaltigen und ſchwefelwaſſerſtoffhaltigen Waſſern.

Literatur: [1] Dunbar, Leitfaden für die Abwaſſerreinigungsfrage, München und Berlin 1907, mit zahlreichen Literaturangaben; Lübbert, A., Einführung in die Frage der Abwaſſerreinigung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 26, 57, 135; Aufbereitung der Fabrikationsabwaſſer u. ſ. w., Geſundheitsingenieur 1898, S. 400 ff. — [2] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908. — [3] Oeſten, G., Ausſcheidung des Eiſens aus eiſenhaltigem Grundwaſſer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 1343; Derſ., Ausſcheidung des im Grundwaſſer der nordd. Tiefebene enthaltenen Eiſens, Geſundheitsingenieur 1890; Derſ., Enteiſenung des Grundwaſſers, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 976; 1906 S. 1114. — [4] Pieſke, Reinigung des Waſſers von Eiſen, Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1891, S. 61. — [5] Bericht über die 21. Verſammlung des Deutſch Ver. f. öffentl. Geſundheitspflege zu Kiel, Braunſchweig 1897, S. 9–55; Fiſcher, F., Das Waſſer, ſeine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, Berlin 1898. — [6] Morgenſtern, C., Waſſervorwärmer und Vorreiniger, Stuttgart 1900. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907 S. 1513, u. 1908 S. 1134. — [8] Rottmann, Die mechaniſche Klärung und Filterung im Waſſerreiniger, ebend. 1906, S. 1947. — [9] Ebend. 1906, S. 1742 u. 1779; 1907, S. 1641. — [10] Ebend. 1907, S. 761. *Lueger.*

Waſſerſäulenmaſchinen, ſ. Waſſermotoren, S. 864.

Waſſerſchlag (Waſſerſchräge), ſteiler Abfall vorſpringender Gurten und Simſe zur Ableitung des Regenwaſſers von den Mauern. An der Unterkante des vorſpringenden Gliedes iſt außerdem eine Waſſernaſe (ſ. die Figur) nötig, damit das Waſſer dort abtropft und nicht durch Adhäſion an die Mauer zurückläuft.



Weinbrenner.

Waſſerſchloß. 1. Bei Turbinenanlagen der im Oberwaſſer vor dem Waſſereinlauf zur Turbine angebrachte Vorbau mit Rechen, Einlaßſchütze und Bedienungsſteg u. ſ. w. 2. Bei der Waſſerverſorgung eine architektoniſch ausgebildete Brunnenſtube. *Weinbrenner.*

Waſſerſeige, ſ. Stolln und Strecken.

Waſſerſpeier, die in neuerer Zeit wenig mehr angewendeten, an den Geſimſen angebrachten Ausgüſſe, um das in der Waſſerrinne geſammelte Regenwaſſer abzuführen. *Weinbrenner.*

Waſſerſpiegel, ſ. v. w. Waſſeroberfläche.

Waſſerſtände, im Bauingenieurweſen die gewöhnlich mittels der Pegel (ſ. d.) beobachteten, auf N.N. bezogenen Spiegellagen der offenen Gewäſſer, im Maſchineningenieurweſen (abkürzungsweiſe) die Waſſerſtandszeiger (ſ. d.).

Bei den Hochwaſſerſtänden unterſcheidet man den höchſten bekannten Stand (HHW) und das normale Hochwaſſer, d. h. das Mittel aller in einem langen Zeitabſchnitt (30—50 Jahre) beobachteten Jahreshochwaſſerſtände (HW). — Winterhochwaſſer (WHW) und Sommerhochwaſſer (SHW) ſind in unſerm Klima das arithmetiſche Mittel aller im Winter bezw. im Sommer über dem Mittelwaſſerſtande (ſ. unten) gelegenen Monatswaſſerſtände. — Der Mittelwaſſerſtand (MW) iſt der abſolute mittlere Waſſerſtand aller Monatswaſſerſtände eines langen Zeitabſchnittes. Auch hier unterſcheidet man in unſerm Klima manchmal noch Wintermittelwaſſer (WMW) und Sommermittelwaſſer (SMW), d. h. das arithmetiſche Mittel aller Waſſer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtände in den Winter- bezw. Sommermonaten einer langen Periode. — Nicht zu verwechſeln mit dem Mittelwaſſerſtand iſt der gewöhnliche Waſſerſtand (GW), welcher an ebenſoviel Tagen des Jahres überſchritten als unterſchritten und ebenfalls aus Beobachtungen eines längeren Zeitabſchnittes berechnet wird. — Der Niederwaſſerſtand iſt in unſerm Klima bei nicht alpinen Flüſſen (oder bei nicht von ſolchen geſpeiſten Seen u. ſ. w.) in der Regel dem Sommerwaſſerſtand entſprechend; bei alpinen Flüſſen fällt er meiſt in den Winter. Auch hier unterſcheidet man einen Niedrigwaſſerſtand (NNW), d. h. das überhaupt in langem Zeitraum beobachtete kleinſte Waſſer und das gemittelte Niederwaſſer (NW), d. h. das arithmetiſche Mittel aller unter dem Mittelwaſſerſtande (ſ. oben) gelegenen Monatswaſſerſtände. — Die Berechnung der Waſſermengen aus den Waſſerſtänden von Flüſſen iſt nicht ohne weiteres möglich, ſondern erfordert beſondere Studien, die mit den Verhältniſſen an der Meßſtelle eng verknüpft ſind und deshalb allgemein nicht behandelt werden können; vgl. dazu Querprofile der Flüſſe und Kanäle. *Lueger.*

Waſſerſtandstelegraph, ſ. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 126, Pegel.

Waſſerſtandszeiger dienen zum bequemen Erkennen des Waſſerſtandes für Behälter mit undurchſichtiger Wandung.

Für **offene Behälter** (z. B. Waſſerbehälter für Waſſerverſorgung) benutzt man meiſtens einfache Schwimmervorrichtungen, die einen über einer Skala gleitenden oder ſich drehenden Zeiger betätigen. Auch pneumatiſche Waſſerſtandszeiger ſind gebräuchlich, die aus einer auf den Boden des Behälters verſenkten Tauchglocke in Verbindung mit einem Queckſilber- oder Federmanometer beſtehen. Die in der Tauchglocke abgeſperrte Luft wird durch den mit dem Waſſerſtande ſich ändernden Waſſerdruck mehr oder weniger zuſammengepreßt, und dieſe Druckänderungen werden durch das Manometer angezeigt. Beide Arten von Waſſerſtandszeigern (Schwimmer bezw. pneumatiſcher Zeiger) ermöglichen, den Waſſerſtand auch in einem fernliegenden Raum erkennbar zu machen.

Für **geſchloſſene, unter Druck ſtehende Behälter** (Windkeſſel von Pumpen, Dampfkeſſel u. ſ. w.) benutzt man vorwiegend Waſſerſtandsgläſer, meiſtens mit runder Glasröhre (Fig. 1—7), ſeltener mit ebener Glasplatte (Fig. 8 und 9). Die folgenden Angaben beziehen ſich auf Waſſerſtandsgläſer für Dampfkeſſel. Der obere Waſſerſtandskopf *A* (Fig. 1) enthält den Abſperrhahn I und die zur Befeſtigung und Abdichtung des Glaſes erforderliche Stopfbuchſe s_1. Die obere mit dem Gewindeputzen *k* verſchloſſene Oeffnung ermöglicht die Einführung des Waſſerſtandsglaſes *a*. Da ſich die Oeffnung *m* mit Keſſelſtein zuſetzen kann, wodurch eine falſche Anzeige des Waſſerſtandes und eine Gefährdung des Keſſels entſtehen würde, ſo muß gegenüber von *m* eine Oeffnung *n* vorhanden ſein, die das Durchſtoßen eines dünnen ſpitzen Gegenſtandes zur Beſeitigung der Verſtopfung ermöglicht. Die Oeffnung *n* iſt gewöhnlich mit einer leicht lösbaren Kapſel verſchloſſen. Der untere Waſſerſtandskopf *B* enthält den Abſperrhahn II, die Stopfbuchſe s_2 und die Oeffnung n_1; außerdem iſt noch ein Entwäſſerungs- oder Abblaſehahn III vorhanden. An Stelle der Hähne I—III können auch Ventile verwendet werden. Zur Dichtung des Glasrohres in den Waſſerſtandsköpfen verwendet man Gummiringe. Da dieſe bei der Erwärmung aufquellen, ſo können ſie bei falſcher Konſtruktion der Glashalter Verſtopfungen der Glasröhre oder der Verbindungskanäle herbeiführen. Von Wichtigkeit iſt es, daß die Glasröhre die richtige Länge und Dicke beſitzt und in der richtigen Höhenlage eingeſetzt wird, da eine zu hoch oder zu tief ſtehende Glasröhre die freie Verbindung mit dem Keſſelinnern beeinträchtigt und Verſtopfungen begünſtigt. Der preußiſche Miniſter für Handel und Gewerbe ſtellte durch Erlaß vom 20. Februar 1899 im Anſchluß an zwei durch verſtopfte Waſſerſtandsgläſer herbeigeführte Keſſelexploſionen die folgenden Anforderungen auf, denen ein gut angeordneter Waſſerſtand genügen muß. Das Glas *a* (Fig. 1) muß ſich im unteren Waſſerſtandskopf

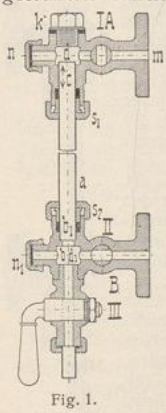


Fig. 1.

auf den vorſpringenden Rand *b* innerhalb einer zentriſchen Ausſenkung b_1 aufſetzen. Im oberen Waſſerſtandskopf muß das Glas eine hinreichend lange Führung *c* finden und etwas in den Hohlraum *d* hineinreichen. Die erweiterten Hohlräume *d* und d_1 ſind zur Verhütung des leichten Zuſetzens der Verbindungen mit dem Keſſelinneren zweckmäßig. Das Glas muß möglichſt dicht in die Bohrung des Hahnkopfes bei *c* paſſen. Die Bohrungen der Hähne I—III müſſen ſchlitzartig verlängert werden, damit ſich die Durchgangsöffnungen beim Nachſchleifen der Hähne nicht verengen. Beim Einſetzen eines Glaſes muß dasſelbe mit einer Hand feſt auf *b* geſtoßen werden, ſo lange, bis die Ueberwurfmutter des unteren Hahnkopfes feſt angezogen iſt. Erſt dann darf die Ueberwurfmutter oben angezogen werden, wobei das Glas ſtets nach unten zu drücken iſt, damit es unten vom Sitz *b* nicht abgehoben werden und der Dichtungsgummi unten nicht durchquellen kann. Fig. 2 zeigt eine vom Bergiſchen Dampfkeſſelreviſionsverein angegebene Konſtruktion; neu iſt beſonders der mit Bügel und Führungsſtift verſehene Anſchlag *o*, der eine zu hohe Stellung des Glaſes verhindern ſoll. Es iſt

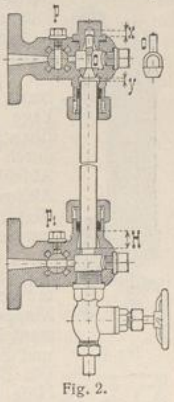


Fig. 2.

$x + y_1 < H$ zu machen, damit auch bei ganz hochgezogenem Glaſe das Dichtungsmittel nicht in die untere Glasöffnung einquellen kann. Die Hähne ſind mit Oeffnungen *p* und p_1 verſehen, die während des Betriebes eine Schmierung der Hähne ſowie eine Kontrolle daraufhin ermöglichen ſollen, ob die Durchbohrungen der Hähne noch hinreichend mit denen im Gehäuſe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

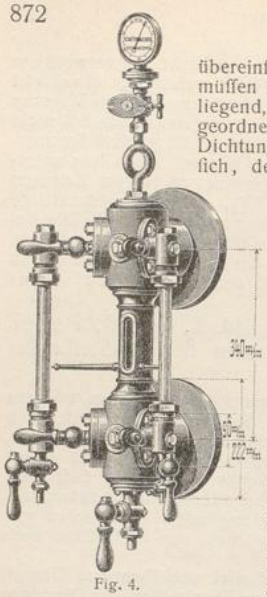


Fig. 4.

übereinſtimmen. Die Bohrungen m und p bezw. m_1 und p_1 (Fig. 1 und 2) müſſen natürlich von vornherein richtig, d. h. zwiſchen denſelben Ebenen liegend, ausgeführt werden. Die an den Dichtungsflächen der Hähne angeordneten Nuten werden mit Aſbeſt ausgefüllt und ſollen eine ſichere Dichtung bei leichter Beweglichkeit der Hähne ermöglichen. Es empfiehlt ſich, den Durchmeſſer des Glaſes ſowie die zu einer beſtimmten Mittelentfernung der Wafferſtandsköpfe gehörige Länge des Glaſes auf den Wafferſtandsköpfen einzuſchlagen.

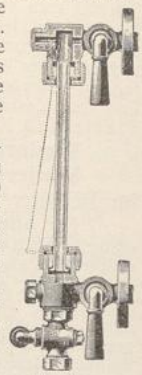


Fig. 3.

Fig. 3 zeigt noch eine der Firma Wilh. Strube in Magdeburg-Buckau patentierte Konſtruktion. Das Glas wird nicht von oben, ſonderr von der Seite eingeführt und beſitzt unten einen Flanſch, der die richtige Höhenlage des Glaſes ſichern ſoll.

Eine ſehr beliebte Anordnung eines Doppelwafferſtandsglaſes (jeder Dampfkeſſel iſt nach dem Geſetz mit zwei Wafferſtandszeigern zu verſehen) iſt durch Fig. 4 wiedergegeben. Die Wafferſtandsköpfe ſind an einem aus Gußeiſen oder auch aus Stahlguß gefertigten Gehäuſe befeſtigt. Dieſes wird mittels Flanſchen an den Keſſel angeſchraubt. Der Querſchnitt der Verbindungskanäle mit dem Keſſel darf nach der geſetzlichen Vorſchrift nicht kleiner als 60 qcm ſein. Vielfach wird mit dem Gehäuſe auch das Manometer verbunden, obwohl hierbei nicht ſelten das letztere durch Wärmeſtrahlen zu leiden hat. Werden die Wafferſtandszeiger an den gewölbten Stirnböden des Keſſels angebracht, ſo iſt es empfehlenswert, ebene Befeſtigungsflächen einpreſſen zu laſſen; andernfalls muß an den Stirnboden ein Gußſtück angenietet werden. Kann der Wafferſtandszeiger nicht unmittelbar mit dem Keſſel verbunden werden, etwa wegen einer vorgebauten Feuerungsanlage, ſo muß die Verbindung von Keſſel und Wafferſtandszeiger durch ausreichend weite Stutzen erfolgen, die möglichſt der Einwirkung der Heizgaſe zu entziehen ſind. — Infolge der oft bedeutenden Temperaturänderungen, denen die Wafferſtandsgläſer ausgeſetzt ſind, kommen Brüche der Glasröhren verhältnismäßig oft vor. Es ſollen deshalb nur Gläſer verwendet werden, die möglichſt unempfindlich gegenüber plötzlichen Temperaturänderungen ſind. Die Röhren werden am beſten auf genaues Maß in bezug auf Länge und Durchmeſſer (20 mm außen) von Spezialfirmen bezogen. Sehr gut bewährt haben ſich die Verbundglasröhren von G. Landmann in Zwickau und Schott & Genoſſen in Jena. Letztere Firma ſtellt neuerdings Wafferſtandsgläſer aus ſogenanntem Durax-Glaſe her, die nach angeſtellten Verſuchen beim plötzlichen Beſpritzen mit ziemlich kaltem Waſſer erſt zerſpringen ſollen, wenn der Dampfdruck im Innern des Glaſes bis auf etwa 25 Atmoſphären ($t = 225°$) geſtiegen iſt. Bei den üblichen Spannungen bis 12 Atmoſphären ($t = 190°$) würden dieſe Gläſer ſelbſt das Beſpritzen mit kaltem Waſſer noch im allgemeinen ertragen, ohne zu platzen. Da nun aber ſelbſt bei den beſten Gläſern das Zerſpringen derſelben nicht unter allen Umſtänden ausgeſchloſſen iſt, ſo ſuchte man durch geeignete Schutzkonſtruktionen die mit dem Zerſpringen eines Wafferſtandsglaſes verbundene Gefahr nach Möglichkeit zu vermindern. Zu erwähnen ſind hier die Wafferſtandsapparate mit Selbſtſchluß und die Apparate mit Schutzmantel. Die erſteren ſollen das Herausſtrömen des heißen Waſſers und Dampfes verhindern, indem unmittelbar nach dem Zerſpringen des Glaſes eine ſelbſttätige Abſperrung eintritt, während die letzteren Apparate durch den Schutzmantel das Herumfliegen der Glasſplitter verhindern ſollen.



Fig. 6.



Fig. 7.

Fig. 5 zeigt einen Selbſtſchlußapparat von Schäffer & Budenberg, bei dem in den unteren Wafferſtandskopf eine Kugel in ſolcher Lage eingebaut iſt, daß beim Eintritt eines Glasbruches durch die Energie des ausſtrömenden Waſſers die Kugel gehoben und hierauf durch die Druckdifferenz gegen die Durchbohrung gepreßt wird. Der Abſchluß durch die Kugel iſt hinreichend vollſtändig, ſo daß die Abſperrhähne geſchloſſen werden können, ohne daß eine Gefahr des Verbrühens vorliegt. In den oberen Hahnkopf iſt eine Droſſelvorrichtung eingebaut, die nur geringen Dampfmengen den Austritt geſtattet. Nach demſelben Prinzip ſind noch verſchiedene andre Selbſtſchlußapparate gebaut worden, z. B. der Selbſtſchlußapparat von Schumann & Co., Leipzig-Plagwitz, der an Stelle der Abſperrhähne Klappen beſitzt. Sehr beliebt geworden ſind die Drahtglasſchutzmäntel (Fig. 6 und 7), wie ſie von Richard Schwartzkopff, Berlin, und Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau, gefertigt werden. Die Befeſtigung des Schutzmantels erfolgt in elaſtiſcher Weiſe mit Hilfe von biegſamen Federn am Sechskant der Wafferſtandsköpfe. Die elaſtiſche Befeſtigung und das Drahtgewebe verhindern das Zerſpringen des Schutzmantels und gegebenenfalls das Fortfliegen der Bruchſtücke in wirkſamer Weiſe. Bei dem Glasſchutzmantel von Hans Reifert, Cöln a. Rh., iſt die Schutzhülſe oben pendelartig aufgehängt. Die Glasſchutzhülſen dürfen die Erkennbarkeit des Wafferſtandes nicht weſentlich herabſetzen; ſie wirken

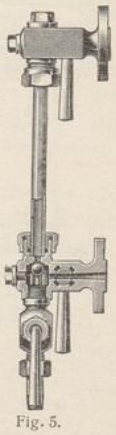


Fig. 5.

auch vorbeugend, indem ſie Zugluft von der Waſſerſtandsglasröhre mehr oder minder fernhalten. Zu verwerfen ſind die früher vielfach üblichen Metallſchutzhülſen, die das Waſſerſtandsglas eng umſchließen und nur mit zwei gegenüberliegenden offenen Schlitzen zur Beobachtung des Waſſerſtandes verſehen ſind. Dieſe Hülſen beeinträchtigen das deutliche Erkennen des Waſſerſtandes ganz erheblich. Der Heizer iſt genötigt, das Auge ziemlich nahe an den Schlitz der Hülſe zu bringen. Platzt in einem ſolchen Augenblick das Glas, ſo wird der Heizer beinahe unfehlbar verletzt, denn die Glasſplitter und das heiße Waſſer müſſen ihren Weg durch den Schlitz, alſo nach dem Geſichte des Heizers, nehmen. Man war auch bemüht, durch geeignete Hilfsmittel — Lichtbrechung, Reflexion u. ſ. w. — die Erkennbarkeit des Waſſerſtandes zu erhöhen. Bei der Vorrichtung von F. Rockſtroh, Görlitz, wird hinter das Waſſerſtandsglas ein halbzylindriſches, vorn durch eine ſtarke Glastafel abgeſchloſſenes, weiß emailliertes Blech gelegt. Auf dem Bleche ſind hinter dem Waſſerſtandsglaſe ſchräge ſchwarze Striche angebracht. Soweit dieſe Striche durch das Waſſer des Waſſerſtandsglaſes hindurch angeſehen werden, erſcheinen ſie infolge der Lichtbrechung dicker und weniger ſchrägliegend. — Bei dem Waſſerſtandszeiger von Rich. Klinger, Gumpoldskirchen bei Wien, Fig. 8 und 9 (mit aſbeſtverpackten, ſtopfbuchſenloſen Hahnköpfen), wird ein ſtarkes Metallgehäuſe vorn durch ein flaches Glas abgeſchloſſen, das mit Rillen verſehen iſt. Die in den Dampfraum einfallenden Lichtſtrahlen werden vollſtändig reflektiert, ſo daß der entſprechende Teil der Glasplatte ſilberglänzend erſcheint. Die in den Waſſerraum einfallenden Lichtſtrahlen gehen dagegen infolge der Brechung bis zur hinteren, ſchwarz gefärbten Wand des Gehäuſes, ſo daß der entſprechende Teil der Glasplatte tiefſchwarz erſcheint. Der Waſſerſtand iſt deshalb ſelbſt bei ſchwacher Beleuchtung noch aus größerer Entfernung ſichtbar. Das Glas iſt hinreichend ſtark gemacht um einem Bruche vorzubeugen. Der Ochwadtſche Waſſerſtandszeiger, gebaut von Richard Schwartzkopff, Berlin, iſt dadurch bemerkenswert, daß Waſſerraum und Dampfraum nur durch eine Oeffnung mit dem Waſſerſtandsglaſe verbunden ſind.

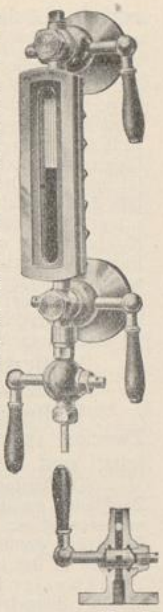


Fig. 8.

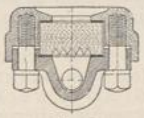


Fig. 9.

Literatur: S. Dampfkeſſel ſowie die Preisverzeichniſſe und Druckſachen der angeführten und ſonſtigen Armaturenfabriken. *O. Herre.*

Waſſerſtationen der Eiſenbahnen, im allgemeinen die Einrichtungen zum Verſorgen der Lokomotiven mit Waſſer auf den Bahnhöfen (ſ. Waſſerkrane), im beſondern die Behälter zur Anſammlung des Waſſers ſamt deren Unterbau (ſ. Hochbehälter); vgl. a. Waſſerleitung.

Die Abgabe des Waſſers an die Lokomotiven erfolgt durch Waſſerkrane. Die Waſſerbehälter werden, um den nötigen Druck in den Leitungen zu erhalten, 10 m und höher über den Schienen entweder auf den Bahnhöfen oder in nächſter Nähe derſelben errichtet. Bei günſtigen Geländeverhältniſſen werden ſie, wie die Hochbehälter bei der Waſſerverſorgung von Gemeinden, im Erdreich gemauert oder betoniert ausgeführt, in weitaus der größten Zahl der Fälle aber als eiſerne Behälter, die auf Gerüſten oder in turmartigen Gebäuden aufgeſtellt werden, „Waſſertürme“ (ſ. Hochbehälter, Bd. 5, S. 82, Fig. 9—12). Die Speiſung der Behälter kann nur ſelten durch natürlichen Druck aus hochgelegenen Quellen oder Waſſerſammelſtellen geſchehen, öfters aus ſtädtiſchen Waſſerleitungen (wenn ſolche wegen zu geringer Rohrweite nicht unmittelbar benutzt werden können), meiſtens aber durch Pumpen des Waſſers aus natürlichen Gewäſſern (Seen, Flüſſen, Bächen) oder aus künſtlich angelegten Sammelbrunnen. In dieſen Fällen iſt die Pumpſtation ſo anzulegen, daß die Saughöhe der Pumpe nicht über 6—7 m beträgt (Eiſenbahnbau- und Betriebsordnung § 15 und Techn. Vereinbarungen vom 1. Januar 1909 § 59).

Literatur: Röll, Encyklopädie d. geſ. Eiſenbahnweſens, Bd. 7, Wien 1897; Meyer, Georg, Grundzüge des Eiſenbahnmaſchinenbaues, Bd. 3, Berlin 1886; Zeitſchr. f. Bauweſen 1891, S. 419; Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1890 (Riedler); Eiſenbahntechnik d. Gegenwart, Bd. 2, 3. Abſchn., Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1899, S. 660. *H. Kübler.*

Waſſerſtockwerk, ſ. Grundwaſſer, Bd. 4, S. 660.

Waſſerſtoff *H*, Atomgew. 1,008, iſt ein farb-, geruch- und geſchmackloſes Gas, das ſich bei ſehr niedriger Temperatur und ſtarkem Drucke zu einer farbloſen Flüſſigkeit verdichten läßt, deren Dichte 0,07 iſt und deren Siedepunkt bei —238°, deren Gefrierpunkt bei —260° liegt [1]. Waſſerſtoff iſt der leichteſte aller bekannten Körper, hat ſpez. Gew. 0,620; 1 l Waſſerſtoff wiegt bei 760 mm Druck und 0° 0,0896 g; er iſt 14,435mal leichter als atmoſphäriſche Luft. In Waſſer ſehr wenig löslich. Vgl. Knallgas, Leuchtgas.

Waſſerſtoffchlorid, ſ. v. w. Chlorwaſſerſtoff; ſ. Salzſäure.

Waſſerſtofffulfid, ſ. v. w. Schwefelwaſſerſtoff (ſ. d.).

Waſſerſtofffuperoxyd H_2O_2, iſt eine farbloſe, in konzentriertem Zuſtande ſirupdicke Flüſſigkeit, welche bei langem Stehen allmählich, bei ſchwachem Erwärmen ſchnell, bei ſtärkerem Erhitzen unter Exploſion in Waſſer und Sauerſtoff

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zerfällt. Löslich in Waſſer, Alkohol und Aether; die wäſſerige, etwas angeſäuerte oder mit 2% Alkohol oder Aether verſetzte Löſung iſt haltbarer.

Waſſerſtoffſuperoxyd wird von den meiſten Schwermetallen, beſonders in fein verteiltem Zuſtande, in Waſſer und Sauerſtoff zerſetzt, ohne daß die Metalle ſelbſt verändert werden; auf Superoxyde wirkt es reduzierend, ſonſt aber auf die meiſten Verbindungen oxydierend, z. B. wird ſchwefelige Säure zu Schwefelſäure, Jodwaſſerſtoffſäure zu Waſſer und Jod oxydiert. Es iſt in ſehr geringer Menge in der atmoſphäriſchen Luft enthalten. Techniſch wird es aus Baryumſuperoxyd durch Einwirkung von verdünnten Säuren (H_2SO_4, H_3PO_4, HFl, CO_2) gewonnen [1] und [2]. Die reine verdünnte, neutrale oder ſchwach ſaure Löſung von Waſſerſtoffſuperoxyd läßt ſich bis auf 50% Gehalt abdampfen; durch Deſtillation im Vakuum kann es als nahezu reines Waſſerſtoffſuperoxyd erhalten werden [3], doch iſt für techniſche Zwecke eine ſolche Konzentration meiſtens nicht erforderlich. Es findet Verwendung als Bleichmittel für Wolle, Baumwolle, Seide, Federn, Elfenbein. Haar erhält eine goldgelbe Farbe. Auch als Antiſeptikum wird es gebraucht.

Literatur: [1] Fiſcher, Handbuch der chemiſchen Technologie, Leipzig 1893, S. 611. — [2] Roscoe und Claſſen, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, Braunſchweig 1895, Bd. 1, S. 302. — [3] Chemikerzeitung 1896, S. 309.

(Rathgen) Moye.

Waſſertürme, ſ. Hochbehälter.

Waſſerverſchlüſſe, ſ. Geruchverſchlüſſe, Kanaliſation.

Waſſerverſorgung, allgemein die Beſchaffung von Waſſer für beliebige Zwecke, ſpeziell die Beſchaffung des Waſſers für den Gebrauch der Hauswirtſchaft und der bürgerlichen Gewerbe (bürgerliche oder Städteverſorgung).

Die Verſorgung kann **ununterbrochen** ſtattfinden, ſo daß die Abnehmer jederzeit an den Zapfſtellen in den Grundſtücken Waſſer ablaſſen können, oder eine **unterbrochene** (intermittierende) ſein, bei welcher zu beſtimmten Zeiten Reſervoire in den Grundſtücken zu weiterer Benutzung gefüllt werden. Letztere Art findet man heutzutage nur noch ausnahmsweiſe. Im übrigen iſt das Ideal einer Waſſerverſorgung die ununterbrochene Abgabe von reinem Trinkwaſſer für alle Zwecke. In ſehr großen Städten iſt leider dieſes Syſtem undurchführbar; dann tritt an Stelle der einheitlichen Verſorgung jene mit Waſſer verſchiedener Qualität: beſondere Trinkwaſſerverſorgung (Waſſer erſter Qualität) und Brauchwaſſerverſorgung (Waſſer zweiter Qualität). Womöglich ſollte dafür geſorgt werden, daß Waſſer letzterer Art — insbeſondere, wenn ſie als Trinkwaſſer untauglich ſind — nicht innerhalb der Wohnhäuſer zur Verteilung gelangen, ſondern nur an die Induſtrie, für Straßenbegießen, Kanalſpülen u. ſ. w. aus beſonderen Leitungen verabfolgt werden [1]. Bezüglich der Umwandlung von Meerwaſſer zu Trinkwaſſer ſ. Deſtillierapparat, Bd. 2, S. 721 und [3]. Waſſerfaſſung (ſ. d.) und Waſſerleitung (ſ. d.) werden in der Regel nicht bloß dem Verbrauche angepaßt, der bei Einführung der Verſorgung beſteht, ſondern ſo bemeſſen, daß ſie auf eine Reihe von Jahren auch noch dem mit der Bevölkerungsziffer ſteigenden Bedarfe genügen. Bei ſtädtiſchen und Landgemeinden hängt der **Waſſerverbrauch** in den Häuſern ab von der Einwohnerzahl und von der Art und Ausdehnung der Gewerbe; jener für öffentliche Zwecke von der Größe und Beſchaffenheit des Straßennetzes, der öffentlichen Plätze und Anlagen, den Bedürfniſſen zur Kanalſpülung u. ſ. w. In heißem Klima iſt er bei geordneten Verhältniſſen größer als im gemäßigten und kalten. Im übrigen wird der Verbrauch abhängig von dem Preiſe des Waſſers und der Art der Waſſerabgabe; wird nach Waſſermeſſern verkauft oder das Waſſer intermittierend in ſogenannte Hausreſervoire geliefert, ſo beſteht ein Minimum, bei der Abgabe nach Einſchätzung (à discrétion) ein Maximum des Verbrauchs. Für letzteren Verteilungsmodus ſind Verbrauchsziffern nicht angebbar. In unſerm oder einem dem deutſchen ähnlichen Klima kann eine mit Waſſermeſſern ausgeſtattete Waſſerverſorgung als genügend angeſehen werden, wenn ſie in Landgemeinden und kleinen Städten 50—100 l, in Städten von mehr als 5000 Einwohnern 60—120 l Waſſer pro Kopf und Tag im Durchſchnitt liefert. Für den Tag des Maximalverbrauches iſt ſodann mindeſtens das 1,5fache dieſes Durchſchnittsverbrauches zu ſetzen, ſo daß die Anlagen für eine Waſſerverteilung von 75—150 bezw. 90—180 l pro Kopf und Tag zu bauen ſind. Iſt Z die Einwohnerzahl einer Stadt zur Zeit der Errichtung eines Waſſerwerkes, Z_n jene nach n Jahren, wenn die Bevölkerung um p Prozent jährlich zunimmt, ſo beſteht die Beziehung $Z_n = Z(1 + 0{,}01 \cdot p)^n$; der Geſamtbedarf pro Tag iſt für Z_n zu bemeſſen durch Multiplikation mit einer der vorhin genannten Maximalverbrauchsziffern. Nicht inbegriffen in dem Einheitsverbrauch pro Kopf und Tag ſind beſondere, manchmal ſehr hohe Bedürfniſſe für große Springbrunnen, große Fabrikbetriebe, die ausnahmsweiſe viel Waſſer verbrauchen u. ſ. w. — Bei Waſſerwerkserweiterungen pflegt man aus der Erfahrung die Verbrauchszunahme zu beſtimmen; in der Regel zeigt der Einheitsverbrauch pro Kopf und Tag eine mit der Zeit zunehmende Steigerung. Die **Verbrauchsſchwankungen** innerhalb eines Tages werden durch Reſervoire (ſ. Hochbehälter) ausgeglichen. Näheres in [2], § 44, wo auch der Verbrauch für verſchiedene ſpezielle Bedürfniſſe angegeben iſt. Die **Verteilung** des Waſſers innerhalb des Verſorgungsgebietes erfolgt durch Rohrnetze (ſ. d.) und von letzteren aus mittels der Hausleitungen, die durch Schieber oder Ventile, hinter welchen in der Regel der Waſſermeſſer ſitzt, abgeſchloſſen werden können. Für den öffentlichen Verbrauch werden die Hydranten benutzt. Beſondere Leitungen beſtehen für Zierbrunnen (ſ. d.) und öffentliche Entnahmeſtellen (ſ. Brunnen und Brunnenſtänder). Liegt ein Verſorgungsgebiet in ſeinen einzelnen Teilen in ſehr ungleichen Meereshöhen, ſo erfolgt die Waſſerverteilung innerhalb desſelben nach verſchiedenen Druckzonen, einesteils, um übergroße, für den Betrieb nachteilige Preſſungen in den Leitungen zu vermeiden, andernteils (ſpeziell bei künſtlicher Waſſerhebung), um die Betriebs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kosten herabzumindern und die Betriebssicherheit zu erhöhen. Die einzelnen Zonen müssen unter sich verbunden werden können; ihre Anlage ist auch manchmal geboten durch verschiedene Bezugsquellen für das Wasser, meistens aber durch den Umstand, daß sich Stadterweiterungen auf höher gelegenem Gelände vollziehen, für welche die Pressung der ursprünglichen Anlage nicht mehr ausreicht. Ausführliches darüber in [2], § 50. — Kommt bei der Wasserversorgung Rohwasser aus Flüssen und Seen oder überhaupt Wasser zweiter Qualität zur Verteilung (wie das vielfach bei der intermittierenden Versorgung geschieht), so ist dasselbe für den Hausgebrauch innerhalb des Grundstockes durch sogenannte Hausfilter zu reinigen. Derartige Anlagen sind aber im Verschwinden begriffen. Die Leitungen, welche das Wasser von dem Rohrnetze nach den Grundstücken führen (Hausleitungen) müssen frostsicher gelegt oder so angeordnet werden, daß man durch Frost gefährdete Teile derselben abstellen kann; das Abwasser, welches sich bei Benutzung der Zapfstellen ergibt, muß rasch entfernt werden können. Stehen die Hausleitungen unter einer Pressung von 2 Atmosphären (dem sogenannten bürgerlichen Versorgungsdruck) oder weniger, so werden vielfach Bleiröhren oder auch Zinnröhren mit Bleimantel verwendet von 13—30 mm Lichtweite; bei höheren Pressungen empfehlen sich mehr die galvanisierten (mit Zink überzogenen) schmiedeeisernen Röhren, die sich — entgegen anderwärts kundgegebenen Meinungen — praktisch überall bewährt haben, wo gute Qualitäten zur Verwendung gelangt sind. Die **Anlagekosten** ausgeführter Wasserversorgungen schwanken je nach der mehr oder weniger schwierigen baulichen Herstellung zwischen 15 und 30 ℳ pro Kopf der versorgten Bevölkerung; nur ausnahmsweise erreichen sie größere Höhen, die nicht immer durch die Verhältnisse gerechtfertigt sind. Der Verkaufspreis des Wassers schwankt dementsprechend, ist aber an vielen Orten deswegen ein hoher, weil Ueberschüsse aus dem Wasserverkaute erzielt werden wollen.

Literatur: [1] Bechmann, M., De la distribution dans les villes de deux eaux de qualité différente par des canalisations distinctes, Transactions of the 7. International Congress of Hygiene, Bd. 7, Sektion 7, London 1891. — [2] Lueger, Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895. — [3] Bothas, L., Massendestillation von Wasser, Berlin 1908.

Wasserwage, s. Libelle.

Wasserwirbel, s. Drehkopf.

Wasserwirtschaft, die ökonomische Ausnutzung des Wassers bei Schaffung von Verkehrsmöglichkeiten (Wasserstraßen), Verhütung von Ueberschwemmungen und gesundheitlichen Gefahren, Nutzbarmachung von Wasserkräften bezw. auch von seither unverwendet gebliebenen, in ihrer Wirkung oft schädlichen Wasserabflüssen, Regelung der Wasserbenutzung u. s. w. durch technische Maßregeln.

Der Nutzen wasserbaulicher Arbeiten ist nicht immer in Zahlen ausdrückbar. So werden z. B. in der Anlage und Unterhaltung kostspielige Flußregulierungen sehr häufig auch dann ausgeführt, wenn dem Herstellungsaufwande keine entsprechenden Einnahmen in Geld gegenüberstehen; durch Ermöglichung der Schiffahrt soll in großen Gebieten der Verkehr und damit der Wohlstand der Bevölkerung gehoben werden. Auch kostspielige Korrektionen werden in Fällen ausgeführt, in welchen die wirtschaftliche Bedeutung nicht in der Gewinnung von brachliegendem Gelände, sondern mehr in der Hebung der gesundheitlichen Verhältnisse, in der Verhütung von Eigentumsbeschädigungen, in politischen Gründen (z. B. bei Grenzflüssen) u. s. w. liegt, Vorteile, die sich ziffernmäßig sehr schwer — besonders nicht unanfechtbar — feststellen lassen. Nur bei wenigen Anlagen — z. B. bei Wasserwerksbauten, Wasserversorgungen, Schiffahrtskanälen, Meliorationen u. a. — stehen den Herstellungskosten bestimmte Einnahmen an Geld gegenüber, die mit einiger Sicherheit zahlenmäßig zu bewerten sind.

Das technische Vorgehen ist dann streng ökonomisch, wenn unter den wasserbaulichen Entwürfen jene ausfindig gemacht werden, bei welchen die Lebensdauer des zu schaffenden Objektes ein Maximum und dabei die Kosten für die Verzinsung des Baukapitals sowie die Unterhaltungskosten ein Minimum werden. Die besonderen Umstände bei allen Wasserbauten — namentlich die in unserm Klima unvorherzusehenden Hochwasser u. s. w. — erschweren im übrigen die richtige Bemessung der Herstellungskosten. Auch die Lebensdauer, d. h. die Zeit, nach deren Umlauf eine vollständige Erneuerung eines Wasserbaues erforderlich wird, läßt sich nur in wenigen Fällen genau angeben; vielfach haben auch hier Hochwasser und Eisgang, besondere Naturereignisse, fremde Eingriffe aller Art unberechenbaren Einfluß. Ganz besonders von Bedeutung für die Lebensdauer ist die mehr oder weniger gute Unterhaltung eines Wasserbauwerkes; je nach dieser wird unter sonst gleichen Umständen die jährliche Rücklage (Amortisationsquote) zur Bestreitung späterer Erneuerungskosten bemessen werden müssen. Nicht selten — besonders bei Privatunternehmungen kleineren Stils — stellt man Wasserbauwerke mit möglichst geringem Bauaufwande her, obgleich hohe Unterhaltungskosten vorherzusehen sind, und ersetzt sie schon nach kürzerer Zeit — in welcher voraussichtlich die ursprünglich geringe finanzielle Leistungsfähigkeit des Unternehmers erstarkt ist — durch eine dauerhaftere Neuanlage u. s. w. — Derartige Nebenumstände können also ein streng ökonomisches Vorgehen verhindern. — Bei Nutzbarmachung von Wasserkräften ist vorzugsweise zu erheben, wie die Anlage bei den verschiedenen Wasserständen (s. d.) funktionieren wird. Durch das Niederwasser ist die Leistung abgegrenzt, durch das Hochwasser der Bestand gefährdet. Daraus ergibt sich von selbst das Bestreben, eine mehr gleichmäßige Wasserführung mit besonderen Stauanlagen (s. d.), vor allen Dingen mit Talsperren (s. S. 259) zu ermöglichen. Man kann in kleinen Verhältnissen hier stets günstige Wirkungen erzielen (s. Sammelteiche); dagegen ist die Verminderung der sekundlichen Hochwassermenge in größeren Flüssen mit diesem Hilfsmittel selbst bei enormen Kosten nur in geringem Maße erreichbar. Hier sind also wirtschaftliche Erwägungen von der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allergrößten Bedeutung. — Die Wafferbenutzung ift in allen Kulturftaaten durch kodifizierte Waffergefetze (f. Wafferrecht) oder durch landrechtliche Beftimmungen geregelt.

Wafferzeichen, im Papiere auf der Papiermafchine hergeftellte, im durchfcheinenden Licht deutlich erkennbare Zeichen, durch welche die Herftellungsfirma und die Sorte des Papiers untrüglich feftgeftellt werden kann; f. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 815 und Papiernormalien. Unechte Wafferzeichen (z. B. bei Wechfelblanketten u. dergl.) werden mit farblofem Firnis aufgedruckt. *Kraft.*

Waterproof, wafferdichtes, tuchartiges Gewebe; f. Tuchfabrikation.

Watt, f. Maßfyftem, abfolutes, Bd. 6, S. 329. **Wattmeter,** f. Meßinftrumente, elektrotechnifche. **Wattzähler,** f. Elektrizitätszähler.

Watte, Wattenmafchine, f. Baumwollfpinnerei, Bd. 1, S. 599.

Wavellit, wafferhaltiges Aluminiumphosphat.

Wealdenfchichten, f. Deifterformation, Bd. 2, S. 707.

Weberei, die Herftellung der Gewebe (Zeuge, Stoffe).

Gewebe ift ein flächenartiges Fadengebilde, bei welchem fich zwei Fadengruppen (Kette und Schuß) unter gegenfeitiger gefetzmäßiger Schränkung derart kreuzen, daß die eine Fadengruppe (die Kette, Zettel, Werft, Aufzug, Schweif, chaîne, warp) nur längs durch das ganze Gebilde hindurchgeht, während die andre Fadengruppe (der Schuß, Einfchuß, Eintrag, Einfchlag, trame, weft) in der Querrichtung läuft. Für das Weben werden die Kettenfäden aus der Gewebeebene ausgelenkt, und in das fo gebildete Fach wird der Schußfaden über die ganze Gewebebreite auf einmal eingetragen.

Es können bei den Geweben ein oder mehrere Kettenfadenfyfteme vorhanden fein (Doppelgewebe, Gaze, Samt, aufgefchweifte Mufter) und auch ein oder mehrere Schußfadenfyfteme (Doppelgewebe, Manchefter, Schußflorteppiche, brofchierte Stoffe, Gobelins). Die Kettenfäden können vollftändig parallel durch das Stück hindurchlaufen, das Gewebe alfo immer vollftändig von gleicher Breite fein, oder die Kettenfäden können ausgewellt fein, fo daß die Gewebebreite fich ändert, oder die Kette kann nach Kreisbogen gekrümmt in dem Gewebe verlaufen (kreisförmige Gurte, [1]). — Die Schußfäden kreuzen in der Regel die Kette rechtwinklig, laufen alfo in der Regel geradlinig rechtwinklig zu den Gewebefahlleiften (Kante, Leifte, Egge, Sahlband, Ende, lisière, selvage), doch find auch Gewebe mit fchräglaufenden Schußfäden ausgeführt worden; der Schußfaden kann ferner durch ein wellenförmig geftaltetes Blatt in gefchlängelter Form angefchlagen werden, wobei wieder die Tiefe der Wellen fich ändern kann (Ondulé-Gewebe); endlich kann auch der Schußfaden für einzelne Eintragungen nicht über die ganze Breite gebunden fein (Gewebe mit verlorenen Schüffen); zu alledem kann die Schußdichte veränderlich gemacht werden. — Schlauchförmige Gewebe können entweder auf einem gewöhnlichen Webftuhl oder auf einem Rundftuhl (f. weiter unten) hergeftellt werden.

Die Kette fowohl als der Schuß verlangen vor dem Verweben verfchiedene **Vorbereitungsarbeiten**; für beide das Spulen, für die Kette außerdem das Scheren, das Schlichten oder Leimen und das Aufbäumen.

Das Spulen gefchieht in kleineren Betrieben auf dem bekannten Spulrad; regelmäßiger und fchneller gefchieht die Arbeit auf der Spulmafchine (Treibmafchine), welche eine Anzahl Spulen gleichzeitig bewickelt, und deren Einrichtung in Nebenumftänden mannigfach abgeändert werden kann [2]. — Im allgemeinen find zwei Hauptgattungen zu unterfcheiden. Entweder kann das Aufwickeln auf die Spulen fo gefchehen, daß die Spulen mit fich gleichbleibender Umdrehungszahl getrieben werden (unveränderliche Wickelgefchwindigkeit), oder fo, daß die Spulen mit ihrer Fadenmantelfläche auf einer Reibungsrolle liegen und fomit mit unveränderlicher Umfangs- oder Wickelgefchwindigkeit angetrieben werden. Weiter können die Fadenwindungen wieder ganz nahe aneinander liegen, fo daß die Enden durch Scheiben zu ftützen find, oder es können die Fadenwindungen in fehr fteilen, an den Enden rafch umkehrenden Schraubengängen liegen, fo daß die Endflächen fich in fich felbft halten (Kreuzfpulmafchinen) [3]. — Die Einrichtungen find außerdem verfchieden, je nachdem fogenannte Lauffpulen oder Schleiffpulen gebildet werden follen. Bei den erfteren erfolgt das Abziehen des Fadens etwa fenkrecht zur Spulenachfe, und diefelben laufen dabei um, bei letzterem ift der Faden in kegelförmigen Trichtern gewunden und der Abzug erfolgt in der Richtung der Achfe (Trichterfpulmafchinen u. f. w.) [2].

Das auf das Spulen folgende Scheren bezweckt, die Fäden von den Spulen zu fammeln und in gleicher Länge parallel nebeneinander liegend auf eine Walze, den Scherbaum, zu bringen. Zu diefer Arbeit benutzt man für die Handweberei einen großen, aufrecht ftehenden oder liegenden Hafpel, den Scherrahmen, Schweifrahmen, welcher von Hand gedreht wird. Für die mechanifche Weberei verwendet man eine Schermafchine, auch Kettenfchermafchine oder Zettelmafchine genannt. Man unterfcheidet zwei Hauptfyfteme der Schermafchinen: das englifche und das fächfifche (oder Schönherrfche) Syftem. Bei erfterem fchert man einen Teil der zur Webekette gehörigen Fäden auf die volle Webebaumbreite, bei letzterem immer nur auf einen Teil der Baumbreite, jedoch gleich in der richtigen Webekettendichte; die Stützung der feitlichen Spulenränder erfolgt nach der freien Seite durch leicht auswechfelbare Drähte oder Bleche. Als befondere Abart, welche zwifchen beiden angegebenen Mafchinengattungen ftehen, ift in neuerer Zeit die Teil- oder Sektionsfchermafchine fehr in Aufnahme gekommen [4]. Konusfcher- und Bäummafchine vgl. [5]. — Befondere Vorteile hat diefes Teilfcheren bei gemufterten Ketten. Da fich das Mufter in der

Breite mehrere Male wiederholt, so braucht das Spulengestell nur einmal dafür eingerichtet zu werden, während bei dem Vorgange der englischen Maschine eine Anzahl Spulengestelle nötig sind. Zur Umgehung des Aufspulens sind in neuester Zeit von W. Schlafhorst & Co. in M.-Gladbach auch Schermaschinen ausgeführt worden, welche unmittelbar von den Kötzern scheren; es erfordert das eine besondere Ausbildung der Fadenspann- und Wächtervorrichtungen.

Die gescherte Kette wird ferner geleimt (bei tierischen Rohstoffen) oder geschlichtet (bei vegetabilischen Ketten). Darunter versteht man das Durchtränken des Fadens mit dünnflüssigem Klebmittel (Leim oder Kleister, Mehl-, Dextrin-, Moosschlichte), das nach dem Erhärten den Fäden die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung verleiht.

Nach dem Leimen bezw. Schlichten wird die Kette getrocknet und dann aufgebäumt, d. h. fest und gleichmäßig auf die hierfür bestimmte Walze des Webstuhls, den Kettenbaum, aufgewickelt. Für die mechanische Weberei kommen hierbei Maschinen zur Verwendung, welche das Schlichten, Trocknen und Aufbäumen in einem Durchgange der Fäden besorgen (Schlichtmaschinen). — Bei der schottischen Schlichtmaschine wird das Garn in zwei Partien vorgelegt, und ist deren Anordnung symmetrisch; die Schlichte wird auf die Fäden aufgetragen und durch hin und her gehende Bürsten glatt gestrichen (dressing). — Bei der Sizingmaschine werden nur rotierende Walzenbürsten verwendet. Die ganze Kette wird meist auf einmal geschlichtet, weshalb diese Maschinen gewöhnlich einseitig gebaut sind. Das Trocknen erfolgt durch mit Dampf geheizte Trommeln (Zylinderfizingmaschine) oder durch mit Dampfröhren erwärmte Luft (Lufttrockenfizingmaschine). Bei der Strangschlichtmaschine kommt die meist wie bei der Handweberei gescherte Kette in Strangform zum Schlichten. Dieses Verfahren wird besonders bei zum Versand bestimmten Ketten angewendet, die dann in Knäuelform verschickt werden [6]. Der Einschuß von Woll-, Baumwoll- oder Leinengarn wird oft feucht verwebt; dazu werden die Schußspulen auf verschiedene Weise angefeuchtet (Humecteur).

Nach der Art des **Webverfahrens** unterscheidet man glatte, geköperte, atlasbindige, gemusterte, samtartige und gazeartige Gewebe (Bindungslehre) [7]. Bei dem glatten, schlichten oder leinwandbindigen Gewebe läuft jeder Schußfaden abwechselnd über und unter einem Kettenfaden und dann wieder ein Kettenfaden über einem Schußfaden u. s. w.

Das geköperte Gewebe zeigt meist auf jeder Seite eine ungleiche Verteilung von Schuß- und Kettenfadenmaterial, indem jeder Schußfaden die zu einem Rapport gehörigen Kettenfäden in zwei verschieden große Gruppen teilt, unter regelmäßiger Versetzung der Teilstelle um ein Kettenfadenintervall, so daß immer schräggestreifte Musterungen entstehen. Je nachdem der Schußfaden über je zwei, drei oder mehr Kettenfäden hinweggeht, ehe er wieder durch einen solchen gebunden wird, unterscheidet man drei-, vier- und mehrbindigen, -fädigen oder -teiligen Köper; ist die Verteilung von Schuß und Kette auf beiden Seiten gleich, so spricht man den Köper als beidrechten oder zweiseitigen Köper an. Als besondere Abart des Köpers kann der Atlas aufgefaßt werden, bei welchem das eine Material möglichst auf der Schauseite frei (flott) liegt und die Bindungspunkte durch das andre möglichst versteckt sind.

Die gemusterten, fassonierten, dessinierten oder figurierten Stoffe (Bildgewebe oder Jacquardgewebe) bilden durch die Verschränkung der Ketten- und Schußfäden nach genau vorgeschriebener Art und Reihenfolge eine Zeichnung mit oder ohne Farbenverschiedenheit, deren Grund leinwandartig, atlasartig oder geköpert ist.

Samtartige Stoffe werden dadurch erzeugt, daß auf einem leinwandartigen oder geköperten Gewebe, dem Boden, eine pelzähnliche Decke hergestellt wird, deren feine, gleichlange Fäden (Flor oder Pol) aufrecht stehen oder bei besonderer Länge nach dem Strich niedergelegt werden. Bei Baumwollsamt, Manchester oder Velvet wird der Flor durch den Schußfaden hervorgebracht, welcher die Kettenfäden zum Teil zu einem festen, nur an der Rückseite sichtbaren Grundgewebe verbindet und zum Teil derartig durch die Kette läuft, daß er mindestens um drei Viertel seiner Länge auf der rechten Seite des Stoffes frei (flott) liegt, so daß er lauter parallele enge Schläuche (begrenzt von der Oberseite des Grundgewebes und dem ungebundenen Teil des Schusses) bildet. Diese Schläuche werden nach dem Weben aufgeschnitten, die Fadenendchen aufgebürstet, abgesengt und zu gleicher Länge abgeschert. Beim echten Samt wird der Flor durch eine zweite Kette, die Polkette, hervorgebracht, welche auf dem Webstuhl oberhalb der Grundkette aufgespannt ist. Die Polkette erzeugt kleine Maschen, indem in jedes von derselben gebildete Fach eine Nadel eingeschoben wird; diese Maschen werden dann oben aufgeschnitten und durch Bürsten und Scheren in den dichten Flor verwandelt. Bei den gazeartigen Geweben legen sich je zwei benachbarte Kettenfäden um den Schußfaden und halten letzteren durch eine halbe oder ganze Verzwirnung fest, so daß der eine Kettenfaden über sämtlichen, der andre unter sämtlichen Schußfäden liegt.

Die Herstellung der Gewebe erfolgt auf dem **Webstuhl.** Man hat Webstühle für Hand- und Fußbetrieb (Handwebstühle, Handstühle) und solche, die durch Elementarkraft getrieben werden (mechanische Webstühle oder Kraftstühle). Webstühle für Antrieb durch Hand oder Fuß, bei welchen die Menschenkraft nur an einer Kurbel oder Griffstange oder an einem einzigen Fußtritt tätig ist und alle übrigen Bewegungen von dem Getriebe selbst ausgeführt werden, bezeichnet man als mechanische Handwebstühle, halbmechanische Webstühle oder Dandy-looms.

Einen Handwebstuhl, vorgerichtet für leinwandbindiges Gewebe, zeigen Fig. 1 und 2. Derselbe besteht aus den durch Längs- und Querriegel miteinander verbundenen senkrechten Stuhlsäulen, die das Webstuhlgestell bilden, und den zur Herstellung des Gewebes erforderlichen Mechanismen und Hilfsvorrichtungen. Es sind dies die am Balken bei *q* beweglich aufgehängte Lade *l*, die über Rollen *h* laufenden, miteinander durch Schnüre verbundenen Schäfte *g*, welche von unten durch die Trittschemel *i* auf und ab gezogen werden, während das fertige Gewebe auf den vorn liegenden Zeugbaum *b* gewickelt wird. Der Schußfaden ist auf die Spule des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Webſchützen gewickelt, der auf der Lade hin und her bewegt wird, während die breit ausgeſpannte Kette auf dem hinteren Teil des Geſtells vom Kettenbaum *a* abgezogen wird, wobei die Bremsvorrichtung *e* für die nötige Spannung Sorge trägt.

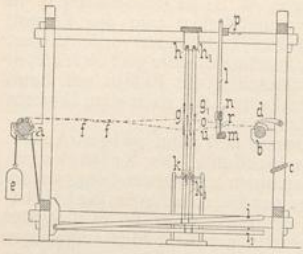


Fig. 1.

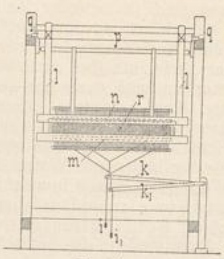


Fig. 2.

Schützen oder Schiffchen nennt man hölzerne oder metallene kahnförmige Behälter, welche die Schußſpule aufzunehmen beſtimmt ſind; ſie werden entweder von Hand geworfen (Handſchützen) oder durch Antrieb eines verſchiebbaren Klötzchens (Pickers, Treibers) geſchnellt (Schnellſchützen). Schnellſchützen werden vielfach auf kleinen Rädern laufend verwendet, deren Achſen nach hinten divergieren, ſo daß ein ſicheres Anlegen an das Blatt *r* erzielt wird. Die Schäfte (Flügel, Kämme) ſind, wie Fig. 2 zeigt, je zwei Leiſten welche miteinander durch eine Anzahl Litzen (Helfen) verbunden ſind; dieſe beſitzen in der Mitte zwiſchen den Leiſten je ein Oehr (Zeugringel, Auge, Maillon), durch welches ein Kettenfaden gezogen wird. Die Oehre können aus Zwirn, auch aus Glas oder Metall hergeſtellt werden. Sämtliche Kettenfäden ſind auf zwei, drei oder mehr Schäfte verteilt; durch Heben einiger Schäfte und Senken der übrigen wird das Fach oder der Sprung gebildet, durch welches der Schütze geſchnellt wird, wobei der obere Teil als Oberfach *o*, der untere als Unterfach *u* angeſprochen wird. Zur beſſeren Führung der Schäfte wird vielfach ein beſonderes Hebelſyſtem (Kontermarſch, [8]) angewendet. Die Schäfte zuſammengenommen nebſt der Vorrichtung zu ihrer Aufhängung im Stuhl bilden das Geſchirr, Werk oder Zeug, den Kamm, die Remiſe. — Das bei *r* befindliche Blatt (Kamm, Rietblatt, Rietkamm, Riet), welches eine Menge feiner Sproſſen aus Stahl, Meſſing oder Rohr trägt, dient zum Auseinanderhalten der zwiſchen den Rohren hindurchgezogenen Kettenfäden in gleichmäßiger Breite ſowie zum jedesmaligen Heranſchieben des durchgeſchoſſenen Schußfadens gegen das fertige Gewebe. — Zur Einhaltung einer gleichmäßigen Breite und zum Aufheben des im Gewebe beſtehenden Zuges in der Breitenrichtung wird das neu erzeugte Gewebe durch ſogenannte Breithalter (Sperrute, Spannſtock, Tempel) auseinander gehalten; hierdurch wird auch erreicht, daß die Rohre nicht unausgeſetzt an den Kettenfäden ſcheuern. Durch die mannigfachen Ausbiegungen des Schuſſes ſowohl als der Kette wird ſowohl die Kette im Stoffe kürzer erſcheinen (Einweben in der Längenrichtung) als auch der Schuß (Einſpringen in der Breitenrichtung) [9]. Bezüglich der Vorrichtung des Stuhles mag noch folgendes erwähnt ſein. Wenn die Kette aufgebäumt und der Kettenbaum eingelegt iſt, ſo werden zunächſt die Fäden einzeln durch die Augen der Schäfte und dann zu 1, 2, 3 oder mehr gemeinſchaftlich durch die Oeffnungen des Rietblattes gezogen. Dieſe Arbeit heißt das Einziehen, Einreihen, Paſſieren oder Einpaſſieren; das Einziehen in das Blatt wird insbeſondere auch Kammſtecken oder Rietſtechen genannt. Die hierzu dienenden Werkzeuge ſind Einziehhaken, Blattmeſſer, Rietſtecher u. ſ. w.; andre Werkzeuge ſind Weberzange und Weberglas (ſ. d.). Wenn auf einem Stuhle, von welchem ein fertig gearbeitetes Zeugſtück abgenommen iſt, ein neues Stück verfertigt werden ſoll, welches hinſichtlich der Anzahl der Kettenfäden und deren Austeilung in dem Blatte mit dem vorhergehenden übereinſtimmt, ſo erſpart man ſich das Einziehen, indem man das nicht mehr zu verarbeitende Ende der Kette (Drahm, Trum) hinter den Schäften gerade quer durchſchneidet und die Fäden der neuen Kette mit den Fäden des Drahms durch Andrehen (Zuſammendrehen zwiſchen den Fingern; (Maſchinen hierzu [10]) verbindet, worauf das Durchziehen (Maſchinen hierzu [11]) und Befeſtigen am Zeugbaum leicht erfolgen kann. Für die Herſtellung der Gaze (Dreher-, Kongreßſtoffe, Stramin, Cannevas) erfordert der Stuhl beſondere Vorrichtungen [12].

Nicht ſelten kommt der Fall vor, daß Eintrag von zwei oder mehreren verſchiedenen Farben oder Arten erfordert wird; dann gebraucht man für jede Art von Eintragfäden einen beſonderen Schützen, und von der Geſamtzahl iſt immer nur einer im Gange. Zum Wechſeln der Schützen ſind hierfür beſondere Wechſelladen (Doppelladen) in Gebrauch. Bezüglich der baulichen Durchführung unterſcheidet man [13]: 1. Die Schützenkäſten oder Zellen ſind übereinander angeordnet und werden je nach der Anordnung der Ladenwelle von unten (Steiglade) oder von oben (Hebelade) gehoben (Hub- oder Fallkäſten). 2. Die Schützenkäſten ſind nebeneinander und werden wagerecht verſchoben (Schiebelade). 3. Die Schützenkäſten ſind auf einem vollſtändigen oder einem Ausſchnitte eines Zylinders angeordnet (Revolverlade, revolver box, Ueberſpringer, Schwinglade, swing box) und werden durch Drehung verſtellt. Die Schützenwechſelmechanismen bewegen ſich meiſt auf dem Gebiete des Schwinghebels, der durch Exzenter oder Hebel betätigt wird. Das Knowleszahnradgetriebe hat ſich hierbei ſtark eingebürgert; doch ſind auch noch andre Konſtruktionen, beſonders ſolche mit Rollen und Ketten anzutreffen. Beim Schützenwechſel können auf einer Seite mehrere Schützenkäſten ſein, während auf der andern ſich nur ein einziger Kaſten befindet (einſeitiger Schützenwechſel) oder es können auf beiden Seiten mehrere Käſten ſein (zweiſeitiger Schützenwechſel). Hierbei können wieder die beiden Kaſtenanordnungen untereinander verbunden und abhängig voneinander bewegt werden (zweiſeitig beſchränkter Schützenwechſel) oder die beiden Kaſtenanordnungen bewegen ſich unabhängig in beliebiger Weiſe (zweiſeitig beliebiger Schützenwechſel). Der Schützenwechſel wird mit zwei bis zu elf Schützen ausgeführt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die gemusterten, fassonierten, dessinierten oder figurierten Zeuge, **Bildgewebe,** sind solche, welche eine Zeichnung (Muster, Dessin) infolge eigentümlicher Verschlingung von Ketten- und Eintragfäden, mit oder ohne Farbenverschiedenheit, darbieten. Der Begriff eines Musters setzt im allgemeinen eine Verschiedenheit des Ansehens zwischen diesem und den es umgebenden Teilen der Zeugfläche voraus: letztere nennt man den Fond, Grund oder Boden, und das Muster wird im Gegensatze die Figur genannt. Der Grund ist entweder leinwandartig oder gazeartig, geköpert oder atlasartig und heißt hiernach: Leinwand- (bei Seidenstoffen Taffet-), Gaze-, Köper-, Atlasgrund. Das Muster selbst bietet innerhalb seines Umfanges entweder eine geköperte oder atlasartig gewebte Fläche dar, oder besteht überhaupt aus größtenteils frei (flott) liegenden (Ketten- oder Eintrag-)Fäden, welche nur an verschiedentlich verteilten einzelnen Punkten, durch rechtwinklig darüberlaufende (Eintrag- oder Ketten-) Fäden niedergehalten, befestigt sind. Das Flottliegen (Flotten) begründet ganz besonders das Sichtbarwerden der Zeichnung und deren Glanz. Ein starkes Flottliegen der Fäden heißt Lizeré (Kett- oder Schußlizeré).

Man erzeugt Muster in den Geweben auf folgende Arten: 1. Durch bestimmte regelmäßige, aber auf verschiedenen Teilen der Fläche verschiedene Verschlingung der nämlichen Kette und des nämlichen Eintrags, welche zugleich das Grundgewebe, überhaupt das Zeug bilden, so daß man das Muster nicht wegnehmen könnte, ohne den Zusammenhang des Zeuges aufzuheben (Beispiele: Drell, leinener, wollener und seidener Damast, zahllose Arten von Bändern, Westen- und Kleiderstoffen u. s. w.). 2. Durch Einweben besonderer, nur zum Muster gehöriger, vom Grundgewebe ganz unabhängiger und oft in mehreren verschiedenen Farben angewendeter Einschlagfäden: broschierte oder überschossene Stoffe; breitüberschossene (lanzierte) Stoffe, wenn der Figurschuß über die ganze Breite geht, schmalüberschossene (broschierte), wenn der Figurschuß innerhalb jeder einzelnen Figur hin und her geht (Broschierlade, Wippchenlade u. s. w.). 3. Durch Anwendung besonderer, ausschließlich für das Muster bestimmter, in das für sich bestehende Grundgewebe eingeschalteter Kettenfäden: aufgelegte oder aufgeschweifte Muster. 4. Durch Hervorbringung gitterartiger Oeffnungen mittels der dem Gazestühl eigentümlichen Vorrichtung, entweder in Gazegrund selbst oder in Leinwandgrund (durchbrochene Stoffe). 5. Durch regelmäßiges teilweises Zusammenweben zweier aufeinanderliegender Zeuge, wobei die Art des Zusammenwebens das Muster erzeugt; Doppelgewebe (Beispiele: Der Piqué und gewisse Teppiche, s. d.). 6. Durch musterartige Anordnung von senkrecht aus der Gewebeebene hervorragendem Flor (Noppen, Poile), der entweder durch eine besondere Kette oder einen besonderen Schuß gebildet sein kann (Samte, Möbelplüsche, gewisse Teppiche).

Der Ausführung eines Musters auf dem Webstuhle geht die Verfertigung einer auf Papier gemachten Zeichnung desselben voraus. Diese Zeichnung (die Patrone), aus welcher dann der Weber die jeweilige besondere Anordnung des Stuhles ableitet, muß über den Lauf oder die Lage eines jeden Ketten- und Eintragfadens Aufschluß geben und eine genaue vergrößerte Abbildung des gewebten Stoffes darstellen. Zu dem Behufe bedient man sich des Patronenpapiers (Musterpapier, Tupfpapier, Cartarigata), welches mit engstehenden Parallellinien in zwei rechtwinkligen Richtungen bedeckt ist. Auf diesem Papiere werden durch besondere Zeichen (Punkte, Tüpfel, Augen u. s. w.) diejenigen Quadrate herausgehoben, wo das eine Fadensystem oben liegt. Die Zwischenräume des lotrechten Systems gelten nämlich für die Kettenfäden und heißen Korden, die des wagerechten für die Schußfäden und werden Fache, Schußfache oder Latzen genannt. Die in einer Musterbreite vorkommenden Kettenfäden heißen zusammen der Kurs oder Chemin, während die Gesamtheit aller Schußfäden in der Höhe des Musters als Tour oder Marsch bezeichnet wird und die Wiederholung des Musters Rapport heißt.

Für nicht ganz einfach gemusterte Gewebe genügt die Musterweberei mit Schäften und Tritten (auch Kammweberei genannt) nicht mehr; man wendet alsdann das nach seinem Erfinder benannte Jacquardgetriebe (auch Jacquardmechanismus oder -maschine genannt) an. Vorläufer des Stuhles mit Jacquardgetriebe sind der Kegel-, Trommel-, Zampel-, Wellenstuhl u. s. w. [14]. Fig. 3 zeigt ein Element eines Jacquardgetriebes. Jeder Kettenfaden *k* bezw. jede Fadengruppe, welche gemeinsam zu bewegen ist, ist mittels einer Schnur *s* (Korde) an eine sogenannte Platine *p* angeschlossen, wird also von dieser gehoben und gesenkt. Die Fäden *k* selbst sind durch Oesen (Maillons) der sogenannten Harnischschnüre *h* hindurchgezogen. Jede Platine ist von einer um die Platine herum zur Oese gebogenen Nadel *n* umfaßt, welche durch die Feder *f* fortwährend nach rechts gedrückt wird. Wenn auf die Nadel keine äußeren Kräfte einwirken, so verharrt sie (und damit auch die Platine) in der gezeichneten Stellung. Oben trägt die Platine einen Haken, welcher durch das bei jedem Schuß einmal auf und ab bewegte Messer *m* erfaßt wird, solange die Platine nicht seitlich abgelenkt ist. Solange also keine äußeren Kräfte auf die Nadel einwirken, wird bei jedem Messeraufgang die Platine, welche in den Platinenboden *b* geführt ist, gehoben und damit der daran befestigte Kettenfaden in das Oberfach gezogen. Wird dagegen die Nadel nach links verschoben, so nimmt die Platine die punktiert gezeichnete Lage ein, der Haken wird außer Bereich des aufsteigenden Messers gebracht und der Faden bleibt im Unterfache sitzen. (Bei doppelt hebenden Jacquardgetrieben wird der ganze Platinenboden *b* bei jedem Messeraufgange nach unten bewegt und hiernach das Unterfach gebildet.) Die Nadel wird nun dadurch verschoben, daß gegen ihr eines (in der Figur das rechte) Ende hin sich ein Prisma (Zylinder) *c* in der Richtung der Nadel bewegt. In das Prisma ist für jede Nadel ein Loch gebohrt, so tief, daß durch das Prisma allein überhaupt keine

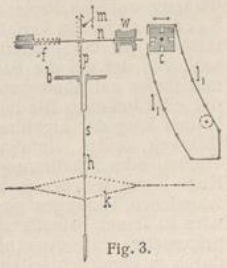


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wirkung auf die Nadel ausgeübt wird. Soll die Nadel verfchoben werden, fo wird vor das Loch ein Pappblatt oder eine Pappkarte I_1 gebracht, welche an der Prismenfläche aufliegt und fomit beim Einwärtsfchieben des Prismas die Nadel mit vorfchiebt. Iſt hingegen in der Pappkarte ein Loch, dann findet die Nadel in dem Prismenloche Platz und wird nicht verfchoben.

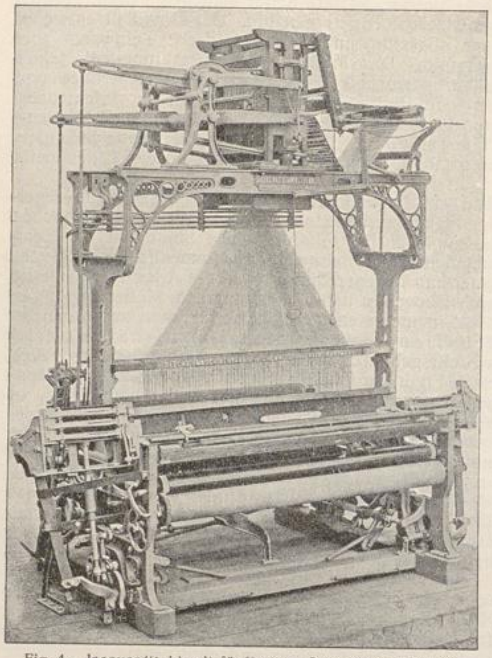


Fig. 4. Jacquardſtuhl mit fünffachem Schützenwechſel für Buckſkin, Teppich- und Möbelſtoffe.

Für jeden Schuß muß natürlich der Kettenfaden entſprechend bewegt werden, es muß deshalb vor jedem neuen Schuß eine neue Pappkarte vor die Nadeln gefchaltet werden. Dies gefchieht nun dadurch, daß durch einen Schaltmechanismus das Prisma um genau ein Viertel gedreht wird und fomit die nächſte Karte zur Wirkung gelangt. Die Kartenfolge iſt aus einzelnen Blättern zuſammengefetzt. Für jeden Schuß hat man eine Karte nötig, während man für jeden ſich bewegenden Kettenfaden oder für jede ſich gemeinſchaftlich bewegende Kettenfadengruppe eine Platine mit Nadel nötig hat. Um dieſe große Anzahl von Nadeln und Platinen in gedrängter und überſichtlicher Form einzubauen, ordnet man eine beſtimmte Anzahl Platinen (bis 8, 10, 12) hintereinander und eine noch größere Anzahl (bis zu Hunderten) ſolcher Reihen nebeneinander an, wie das das Jacquardgetriebe des mechaniſchen Webſtuhles Fig. 4 erkennen läßt. Die Platinen- und Kartenanzahl beſtimmt ſich nach folgender, aus dem vorher Erläuterten erſichtlichen Regel. So groß wie der ſogenannte Rapport in der Kette iſt, ſo viel Nadeln, ſo viel Platinen muß man benutzen (entſpricht den Schäften), während man ſo viele Pappkarten nötig hat, wie der Rapport im Schuſſe groß iſt (entſpricht den Tritten). Um bei ſymmetriſchen Muſtern, deren Symmetrieachſe in der Richtung des Schuſſes liegt, nicht die Karten noch einmal in umgekehrter Reihenfolge haben zu müſſen, ſchaltet man von der Symmetrieachſe aus das Prisma nach der entgegengeſetzten Richtung. In gleicher Weiſe ſchaltet man rückwärts, wenn beim Weben der Schußfaden für mehrere Schuß ausgeblieben ſein ſollte, da andernfalls im Muſter ein Fehler entſtehen würde. Will man ein andres Muſter haben, ſo genügt das bloße Wechſeln der Jacquardpappkarte, wenn die benutzte Platinenzahl dieſelbe bleibt. Das Muſter wird auf einer Jacquardkartenſchlagmaſchine [15] (Clavis-, Leviermaſchine) ausgeſchlagen nach der Patrone, welche der Muſterzeichner angefertigt hat. Die der Schußnummer nach geordneten Karten werden zu einer endloſen Kartenkette zuſammengenäht (Jacquardkartenbindemaſchinen [16]). Die Pappkarten laſſen ſich auch auf beſonderen Maſchinen kopieren bezw. vervielfältigen (Jacquardkartenkopiermaſchinen). — Die wichtigſten Verbeſſerungsverſuche, die ſich auf das Jacquardgetriebe beziehen, bezwecken eine Umgeſtaltung des Muſterkartenſyſtems. Hier iſt vor allen Dingen die ſogenannte Verdolmaſchine [17] zu nennen, die mit einfacher Papierkarte und ſehr enger Teilung arbeitet. Die Maſchine beſteht aus der eigentlichen Jacquardmaſchine, der aber ein Vorſchaltapparat vorgelagert iſt; dieſer Vorſchaltapparat beſorgt erſt das Auswählen der eigentlichen Jacquardnadeln, ſo daß dadurch die Rückwirkung auf das Papierblatt außerordentlich vermindert wird. — Weiter iſt neuerdings von Szczepanik ein Verfahren angegeben worden, welches die Photographie nach Art der Raſtermethode für die Muſterübertragung benutzt (vgl. a. [18]). — Nach Szczepaniks Erfindung wird von der auf die Patrone zu übertragenden Zeichnung ein Poſitiv oder Negativ angefertigt und dieſes auf photographiſchem Wege auf Patronenpapier kopiert. Hierbei wird zur Erzielung der erforderlichen Bindungsſtellen ein Raſternetz vor oder hinter das Poſitiv oder Negativ und in den Weg der Lichtſtrahlen gelegt, welches quadratiſche Felder mit verſchiedener Lichtdurchläſſigkeit beſitzt. Infolge des Zuſammenwirkens der doppelten Felder des Raſters und der Tönung oder Schattierung des Poſitivs oder Negativs entſteht eine direkt als Patrone benutzbare Kopie, auf welcher je nach der Tönung anders und übereinſtimmend mit den für die verſchiedenen Tönungen gewählten Bindungen gruppierte Felder ſichtbar werden. Szczepanik wies in ſeiner Patentſchrift ſchon auf die Möglichkeit hin, die Kopie der Zeichnung nicht auf präpariertes Patronenpapier, ſondern auf präparierte Metallplatten zu übertragen, welche hierdurch in elektriſch leitende und nichtleitende Felder geteilt würden, um als ſtromverteilende Muſtergeber für elektriſche Jacquardmaſchinen verwendet zu werden. Dieſe Verwendungsmöglichkeit iſt in neuerer Zeit durch die engliſche Firma Thomas A. B. Carver für den Bau elektriſcher Damaſtmaſchinen benutzt worden [19]. Die Photographie für die Patronierung benutzte auch Borzykowski [20], die Elektrizität für das Kartenſchlagen Handwerck [21].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Handweberei wird, weil die Kettenfäden durch Tritte gehoben und gesenkt werden, auch Trittweberei oder Fußarbeit genannt, im Gegensatz zur Herstellung gemusterter Stoffe mittels des Jacquardwebstuhls, die Zugarbeit genannt wird. Die Mühe und besondere Aufmerksamkeit, welche das Treten einer größeren Anzahl von Tritten erfordert, haben Veranlassung gegeben zur Konstruktion sogenannter Schaft- oder Trittmaschinen (Ratière, Dobby) [22], d. h. Vorrichtungen, welche, in analoger Art wie das Jacquardgetriebe auf die Harnischschnüre, auf die Schäfte wirken, so daß durch die Bewegung eines einzigen Trittes oder dergl. der Reihe nach die verschiedenen Fachbildungen der Kette hervorgebracht werden. Je nach der Art und Weise der Fachbildung, der Beschaffenheit der Musterkarte u. s. w. lassen sich die Schaftmaschinen verschieden einteilen; doch kann selbstredend ein und dieselbe Schaftmaschine verschiedenen der nachfolgenden Klassen angehören, da die möglichen Kombinationen der einzelnen verschiedenen zur Wirkung kommenden Teile, welche die Einteilung bedingen, sehr mannigfaltig sind. So unterscheidet man

a) Geschloffenfach-, Offenfach- und Halboffenfachschaftmaschinen. Bei den Geschlossenfach- (Schlußfach-, Klappfach-)Schaftmaschinen wird nach jedem Schuß für die Anschlagstellung der Lade das Fach (die Kehle) geschlossen, ein jeder Schaft bewegt sich für jeden Schuß einmal auf und ab. Dies liefert für den Anschlag gleiche Kettenfadenspannung, aber für jeden Schuß wiederholte Inanspruchnahme der Fäden innerhalb großer Grenzen. Bei den Offenfachschaftmaschinen bleiben die Schäfte so lange, als es das Muster erheischt, in ihrer Hoch- oder Tieffachstellung, und werden nur die Schäfte umgetreten, welche den zuletzt eingetragenen Schuß abbinden. Dies ergibt Schonung der Fäden während der Fachbildung, aber beim Anschlagen werden die Kettenfäden sehr verschieden starken Spannungen ausgesetzt. Die Halboffenfachschaftmaschinen schließen vor jedem Schaftwechsel das ganze Fach zu einem Teil, also etwa zur Hälfte, und erst dann werden die nicht umzutretenden Schäfte in ihre vorige Stellung zurück-, die umzutretenden in die neue übergeführt. Nach erfolgtem Schußfadeneintrag wird für den Anschlag wiederum das Halbfach hergestellt. Die Spannungsunterschiede in den Kettenfäden werden im allgemeinen verringert, da die während des nachfolgenden Schaftwechsels im Offenfach verbleibenden Kettenfäden mit den kreuzenden, neues Fach machenden nahezu gleiche Spannung haben. Die letzte Gattung ist daher vielfach für raschgehende Stühle beliebt.

b) Einhub- und Doppelhubfchaftmaschinen. Bei den Einhubmaschinen macht jedes für die Bewegung eines Schaftes dienende Messer für jeden Schuß ein volles Spiel, also Hin- und Hergang, bei den Doppelhubmaschinen aber nur einen Hin- oder Hergang, und kommen daher abwechselnd zwei Messer zur Wirkung. Man kann somit die Doppelhubmaschine als Vereinigung zweier Maschinen auffassen, von welchen jede abwechselnd alle zwei Schuß die Schafthebung vermittelt.

c) Aufzugs-, Niederzugs- und Auf- und Niederzugsschaftmaschinen. Die Aufzugs- oder Hochfachmaschinen heben nur, die Schäfte ruhen im Unterfach, und nur die ausgewählten Schäfte werden in das Oberfach gezogen. Die Niederzugsmaschinen bewegen die Schäfte in umgekehrter Weise. Die Auf- und Niederzugs- (oder Hoch- und Tieffach-) Maschinen machen dagegen volles Fach; man nennt sie wohl auch Zentralhubmaschinen, wenn die Schäfte von dem geschlossenen Fach (Klappfach) aus, also von ihrer Mittelstellung aus nach oben und unten hingebracht werden.

d) Die Schaftmaschinen können die Musterungen herbeiführen mit Hilfe von Trommeln (Stift-, Daumen- oder Löchertrommeln) oder von Karten (Holz- oder Metallkarten mit Stiften oder Daumen, Kartenketten mit Rollen aus Gußeisen oder Hartgummi, Metall- oder Pappkarten mit Löchern); s. Damastmaschine, Bd. 2, S. 532.

Abgesehen von den Schaftmaschinen benutzt man zur Bewegung der Schäfte für die Herstellung mehrbindiger und kleingemusterter Gewebe meist entsprechend gestaltete unrunde Scheiben, welche entweder gleichmäßig gedreht oder in bestimmten Absätzen geschaltet werden (Treiber- oder Sternradantrieb) und gegen deren Umfang sich die Tritte mit ihren Trittrollen stützen. Hierbei kann sowohl Kraftschluß (Offenexzenter mit Federn, Gewichten, Flaschenzügen u. s. w. vereinigt) wie Paarschluß Verwendung finden (Nutenscheiben, Doppelexzenter). Die unrunden Scheiben sind entweder so beschaffen, daß sie für jeden Schaft aus dem Ganzen sind und deshalb bei Aenderung der Bindung im ganzen ausgewechselt werden — welche Scheiben in den Webereien gewöhnlich als Exzenter (Trittexzenter) benannt werden, weshalb man die damit arbeitenden Stühle als Trittexzenterstühle bezeichnet — oder aber die einzelnen Teile (Formstücke) einer jeden solchen Scheibe sind für sich zum Auswechseln gemacht und können für andre Bindungen abgeändert werden; solche Scheiben heißen Bundräder, Bundscheiben, Daumen- oder Zackenscheiben, Patronenscheiben (Tappet wheels), weshalb die damit ausgerüsteten Stühle als Bundradwebstühle bezeichnet werden [23]. Weil das äußere Aussehen der gesamten Trittrollenbewegung im letzteren Falle dem einer Trommel gleicht, nennt man solche Stühle wohl auch Trommelwebstühle und arbeiten solche dann, wie man sich ausdrückt, mit Daumentrommeln oder Nutenscheibentrommeln (letztere meist Tappet wheels genannt).

Spannung der Kette und Aufwickeln des gewebten Stoffes [24]. Die Regelung der Kettenspannung ist möglich: 1. vom Kettenbaum aus, 2. von dem zwischen Ketten- und Zeugbaum liegenden Kettenstück und 3. von dem Zeugbaum aus. Wird die Kettenspannung durch Bremsung des Kettenbaumes erzeugt, so benutzt man hierzu Seil-, Ketten-, Backen- oder Bandbremsen (vielfach als Differentialbremsen ausgeführt). — Außer der Bewegung zum Zwecke der Fachbildung (Arbeitsbewegung) ist der Kette noch die zweite in ihrer Längsrichtung (Schaltbewegung) in dem Maße zu erteilen, in welchem das Gewebe erzeugt wird. Hierzu dienen besondere regelbare Schaltwerke, Schaltregler oder Regulatore. Man teilt dieselben meist ein in positive und negative Regulatore [25]. Der positive Regulator dreht den Baum,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der die Ware aufwindet, für jeden eingetragenen Schuß um ein vom Widerſtand, den die Ware der Aufwindung entgegenſetzt (Aufwindungswiderſtand), unabhängiges gleichgroßes Stück. Der Aufwindungswiderſtand hängt hauptſächlich von der Kettenſpannung, alſo gewöhnlich von der Bremſung des Kettenbaumes, ab und iſt ihr proportional. Er wird durch den Druck des Blattes gegen den Warenrand vermindert und daher eventuell auch durch die Dicke der Schußfäden, die Eigenſchaften des verwebten Materials und die Bindung des Gewebes beeinflußt. — Der negative Regulator ſucht den Riffel- bezw. Sandbaum mit einer beſtimmten Kraft aufwindend zu drehen, der der Aufwindewiderſtand entgegenwirkt. Die Drehung des Baumes bezw. ihre Größe hängt daher von dieſem Widerſtande ab; ſie wird um ſo größer, je kleiner derſelbe iſt. — Die Aufwindung kann beim Rückgange oder beim Vorgange der Lade erfolgen. Letzteres zieht man bei ſehr dichtem Anlegen der Schußfäden behufs Schonung von Kette und Einſchuß vor, da dann der heftige Ladenſchlag in etwas gemildert wird. — Regulatoren mit abfetzender Bewegung ſind ſo konſtruiert, daß die Schaltbewegung erſt durch das in beſtimmtem Maße federnd zurückgedrückte Blatt eingerückt wird (Kompenſationsregulatoren). Zur Ueberwachung der Kette hat man ferner ſogenannte Kettenfadenwächter [26] angeordnet, welche den Webſtuhl beim Bruch eines Kettenfadens zum Stillſtand bringen (mechaniſch oder elektriſch wirkend).

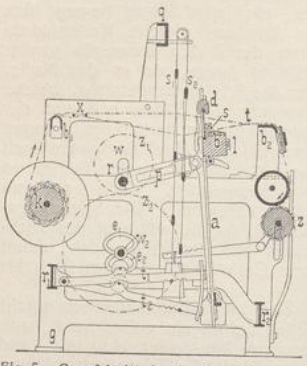


Fig. 5. Querſchnitt durch einen Kurbelſtuhl. *a* Ladenarme. *b* Schützenbahn. b_1 Streichbaum. b_2 Bruſtbaum. *d* Ladendeckel. $e_1 e_2$ Patronenſcheiben (Exzenter). *g* Geſtell. *k* Kettenbaum. *l* Lade. *p* Lenkſtange. *q* Querſtück des Geſtells. *r* Kröpfung der Antriebwelle (Kurbel). $r_1 r_2$ Querriegel. *s* Schützen. $s_1 s_2$ Schäfte (Geſchirr). *t* Ort des Tempels (Breithalters). $t_1 t_2$ Tritte. *w* Kurbelwelle. w_2 Schaftwelle. *x* Kreuzruten. *z* Zeugbaum. $z_1 z_2$ Zahnräder (Ueberſetzung 1:2).

Die Lade und ihre Bewegung. Die Hängeladen finden nur noch bei Bandwebſtühlen und bei ſolchen Stühlen Verwendung, welche nach geringfügigen Aenderungen als Handſtühle benutzt werden ſollen. Im übrigen werden Stehladen verwendet. Die Befeſtigung der Ladenarme oder Stelzen muß ſowohl eine Verſtellung in ſeitlicher Richtung als auch eine ſolche in der Höhenlage des Blattes zulaſſen, damit bei zurückgeſchwungener Lade während des Schützendurchganges das Kettenunterfach dicht auf dem Ladenklotze aufliegt. — Die Bewegung der Lade [27] hat im allgemeinen dergeſtalt zu erfolgen, daß während des Durchlaufens des hinteren Teiles ihrer Bahn möglichſt Zeit gewonnen wird für das Durchſchießen des Schützen durch das geöffnete Fach, im hinteren Teile ſoll ſie ſich alſo langſam bewegen, während der Vorgang dann raſch vonſtatten gehen ſoll und das Einpreſſen des eingetragenen Schußfadens endlich durch kräftigen Druck zu geſchehen hat. Dieſen Bedingungen wird z. B. durch den in Fig. 5 gezeichneten Kurbelantrieb Genüge geleiſtet, welche den Querſchnitt eines ſogenannten Kurbelſtuhles darſtellt. — Statt der Kurbelverbindungen werden natürlich auch unrunde Scheiben mit Kraftſchluß bezw. Nutenſcheiben oder doppelte unrunde Scheiben oder Schraubengänge u. ſ. w. verwendet, um das gewünſchte Ladenbewegungsgeſetz zu erhalten. Ebenſo kann das Blatt ſtatt in einer ſchwingenden Lade auch in einem auf Rollen geſetzten Rahmen oder Wagen bezw. auf einem Schlitten untergebracht ſein. — Bei ſehr dicht zu ſchlagenden Stoffen, welche dabei jedoch nur verhältnismäßig geringe Bremſung des Kettenbaumes zulaſſen, benutzt man zum Vortreiben des Schuſſes den ſogenannten Blattſchlag oder Nachſchlag. Kurz bevor das Blatt in die vorderſte Stellung kommt, wird es zurückgezogen, wobei Federn geſpannt werden, die dann das Blatt in die Schlagſtellung ſchnellen. Auch mehrfacher Anſchlag wird ausgeführt.

Bewegung des Schützen [28]. Der Antrieb des Schützen (Schützenſchlag) erfolgt bei den mechaniſchen Webſtühlen in der Regel nach der auch bei den Handſtühlen üblichen Weiſe, daß mittels des entſprechend raſch bewegten Treibers oder Pickers der Schütze aus dem Schützenkaſten hinaus durch das Fach in den gegenüberliegenden Kaſten getrieben wird. Damit der Schütze beim Stoßen auf den gegenüberliegenden Treiber nicht wieder zurückſchnellt, ſind Klemmvorrichtungen (Bremsfedern u. dergl.) angeordnet, welche ſich vor dem nachfolgenden Abgang der Schütze wieder auslöſen. Dieſe Vorrichtungen werden gleichzeitig meiſt als Schützenwächter (Abſteller, Protektor) benutzt, inſofern ſie, wenn der Schütze nicht an ſein Ziel anlangt, den Webſtuhl ſelbſttätig ausrücken. Die nötige Beſchleunigung kann dem Schützentreiber unter Zuhilfenahme von Schlagarmen entweder dadurch erteilt werden, daß der Schlagarm durch entſprechend geſtaltete Kurvenſcheiben oder dergl. ſeine Bewegung erhält, deren Geſchwindigkeit von der Stuhlgeſchwindigkeit abhängig iſt — in dieſem Falle darf ein vorliegender Stuhl eine beſtimmte Geſchwindigkeit nicht unterſchreiten, wenn der Schütze noch ſein Ziel zur richtigen Zeit erreichen ſoll — oder der Schlagarm wird durch eine vorher geſpannte Feder beſchleunigt (Federſchlag) —, hierbei darf der Stuhl eine beſtimmte Geſchwindigkeit nicht überſchreiten, da dem Schützen immer nur eine beſtimmte, von der Stuhlgeſchwindigkeit unabhängige Geſchwindigkeit erteilt wird. Der Federſchlag wird namentlich für ſchwergehende Schützen oder für ſolche, die einen ſehr langen Weg zurücklegen müſſen, angewendet. Je nachdem der Schläger oder die Peitſche von unten oder von oben her auf den Treiber einwirkt, unterſcheidet man unterſchlägige und oberſchlägige Webſtühle (underpick, overpick); im letzteren Falle kann der Schlagarm in einer wagerechten Ebene ſchwingen (das iſt der gewöhnliche Fall) oder in einer lotrechten Ebene (ſelten mehr vorkommend, vgl. oben, Hängeladen). Auch Preßluft und elektriſchen Antrieb hat man zur Schützenbewegung zur Anwendung gebracht [29]. Ferner hat man beſondere Mechanismen erfunden, um den maſchinellen Zuſammenhang des Schützen mit der Antriebwelle ununterbrochen zu erhalten (Steckſchützen, Maulſchützen, poſitiver Schützen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

antrieb) [30] bezw. hat man den Schützen ganz in Fortfall gebracht (fchützenlofe Webftühle) [31]. — Wenn der Schußfaden abreißt oder ausgeht, fo ift der Webftuhl zum Stillftand zu bringen; bei langfam gehenden Stühlen überläßt man dies der bedienenden Perfon, bei rafch gehenden bringt man befondere fogenannte Schußwächter [32] an. Entweder läßt man den Schußfaden durch einen am Geftell befindlichen Fühler, eine Gabel, überwachen (Gabelfchußwächter) oder man verfieht den Schützen mit einem Wächter, welcher die Schützenkaftenzunge beim Reißen des Fadens in das Innere des Schützens zurücktreten läßt, fo daß dann der Schützenwächter das Abftellen des Stuhles bewirkt (Schußwächterfchützen). — Schließlich find noch die fogenannten Schützenfänger [33] zu erwähnen. — Die Unfälle in den Webereien rühren — abgefehen von denen, welche durch die Betriebsmafchinen und die Wellenleitung veranlaßt werden — weitaus in den meiften Fällen von dem Herausfliegen des Webfchützen her. Die Verletzungen, welche unter anderm durch ungenügende Verdeckung der Verzahnungen u. f. w. an den Webftühlen vorfallen, treten dagegen zurück. Entweder kann man nun ein Ausfpringen des Schützen dadurch verhindern, daß man das Fach auch nach oben hinreichend abdeckt, oder aber man kann den ausgefprungenen Schützen unfchädlich zu machen fuchen durch Abfangen, fei es, daß man ihn oberhalb des Faches felbft aufhält oder ihn durch an den Seiten des Webftuhles angebrachte Schutzvorrichtungen abfängt.

Um bei den mechanifchen Webftühlen eine möglichft hohe Leiftung zu erzielen, hat man einerfeits durch Ausbildung und Vervollkommnung der Bewegungsmechanismen eine tunlichft große Arbeitsgefchwindigkeit zu erreichen gefucht, anderfeits hat man den Arbeitsvorgang auf eine andre Weife als bisher durchgeführt (Rundwebftühle, Webftuhl ohne Schütze), und endlich hat man Vorrichtungen erfonnen, um die durch die Bedienung der Mafchine verurfachten Betriebsftillftände faft gänzlich zu vermeiden. Diefe dritte Richtung findet fich in den Vorrichtungen verkörpert, welche neue, volle Schußfpulen, nachdem die alten leer geworden find, in den arbeitenden Webftuhl felbfttätig einlegen [34]. Neben dem vollkommenen Austaufch der leeren gegen eine volle Schußfpule [35] kann dies auch durch den Austaufch des Schützen mit der leer gewordenen Spule gegen einen neuen mit voller Spule [36] und fogar des ganzen Schützenkaftens gegen einen andern erfolgen [37]. Wenn die Spule in dem Schützen während des fchnellen Arbeitens des Webftuhles gewechfelt werden foll, fo kann dies jedenfalls nicht auf die von Hand geübte Weife erfolgen, daß nämlich die Spule auf eine aus dem Schützen herausklappbare Spindel gefteckt und der Fadenanfang durch ein Oehr in dem Schützen gefaugt wird, vielmehr find hierzu befondere Schützen und befondere Spulen nötig. — Vorbildlich für die Schußfpulenauswechflung ift der Northropfche Webftuhl geworden. Northrop benutzt einen Schützen, in welchem die Spule ohne Spindel nur durch die feitliche Klemmung ihres Kopfes feftgeklemmt wird, fo daß fie einfach von oben in den Schützen hineingedrückt werden kann, wobei die neue, volle Spule die leere nach unten aus dem Schützen drückt. Fig. 6 zeigt einen folchen Northrop-Webftuhl nach Ausführung der Elfäffifchen Mafchinenbaugefellfchaft. Am intereffanteften ift hierbei der Schußwechfelapparat, in welchen die Referveſpulen eingelegt werden. Das Auswechfeln der Spule bewirkt der fogenannte Stoßhammer, als Spulenhalter dienen zwei drehbar gelagerte Scheiben, in deren Einkerbungen die Spulen durch den Arbeiter eingelegt werden. Das Garnende einer jeden Spule wird um einen außerhalb des Wechfelapparates angebrachten Knopf gewickelt, was während des Betriebes erfolgen kann. Sobald das Auswechfeln der Spule erfolgen foll, wird die Wechfelbewegung von einer mit dem Schußwächter in Verbindung ftehenden und auf eine Eingreifklinke einwirkenden Stange angeregt. Gleichzeitig fchiebt fich ein Kontrollfinger gegen den Ladenkaften vor, welcher die Auswechfelbewegung verhindert, falls der Schütze fich nicht in feiner normalen Lage befindet. Ift alles in Ordnung, fo begegnet das an der Lade befeftigte Meffer der Eingreifklinke, die mit einem Hammer verbunden ift. Die Lade fetzt ihre Vorwärtsbewegung fort, und der Hammer übt auf die unter ihm befindliche gefüllte Spule einen Druck aus. Diefe wird in den Schützen eingeführt, gleichzeitig die leere Spule ausftoßend, und letztere fällt in einen darunter ftehenden Blechkaften. Bei jeder Bewegung des Hammers wird eine Schaltkette nachgezogen, eine Klinke greift in ein auf der Achfe der Wechfelvorrichtung fitzendes Schaltrad ein und eine Feder bewirkt ein Nachrücken der Drehfcheibe, fo daß eine neue Spule unter den Hammer gebracht wird. Da das Fadenende der neuen Spule um einen feften Knopf gewickelt ift, fo windet fich beim Abfchießen des Schützen von rechts nach links der Faden von der Spule ab und legt fich hierbei um das Auge der Einfädelungsöfe des Schützen. Auf den Spannftab ift nun ein fogenannter Fadenabfchneider aufgefchraubt, welcher durch eine befondere kleine Welle bei jeder Bewegung des Stoßhammers in Tätigkeit gefetzt wird, wobei eine Schere fowohl das Fadenende der alten als auch dasjenige der neuen Spule abfchneidet. — Außer dem Schußfüllapparat ift der Webftuhl mit einem Kettenwächter ausgeftattet. Diefe zwei Neuerungen entbinden den Arbeiter von der beftändigen Aufficht, die er den alten Stühlen widmen mußte, fo daß bei Herftellung von einfachen Geweben ein Arbeiter fechzehn bis zweiunddreißig Stühle überwachen kann. — Die Erfahrungsfache, daß hin und her gehenden

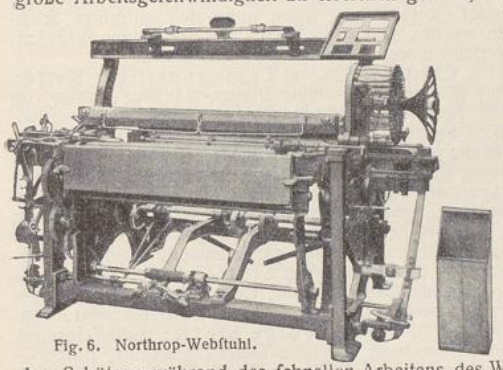


Fig. 6. Northrop-Webftuhl.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mechanismen vielerlei Nachteile anhaften, mag dazu beigetragen haben, daß seit Jahrzehnten die Bemühungen vieler Erfinder (Waffermann [38], Herold [39] u. a.) sich auf dem schwierigen Gebiete der Rundwebstühle bewegen, auf welchem Schlauchgewebe hergestellt werden. Diese Stühle haben aber den Nachteil, einmal vorgerichtet, sich schwer für andre Bindungen umändern zu lassen und die Anbringung eines Schützenwechsels nicht oder nur schwer zuzulassen. Die einzelnen Organe sind schwer mit der Hand und dem Auge zu erreichen, auch erweist sich die Schlauchform der Ware beim Bleichen, Färben und Zurichten als nachteilig. Die bislang ausgeführten Rundwebstühle haben sich keinen Eingang in die Praxis verschaffen können.

Weitere Bestrebungen beziehen sich darauf, daß man überhaupt nicht die Schußspule durch das offene Fach führt, sondern die Spule neben dem Webstuhle aufstellt und nur den Faden einträgt. Bei älteren Versuchen wurde der Faden doppelt in Schleifenform eingelegt [31]; bei dem neuen mechanischen Webstuhl von Seaton [40] wird jedoch nur der einfache Faden in das Fach durch besonders gebaute Greiferschützen eingelegt, und die einen großen Fadenvorrat fassenden Spulen sind auf beiden Seiten des Stuhles in bestimmter Entfernung von der Leiste aufgestellt (gleich der Schußlänge). Der Faden liegt zwar ebenfalls in Schleifenform in dem Gewebe, aber so, daß immer ein Teil der von rechts eingetragenen Schleife mit einem Teil der von links eingetragenen abwechselt (vgl. Fig. 7) und sämtliche Schußteile sind in der gewöhnlichen Weise durch die Kettenkreuzungen getrennt.

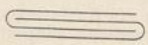


Fig. 7.

Ueber das Weben der Zeuge aus den verschiedenen Rohstoffen und die verschiedenen Arten dieser Gewebe s. in [41]. Hier genügt, soweit nicht schon unter den einzelnen Stichwörtern besondere Erläuterungen gegeben worden sind, zur kurzen Kennzeichnung die Aufzählung der einzelnen Stoffe unter den verschiedenen Rohstoffen und Bindungen.

Arten der baumwollenen Zeuge. 1. Glatte Stoffe. a) Leinwandartige: Kattun (Baumwolleinwand, imitiertes Leinen), Kitay (Kattun von geringer Breite), Nanking (Kattun von bräunlichgelber Farbe), Nankinet (feinerer Nanking), Shirting (Futterkattun, Hemdenkattun, Neffel), Indian Shirtings (schwerste Sorte), Dhoties (Shirtings mit farbigen Streifen), T-Cloth, Mexicans, Domestics, Madapolams; Druckkattune, Glanzkattune; Bettücher; Tanjibs, Manifocks; Kambrik (Kammertuch, feiner Hemdenkattun), Baumwollbatist (schottischer Batist, Batistmusselin), Jaconnet, Perkal, Perkalin, Kaliko (Druckperkale), Katt; Schnürchenperkal; Sarsenet; englische oder schottische Leinwand, Wiener Leinwand (Gingham), Hairkord, Blue-Mettle, Rips (Ribs); Musselin (Muslin, Nesseltuch), Musselinet, Vapeur, Zephyr; Organdy (Organdin, Mull), Linon (Schleier), Tarlatan. — b) Gazeartige: Baumwollene Gaze, Kanevas, Baumwollstramin, Kongreßstoff, Etamine, Marly, Camilla; Glanzgaze. — 2. Geköperte Stoffe: Köper oder Croisé (Twill), Cretonnes (bedruckte Köper), Jeans, baumwollener Merino, Köper-Gingham, Drill oder Drell, Bast oder Bastzeug (Baumwollbast); Barchent, Parchend (Fustian), Futterbarchent, Bettbarchent, Bettdrell, Inlet, Köper-Swandown. — 3. Atlasbindige Stoffe: Satin (Jeannet, Oriental), Atlasbarchent, Baumwollmolton (Beaverteen), englisch Leder (Moleskin), Biber. — 4. Gemusterte Stoffe: a) Köperbindige: Dimity, Wallis, gestreifte Barchente, Bettdrell (Drillich); b) baumwollener Damast; c) Doppelstoffe: Piqué, Piqué-Barchent. — 5. Samtartige Stoffe: Manchester (Baumwollsamt, unechter Samt), Kastorin (baumwollener Plüsch), Badehandtücher (Frottierstoffe).

Arten der leinenen und hänfenen Zeuge. 1. Glatte Stoffe: Leinwand (Leinen, Linnen); Flachsleinwand, flächsenes Leinen; Hanfleinwand; Wergleinwand, Hedeleinen; halbflächsene Leinwand, Halbhedeleinen, Halblaken; halbbaumwollene Leinwand (Halbleinen, irische Leinwand); Segeltuch (Segelleinwand); Schirrtuch; Packleinwand; Creas (Lederleinwand); Schockleinen, Futterleinen, Franzleinen, Moorleinen, Starr- oder Steifleinen (Schetterleinen), Glanzleinwand); Batist (Leinenkambrik), Batistleinwand, Schleier, Linon, englische Charpie (Patent-Charpie); Flachstuch (Gobelinstoff). — 2. Geköperte und gemusterte Stoffe: Drell (Drillich, Zwillich); Atlasdrell, Leinenatlas; Damast (Leinendamast); Halbdamast, Frottierstoffe, Leinenplüsch.

Arten der Jutezeuge [42]. 1. Glatte Stoffe: Netztuch (Biskuit Baggings, Fasson Hessians); gewöhnliches Juteleinen (Common Hessians), Jutefeinleinen (Fine Hessians), Jutedoppelleinen (Tarpawlings), Einfach- und Doppel-Jutesackleinen (Single warp and double warp Baggings); Zuckersackleinen (Hessian-Baggings); Plansackleinen (Plain-Sackings). — 2. Geköperte Stoffe: Juteköper und Drell (Twilled Sackings); Hopfentuche (Hoppoketings). — 3. Juteplüsch (Grund Baumwolle, Flor Jute).

Tuchartige Wollenzeuge (s. Tuchfabrikation, Tuchsorten).

Kammwollene Zeuge. Eine vollständige Aufzählung der Stoffe würde bei dem ewigen Wechsel der Mode fast unmöglich, mindestens sehr weitläufig sein; es sollen deshalb hier nur die geläufigsten Namen erwähnt sein. 1. Glatte Stoffe: Kamelott, Orleans, Perkan, Barrakan, Moir (Moor, Möbelmoor), Bombasin, Beuteltuch, Krepp (Crépon), Moreen, Wollenstramin, Wollenmusselin, Chaly, Poil de chèvre (Mohair), Rips (Reps), Stramin, Tamis (Damis), Grosgrain, Quinet, Polemit, Konzentzeug. Gazeartig: Barège. — 2. Geköperte Stoffe: Geköperter Wollmusselin, Merinos, Tibet, Kaschmir, Bombasin (Kette von Seide, Schuß von Kammwolle), Halbmerino (halbwollener Merino); Paramatta, Zanella, Rasch (Zeugrasch, Chalon, Soy, Tuchrasch), Oeltuch (Oelpreßtuch). — 3. Atlasbindige Stoffe: Wollener Atlas, Kalmank, Serge (Sarsche). — 4. Gemusterte Stoffe: Schuhkord (verderbt Schuhgurt), Stramin, gemusterte Kleiderzeuge u. s. w., gemusterte Damaste und Schals. — 5. Samtartige Stoffe: Wollener Samt und Plüsch, sowohl geschnitten als ungeschnitten und gepreßt. Mohair-Plüsch (Sealskin, vgl. d. Art. Sealskin). — 6. Teppiche (s. d.).

Arten der seidenen Zeuge [43]. 1. Glatte Stoffe: a) leinwand- oder taffetartig gewebte: Taffet (Futtertaffet, Zendeltaffet, Kleidertaffet, Avignon, Florence); Halbtaffet, Halb-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

florence (ſeidene Kette, baumwollener Schuß); Baſtzeug; Marzellin oder Doppeltaffet; Luſtrin; Gros (Gros de Naples, de Tours, d'Ispahan u. ſ. w.); Poult de soie (Gros grain); Papeline; Seidenkamelott. Werden Ketten- und Schußfäden mehrfach (bündelweiſe) zuſammengenommen (Würfelleinwand, Panamabindung), ſo entſtehen der Foulard und die Louiſine. Ripsartig iſt Turquoiſe. Ferner wären zu erwähnen Velours simulé (falſcher, ungeſchnittener Samt, Epinglé, Simuline) und der Krepp. — b) Gazeartige Stoffe: Dünntuch (eigentliche Gaze), ſeidenes Beuteltuch, Beutelgaze; Stramin; Barège. — 2. Geköperte Stoffe: Croiſé, Satin de Lyon, Levantin, Bataviaköper, Drap de soie, Serge, Radzimir, Bombaſin u. ſ. w. — 3. Atlasbindige Stoffe: Fünfbindiger Satin (Baſtardatlas, Satin turc), Satin de Chine, Alcionne, Satin à la reine, Rhadamé (ſechsbindig), Satin merveilleux (ſiebenbindig), Atlas (achtbindig und mehr). — 4. Gemuſterte Stoffe. Als bekanntere Namen ſeien bloß angeführt: Droget, Chagrin, Satinet, Pariſienne, gemuſterter Levantin, damaſtartige Stoffe, ſogenannte Brillantſtoffe, Stoffe mit aufgeſchweiften und überſchoſſenen Muſtern, Brokat, Pequin. — 5. Samtartige Stoffe: Ungeſchnittener und geſchnittener Samt, Plüſch (glatt und mit Muſtern), Felpel (glatt und gemuſtert).

Als beſonderen Zweiges der Weberei muß der **Bandweberei** (vgl. [44]) gedacht werden. Die Bandwebſtühle dienen meiſt zur gleichzeitigen Herſtellung einer größeren Anzahl von Bändern und ſind deshalb als Vereinigung einer Anzahl von mechaniſchen Webſtühlen aufzufaſſen. Die Anzahl der auf einmal auf einem Stuhle angefertigten Bänder nennt man die Gang- oder Laufzahl des Stuhles (ausgeführt bis zu 140 Gängen). Um Raum zu ſparen, kann man die Bänder in verſetzter Bandlage etwa zweigeſchoſſig anordnen, was den Vorteil großer Raumerſparnis, dagegen den Nachteil der geringeren Ueberſichtlichkeit beſitzt. — Die Lade iſt in bezug auf die Schiffchenanordnung entweder eine Sägelade mit flachen von unten angetriebenen oder eine Spindellade mit flachen von hinten angetriebenen oder eine Kreis- oder Bogenlade mit kreisbogenförmig bewegten Schiffchen. An ſich iſt ſie meiſt eine Hängelade, d. h. oben aufgehängt. Bezüglich der Schützenanordnung unterſcheidet man einſchützige und mehrſchützige Laden. Im letzteren Falle liegen mehrere Schützenreihen (bis ſieben) übereinander, und man bedarf eines beſonderen Wechſelmechanismus, der den Schützen, der zum Schuß kommen ſoll, gerade in die Lage bringt, daß er ungehemmt das Fach durchlaufen kann. Man vermag dabei auch mit mehreren Sorten Schüſſen zu arbeiten, beiſpielsweiſe mit einem Grundſchuß und mehreren Broſchierſchüſſen. Je nach der Schiffchenbewegung laſſen ſich die Bandwebſtühle einteilen in Bandſtühle mit ſogenanntem Marionetteſchiffchenzug, oder mit Schiffchenzug mittels Exzenter und Tritt oder mit zwangläufiger Schiffchenbewegung durch Hebel, Verzahnungen oder dergl., und endlich Bandwebſtühle mit Eintragung des Schußfadens durch Nadeln (vgl. Art. Bandſtuhl, Bd. 1, S. 543). — Die Lade kann ferner ein-, zwei- oder mehrteilig ſein, d. h. es können nebeneinander in einem Stuhle zwei oder mehrere Laden, beiſpielsweiſe mit verſchiedener Laufzahl für verſchieden breite Bänder eingebaut ſein. Dabei kann der Antrieb gemeinſam oder für jede Abteilung beſonders gewählt werden, ſo daß man jede Abteilung für ſich in Bewegung ſetzen oder abſtellen kann. — Bei einfacheren Muſtern erfolgt die Fachbildung mittels Schäften. Hierbei wendet man zur Schäftebewegung entweder eine innere unabhängige Geſchirrbewegung mittels Exzenter und Tritte an oder eine äußere, oder man bewegt die Schäfte mittels Außentrommeln oder Schaftmaſchinen. Letztere ſind meiſt Seitenſchaftmaſchinen mit Aufzug, und zwar Geſchloſſenfachſchaftmaſchinen oder Offenfachſchaftmaſchinen. Reicher gemuſterte Bänder werden mit Hilfe von Jacquardmaſchinen hergeſtellt. — Fig. 8 zeigt einen Jacquardſtuhl mit Bogenladen

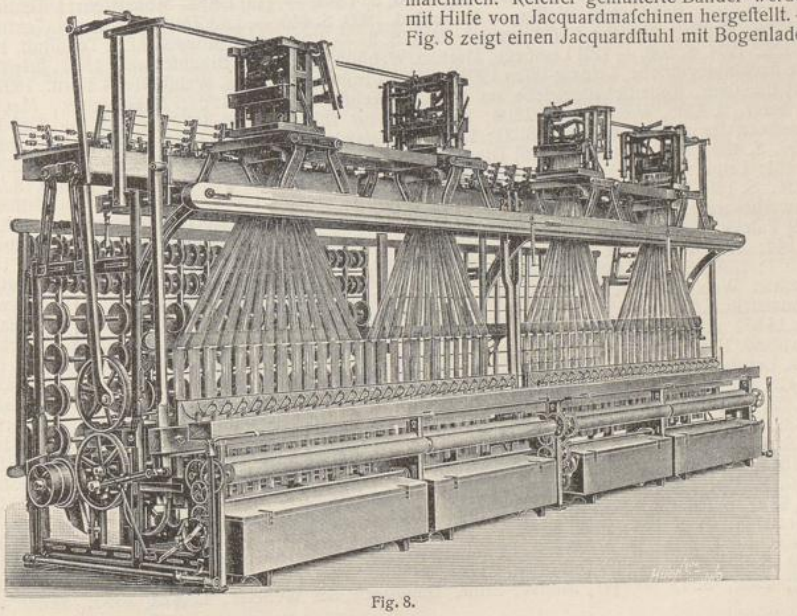


Fig. 8.

der deutſchen Webſtuhlfabrik von Fr. Lüdorf & Co. in Barmen-Rittershauſen. Die Stühle werden bis zu einer inneren Breite von 7 m gebaut und erhalten dabei bis zu 140 Gänge. Sie ſind mehrfach (2-, 3-, 4-fach) geteilt, jeder Teil bekommt dann ſeinen Sonderantrieb und arbeitet unabhängig von den andern. — Weiter laſſen ſich die Bandſtühle nach dem Fabrikate in Litzen-, Borten- und Treſſenſtühle, einfarbige glatte Rutenbandſtühle, mehrfarbige gemuſterte Seidenbandſtühle mit Jacquardeinrichtung, Gurtenſtühle verſchiedener Art, Gummibandſtühle, Samtbandſtühle einteilen (Nadel- oder Rutenſamt und Doppelſamt). Endlich gibt es noch Bandſtühle zur Erzeugung von Dreherbändern, Bändern mit Perlenbeſatz u. ſ. w.

In neueſter Zeit ſind auch beſondere Verfahren für die eigenartigen Beanſpruchungen ausgeſetzten Gewebeeinlagen der Fahrrad- und Automobilradreifen erdacht worden [45]. Ueber die Herſtellung der Stroh-, Holz-, Rohr-, Pferdehaar-, Kautſchuk- und Drahtgewebe, über Perlenweberei und Weben des Tülles vgl. [41].

Literatur: D.R.P.-Kl. 86. — Knorr, Elemente der Weberei, Chemnitz 1872; Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, Wien 1890; Oelsner, Die deutſche Webſchule, Altona 1891; Schams, Handbuch der geſ. Weberei, Weimar 1892; Kinzer und Fiedler, Technologie der Handweberei, Wien 1893; Lembcke, Mechan. Webſtühle, Braunſchweig 1886/96; Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei und Zurichtungsarbeiten, Leipzig 1896; Utz, Die Praxis der mechan. Weberei, Leipzig 1907. — [1] Dinglers Polyt. Journ. 1882, Bd. 246, S. 69. — [2] Lembcke, Die Vorbereitungsmaſchinen in der mechan. Weberei, Leipzig 1877; Mikolaſchek, Mechan. Weberei, I. Abt., Wien und Leipzig 1904. — [3] Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei und Zurichtungsarbeiten, S. 492, 512; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, S. 150; 1890, S. 1049; 1894, S. 874; 1897, S. 713; 1902, S. 389; 1907, S. 821; Leipz. Monatſchr. f. Textilind. 1900, S. 412; 1902, S. 89; 1903, S. 9. — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 98; 1903, S. 1105. — [5] Uhlands prakt. Maſchinenkonſtrukteur 1898, S. 58; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1904, S. 36 (Spezial-Nr. 1); 1905, S. 116. — [6] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 771. — [7] Donat, Franz, Methodik der Bindungslehre, Dekompoſition und Kalkulation für Schaftweberei, Wien-Peſt-Leipzig 1892; Derſ., Bindungs-Lexikon f. Schaftweberei, Wien-Peſt-Leipzig 1897. — [8] Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei und Zurichtungsarbeiten, S. 530, 531. — [9] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1895, S. 586. — [10] D.R.P. Nr. 97797, 100503, 119666, 125443/46, 140332, 141669, 146586, 202819; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 378; 1903, S. 316; 1904, S. 804. — [11] D.R.P. Nr. 12304, 111202, 152622, 184475; Oeſterr. Wollen- u. Leinenind. 1908, S. 1062; Zeitſchr. f. Textilind. 1909, S. 108. [12] Donat, Methodik der Bindungslehre, S. 62; Finſterbuſch, Die mechan. Weberei und die Fabrikation der Kunſt- und Figurendreher, Altona 1889; Lembcke, Mechan. Webſtühle, 2. Fortſ., 1890, S. 162; Wenzel, Die Bindungslehre f. Gazegewebe, Glauchau (Selbſtverlag); Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1897, S. 138, 469; 1898, S. 158, 166, 302, 705; 1902, S. 829; 1905, S. 18; 1909, S. 65. — [13] Oelsner, Die deutſche Webſchule, 1891, S. 217; Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, 1889, S. 174; Utz, Die Praxis der mechan. Weberei, S. 80 ff. — [14] Kohl, F., Geſchichte der Jacquardmaſchine, gekrönte Preisſchrift, Berlin 1873; Kinzer, Technologie der Handweberei, II. Teil, Die Jacquardweberei, Leipzig 1908. — [15] Lembcke, Die Vorbereitungsmaſchinen in der mechan. Weberei, 1893, S. 138; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1896, S. 513; 1897, S. 8, 72; Dinglers Polyt. Journ. 1903, Bd. 318, S. 529. — [16] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1886, S. 106; 1887, S. 117; 1891, S. 349; 1896, S. 514. — [17] Ebend. 1900, S. 97; 1901, S. 90; 1901, Spezial-Nr. IV, S. 103; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 1343. — [18] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 81. — [19] Oeſterr. Wollen- u. Leinenind. 1909, S. 446. — [20] Zeitſchr. f. d. geſ. Textilind. 1907/08, S. 264; Zeitſchr. f. d. Textilind. 1908, S. 8. — [21] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1902, S. 826; 1904, S. 596. — [22] Lembcke, Mechan. Webſtühle, 5. Fortſ., Braunſchweig 1893; Edelſtein, Die Fachbildegetriebe, Leipzig-Wien 1909. — [23] Lembcke, Mechan. Webſtühle, 4. Fortſ., 1892. — [24] Edelſtein, Kettenſchaltgetriebe am mechan. Webſtuhl, Berlin 1904; Mikolaſchek, Mechan. Weberei, 2. Abt., Wien-Leipzig 1908; Zivilingenieur 1875, S. 615; 1877, S. 145. — [25] Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, S. 31; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1889, S. 271; 1896, S. 634; 1897, S. 460; 1898, S. 695. — [26] Dinglers Polyt. Journ. 1863, Bd. 168, S. 361; 1864, Bd. 174, S. 181; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1897, S. 9, 328, 674; 1898, S. 239, 241, 765; 1899, S. 797; 1904, S. 169; 1909, S. 40; Oeſterr. Wollen- und Leinenind. 1909, S. 792. — [27] Mitteil. d. Gewerbevereins f. Hannover 1872, S. 414; Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, S. 118. — [28] Falcke, Chemnitzer Gewerbſchulprogramm, 1872; Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, S. 144; Zeitſchr. f. d. geſ. Textilind. 1901/02, S. 601. — [29] Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1896, S. 577; 1897, S. 577; 1898, S. 451; 1901, S. 494; D.R.P. Nr. 194318, 211916. — [30] Lembcke, Mechan. Webſtühle, 1. Fortſ., S. 142; Reh, Lehrbuch der mechan. Weberei, S. 172; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1903, S. 816. — [31] Barlow, History of weaving, S. 302; engl. Patent Nr. 18852 vom Jahre 1896; D.R.P. Nr. 96959, 99787, 99788; 104819; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 376, 681, 761; 1899, S. 639. — [32] Lembcke, Mechan. Webſtühle, 1886, S. 105; Reh, Lehrbuch d. mechan. Weberei, S. 217; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1897, S. 138, 395; 1901, S. 415, 812; 1903, S. 169, 459, 671; 1904, S. 168, 595. — [33] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 202, 226; 1902, S. 540; 1903, S. 235; 1905, S. 12, 47, 109; Zeitſchr. f. Gewerbehyg., Wien 1907, S. 36, 280, 350, 355. — [34] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 144; Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1908, S. 17. — [35] D.R.P. Nr. 63687, 96513, 97309, 121958, 123248, 129545, 147349, 204993; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 158, 229, 455; 1901, S. 653; 1902, S. 320; 1909, S. 13; Zeitſchr. f. Textilind. (Berlin) 1907, S. 25; 1908, S. 91. — [36] D.R.P. Nr. 47872, 164093, 206940; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1904 (Spezial-Nr. 2), S. 75; 1905 (Spezial-Nr. 4), S. 144; 1909, S. 69. — [37] Claviez, D.R.P. Nr. 78904. — [38] D.R.P. Nr. 76105, 82430. — [39] D.R.P. Nr. 96270, 96271, 98335, 98336, 98623; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 304, 528. — [40] D.R.P. Nr. 99787, 99788; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1898, S. 681, 761; 1909, S. 43. — [41] Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei, Leipzig 1896; Reifer und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spennrath, Handbuch der Weberei, 3 Bde., München 1894—1906. — [42] Pfuhl, Die Jute und ihre Verarbeitung, 2. Teil, Berlin 1891. — [43] Feldges, Anleitung zur Kenntnis der Seidenſtoffe, Krefeld 1868; Leipz. Monatsſchr. f. Textilind. 1904, S. 649; 1905 (Spezial-Nr. 3), S. 97. — [44] Kinzer-Fiedler, Handweberei, Wien 1893; Reiſer und Spennrath, Handbuch der Weberei, Bd. 3, Abt. II, München 1900; Utz, Die Praxis der mechan. Weberei, Leipzig 1907; Both, Die Bandweberei, Hannover 1907; Zeitſchr. f. Textilind., Berlin 1908, S. 65 und [41]. — [45] D.R.P. Nr. 70734, 99069, 113402, 116938, 122754, 211512, 212241. *E. Müller.*

Weberglas (Fadenzähler), ein Vergrößerungsglas (Lupe) zur Beſichtigung und Unterſuchung der Stoffe und Abzählung der auf einen beſtimmten Raum kommenden Fäden.

Webſtuhl, ſ. Weberei.

Wechſel (Wechſelbalken) in der Balkenlage (ſ. d., Bd. 1, S. 529ff., Fig. 1) angeordnete Querbalken.

Sie kommen zur Anwendung an Stellen, wo ein Auswechſeln (ſ. d. Bd. 1, S. 413 und Figur) nötig iſt, um die gekürzten Balken (Trumpfe) aufzunehmen, die hier durch Bruſtzapfen (ſ. d. Bd. 2, S. 372) ihr Auflager finden. Der Wechſel ſoll höchſtens 4—5 m freiliegen. *Weinbrenner.*

Wechſelfeuer, feſtes Feuer von annähernd gleicher Stärke, welches abwechſelnd verſchiedene Farben (in der Regel Rot und Weiß) zeigt (ſ. nebenſtehende Figur).



Literatur: Verzeichnis der Leuchtfeuer aller Meere, Reichsmarineamt. *von Nießen.*

Wechſelgeſchwindigkeit der Momentanachſe. Die Momentanachſe der Bewegung eines unveränderlichen Syſtems iſt im allgemeinen eine mit der Zeit t wechſelnde Gerade γ im Syſtem, welche mit einer Geraden c, im Raume der Bewegung gleichfalls wechſelnd, zuſammenfällt. Die ſämtlichen Achſen γ bilden im Syſtem eine geradlinige Fläche (γ), welche auf der von ſämtlichen Achſen c im Raume der Bewegung gebildeten Fläche (c) rollt und gleitet. Die beiden, den Zeiten t und $t+dt$ entſprechenden Momentanachſen bilden miteinander den Winkel $d\sigma$ und haben voneinander den kürzeſten Abſtand $d\alpha$. Die Größe $\psi = d\sigma : dt$ heißt die Wechſelgeſchwindigkeit und die Größe $u = d\alpha : dt$ die Orthogonalgeſchwindigkeit (Bd. 6, S. 781), beide zuſammen die Komponenten der Wechſelgeſchwindigkeit der Momentanachſe zur Zeit t. Die Wechſelbewegung der Momentanachſe iſt daher ſelbſt eine Windungsbewegung um die Linie des kürzeſten Abſtandes beider Momentanachſen als Windungsachſe. Für die ebene Bewegung iſt $\psi = 0$, und es reduziert ſich die Wechſelgeſchwindigkeit auf die Orthogonalgeſchwindigkeit u (Wechſelgeſchwindigkeit des Momentanzentrums der ebenen Bewegung, ſ. Bd. 6, S. 476); für die Rotation des Syſtems um einen Punkt (ſphäriſche Bewegung) iſt $u = 0$ und iſt die Wechſelgeſchwindigkeit bloß Winkelgeſchwindigkeit. *(† Schell) Finſterwalder.*

Wechſelgetriebe ſind Mechanismen, durch welche die von einer gleichförmig rotierenden Triebwelle auf eine andre Welle übertragene Drehungsgeſchwindigkeit vermittelſt willkürlicher oder ſelbſttätiger Einwirkung verändert wird.

Wechſelkreis (Tangentialkreis), ſ. Beſchleunigungszentrum.

Wechſelſtrom, elektriſcher, Strom von wechſelnder Größe und Richtung. Rechnet man die Drehung eines kreisförmigen Drahtringes in einem homogenen, magnetiſchen Felde von der Lage aus, in welcher er das Maximum N_0 der Kraftlinien einſchließt, ſo beträgt die Zahl der eingeſchloſſenen Kraftlinien in der um den Winkel α gedrehten Lage (Fig. 1) $N = N_0 \cos\alpha$. Nun folgt aber der Momentanwert der elektromotoriſchen Kraft zur Zeit t in Volt (Bd. 5, S. 184) $e = -\frac{dN}{dt}\xi 10^{-8}$, ſo daß in unſerm Falle wird:



Fig. 1.

$$e = N_0 \xi \frac{d\alpha}{dt} 10^{-8} \sin\alpha, \qquad 1.$$

unter ξ die Windungszahl des Drahtringes und $d\alpha : dt = \omega$ die Winkelgeſchwindigkeit der Rotation verſtanden.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Veränderlichkeit von e mit α als Abſziſſe und e als Ordinate (Sinuslinie). Man erkennt, daß für $\alpha = 90^0$, d. h. während der erſten Viertelumdrehung e bis zu ſeinem Maximum $E_0 = N_0 \xi \omega \cdot 10^{-8}$ wächſt, dann wieder abnimmt, um nach einer halben Umdrehung den Wert Null anzunehmen, dann wieder, jedoch mit umgekehrten Vorzeichen, wächſt bis zu dem negativen Maximum E_0, dann abermals bis Null abnimmt u. ſ. f. f. Nach jeder ganzen Umdrehung (Ofzillation) des Ringes wiederholt ſich der Vorgang; eine Ofzillation entſpricht alſo einer Periode des Wechſelſtromes von beſtimmter Zeitdauer T. Frequenz iſt die Zahl der Perioden pro Sekunde.

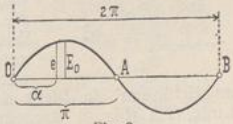


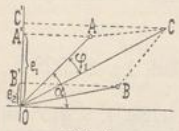
Fig. 2.

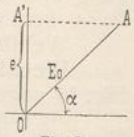
Man erhält aus 1. mit Einſetzen des vorhin gefundenen Wertes E_0 die Gleichung $e = E_0 \cdot \sin\alpha$, bezw. da bei konſtantem ω die Gleichung $d\alpha : dt = \omega$ integriert werden kann: $e = E_0 \cdot \sin\alpha = E_0 \cdot \sin(\omega t)$. Die Gleichung $\alpha = \omega t$ gilt für jeden Wert von t, alſo auch für den Wert $t = T$ der Zeitdauer einer Periode. Dieſe iſt vollendet für $\alpha = 2\pi$, alſo iſt $2\pi = \omega T$ und hiermit $\omega = 2\pi : T$. Iſt $\sim$ die Anzahl der Perioden in einer Sekunde, ſo iſt $T = \frac{1}{\sim}$ und demnach $\omega = 2\pi \sim$. Anſtatt e als die Ordinaten der Sinuslinie darzuſtellen, kann man auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unter dem Winkel α gegen eine als Abſziſſenachſe angenommene Gerade eine Strecke OA (Fig. 3) gleich dem Maximalwert E_0 abtragen und dieſe auf eine zur Abſziſſenachſe ſenkrechte Gerade projizieren; die Projektion OA' iſt alsdann der momentane Wert e (Vektordiagramm).

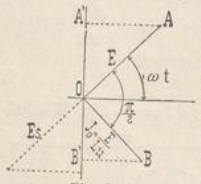
Denkt man ſich nun zwei genau gleiche Drahtringe auf die Rotationsachſe geſetzt, deren Ebenen einen Winkel φ_0 miteinander einſchließen, ſo unterſcheiden ſich die in den beiden Drahtringen erzeugten elektromotoriſchen Kräfte nur dadurch, daß die Momentanwerte in dem zweiten Drahtringe die gleichen des erſten um den Winkel φ_0 ſpäter erreichen. Wenn alſo die elektromotoriſche Kraft des erſten Ringes durch die Gleichung $e_1 = E_0 \cdot \sin \alpha$ gegeben iſt, ſo iſt die des zweiten beſtimmt durch die Gleichung $e_2 = E_0 \sin (\alpha - \varphi_0)$. Man kann nun die beiden Wechſelſtröme ſo verbinden, daß ſich die elektromotoriſchen Kräfte entweder in jedem Augenblicke addieren oder ſubtrahieren. Beim Addieren herrſcht alſo in einem beſtimmten Augenblick an den Drahtenden die Geſamtſpannung $e = E_0 \sin \alpha + E_0 \sin (\alpha - \varphi_0)$, welcher Ausdruck ſich umformen läßt in $e = E \sin (\alpha - \varphi_1)$, ſo daß alſo die Geſamtſpannung ebenfalls ſinusförmigen Verlauf beſitzt, deren Maximalwert E iſt, und die in der Phaſe gegen die elektromotoriſche Kraft der erſten Maſchine um den Winkel φ_1 zurückbleibt. Beſſer überſieht man das Reſultat, wenn man die einzelnen Momentanwerte im Vektordiagramm ſichtbar macht. In Fig. 4 ſei OA der Maximalwert der elektromotoriſchen Kraft des erſten Drahtringes, OB diejenige des zweiten; dann iſt OA' der Momentanwert e_1 und OB' der Momentanwert e_2. Die Summe $e_1 + e_2$ ſei dargeſtellt OC', und man erſieht ſofort, daß dieſe Summe die Projektion der Diagonale OC des $\# OACB$ iſt.

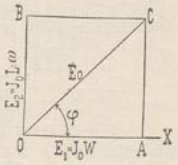

Fig. 4.


Fig. 3.

Fließt ein Wechſelſtrom, deſſen Momentanwert i iſt, durch einen induktionsfreien Widerſtand w, ſo ruft er an den Enden des Widerſtandes einen Spannungsunterſchied hervor; iſt deſſen Momentanwert e, dann ergibt ſich $i = e : w$. Wird der Wechſelſtrom von der oben betrachteten Wechſelſtrommaſchine hervorgebracht, ſo iſt $e = E_0 \sin \alpha$, und es wird auch $i = E_0 \sin \alpha : w = J_0 \sin \alpha$, wo $J_0 = E_0 : w$ geſetzt wurde. Stellt man die Momentanwerte i und e durch die Projektionen ihrer Vektoren dar, ſo ſieht man, daß die Vektoren E_0 und J_0 ſich nur durch die Größe und den gewählten Maßſtab, hingegen nicht durch die Richtung unterſcheiden, ſo daß wir ſagen können: Im induktionsfreien Widerſtande fällt der Vektor des Stromes mit dem Vektor der Spannung zuſammen.

Der Wechſelſtrom möge durch eine widerſtandslos gedachte Spule ohne Eiſenkern fließen, deren Selbſtinduktionskoeffizient L ſei. Fließt ein Wechſelſtrom i durch eine derartige Spule, ſo ruft dieſer, da er ja von Kraftlinien begleitet iſt, eine elektromotoriſche Kraft der Selbſtinduktion hervor, deren Größe durch die Formel $e_s = -L \frac{di}{dt}$ (Bd. 5, S. 185) gegeben iſt, und die der Klemmenſpannung e_k der Spule entgegenwirkt. Bezeichnet zunächſt w den Widerſtand der Spule, ſo iſt $i = (e_k + e_s) : w$ der Strom, der durch die Spule fließt. Hieraus folgt $iw = e_k + e_s$, und wenn $w = 0$ iſt, $e_k = -e_s$. Die Klemmenſpannung e_k rührt von unſrer Wechſelſtrommaſchine her, ändert ſich alſo nach der Gleichung $e_k = E \sin (\omega t)$, während $e_s = -L \frac{di}{dt}$ iſt; alſo gilt die Gleichung $E \sin (\omega t) = +L \frac{di}{dt}$, woraus durch Integration $i = -\frac{E}{L\omega} \cos (\omega t)$ folgt. Der Nenner $L\omega$ ſtellt einen Widerſtand vor, der Induktanz genannt wird. Stellt man die Momentanwerte e_k, i, e_s durch Projektionen im Vektordiagramm dar, ſo zeigt Fig. 5 die Reſultate, welche in Worte gekleidet folgende ſind: Durchfließt ein Wechſelſtrom von ſinusförmigem Verlauf eine widerſtandsloſe Induktionsſpule, ſo ſteht im Vektordiagramm der Vektor der Stromſtärke (OB) ſenkrecht auf dem Vektor der Klemmenſpannung OA, und zwar im Sinne des Zurückbleibens. Der Klemmenſpannung genau entgegengerichtet iſt die elektromotoriſche Kraft der Selbſtinduktion, ſo daß dieſe hinter dem Strome um 90° zurückbleibt. Eine Spule, die Widerſtand und Selbſtinduktion beſitzt, kann als die Hintereinanderſchaltung eines induktionsfreien Widerſtandes W und einer widerſtandsloſen Spule mit dem Selbſtinduktionskoeffizienten L angeſehen werden. Wird dieſe an eine Wechſelſtromquelle angeſchloſſen, ſo fließt durch ſie ein Strom, deſſen Richtung im Vektordiagramm durch die Linie OX (Fig. 6) dargeſtellt ſein möge. Dieſer erzeugt an den Enden des induktionsfreien Widerſtandes eine Klemmenſpannung, deren Maximalwert $E_1 = J_0 W$ iſt und welche in der Richtung von OX fällt ($OA = E_1 = J_0 W$). An den Klemmen der widerſtandsloſen Induktionsſpule herrſcht eine Spannung $E_2 = J_0 L\omega$, welche dem Strom um 90° vorauseilt ($OB = E_2 = J_0 L\omega$). Die Reſultierende E_0 aus OA und OB gibt dann die Geſamtſpannung an, welche die Maſchine zu erzeugen hat. Man ſieht hieraus, daß die Geſamtſpannung um einen Winkel φ, „den Phaſenverſchiebungswinkel“, der Richtung des Stromes vorauseilt, d. h. denkt man ſich das Quadrat $AOBC$ im entgegengeſetzten Sinne des Uhrzeigers um O rotierend, und die Projektionen der Geſamtſpannung und des Stromes auf eine vertikale Gerade gebildet, ſo ſieht man, daß der Strom immer um den Winkel φ ſpäter die Maximal- und Nullwerte als die Spannung erreicht. Der Maximalwert J_0 des Stromes kann aus dem rechtwinkligen Dreieck AOC berechnet werden, denn es iſt $OC^2 = (J^0 W)^2 + (J_0 \omega L)^2$, woraus $J_0 = E_0 : \sqrt{W^2 + (\omega L)^2}$ folgt. Den Nenner dieſes


Fig. 5.


Fig. 6.

Ausdrucks nennt man den ſcheinbaren Widerſtand oder die Impedanz. Man kann ihn als die Hypotenuſe eines rechtwinkligen Dreiecks darſtellen, deſſen eine Kathete der wahre Widerſtand W und deſſen andre die Induktanz $L\omega$ iſt (Fig. 7). Der ſcheinbare Widerſtand und mit ihm die Phaſenverſchiebung wird um ſo größer, je größer die Periodenzahl des Wechſelſtromes iſt. Da beide Erſcheinungen jedoch unwillkommene ſind, darf man die Periodenzahl nicht zu hoch wählen. Bogenlampen brauchen Ströme von mindeſtens 40 Perioden, wenn man nicht ein Zittern des Lichtes bemerken ſoll. Die Werke für Licht und Kraft erzeugen daher meiſtens Ströme von 50 oder 42 Perioden. Für reine Kraftwerke werden 25 bis herab zu 13 Perioden gewählt. Wechſelſtröme mit ſehr weſentlich höheren Frequenzen wurden mit Maſchinen zuerſt von Teſla erzeugt und unterſucht (Teslaſtröme ſ. unten).

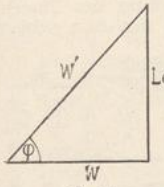


Fig. 7.

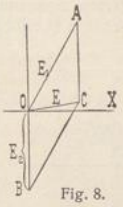


Fig. 8.

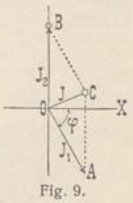


Fig. 9.

Während, wie gezeigt, bei einem Induktionswiderſtand der Vektor des Stromes zurückbleibt gegen den Vektor der Spannung, eilt bei einem in den Wechſelſtromkreis eingeſchalteten Kondenſator der Strom, deſſen Stärke $i' = C e' \omega$ iſt, um 90° der Spannung voraus. Die Stromſtärke nimmt mit der Periodenzahl zu, während ſie in einer Spule kleiner wird. Für Gleichſtrom iſt ein Kondenſator ein Iſolator, für Wechſelſtröme hoher Periodenzahl dagegen ein guter Leiter. Iſt ein Induktionswiderſtand und ein Kondenſator hintereinander in einen Wechſelſtrom eingeſchaltet, ſo entſtehen an den Klemmen des Induktionswiderſtandes und des Kondenſators Spannungen, deren Maximalwerte E_1 und E_2 ſeien. Iſt (Fig. 8) OX die Richtung des Stromvektors, ſo iſt $OA = E_1$ die Richtung des Vektors der Klemmenſpannung am Induktionswiderſtande und $OB = E_2$ die Klemmenſpannung des Kondenſators. Die Geſamtſpannung, die von der Stromquelle herrührt, iſt die Diagonale OC. Wie die Figur zeigt, iſt dieſe kleiner als E_1, ſie kann aber auch kleiner als E_2 ſein. Die Phaſenverſchiebung iſt durch den Winkel COX dargeſtellt. Iſt derſelbe Null, ſo gilt die Gleichung $L\omega = 1 : C'\omega$, wo C die Kapazität des Kondenſators bezeichnet. Da ein Kabel die Eigenſchaften eines Kondenſators beſitzt, ſo zeigen ſich die genannten Erſcheinungen auch an langen Kabeln (Ferranti-Effekt). Schaltet man einen Kondenſator parallel zu einem Induktionswiderſtande, ſo gibt Fig. 9 die eintretenden Verhältniſſe an. Es ſei OX die Richtung der gemeinſamen Spannung, $OA = J_1$ der Strom im Induktionswiderſtande, welcher gegen die Spannung um den Phaſenverſchiebungswinkel φ zurückbleibt, $OB = J_2$ der Strom im Kondenſator, welcher der Spannung um 90° vorauseilt, dann gibt die Reſultierende OC den Geſamtſtrom in der Zuleitung an. Man erkennt, daß der Geſamtſtrom kleiner ſein kann als jede der Komponenten, und macht Gebrauch von dieſer Kondenſatoreigenſchaft, indem man dem Swinburneſchen Igeltransformator einen Kondenſator parallel ſchaltete, und ſo den Strom in der Zuleitung weſentlich verringert.

Enthält eine Spule Eiſenkerne, ſo wird die Stromkurve von der Sinuslinie ſtark abweichen, und infolge deſſen verlieren die obigen Formeln zum Teil ihre Gültigkeit. Man zerlegt dann den Strom in zwei Komponenten: die Nutzkomponente, welche mit der Richtung der Spannung zuſammenfällt, und die wattloſe Komponente, welche ſenkrecht auf der Spannungsrichtung ſteht. Die erſtere deckt die Verluſte durch Stromwärme, Hyſtereſis und Wirbelſtröme und iſt definiert durch die Gleichung: Spannung mal Nutzkomponente gleich Effektverluſten; die letztere ($i'\mu$) dient zur Erzeugung der Kraftlinien. Sie folgt aus der Gleichung: $N_0 = (0{,}4\,\pi\, i\omega\, \xi \sqrt{2}) : w$, worin N_0 die maximale Kraftlinienzahl, ξ die Windungszahl und w den magnetiſchen Widerſtand des Kreiſes bedeutet. Die Gleichung läßt ſich umformen in die für Anwendungen bequemere $\Sigma H l = 0{,}4\,\pi\, \xi\, i'\mu \sqrt{2}$, wo l die Weglänge der Kraftlinie in der Induktion B bezeichnet und zu der die aus einer Magnetiſierungskurve zu entnehmende magnetiſierende Kraft H gehört. Das Kraftlinienfeld N_0 erzeugt in den Windungen eine elektromotoriſche Gegenkraft e'_s, deren Größe durch die Gleichung $e'_s = 4{,}44\, N_0\, \xi \sim 10^{-8}$ gegeben iſt. Die angegebenen Gleichungen finden Verwendung bei der Berechnung von Droſſelſpulen (ſ. Umformer, elektriſcher), die entweder einer Bogenlampe vorgeſchaltet oder zu hintereinander geſchalteten Glühlampen parallel geſchaltet werden. Zum Meſſen von Wechſelſtrömen braucht man Inſtrumente, bei denen der Ausſchlag von dem Quadrate der Stromſtärke abhängt, weil nur bei dieſen der Ausſchlag unabhängig von der Stromrichtung iſt. Solche Inſtrumente ſind die Elektrodynamometer und die Hitzdrahtvoltmeter (ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 378 u. 379).

Bei dem Elektrodynamometer iſt der Ausſchlag proportional dem Mittelwerte aus dem Quadrate der Stromſtärke, ſo daß die gemeſſene Stromſtärke definiert iſt durch die Gleichung $i'^2 = \Sigma i^2 : m$, wo Σi^2 die Summe der momentanen Werte und m die Anzahl der Addenden dieſer Summe vorſtellt. Man nennt i' die effektive Stromſtärke.

Mit dem Hitzdrahtvoltmeter mißt man die effektive Spannung e'. Die Beziehung, die zwiſchen dem größten der Momentanwerte, „dem Maximalwert“, und dem effektiven Wert herrſcht, richtet ſich nach der Geſtalt der Kurve in Fig. 2. Iſt dieſe eine Sinuslinie, ſo wird $e' = E_0 : \sqrt{2}$, worin E_0 den Maximalwert bezeichnet. In gleicher Weiſe gilt $i' = J_0 : \sqrt{2}$, alſo iſt auch $i' = e' : \sqrt{\omega + (\omega L)^2}$. Das Produkt $e\,i$ aus den Momentanwerten von Spannung und Strom ſtellt den momentanen Effekt vor, d. h. die Arbeit, welche der Strom in einer Sekunde leiſten würde, wenn von dem betrachteten Augenblick an Spannung und Strom konſtant würden; der wahre Effekt $\mathfrak{E}$ iſt der Mittelwert aus den Momentaneffekten, alſo $\mathfrak{E} = \Sigma\, e\, i : m$, wo m die Anzahl der Addenden bezeichnet. Um den Effekt zu beſtimmen, der in einer Induktionsſpule geleiſtet wird, ſtelle man ſich die Momentanwerte im Vektordiagramm (Fig. 10) für zwei um 90°

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verschiedene Stellungen dar. Es ist für die erste Lage $OA' = e_1 = E_0 \sin\alpha$, $OB' = i_1 = J_0 \sin\beta$, also $e_1 i_1 = E_0 J_0 \sin\alpha \cdot \sin\beta$. Für die zweite Lage, von der ersten um 90° entfernt, ist $OC' = e_2 = E_0 \sin(\alpha + 90°) = E_0 \cos\alpha$; $OD' = i_2 = J_0 \sin(\beta + 90°) = J_0 \cos\beta$; also $e_2 i_2 = E_0 \cos\alpha \cdot J_0 \cdot \cos\beta$; hieraus: $e_1 i_1 + e_2 i_2 = E_0 J_0 (\sin\alpha \sin\beta + \cos\alpha \cos\beta) = E_0 J_0 \cdot \cos(\alpha - \beta) = E_0 J_0 \cdot \cos\varphi$. Man erhält also: $\Sigma e i = \frac{m}{2} \cdot E_0 J_0 \cos\varphi$, demnach $\mathfrak{E} = {}^1/_2 E_0 J_0 \cos\varphi = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{J_0}{\sqrt{2}} \cos\varphi = e' i' \cos\varphi$, d. h. der Effekt eines Wechselstromes wird gefunden, indem man die gemessene Spannung und die gemessene Stromstärke mit dem Cosinus des Phasenverschiebungswinkels (Leistungsfaktor) multipliziert. Die Formel gibt jedoch nur dann richtige

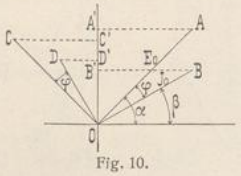


Fig. 10.

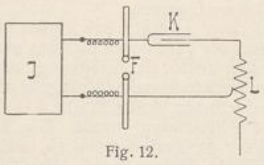


Fig. 12.

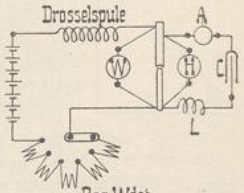


Fig. 11.

Resultate, wenn der Wechselstrom, wie bisher vorausgesetzt, einen der Sinuslinie entsprechenden Verlauf hat. Zur Messung eines Wechselstromeffektes reichen das Ampèremeter und Voltmeter nicht aus, da man den Phasenverschiebungswinkel nicht kennt. Ein allen praktischen Anforderungen genügendes Instrument ist jedoch das Wattmeter (vgl. Meßinstrumente, elektrotechnische, Bd. 6, S. 371). Ist kein Wattmeter vorhanden, so kann man sich auch der Methode der drei Ampèremeter oder der Methode der drei Voltmeter bedienen. Wechselströme mit sehr hoher Periodenzahl, die vor allem durch den großen, scheinbaren Widerstand ihrer Leiter auffallen und bei denen selbst kleine Kondensatoren schon wesentliche Ströme leiten, können ohne Maschinen noch auf folgende Weise erzeugt werden: Von einer Gleichstromquelle, die 65 Volt bis einige 100 Volt haben kann, fließt durch eine Drosselspule (Fig. 11), einen Regulationswiderstand und ein paar Homogenkohlen ein Gleichstrom von etwa 3—6 Ampère. Parallel zu den Kohlen ist ein Kondensator mit der Kapazität C und eine Spule L mit wenig Windungen angeschlossen. Es gelingt leicht, den Lichtbogen durch passende (kleine) Entfernung der Kohlen zu einem pfeifenden Ton zu veranlassen, in welchem Falle dann durch den Kondensator ein kräftiger Wechselstrom fließt, der durch das Hitzdrahtampèremeter A gemessen werden kann. Die Tonhöhe und somit die Periodenzahl des Wechselstromes ändert sich entsprechend der Gleichung $L\omega = 1 : C\omega$ oder $\omega = 1 : \sqrt{CL}$. Man hat hiermit die Möglichkeit, durch Aenderung der Größen C und L Wechselströme von nahezu beliebig hoher Periodenzahl zu erzeugen.

Auch durch die Entladung von Leidener Flaschen können, wie schon Fedderſen nachgewiesen hat, oszillatorische Ströme entstehen. In Fig. 12 bedeute J einen Funkeninduktor, F eine sogenannte Funkenstrecke, d. h. zwei blanke Zinkkugeln, die einander auf einige Millimeter genähert werden können, K eine Leidener Flasche und L eine aus wenigen Windungen blanken Drahtes bestehende regulierbare Selbstinduktion. Bei jeder Unterbrechung des Induktors entsteht dann in dem Stromkreise FKL ein Wechselstrom von sehr hoher Periodenzahl.

Literatur: Kapp, G., Dynamomaschinen für Gleich- und Wechselstrom, Berlin 1904; Arnold, Die Wechselstromtechnik, Karlsruhe 1904; Holzt, Die Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1910.

Holzt.

Wechselstrommaschinen arbeiten mit Feldmagneten und Anker ohne Kommutator und dienen zur Erzeugung von Wechselströmen (s. d.); vgl. a. Drehstrom und Umformer.

In einer Drahtspule wird stets eine elektromotorische Kraft erzeugt, wenn die Zahl der von der Spule eingeschlossenen Kraftlinien sich ändert (vgl. Induktion, Bd. 5, S. 184). Bei den Maschinen, welche zur Erzeugung elektrischer Ströme dienen, wird nun die Aenderung der von der Spule eingeschlossenen Kraftlinien dadurch bewirkt, daß sich Magnetpole vor der Spule vorbeibewegen. In Fig. 1 ist eine Anordnung dargestellt, bei welcher sich vor den Spulen A, B, C abwechselnd die Nord- und Südpole N und S vorbeibewegen. Betrachten wir z. B. die Spule A in dem dargestellten Augenblick, so umschließt sie das Maximum von Kraftlinien, welche von unten nach oben fließen; bewegen sich die Pole nach rechts, so gelangt der Zwischenraum Z vor die Spule, und es gehen jetzt keine Kraftlinien durch; steht der Südpol S vor der Spule, so umschließt sie wieder ein Maximum, die Kraftlinien gehen aber jetzt von oben nach unten hindurch. Bei der weiteren Bewegung nimmt die Kraftlinienzahl abermals auf Null ab, um endlich wieder, wenn der nächste Nordpol unter der Spule steht, das ursprüngliche Maximum einzuschließen. Um ein klares Bild von dem Kraftlinienverlauf in der Spule zu erhalten, kann man die jeweilige Stellung des Pols als Abziffe, die zugehörige Kraftlinienzahl als Ordinate auftragen, wie dies Fig. 2 zeigt; in *I* befindet sich der Nordpol unter der Spule, in *II* der Zwischenraum Z, in *III* der Südpol, in *IV* der nächste Zwischenraum, in *V* der nächste Nordpol. Bei der Weiterbewegung wiederholt sich das Spiel von neuem in genau der-

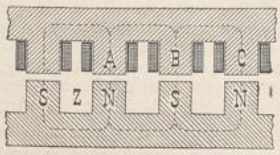


Fig. 1.

ſelben Weiſe. Die Formel $e = -\frac{dN}{dt} \xi 10^{-8}$ Volt (vgl. Induktion, Bd. 5, S. 184) liefert die elektromotoriſche Kraft, die in jedem Augenblick in der Spule erzeugt wird; in dieſer Formel bedeutet N die von der Spule zur Zeit t eingeſchloſſene Kraftlinienzahl, ξ die Anzahl der auf die Spule gewickelten Windungen. Es iſt aber $\frac{dN}{dt} = \operatorname{tg}\tau$, mithin die elektromotoriſche Kraft e der Größe $\operatorname{tg}\tau$ proportional. Demnach kann man aus der Kurve Fig. 2a für den Verlauf der Kraftlinienzahl die Kurve für die elektromotoriſche Kraft herleiten. So iſt im Punkte *I* $\operatorname{tg}\tau = 0$, alſo $e = 0$, in *II* wird $\operatorname{tg}\tau$ ein Maximum, in *III* gleich Null, von *III* ab wird τ ein ſtumpfer Winkel, alſo $\operatorname{tg}\tau$ negativ, demnach auch e, in *IV* wird e ein negatives Maximum, in *V* wieder Null, u. ſ. w. Fig. 2a gibt den Verlauf der elektromotoriſchen Kraft an. Man erkennt hieraus, daß die elektromotoriſche Kraft der Größe und Richtung nach veränderlich iſt, was im geſchloſſenen Stromkreiſe auch von dem zugehörigen Strom gilt. Eine Periode umfaßt die Zeit von 0 bis *C*. Bewegen ſich die Pole noch weiter, ſo wiederholt ſich genau derſelbe Vorgang.

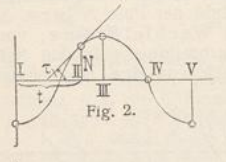


Fig. 2.

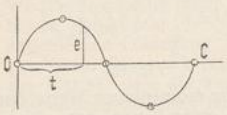


Fig. 2a.

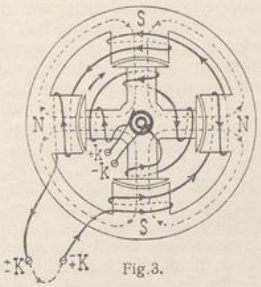
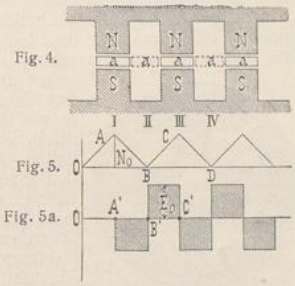
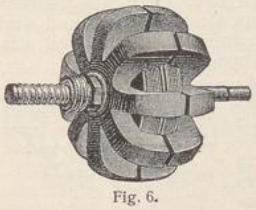


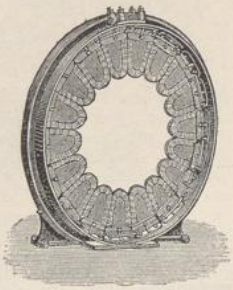
Fig. 3.

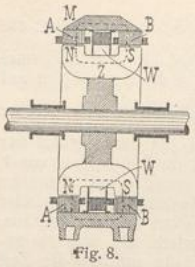


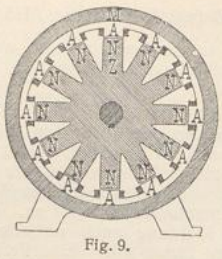
Die Magnete ſind in der Regel Elektromagnete, und zwar wird der zu ihrer Erregung erforderliche Strom durch eine kleine, direkt mit der Wechſelſtrommaſchine gekuppelte oder durch Riemen angetriebene Gleichſtrommaſchine erzeugt. Der Strom wird der rotierenden Magnetwicklung durch Schleifringe zugeführt. Fig. 3 zeigt ſchematiſch die Anordnung einer vierpoligen Maſchine. Der Wechſelſtrom wird den Klemmen *K K* entnommen, während zu den Klemmen $+k$, $-k$ der Gleichſtrom zugeführt wird. Die Spulen ſind hier hintereinander geſchaltet, ſo daß die elektromotoriſche Kraft der ganzen Maſchine viermal ſo groß iſt wie die einer Spule. Eine Periode wird vollendet, wenn über der betrachteten Spule wieder ein gleichnamiger Pol ſteht, das iſt nach einer halben Umdrehung. Hätte die Maſchine ſechs Pole beſeſſen, ſo wäre nach einer Drittelumdrehung eine Periode vollendet worden; allgemein beſitzt die Maſchine p Nordpole, ſo wird eine Periode nach $1 : p$ Umdrehungen vollendet. Macht das Magnetgeſtell n Umdrehungen in einer Sekunde, ſo gibt $n\,p$ die Anzahl der Perioden pro Sekunde (die Frequenz) an, die in der Regel durch das Zeichen $\sim$ bezeichnet wird; es beſteht demnach die Beziehung $n\,p = \sim$. Die Praxis lehrt, daß zum guten Brennen der Bogenlampen mindeſtens 40 Perioden erforderlich ſind; will man alſo die Umdrehungszahl n klein halten, ſo muß die Anzahl der Nordpole p groß gewählt werden. Anſtatt die einzelnen Magnetſchenkel zu bewickeln, ordnet man die Wicklung auch in einer einzigen Spule an; ſ. [3], Bd. 2, S. 668.

Eine andre Art von Wechſelſtrommaſchinen iſt die, bei welcher gleichnamige Pole aufeinander folgen. Das Schema einer ſolchen Maſchine ſtellt Fig. 4 dar. In demſelben ſind *N* und *S* Magnetpole, *a*, *a* hintereinander geſchaltete Spulen; ob ſich die Spulen verſchieben und die Magnetpole feſtſtehen, oder umgekehrt, iſt gleichgültig. Fig. 5 und 5a geben den Kraftlinienverlauf und die elektromotoriſche Kraft in einer Spule an, wenn ſich dieſe von einem Nordpol zum benachbarten verſchiebt, alſo von *I* über *II* nach *III* gelangt. Man ſieht, daß eine Periode vollendet iſt, wenn die Spule von *I* nach *III* gelangt. Da man aber Spulen hintereinander ſchalten kann, welche um eine halbe Periode voneinander entfernt ſind, ſo kann die Anzahl der Spulen *a* doppelt ſo groß ſein wie die Anzahl der Nordpole. Eine derartige Maſchine hat zuerſt Mordey gebaut. Fig. 6 zeigt den Magneten derſelben. Zwiſchen den Klauen iſt die Erregerwicklung deutlich erkennbar. Dieſe macht beiſpielsweiſe die linke Seite zu einem Nordpol, die rechte zu einem Südpol. Die Ankerſpulen, welche aus Kupferband beſtehen und auf einen Porzellankern gewickelt werden, zeigt Fig. 7. Aus derſelben erkennt man, daß 18 Ankerſpulen vorhanden ſind, während der Magnet (Fig. 6) nur 9 Vorſprünge auf jeder Seite zeigt. Die Ankerſpulen ſtehen ſtill, während der Magnet rotiert. Die Erregerwicklung erhält ihren Strom durch Schleifringe von einer beſonderen Gleichſtrommaſchine. Man hätte, ohne an der Wirkungsweiſe auch nur das Geringſte zu ändern, die Erregerwicklung auch an den Ankerſpulen aufhängen und dann der feſtſtehenden Spule den Erregerſtrom zuführen können,


Fig. 6.

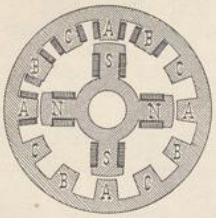

Fig. 7.

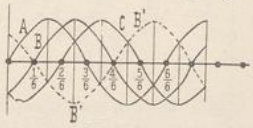

Fig. 8.


Fig. 9.

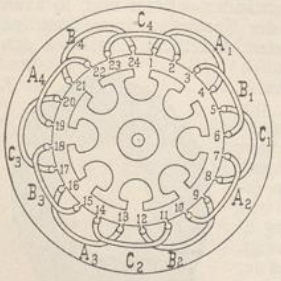
ſo daß in dieſem Falle nur maſſive Eiſenteile rotiert hätten. Derartige Maſchinen führen den Namen Induktormaſchinen und wurden früher viel gebaut. Ihr Prinzip erläutern Fig. 8 und 9. Ein Rad Z mit vorſpringenden Polen N und S ſitzt auf der Welle, während eine Erregerwicklung W (in Fig. 9 weggelaſſen) an dem gußeiſernen Gehäuſe M befeſtigt iſt. Schickt man durch die Wicklung W einen Gleichſtrom, ſo erzeugt dieſer in dem Rade Z die Pole N und S, gleichgültig, ob das Rad feſtſteht oder rotiert. Den Polen N und S gegenüber befinden ſich, in das Gehäuſe eingeſetzt, zwei aus Blechen zuſammengeſetzte Ringe A und B. Sie tragen vorſpringende Pole, auf welche die Ankerſpulen aufgeſetzt werden. Die Zahl der letzteren kann bei jedem Ringe gleich oder doppelt ſo groß ſein wie die Zahl der Pole N bezw. S.

Eine Abart des Wechſelſtromes bilden die mehrphaſigen Wechſelſtröme, von welchen beſonders der dreiphaſige oder Drehſtrom (ſ. d.) große Verbreitung gefunden hat. Die Maſchinen zur Erzeugung mehrphaſiger Ströme unterſcheiden ſich von den einphaſigen durch die Wicklung des Ankers; man hat nur nötig, Anker herzuſtellen, die dreimal ſo viel Ankerſpulen wie Magnetpole beſitzen, um eine Drehſtrommaſchine zu erhalten. Aus Fig. 10 iſt zu erſehen, daß in den Spulen A elektromotoriſche Kräfte erzeugt werden, die um 60° den elektromotoriſchen Kräften von B und um 120° denen von C vorauseilen. Stellt man wieder die momentanen Werte der elektromotoriſchen Kraft durch die Ordinaten einer Kurve dar, deren Abſziſſen die Zeiten ſind, welche der Nordpol N gebraucht hat, um von der in Fig. 10 gezeichneten Stellung in die neuen zu gelangen, ſo erhält man für die in den Spulen A, B, C induzierten elektromotoriſchen Kräfte die Kurven A, B, C der Fig. 11. Da jedoch, um mit drei Fortleitungen des Stromes auszukommen, die Stern- oder Dreieckſchaltung der Spulen gewählt werden muß und dieſe nur für Ströme gilt, die in der Phaſe um 120° abſtehen, ſo muß man den Strom in Spule B umkehren, wodurch man anſtatt der Kurve B die Kurve B' erhält; die Kurven A, C und B' ſind dann um je 120° in der Phaſe gegen einander verſchoben. Bei der Wicklung heißt dies, daß man als Anfang der Spule B nicht den unmittelbaren Nachbar von A, ſondern die entferntere Spule zu nehmen hat.

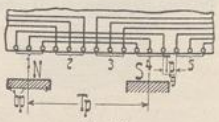

Fig. 10.


Fig. 11.

Moderne Drehſtromgeneratoren werden meiſtens mit Loch- oder Nutenankern ausgeführt. In dieſem Falle müſſen die Spulen ſo angeordnet werden, daß ſie übereinander greifen, wie dies die von Siemens ausgeführte, in Fig. 12 ſchematiſch dargeſtellte Wicklung für eine achtpolige Maſchine zeigt. Der aus dünnen Blechen aufgebaute Anker beſitzt am inneren Umfang 24 Nuten zur Aufnahme der Wicklung. Die Nuten haben eine beträchtliche Größe und geſtatten daher eine ſehr ſolide Iſolation der Wicklung vom Eiſenkörper. Bei der Wicklung wird ein von hinten nach vorn durch Nute 1 gehender Draht auf der vorderen Stirnfläche zu der Nute 4 geführt, auf der hinteren Stirnfläche zur Nute 1 zurück, ſo daß eine geſchloſſene Schleife entſteht. Dieſe Wicklungsart wird ſoviel Mal wiederholt, als Drähte in den Nuten liegen ſollen. Ferner wird ein von hinten durch Nute 2 gelegter Draht zur Nute 23 geführt; er geht durch dieſe Nute und kehrt auf der hinteren Stirnfläche zur Nute 2 zurück; auch dies wird ſo oft wiederholt wie bei Nute 1 und 4. In gleicher Weiſe wird eine Spule durch 3 und 6 gelegt, durch 5 und 8, durch 7 und 10 u. ſ. w. Die Spulen A_1, A_2, A_3, A_4 ſind, wo es auf direkte Erzielung hoher Spannung ankommt, hineinander geſchaltet, ebenſo die Spulen B_1, B_2, B_3, B_4 und die Spulen C_1, C_2, C_3, C_4. Die Enden der drei Ableitungen ſind in dem neutralen Punkte vereinigt, die drei Anfänge dagegen zu den drei Klemmen der Maſchine geführt. Die Schaltung iſt alſo die als Sternſchaltung bekannte. Die Wicklung iſt ſo ausgeführt, daß an den Stirnſeiten die Hälfte der Spulen, in Fig. 12 die Spulen A_3, C_3, B_4, näher am Eiſenkörper liegen, die übrigen über dieſe weggewickelt ſind. Die Nutenöffnung iſt enger als die Nute ſelbſt und wird nach dem Einlegen der Windungen durch einen Holzkeil verſchloſſen, damit die Wicklung vollkommen feſtliegt.


Fig. 12.

Die einphaſigen Wechſelſtrommaſchinen unterſcheiden ſich von den Drehſtrommaſchinen nur durch die Ankerwicklung. Anſtatt in Fig. 12 die Wicklung durch die Löcher 1 und 4 zu ziehen, benutzt man für einen Ankerpol die Löcher 1 und 3, für den benachbarten 4 und 6 u. ſ. w., wodurch die Löcher 2, 5, 8, 11 u. ſ. w. freibleiben.


Fig. 13.

Läuft eine Wechſelſtrommaſchine mit beſtimmter Erregung leer, ſo gibt ſie eine elektromotoriſche Kraft, die als Klemmenſpannung gemeſſen wird. Entnimmt man ihr nun einen Strom, ſo ſinkt die Klemmenſpannung ſehr bedeutend, namentlich wenn der Strom gegen die

Spannung eine Phaſenverſchiebung beſitzt. Der Grund hierfür liegt in dem Spannungsverluſt $i' w_a$ des Ankers, der Schwächung des Magnetfeldes durch das Ankerfeld und der Selbſtinduktion des Ankers. Um die Selbſtinduktion (die hauptſächlichſte Urſache des Spannungsabfalls) klein zu erhalten, verteilt man die Drähte einer Spulenſeite auf mehrere Nuten und erhält ſo eine Zweilochwicklung, wenn man zwei Nuten für eine Spulenſeite wählt, eine Dreilochwicklung bei drei Nuten u. ſ. w. Die Ausführung der Wicklung für eine Dreilochdrehſtromwicklung deutet Fig. 13 an. Die Wicklung iſt genau wie in Fig. 12 ausgeführt, nur bekommen drei nebeneinander liegende Nuten die gleiche Nummer. Das Schaltungsſchema für die drei Phaſen iſt (vgl. a. Motor, elektriſcher, Bd. 6, S. 501):

I. Phaſe	II. Phaſe	III. Phaſe
1—4	3—6	5—8
7—10	9—12	11—14
13—16	15—18	17—20

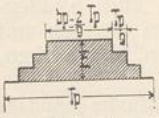


Fig. 14.

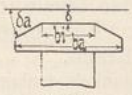


Fig. 15.

Die Kurve der elektromotoriſchen Kraft, die eine ſolche Maſchine bei Verwendung der in Fig. 13 angedeuteten Polſchuhe liefert, iſt in Fig. 14 für eine halbe Periode durch die ſchraffierte Fläche dargeſtellt. Um bei einer Zweilochwicklung eine nahezu ſinusförmige Kurve zu erhalten, gibt man dem Polſchuh die in Fig. 15 dargeſtellte Form. Iſt T_p die Polteilung, d. i. die Entfernung von Mitte Nordpol bis Mitte Südpol, ſo ſoll $b_a = {}^2/_3 T_p$, $b_i = {}^1/_3 T_p$ und $\delta_a = 1{,}5\,\delta$ werden [1].

Ein beſonderes Intereſſe beanſpruchen neuerdings die Turboalternatoren, d. ſ. Wechſelſtrommaſchinen, die von Dampfturbinen unmittelbar angetrieben werden. Wegen der hohen Tourenzahl der letzteren erhalten die Wechſelſtrommaſchinen, entſprechend der oben aufgeſtellten Gleichung $np = \sim$ nur ſehr wenig Pole (häufig nur zwei). Schwierigkeiten bietet die Konſtruktion der rotierenden Teile wegen der großen Zentrifugalkraft, und die Abführung der Wärme, weil die ausſtrahlende Oberfläche nur klein iſt. Eine Zuſammenſtellung ausgeführter Turbodynamos findet man in der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, Nr. 26. Anſtatt, wie bisher vorausgeſetzt wurde, den Magneten, kann man auch den Anker rotieren laſſen. Man hat in dieſem Falle den Anker mit einer Gleichſtromwicklung zu verſehen und geeignete Punkte derſelben zu Schleifringen zu führen (ſ. Umformer). In bezug auf Eiſenverluſte ſind derartige Maſchinen günſtiger als die mit feſtſtehendem Anker, da das Eiſengewicht geringer ausfällt. Die Schleifringe aber bilden einen großen Nachteil, denn bei großen Stromſtärken fallen ſie ſehr groß aus, bei hohen Spannungen können ſie während des Betriebes nicht bedient werden. Auch macht im letzteren Falle die Iſolation der bewegten Wicklung Schwierigkeiten.

Um ſtets die Leiſtung eines Elektrizitätswerkes dem jeweiligen Verbrauch in günſtiger Weiſe anpaſſen zu können, ſtellt man in den Zentralen ſtatt einer einzigen großen Maſchine eine Anzahl kleinerer auf und ſchaltet ſie bei Bedarf parallel. Das Parallelſchalten geſchieht, indem die neue Maſchine zunächſt auf annähernd richtige Tourenzahl und Spannung gebracht wird. In dem Augenblick, in welchem der Phaſenindikator Phaſengleichheit, d. h. Synchronismus anzeigt, kann eingeſchaltet werden. Die Belaſtung geſchieht nun durch Regulierung der Antriebskraft. Um alſo zu erkennen, ob der Synchronismus erreicht iſt, bedient man ſich des Synchroniſators oder Phaſenindikators. Dieſer beſteht aus zwei kleinen Transformatoren, von denen die Primärſpule des einen mit den Sammelſchienen, die des andern mit den Klemmen der zuzuſchaltenden Maſchine verbunden ſind. Die Sekundärſpulen ſind hintereinander oder gegeneinander geſchaltet und enthalten in ihrem äußeren Stromkreiſe zwei hintereinander geſchaltete Glühlampen (Fig. 16). Solange die Maſchinen verſchiedene Phaſen haben, ſo lange fluktuieren die Lampen raſch. Nach nahezu erreichter Phaſengleichheit hört das Fluktuieren faſt auf, und die Lampen brennen längere Zeit ruhig oder gar nicht, je nachdem die ſekundären Windungen hintereinander oder gegeneinander geſchaltet ſind. Um Phaſengleichheit zu erzielen, muß man den Regulator der Arbeitsmaſchine beeinfluſſen, was bei den Siemens-Schuckert-Werken durch einen kleinen Gleichſtrommotor geſchieht, der auf dem Regulator ſitzt und das Gegengewicht des Regulators in der einen oder andern Richtung verſchiebt, ſo daß die Maſchine entweder langſamer oder ſchneller läuft. Kleine Tourenänderungen einer belaſteten Maſchine laſſen ſich leicht durch Aenderung der Belaſtung erzielen. Man ließ daher früher häufig die zuzuſchaltende Maſchine auf einen Belaſtungswiderſtand arbeiten, durch deſſen Aenderung die Phaſengleichheit erzielt wurde. Auch Wirbelſtrombremſen, die auf das Schwungrad der Antriebsmaſchine (in dieſem Falle meiſt Gasmotoren) wirken und durch Gleichſtrom erregt werden, dienen dem gleichen Zweck.

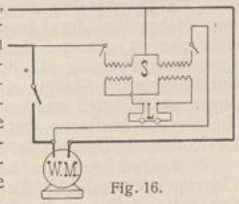


Fig. 16.

Sind mehrphaſige Generatoren parallel zu ſchalten, ſo hat man zu beachten, daß durch den Ankerſtrom ein Drehfeld erzeugt wird. Schaltet man daher in zwei Leitungen Phaſenlampen (Phaſenindikatoren) ein, ſo brennen dieſe entweder gleichzeitig hell bezw. dunkel, wenn die Drehrichtung des Feldes mit der Drehrichtung der Maſchine zuſammenfällt, oder die eine Lampe brennt hell, die andre dunkel, wenn dies nicht der Fall iſt. Um die Drehrichtung des Feldes zu ändern, muß man alsdann zwei Leitungen miteinander vertauſchen. Es kann dieſer Fall nur eintreten, wenn die Verbindungen zum erſten Male geprüft werden, ſo daß die zweite Lampe ſpäter nicht mehr erforderlich iſt. Man kann jedoch auch in alle drei Leitungen Lampen einſchalten, die bei übereinſtimmender Drehrichtung alle gleichzeitig aufleuchten, bei nicht übereinſtimmender Drehrichtung abwechſelnd hell bezw. dunkel brennen. Stellt man in letzterem Falle die Lampen ſo auf, daß ſie ein Dreieck bilden, ſo erfolgt das Aufleuchten in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einem gewiſſen Drehſinne, der von der Periodenzahl der zuzuſchaltenden Maſchine abhängt. Man kann nun aus dem Drehſinn des Aufleuchtens darauf ſchließen, ob die neue Maſchine zu ſchnell oder zu langſam läuft. Hat ſie die richtige Tourenzahl, ſo ſteht der Lichtſchein ſtill. — An Stelle der drei Lampen wendet man auch drei Spulen an, über denen eine Magnetnadel aufgehängt iſt, die bei richtiger Tourenzahl ſtillſteht, ſonſt ſich aber rechts oder links herum dreht. — Literatur ſ. unter Wechſelſtrom. *Holzt.*

Wegerung, die Verkleidung der hölzernen bezw. ſtählernen Spanten mit Planken, Latten oder dünnen Blechen; ſ. Schiffbau.

Wegeſchranken, Abſchlußvorrichtungen, um bei Weg- und Straßenkreuzungen in Schienenhöhe das Ueberſchreiten der Gleiſe bei Bahnen mit ſtärkerem Verkehr und größerer Fahrgeſchwindigkeit von Fußgängern, Fuhrwerken, Vieh u. ſ. w. während des Paſſierens der Züge abzuhalten.

Die Wegübergänge und Straßenkreuzungen ſind, wenn tunlich, ſenkrecht oder jedenfalls nicht mit kleinerem Winkel als 30° über die Gleiſe zu führen. Im allgemeinen ſollen die Schranken die ganze Breite der Straße oder des Weges abſchließen. Die Entfernung der Schlagbäume von der Mitte des Nachbargleiſes iſt bei den einzelnen Bahnverwaltungen ſehr verſchieden, ſie variiert von 2,3 bis 18,8 m, je nachdem davon ausgegangen wird, daß ein eingeſchloſſenes Fuhrwerk noch innerhalb der Schranken und der Umgrenzung des lichten Raumes Platz finden ſoll oder nicht. Nach den Beſchlüſſen der XIII. Technikerverſammlung 1903 wird ein größerer Abſtand als 3 m nicht empfohlen, weil der Gefahrraum dadurch größer iſt, daß die Einſchließung von Fuhrwerken erhöht wird; auch iſt die Schranke derart einzurichten, daß ein Oeffnen ohne Zutun des Wärters möglich iſt [1]. Bei Bahnen niederer Ordnung (Lokalbahnen, Vizinalbahnen, Kleinbahnen), auf welchen Züge von geringer Fahrgeſchwindigkeit verkehren, kann die Wegabſperrung unterbleiben. Man unterſcheidet Wegeſchranken, welche an Ort und Stelle von dem Wärter mittels Hand bedient oder aus der Entfernung mittels eines Drahtzuges oder einer elektriſchen Leitung geöffnet oder geſchloſſen werden, oder daß die Schranken durch die Züge ſelbſttätig bedient werden; in letzteren Fällen ſind die Schranken mit einer Glocke zu verſehen, die vor dem Sperren der Schranken zu läuten iſt; es empfiehlt ſich, dieſe Glocke ſelbſttätig einzurichten und die Abſchlußvorrichtungen, ſolange die Schranken geſchloſſen ſind, zu erleuchten. Beide Arten von Wegeſchranken ſind, um das Durchkriechen zu verhindern, nötigenfalls mit bis an den Boden reichenden Drahtgittern oder leichten Gehängen zu verſehen. Bei Wegübergängen, die von ſchweren Fuhrwerken befahren werden, ſollten nur Handſchranken angewendet werden, damit bei Anſtänden der Wärter ſogleich eingreifen kann. Bei Schranken, die auch mit der Hand geöffnet oder geſchloſſen werden können, wird die Anbringung eines Signals empfohlen, welches dem bedienenden Wärter anzeigt, daß die geſchloſſene Zugſchranke von Hand geöffnet wird [2]. Abgeſehen von der Art der Bedienung werden die Schranken in Ketten-, Einlege-, Schiebe-, Dreh- und Schlagſchranken eingeteilt.

1. Die gewöhnliche Kettenſchranke wird an einem Ständer befeſtigt und an dem gegenüberliegenden Ständer zum Zwecke der Abſperrung zeitweilig vom Wärter eingehängt. Kettenſchranken werden auch zur Bedienung von der Entfernung mittels Drahtzuges eingerichtet, durch welchen die Kette angeſpannt wird, ſo daß ſie beim Nachlaſſen des Drahtzuges mit Beihilfe von Gewichten ſich in eine in der Straße hergeſtellte Rinne einlegt.

2. Die Einlegeſchranke für Wege bis 5 m Weite beſteht aus einer Abſperrſtange, die an einem Ende mit der Barrieresäule mit einem Eiſengelenke befeſtigt und in die gegenüberliegende Säule eingehängt oder in einem Eiſenbügel eingelegt wird.

3. Die Schiebeſchranke für Wege bis 5 m Breite beſteht aus einer runden Abſperrſtange von Holz, die der Längenrichtung nach zum Verſchieben eingerichtet iſt und bei offener Schranke in einem Schutzkaſten ruht; bei abgeſperrter Straße wird die Stange auf einem gegenüberliegenden Ständer aufgelegt. Bei größeren Straßenbreiten wird ſtatt der ſich leicht durchbiegenden Stange ein hölzerner oder eiſerner, auf Rollen laufender leichter Gitterträger angewendet; auch werden für die Abſperrung vollſtändige Gitterwände verwendet, die bis an die Straßenoberfläche reichen und auf einem daſelbſt verſenkt liegenden Schienenſtrang auf Laufrollen verſchoben werden.

4. Drehſchranken beſtehen bei Straßenbreiten bis zu 6 m aus einem Schlagbaum mit Gegengewicht oder bei Straßenbreiten bis 8 m aus einem ein- oder zweiflügeligen Tore, welches ſich beim Oeffnen oder Schließen um eine ſenkrechte Achſe dreht. Drehſchranken um eine horizontale Achſe mit Gegengewicht laſſen ſich beſonders raſch öffnen oder ſchließen und nehmen bei ihrer Bewegung in ſenkrechter Ebene wenig Raum in Anſpruch.

5. Drahtzugſchranken werden dort, wo kein Wärter in unmittelbarer Nähe iſt, von der Ferne aus bedient; dieſelben ſind in Bd. 3, S. 45 eingehend beſchrieben.

Die Detailkonſtruktionen der Wegeſchranken werden in der Regel von den betreffenden Bahnverwaltungen vorgeſchrieben, ſo daß hierauf verwieſen werden kann. In letzterer Zeit wurde bei Hauptbahnen die mangelhafte Holzkonſtruktion aufgegeben, und man iſt zur ſolideren Eiſenkonſtruktion aus Schmiede- und Faſſoneiſen, insbeſondere aus koniſch genieteten Blechröhren übergegangen. Auch werden bei einigen Bahnen zu den Ständern und Barrieren alte, im Gleiſe nicht mehr verwendbare Eiſenbahnſchienen und als Schlagbäume unbrauchbare eiſerne Lokomotivfeuerrohre oder neue ineinandergeſteckte gezogene eiſerne Rohre verwendet. Zum Schluſſe ſind noch die ſogenannten Seitenſchranken (Nebentüren) für Fußgänger anzuführen, um an belebten Uebergängen das Ueberſchreiten der Kreuzungsſtelle durch Perſonen kurz vor Ankunft des Zuges, während des Abſchluſſes der Straße, welcher wegen der Fuhrwerke ſchon

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

früher erfolgen muß, noch zu gestatten. Solche Seitenschranken werden gewöhnlich derart ausgeführt, daß sich dieselben hinter jeder Person schließen, Tieren aber den Durchgang möglichst verhindern. Außer den bekannten Drehkreuzen, Drehstock, Triller, Tourniquets u. s. w., welche nur unvollständig entsprechen, kommen gitterförmige Drehschranken vor, welche durch eine entsprechende Neigung ihrer Drehachse zufallen und vom Wärter verschlossen werden können. Eine andre Art sind die Portillons, bestehend aus zwei im rechten Winkel zueinander gestellte Gittertüren, die sich um eine gemeinschaftliche Achse drehen, ebenfalls von selbst zufallen und vom Wärter abgeschlossen werden können. Als zweckmäßigste Abschlußvorrichtungen werden die Guichets (Schlupfpforten) angesehen, bei welchen der Fußgänger gezwungen ist, in einen abgegrenzten kleinen Raum einzutreten und hinter sich die Türe zu schließen, um auf die entgegengesetzte Seite austreten zu können. S. a. Läutewerke.

Literatur: [1] Dreizehnter Ergänzungsband „Fortschritte der Technik des Eisenbahnwesens in den letzten Jahren", nach den Beschlüssen der Technikerversammlung 1903, Wiesbaden; Wegeschranken mit Bewegungsfreiheit, Zentralbl. der Bauverwalt. Nr. 19, 1901. — [2] Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Bd. 1, Leipzig 1870, in welchem mehrere Literaturangaben enthalten sind; Becker, Handb. der Ingenieurwissensch. 1882; Rölls Enzyklopädie, Bd. 1, Wien 1890; Technische Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen, dann der Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen, herausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins deutscher Eisenbahnverwalt., Berlin 1897; Tscherton, Der Eisenbahnbau, Wiesbaden 1899; Warnungsläutewerke für unbewachte Wegübergänge, Zentralbl. der Bauverwalt. Nr. 84, 1900; Sicherung von Bahnübergängen, Glasers Annalen Nr. 626, 1903; Scholkmann, Neuerungen an Wegschranken, ebend., Bd. 52, 1903; Stöckl, Karl, Wegschranken bei Eisenbahnen, Wochenschr. für den öffentlichen Baudienst, Wien 1902; Marr, Durch den vorüberfahrenden Zug bewegte Wegschranken, Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., Wiesbaden 1904; Wittfeld, Selbsttätige Zugschranke, Zeitschr. f. Arch. u. Ingenieurw., ebend. 1904; Beiträge zur Ausbildung von Drahtzugschranken, ebend. 1904; Herzog, S., Elektrisch betriebene selbsttätige Bahnschranke, Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien 1907; Selbsttätige Sicherheitseinrichtung „Oerlikon" für Niveauübergänge von elektrischen Bahnen, Patent Zehnder, Deutsche Straßen- und Kleinbahnztg., Berlin 1908, Nr. 21; Hand- und Zugschranken System Waldner, Technische Blätter, Prag 1905. *Ziffer.*

Wegeüber- und -unterführungen, s. Wegkreuzungen.

Wegfüllarbeit wird im Bergbau bei losen Gebirgsmassen, die nur einen geringen Zusammenhang besitzen, sowie bei solchen Massen, welche bereits durch andre Gewinnungsarbeiten gelöst worden sind, außerdem als Nacharbeit zum Verladen in die Fördergefäße angewendet.

Die Gezähe für das Wegfüllen mittels Handarbeit sind: Schaufel oder Spaten, Kratze und Trog. Dort, wo das Wegfüllen in sehr großem Umfange angewendet werden muß, bedient man sich der Baggermaschinen, z. B. zum Abdecken in Tagebauen, bei der Beschaffung von Versatzmaterial für die Gruben, auch bei der Seifengewinnung aus Flußläufen. *Treptow.*

Weg(Straßen-)kreuzungen mit Eisenbahnen können ausgeführt werden 1. als schienengleiche Uebergänge (Uebergänge in Schienenhöhe, Plan- oder Niveauübergänge); 2. als Unterführungen (Weg unter der Bahn); 3. als Ueberführungen (Weg über der Bahn).

Bei **schienengleichen Uebergängen** wird es sich meist um Ausgleichung geringerer Höhenunterschiede durch Wegrampen handeln, die mit zulässiger Neigung zum Bahndamm hinauf- oder zum Einschnitt hinabzuführen sind. Schienengleiche Uebergänge sind bei Hauptbahnen unbedingt mit Schranken, die bedient werden müssen, zu versehen; bei Neben- und Lokalbahnen können Schranken und Bewachung wegfallen, wenn die Geschwindigkeit der Züge bei verkehrsreichen Wegen nicht über 15 km/Std., bei sonstigen unübersichtlichen Wegen nicht über 40 km/Std. beträgt (Eisenbahnbau- und Betriebsordnung § 18 und 46). Die Fahrbahn des Weges auf dem Uebergang soll so hergestellt werden, daß einerseits das Nachstopfen der Schwellen nicht zu sehr mit Umständen verknüpft, anderseits die Fahrbahn nach dem Nachstopfen rasch wieder fest ist. Bei Steinschlag trifft das letztere, bei Steinpflaster das erstere nicht ganz zu, auch muß bei Pflaster der Oberbau so angeordnet werden, daß die Steine nicht unmittelbar auf den Schwellen aufsitzen (s. Oberbau, Fig. 33). Gutes Pflaster wird sich für verkehrsreiche Uebergänge empfehlen, während im übrigen Steinschlag genügt. Bei sehr schrägen Uebergängen bringt man, um ein Einklemmen der Räder der Fuhrwerke zu verhindern und um die Spurrinnen zu erhalten, längs der Fahrschienen Leitschienen (s. d.) an, ebenso auch bei andern stark befahrenen Uebergängen, besonders wenn diese nicht gepflastert sind. Bei gepflasterten Uebergängen kann die Spurrinne auch durch das Pflaster selbst (Einlegen dünner Steine zwischen Schienen und Pflaster) gebildet werden. Schienenstöße sucht man auf Uebergängen zu vermeiden, indem man, wenn nötig, besonders lange Schienen (bis 18 m) einlegt.

Bei **Unterführungen** muß die für den Verkehr auf dem Weg (Straße) erforderliche lichte Höhe zwischen Fahrbahn und Unterkante der Bahnbrücke vorhanden sein. Während z. B. bei Fußwegen schon 2,3 m genügen, sind bei Feldwegen 3,7—4 m erforderlich. Bei Landwegen werden 4 m und bei Straßen in Städten 4,4 m beinahe stets genügen. — Die Weite der Unterführung richtet sich nach der Wegbreite, bei Feldwegen werden im allgemeinen 4 m, bei Landwegen 5—6 m genügen, während in Städten oft viel größere Weiten vorkommen.

Bei **Ueberführungen** muß die lichte Höhe zwischen Schienenoberkante und Unterkante der Wegbrücke und die lichte Weite zwischen den Widerlagern mindestens der Umgrenzungslinie des lichten Raumes der Bahn entsprechen, wobei in Krümmungen sowohl die Gleis-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

überhöhung als auch die Spurerweiterung zu berückfichtigen ift. Bei Hauptbahnen und normalfpurigen Nebenbahnen muß fomit betragen in der Geraden: die lichte Höhe mindeftens 4,8 m (beffer 5 m, um Spielraum zu haben), die lichte Weite mindeftens 4,4 m. Letztere nimmt man gewöhnlich viel größer an, vielfach fo groß, daß die Bahngräben ohne weiteres unter der Ueberführung durchgeführt werden können. — Wegen der größeren Höhe und Weite find die Bauwerke für Ueberführungen meiftens teurer als die für Unterführungen, dagegen entftehen bei Unterführungen, die ins Gelände eingefchnitten werden, oft Schwierigkeiten wegen der Entwäfferung. *H. Kübler.*

Wegübergangsfignale, f. Läutewerke.

Wegweifer, Steinfäulen oder Pfoften aus Holz oder Eifen an Straßenabzweigungen. In erfterem Fall werden die Namen der nächften Orte, unter Angabe der Richtung ihrer Lage, mit eingehauener Schrift angegeben. In letzterem Fall find Tafeln als Arme angeordnet, welche in die betreffende Richtung weifen und die Ortsnamen fowie unter Umftänden deren Entfernung in ortsüblichem Wegmaß angeben. *L. v. Willmann.*

Wehr (Wuhr), f. Stauanlagen. Wehrkörper, die in den Wafferlauf eingebaute Konftruktion eines feften Wehres; f. Fig. 10–30 unter Stauanlagen. Wehrkrone (Wehrrücken, -fattel), bei hölzerner Konftruktion der Fachbaum, der oberfte Teil mit der höchftgelegenen (horizontalen) Linie eines feften Wehres oder des feften Unterbaues eines beweglichen Wehres. Wehrrippe, umlegbarer Wehrbock bei Nadelwehren; f. Stauanlagen.

Weichen, auch Ausweichungen oder Wechfel, die Vorrichtungen zum Uebergang einzelner Eifenbahnfahrzeuge und ganzer Züge von einem Bahngleis in ein andres abzweigendes ohne Unterbrechung der Bewegung (f. a. Gleisverbindungen, Bd. 4, S. 568). Jede Weiche befteht aus drei Teilen: der Zungenvorrichtung, auch Ausweichvorrichtung, Auslenkung, früher auch kurz Weiche oder Wechfel genannt; dem Herzftück, auch Kreuzung genannt, mit den zugehörigen Zwangsfchienen oder Radlenkern an den gegenüberliegenden Schienen der Weichengleife und den zwifchen Zungenvorrichtung und Herzftück liegenden Weichengleifen, dem Stammgleis und dem Ausweichgleis oder Weichenbogen.

Die Zungenvorrichtung hat im Laufe der Zeit mannigfache konftruktive Aenderungen erfahren. Die älteftе, einfachfte und billigfte Konftruktion ift die Schleppweiche; f. [1] a), b), d), e) und g). Diefe Weichen haben den Nachteil, daß ftets eines der beiden Gleife unterbrochen ift, fo daß Fahrzeuge, die von hinten die Weiche befahren, bei unrichtiger Stellung entgleifen. Obgleich Schleppweichen bei Hauptbahnen ([4], § 40, 9) in Nebengleifen und bei Lokalbahnen in Hauptgleifen bei geringerer Zuggefchwindigkeit als 20 km/Std. ([5], § 32) zuläffig find, findet man fie bei uns wegen ihrer geringen Betriebsficherheit beinahe nur noch auf Erdtransportbahnen für Bauten. Die Zungenvorrichtungen der neueren Zeit beftehen aus zwei außenliegenden feften Backenfchienen und zwei innenliegenden beweglichen Zungen. Doch gibt es auch andre Konftruktionen, fie bilden aber feltene Ausnahmen und werden daher hier nicht weiter berückfichtigt. Die Backenfchienen find Schienen gewöhnlichen Profils. Die Backenfchiene des geraden Schienenftranges, an die fich die Zunge des krummen Stranges anlegt, kann unbearbeitet bleiben (f. Fig. 7), doch ift es zweckmäßig, die Unterfeite des Kopfes innen auf die Länge der Berührung mit der Zunge etwas zu unterfchneiden (Fig. 5 und 6), um die Zungenfpitze etwas kräftiger geftalten zu können. Dasfelbe gilt von der Backenfchiene im krummen Strang; diefe muß aber außerdem ein- oder mehreremal geknickt und gebogen werden (f. Fig. 1). Die Backenfchienen erhalten, wie die Schienen in den Weichengleifen, meift keine Seitenneigung (f. Oberbau, Bd. 6, S. 700); bei manchen Verwaltungen wird diefelbe aber doch durchgeführt (f. Fig. 4 und 7). Die Zungen wurden anfangs ebenfalls aus gewöhnlichen Schienen und ungleichlang hergeftellt, fpäter aber gleichlang, und um fie tragfähiger, fteifer und dauerhafter zu machen, aus befonders gewalzten Stahlfchienen

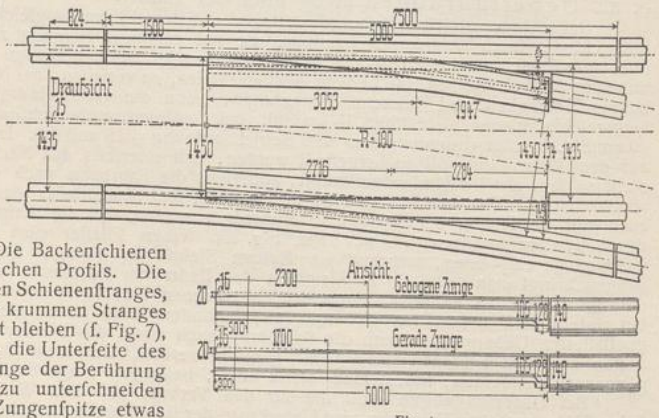


Fig. 1.

mit maſſigem hutförmigen Querſchnitt, ſogenannten Blockſchienen (ſ. Fig. 2—7). Aus denſelben Gründen läßt man auch die Zungen an der Spitze unter die Backenſchienen greifen und verwendet zu Backen- und Zungenſchienen den zäheren, aber auch teureren Siemens-Martin-Stahl, während die gewöhnlichen Schienen aus dem billigeren Beſſemer- oder Thomas-Stahl gewalzt werden. Die Zungen des krummen Schienenſtranges werden bei manchen Bahnverwaltungen wegen der billigeren Herſtellung gerade belaſſen, meiſt aber gebogen, weil dadurch die Ablenkung an der Spitze geringer, das Einfahren in die Weiche ſanfter und außerdem die Weiche kürzer wird (ſ. unten, Berechnung der Weichen). Die Zungen ſollen an der Spitze 100 mm, im übrigen aber ſo weit auffchlagen, daß an keiner Stelle die Räder an die aufgeſchlagene Zunge ſtreifen können, ſomit bei normalſpurigen Bahnen mindeſtens 1,435 — (1,357 + 20 mm) = 58 mm (1,357 geringſte lichte Entfernung der Radreifen, 20 mm geringſte Spurkranzſtärke bei einſeitiger Abnutzung (ſ. [4], §§ 40, 67 und 69, 3). Die Länge der Backenſchienen beträgt bei Hauptbahnen gewöhnlich 7,5 m, die der Zungen 5—6 m und der Krümmungshalbmeſſer der Zungenvorrichtung bei Einfahrweichen 250 m, bei ſonſtigen Weichen gewöhnlich 180 oder 200 m, ausnahmsweiſe weniger (z. B. in Sachſen bei Weichen mit Herzſtückneigung 1 : 7 nur 140 m). Es iſt ratſam, an der Zungenſpitze am inneren Schienenſtrang, d. h. an der gekrümmten Backenſchiene, eine Spurerweiterung (8—15 mm) anzuordnen (ſ. Fig. 1), die man gegen die Wurzel im krummen Strang gewöhnlich auf 15 mm übergehen, im geraden Strang dagegen verſchwinden läßt. Damit die Zungen gegen die Spitze möglichſt kräftig werden, ſowie auch, um die Bearbeitungskoſten zu verringern, werden die Zungenſchienen dort, wo die Zunge mit der Backenſchiene zuſammentrifft, leicht geknickt (ſ. Fig. 1) und dann erſt gehobelt, an der Fahrkante aber nur ſo tief, daß abgenutzte Spurkränze bei abgenutzten Backenſchienen und Zungen nicht auflaufen. Beim Hobeln werden ſtets gerade Längskanten erzeugt; das Hobeln der an der fertigen Zunge gekrümmten Kanten geſchieht daher vor dem Biegen, das der geraden nach dem Biegen der Zunge. Da die Zunge gegen die Spitze wenig tragfähig iſt, wird ſie gegen die Spitze in der Höhe leicht abgeſchrägt (ſ. Fig. 1), ſo daß beim Einfahren in die Weiche die Zunge ablenkt, die Backenſchiene aber die Laſt trägt.

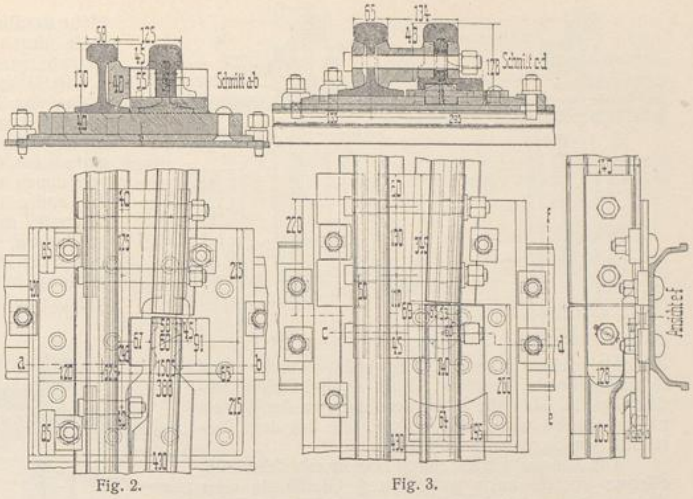


Fig. 2. Fig. 3.

Die Befeſtigung der Zungen an der Wurzel muß derart ſein, daß die Zungen zwar etwas drehbar ſind, dagegen ſowohl in der Längsrichtung als nach der Seite und nach oben feſtgehalten werden. Bei der Drehſtuhlbefeſtigung Fig. 2, die z. B. in Preußen üblich iſt, läßt das Feſthalten in der Längsrichtung zu wünſchen übrig, da die Druckflächen der Zunge gegen die Backen des Drehſtuhls klein ſind, ſo daß leicht eine ſtarke Abnutzung eintritt. Gegen die Bewegung nach oben wird die Zunge durch einen in den inneren Drehſtuhlbacken und die Zunge eingreifenden wagerechten Keil feſtgehalten. Bei dieſer Konſtruktion kann es vorkommen, daß beim Auffchneiden von Weichen der innere Drehſtuhlbacken abſpringt, ſo daß dann die Zungenwurzel frei liegt. Beſſer erſcheint die Drehzapfenbefeſtigung Fig. 3, wie ſie z. B. bei der württembergiſchen Staatsbahn üblich iſt. Hier wird die

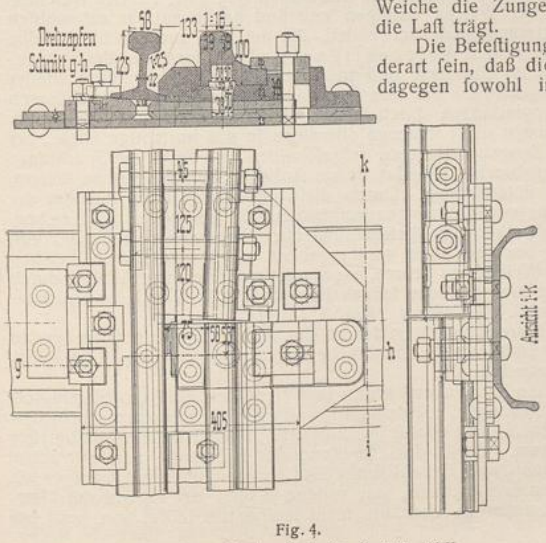


Fig. 4.

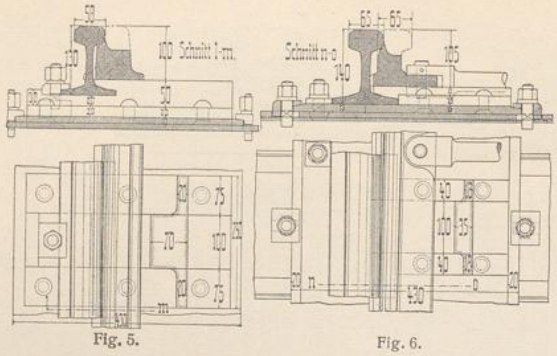


Fig. 5.

Fig. 6.

Höhe der Blockfchiene am Wurzelende durch Preffen, um etwa 25 mm, nach unten vergrößert (f. Fig. 1) und dadurch ein Anfchlag der Zungenfchiene gegen eine Führungsleifte der Drehzapfenplatte erhalten, die mit den zylindrifchen Zapfen diefer Platte, von denen der eine in die Zunge, der andre in die Weichenplatte eingreift, die Längsverfchiebung verhindern. Seitlich und gegen Heben ift die Zunge durch Verlafchung mit der Backenfchiene und der anftoßenden Schiene des Ausweichgleifes mittels Einlagekeils, Lafche und Schraubenbolzen gehalten. Eine ähnliche Konftruktion, bei der aber die Höhe der Zunge an der Wurzel nicht geändert wird, zeigt Fig. 4, die bei der öfterreichifchen Staatsbahn üblich ift.

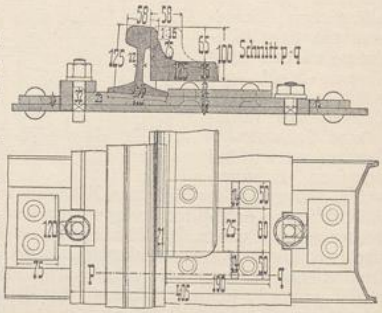


Fig. 7.

Die Zungen werden durch eine Anzahl fchmiedeeiferner (früher auch gußeiferner) Gleitftühle oder Weichenfättel mit gehobelten oder gefchliffenen Gleitflächen geftützt (Fig. 5—7). Diefe werden unmittelbar auf eifernen oder hölzernen Querfchwellen befeftigt oder beffer, wie jetzt meiftens üblich, auf eiferne, 10—15 mm ftarke Weichenplatten genietet, die auf den Querfchwellen befeftigt werden. — In neueftter Zeit werden auch Zungenvorrichtungen mit federnden Zungen angewendet. Bei diefen find die Zungen wie auch die Backenfchienen länger (10—10,5 m bezw. 9,5—10,5 m). Die Enden der ebenfalls aus Blockfchienen hergeftellten Zungen find nicht drehbar, fondern auf etwa 2 m Länge mittels Klemmplatten und Schraubenbolzen auf einer Zungenplatte unbeweglich befeftigt (eingefpannt). Vor diefer Einfpannungsftelle ift der Fuß der Zungenfchiene allmählich übergehend auf etwa 90 cm Länge auf Kopfbreite gefchmälert und außerdem die Schiene am Steg ausgearbeitet, damit fich die Zungen beim Umlegen der Zungenvorrichtung hier federn.

Die beiden Weichenzungen werden, damit fie fich gleichzeitig bewegen, entweder durch eine bis drei kräftige Weichenftangen (f. Fig. 6) oder durch befondere Vorrichtungen (Spitzenverfchlüffe), durch die das dichte Anfchließen der Zungenfpitzen gefichert wird, z. B. das Hakenfchloß (f. Stellwerke, S. 298), verbunden. Das Umftellen der Weichen gefchieht entweder von Hand an Ort und Stelle mittels Weichenbocks (f. d.) oder aus der Ferne von einem Stellwerk (f. S. 295). Wichtigere Weichen find bei Haupt- und Nebenbahnen mit Signalen zu verfehen ([4], § 144, C, und [6], § 21, 11), bei Lokalbahnen find fie entbehrlich ([5], § 87, 1). Die Weichenfignale follen jederzeit die Stellung der Weiche anzeigen und find daher mit ihr automatifch verbunden. Gewöhnlich werden Laternenfignale verwendet, die bei Tag und Nacht dasfelbe Signalbild zeigen ([4], § 145, 4 und [6], VI (f. a. Weichenfignale). Die Anordnung der Zungenvorrichtungen und der Weichenhebel im einzelnen find bei jeder Eifenbahnverwaltung wieder verfchieden und als Normalien ausgebildet. Bei den Zungenvorrichtungen mit gleichlangen unterfchlagenden Zungen können Entgleifungen durch falfche Weichenftellung nicht eintreten. Bei der Fahrt gegen die Spitze kommen die Fahrzeuge allerdings in das unrichtige Gleis, bei der Fahrt von hinten wird aber die Zungenvorrichtung aufgefchnitten und durch die Spurkränze der Fahrzeuge in die richtige Lage gebracht. Um das dichte Anliegen der Zungen zu fichern, verwendet man auch Druck- oder Fühlfchienen. Durch diefe wird auch das Umftellen der Weichen während des Darüberfahrens von Fahrzeugen verhindert, was befonders bei Weichen, die in ein Stellwerk einbezogen find, aber von diefem nicht überfehen werden können, von Wert ift. Um die Bedienung wenig benutzter oder vorübergehend nicht befahrbarer Weichen zu erfparen und die Stellung folcher Weichen zu fichern, verwendet man Weichenfchlöffer, durch welche die anliegende Zunge an der Backenfchiene feftgehalten wird, z. B. Toblers Weichenzungenverfchluß (Organ f. d. Fortfchr. d. Eifenbahnw. 1893, S. 14) [1].

Das Herzftück wird an der Durchfchneidung der an die beiden Zungen anfchließenden Schienenftränge eingelegt. Die Konftruktion der Herzftücke famt Zwangfchienen ift in Bd. 5, S. 52, eingehend befchrieben und dargeftellt [1].

Die Weichengleife, zwifchen Zungenvorrichtung und Herzftück, find das Stammgleis und das Ausweichgleis oder der Weichenbogen. Beide find, foweit möglich, aus ganzen Schienen (Normal-, Ausgleich- und Paßfchienen, f. Oberbau) herzuftellen. Der Krümmungshalbmeffer foll im allgemeinen möglichft groß fein. Er ift dem Radftand der Fahrzeuge und der Fahrgefchwindigkeit anzupaffen. Bei Haupt- und Nebenbahnen find Krümmungen mit weniger als 180 m nicht zuläffig; bei vollfpurigen Lokalbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, foll der Halbmeffer der Krümmungen ebenfalls nicht kleiner als 180 m fein, und bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vollſpurigen Anſchlußgleiſen nicht kleiner als 100 m. Bei Schmalſpurbahnen ſollen die Krümmungshalbmeſſer in der Regel bei 1 m Spurweite nicht kleiner als 50 m, bei 0,75 m nicht kleiner als 40 m, bei 0,60 m nicht kleiner als 25 m ſein. Kleinere Halbmeſſer können bei allen dieſen Lokalbahnen angewendet werden, wenn die Betriebsmittel zum Befahren ſchärferer Krümmungen eingerichtet ſind. Die Ueberhöhung des äußeren Schienenſtrangs wird in den Weichenkrümmungen ſtets weggelaſſen [1].

Man unterſcheidet folgende Weichenformen:

1. **Einfache Weichen,** und zwar: a) Die geraden Weichen, auch Normalweichen; das Stammgleis iſt gerade; je nachdem die Zungenvorrichtung nach rechts oder links ablenkt, hat man eine Rechtsweiche (Fig. 8) oder eine Linksweiche (Fig. 9). b) Die Krümmungsweichen, auch Kurvenweichen oder Zweibogenweichen; das Stammgleis iſt ebenfalls gekrümmt. Gehen die Krümmungen von Stammgleis und Ausweichgleis nach derſelben Seite, ſo hat man eine gleichlaufende Krümmungsweiche (Fig. 10), gehen ſie nach entgegengeſetzter Seite, eine ungleichlaufende Krümmungsweiche (Fig. 11); dieſe können entweder rechte

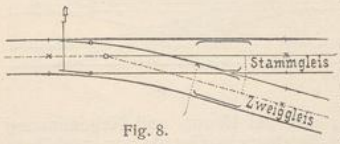


Fig. 8.

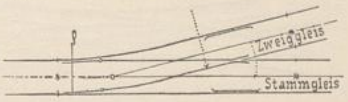
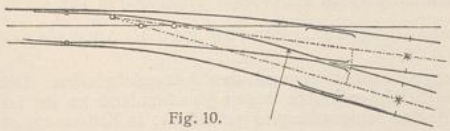
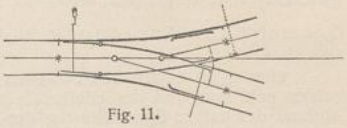
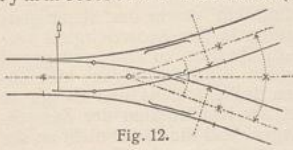


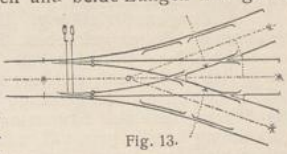
Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.

oder linke Krümmungsweichen ſein, je nach der Ablenkung der Zungenvorrichtung. c) Die ſymmetriſchen Weichen (ſ. Fig. 12); beide Backenſchienen und beide Zungen ſind gleich und ſymmetriſch gekrümmt; die Anordnung geſtattet die Anwendung viel größerer Krümmungshalbmeſſer als bei der geraden Weiche bei gleicher Zungen- und Weichenlänge und gleichem Herzſtückwinkel, ſie werden deshalb in Frankreich auf Stationen oft als Einfahrweichen verwendet, haben aber den Nachteil, daß kein Gleis gerade durchgeht [2].


Fig. 12.


Fig. 13.

2. **Die Doppelweichen,** auch dreiteilige oder dreigleiſige Weichen genannt; von einem Stammgleis zweigen gleichzeitig Weichen nach beiden Seiten ab. Sie werden gewöhnlich ſymmetriſch angeordnet (Fig. 13), doch iſt die unſymmetriſche Anordnung nicht ausgeſchloſſen; außer den beiden normalen Herzſtücken iſt noch ein Mittelherzſtück ſamt Zwangſchienen erforderlich. Die Doppelweichen geſtatten eine raſchere Erbreiterung einer Gleisanlage und werden deshalb auf Verſchiebebahnhöfen angewendet, haben aber den Nachteil, daß die Doppelzungen verhältnismäßig ſchwach ſind und daher raſch abgenutzt werden.

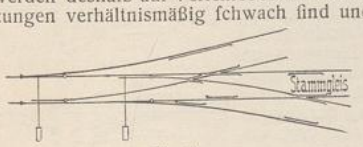
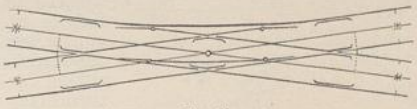


Fig. 14.


Fig. 16.

3. **Die Folgeweichen,** auch verſchränkte Weichen genannt; die zweite Weiche zweigt ſo weit hinter der Zungenvorrichtung der erſten Weiche ab, daß ihre zwiſchen den Schienenſträngen der erſten Weiche liegenden Zungen genügend auffchlagen können. Je nachdem die Abzweigung der zweiten Weiche ebenfalls im Stammgleis, aber nach der entgegengeſetzten Seite,

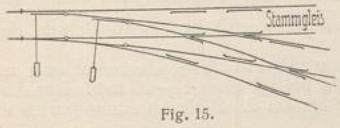
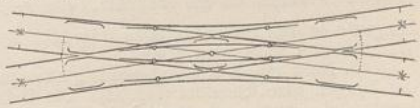


Fig. 15.


Fig. 17.

wie in Fig. 14, oder von dem Ausweichgleis der erſten Weiche, aber in demſelben Sinn erfolgt wie in Fig. 15, hat man eine zweiſeitige oder einſeitige Folgeweiche. Durch Folgeweichen kann, wie durch Doppelweichen, bei einer Gleisanlage an Länge geſpart werden, doch iſt ihre Anordnung beſonders auf die Länge der Zungenvorrichtung der zweiten Weiche nicht ganz einfach, auch iſt ein Mittelherzſtück ſamt Zwangſchienen erforderlich.

4. **Die Kreuzungsweichen** (engliſche Weichen) entſtehen, wenn zwei ſich ſchneidende Gleiſe innerhalb der Gleiskreuzung durch Bogen miteinander verbunden werden, und zwar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einfache Kreuzungsweichen (halbe engliſche Weichen, Fig. 16), wenn die Verbindungsbogen nur auf einer Seite, doppelte Kreuzungsweichen (engliſche Weichen, Fig. 17), wenn ſie auf beiden Seiten eingelegt werden. (Das Weitere und Berechnung ſ. Bd. 5, S. 699.)

Läßt man bei der doppelten Kreuzungsweiche eines der Gleiſe in der Gleiskreuzung weg, ſo erhält man eine Weichenſchlingung. Dieſelbe kann, wie Fig. 18, nach rechts ablenken oder nach links (Spiegelbild). Nicht zu verwechſeln mit den Kreuzungsweichen ſind die Kreuzweichen, auch Weichenkreuze genannt (Fig. 19), welche entſtehen, wenn zwei Weichenverbindungen zwiſchen gleichlaufenden Gleiſen ſich durchkreuzen.

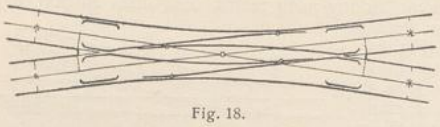


Fig. 18.

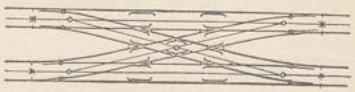


Fig. 19.

Beim Entwerfen von Gleisanlagen iſt zu beachten, daß bei Haupt- und Nebenbahnen zwiſchen Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleiſes zweier Weichen eine Gerade von wenigſtens 6 m vorhanden ſein ſoll; ferner ſoll vor Weichen, die aus gekrümmten Gleiſen in entgegengeſetztem Sinne abzweigen und von Zügen gegen die Spitze befahren werden, eine mindeſtens 6 m lange Gerade eingelegt werden. Eine ſolche Gerade wird auch bei Abzweigungen in gleichem Sinne empfohlen, wenn die Gleiskrümmung einen Halbmeſſer unter 500 m hat.

Geometriſche Anordnung und Berechnung der geraden und Krümmungsweichen [3].

Hierbei iſt zu trennen zwiſchen der Zungenvorrichtung und den Ausweichgleiſen. Bei beiden geht man von der Gleisachſe aus. Die Schienenſtränge liegen gleichlaufend zu ihr im Abſtand der halben Spurweite (an der Innenſeite des Schienenkopfes gemeſſen); in Krümmungen wird der Abſtand des inneren Schienenſtranges (mit dem kleineren Krümmungshalbmeſſer) um die entſprechende Spurerweiterung vergrößert (ſ. Krümmungsverhältniſſe der Eiſenbahnen, Bd. 5, S. 718).

I. **Zungenvorrichtung.** Die Ablenkung der Fahrzeuge ſollte in einem das Stammgleis berührenden Bogen geſchehen, damit ſeitliche Stöße beim Einfahren in das Ausweichgleis vermieden werden. Praktiſch läßt ſich das nicht durchführen, da die Zungen zu lang und gegen die Spitze zu ſchwach würden; ſie muß daher unter einem kleinen Winkel erfolgen, der abhängig iſt von der Zungenlänge z und der Entfernung c zwiſchen Backenſchiene und Zunge an der Wurzel und dem Krümmungshalbmeſſer r_z. Wie oben bei der Konſtruktion der Zungenvorrichtung bereits geſagt iſt, müſſen die Zungen ſo weit auffchlagen, daß die Räder nicht an der aufgeſchlagenen Zunge ſtreifen. Der Abſtand der Gleisachſen muß daher an der Zungenwurzel mindeſtens um die Kopfbreite der Zungenſchiene breiter ſein als der geringſte Auffchlag. In der Regel gibt man aber noch 10 bis 15 mm zu, damit der geringſte Abſtand zwiſchen Backenſchiene und Zunge nicht an der Wurzel vorhanden iſt und der Auffchlag der Spitze nicht unnötig groß wird. Je größer aber der Wurzelabſtand c iſt, deſto größer werden der Ablenkwinkel α und der Wurzelwinkel β. Erſteres iſt für das Einfahren ungünſtig, letzteres für die Krümmung der anſchließenden Ausweichgleiſe günſtig. Die Anordnung der Zungenvorrichtung kann nach drei verſchiedenen Arten erfolgen:

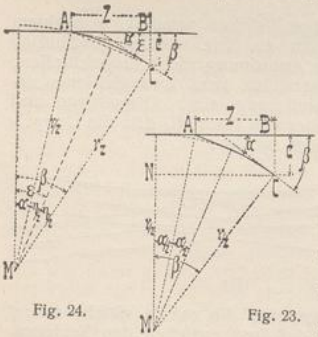


Fig. 24.

Fig. 23.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.

1. Gerade (Fig. 20), Ablenk- und Wurzelwinkel ſind gleichgroß. Als Ablenkwinkel iſt dieſer Winkel groß, als Wurzelwinkel klein, die Zungen ſind aber leicht herzuſtellen.

2. Nach einem Kreisbogen gekrümmt, der das Stammgleis berührt; die Zunge z iſt kürzer als die Tangente, alſo $r_z > \frac{z^2}{2c}$; von der Zungenſpitze wird dann eine Tangente an den Bogen gezogen (Fig. 21). Der Ablenkwinkel α wird bedeutend kleiner, der Wurzelwinkel β dagegen größer.

3. Nach einem Kreisbogen gekrümmt, der die Gleisachſe (Backenſchiene) an der Zungenſpitze ſchneidet (Fig. 22). Die Ueberſchneidung beträgt etwa 15—20 mm. Der Ablenkwinkel α wird noch kleiner, der Wurzelwinkel größer als bei 2. Dieſe Anordnung wird in neuerer Zeit beinahe durchweg gewählt.

Berechnung. Bei 1.: Gegeben Wurzelabſtand c und Zungenlänge z, gemeſſen im geraden Gleis. Nach Fig. 20 iſt $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\beta = \frac{c}{z}$.

Bei 2.: Gegeben c, z und der Krümmungshalbmeſſer r_z. Nach Fig. 23 iſt

$$NC = \sqrt{c\,(2\,r_z - c)};\quad \operatorname{tg}\beta = \frac{NC}{r_z - c};\quad \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{NC - z}{r_z}.$$

Bei 3.: Gegeben c, z, r_z (so groß, daß die Ueberschneidung 15—20 mm beträgt). Nach Fig. 24 ist

$$\alpha = \varepsilon - \frac{\eta}{2},\ \beta = \varepsilon + \frac{\eta}{2},\ \text{und da } \angle \varepsilon = \angle BAC,\ \operatorname{tg}\varepsilon = \frac{c}{z},\ \sin\frac{\eta}{2} = \frac{\frac{1}{2}AC}{r_z} = \frac{\sqrt{z^2+c^2}}{2r_z}.$$

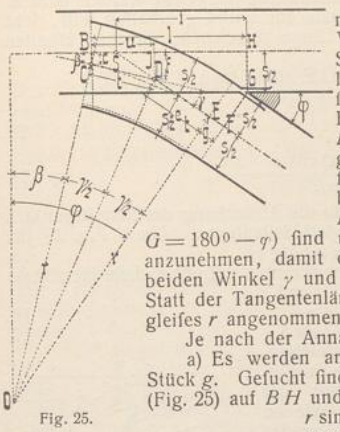


Fig. 25.

II. **Ausweichgleis:** a) Gerade Weiche. Die Abmessungen der Zungenvorrichtung sind bekannt, also c und β. Vor der Herzstückspitze ist im Ausweichgleis ein gerades Stück g (bei Normalspur von mindestens 1 m Länge) einzulegen. Die Herzstückgerade und das Stammgleis schneiden sich unter dem Herzstückwinkel φ. Zieht man die aus Fig. 25 ersichtlichen Linien, so erhält man das Sechseck $BCD(E)FGH$, in dem drei Seiten und vier Winkel gegeben sind, nämlich die Seiten $BC = c$ und $FG = GH = s/2$, sowie die Winkel bei B, F und H (je 90°) und der Winkel bei $C = 90° + \beta$. Drei Seiten ($CD = t$, $DF = t + g$ und $BH = l$) sowie zwei Winkel (bei $D = 180° + \gamma$ und bei $G = 180° - \varphi$) sind unbekannt. Von diesen fünf Stücken sind zwei beliebig anzunehmen, damit die drei übrigen berechnet werden können, nur nicht die beiden Winkel γ und φ, da stets

$$\beta + \gamma = \varphi. \qquad 1.$$

Statt der Tangentenlänge t kann auch der Krümmungshalbmesser des Ausweichgleises r angenommen werden, weil

$$t = r \operatorname{tg} \gamma/2. \qquad 2.$$

Je nach der Annahme ergeben sich dann folgende Fälle:

a) Es werden angenommen der Krümmungshalbmesser r und das gerade Stück g. Gesucht sind l, γ und φ. Die Projektion des Polygons $BCOEFGH$ (Fig. 25) auf BH und sodann auf die Senkrechte zu BH gibt

$$r \sin\beta + l = (r + s/2)\sin\varphi + g\cos\varphi \qquad 3.$$

und

$$r\cos\beta + c - s/2 = (r + s/2)\cos\varphi - g\sin\varphi. \qquad 4.$$

Werden diese Gleichungen quadriert und addiert, so erhält man

$$l = -r\sin\beta + \sqrt{(r+s/2)^2 + g^2 - (r\cos\beta + c - s/2)^2}, \qquad 5.$$

sodann durch Substituierung des aus Gleichung 4 bestimmten Werts von $\cos\varphi$ in Gleichung 3

$$\sin\varphi = \frac{(l + r\sin\beta)(r + s/2) - g(r\cos\beta + c - s/2)}{(r+s/2)^2 + g^2}, \qquad 6.$$

und aus Gleichung 3 den Winkel γ.

In der gleichen Weise wird vorgegangen, wenn r und l oder l und g angenommen worden, und g, γ und φ oder $r(t)$, γ und φ gesucht sind. Durch Quadrierung und Addierung der Gleichungen 3 und 4 ergibt sich

$$g = \sqrt{(l + r\sin\beta)^2 + (r\cos\beta + c - s/2)^2 - (r + s/2)^2} \qquad 7.$$

oder

$$r = \frac{l^2 - g^2 - cs + c^2}{s\cos\beta - 2l\sin\beta - 2c\cos\beta + s}. \qquad 8.$$

Sind g oder r gefunden, so werden φ und γ wie oben bestimmt.

Der Herzstückwinkel ist nur selten zu berechnen; meistens ist derselbe gegeben, weil bei jeder Verwaltung, wenn irgend möglich, nur Herzstücke von bestimmten Neigungen verwendet werden, um die Zahl der Ersatzherzstückgattungen, die für die Bahnunterhaltung auf Lager gehalten werden müssen, möglichst zu verringern. (Auf normalspurigen Bahnen für Hauptgleise gewöhnlich 1 : 10 und 1 : 9, für Nebengleise 1 : 8 oder 1 : $8\frac{1}{4}$, ausnahmsweise 1 : $7\frac{1}{2}$ und 1 : 7, sowie für gleichlaufende Krümmungsweichen vielleicht noch 1 : $12\frac{1}{2}$, 1 : 13 oder 1 : 14. Gewöhnlich wird daher einer der folgenden Fälle vorkommen, bei denen stets der dritte Winkel sofort nach Gleichung 1 zu berechnen ist.

b) Angenommen Herzstückwinkel φ und Krümmungshalbmesser r, gesucht l und g. Aus Gleichung 2 ergibt sich t. Die Projektion des Sechsecks $BCDFGH$ auf die Senkrechte zu BH (s. Fig. 25) gibt dann:

$$s/2 + s/2\cos\varphi = c + t\sin\beta + t\sin\varphi + g\sin\varphi. \qquad 9.$$

Hieraus

$$g = \frac{s/2\cos\varphi - t\sin\beta + s/2 - c}{\sin\varphi} - t. \qquad 10.$$

Die Projektion auf BH ergibt

$$l = t\cos\beta + (t+g)\cos\varphi + s/2\sin\varphi. \qquad 11.$$

Krümmungshalbmesser, Herzstückgerade, Länge des Ausweichgleises und Herzstückwinkel stehen im engsten Zusammenhang. Den Krümmungshalbmesser nimmt man möglichst groß und als rundes Maß an, die Herzstückgerade soll sich möglichst dem Geringstmaß nähern. Beachtet man diese Grundsätze, so ergibt sich für jede Herzstückneigung eine beinahe fest bestimmte Länge l. Größere Abweichungen von dieser Länge haben bedeutende Aenderungen des Krümmungshalbmessers und der Herzstückgeraden zur Folge und geben daher praktisch unbrauchbare Resultate. Um möglichst günstige Abmessungen zu erhalten, berechnet man daher r unter der Annahme, daß g das Geringstmaß habe.

c) Angenommen Herzstückwinkel φ und Herzstückgerade g, gesucht r und l. Aus Gleichung 9 erhält man:

$$t = \frac{s/2\cos\varphi - g\sin\varphi + (s/2 - c)}{\sin\beta + \sin\varphi} = \frac{s/2\cos\varphi - g\sin\varphi + (s/2 - c)}{2\sin\frac{\varphi+\beta}{2}\cos\frac{\varphi-\beta}{2}}; \qquad 12.$$

hierauf ist r nach Gleichung 2, alsdann l nach Gleichung 11 zu bestimmen. Handelt es sich nur darum, eine Unterlage für die günstige Annahme von r im Falle b) zu erhalten, so braucht man l nicht zu berechnen. Das gefundene r wird abgerundet und nun die Rechnung nach b) durchgeführt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d) Angenommen Herzſtückwinkel φ und die Länge des Ausweichgleiſes l, geſucht r, t und g. Dieſer Fall kann vorkommen, wenn man den geraden Schienenſtrang zwiſchen Zunge und Herzſtück aus ganzen (oder auch ganzen und halben) Schienenlängen zuſammenſetzen will, um Abfälle zu vermeiden. Es hat dies aber keinen großen Wert, weil in die drei andern Schienenſtränge zur Ausgleichung der Längen doch Schienenſtücke eingelegt werden müſſen. Bei der Annahme von l muß man, wenn man gute Reſultate für r und g erhalten will, ſehr vorſichtig ſein; es darf nur wenige Zentimeter von der Länge abweichen, die man erhalten hat, wenn man nach c) rechnet.

Aus der Projektion des Sechsecks $BCDFGH$ auf OE erhält man (ſ. Fig. 25):

$$t \sin\gamma + s/2 + s/2 \cos\varphi = l \sin\varphi + c \cos\varphi,$$

ſomit

$$t = \frac{l \sin\varphi - (s/2 - c)\cos\varphi - s/2}{\sin\gamma} \qquad 13.$$

und

$$r = t \operatorname{ctg} \gamma/2 = \frac{l \sin\varphi - (s/2 - c)\cos\varphi - s/2}{2 \sin^2 \gamma/2}, \qquad 14.$$

ferner g nach Gleichung 10 wie oben.

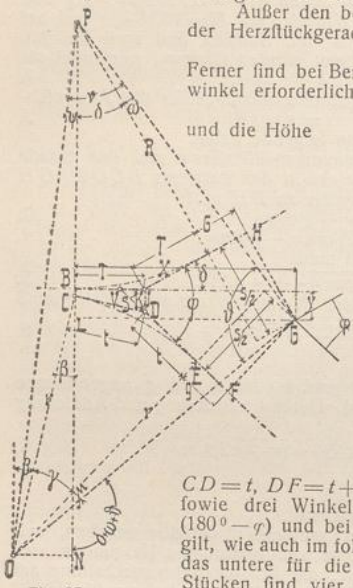


Fig. 27.

Außer den berechneten Maßen iſt für die Abſteckung der Schnittpunkt S der Herzſtückgeraden mit dem Stammgleis feſtzulegen. Nach Fig. 25 iſt:

$$SF = SH = i = s/2 \operatorname{ctg} \varphi/2. \qquad 15.$$

Ferner ſind bei Berechnung der Krümmungsweichen mit gegebenem Herzſtückwinkel erforderlich die Projektion von CD auf BH

$$BJ = u = t \cos\beta \qquad 16.$$

und die Höhe

$$DJ = f = c + t \sin\beta. \qquad 17.$$

III. **Krümmungsweichen.**

Bei dieſen iſt auch das Stammgleis gekrümmt. Vor der Herzſtückſpitze muß, wie im Ausweichgleis, ein gerades Stück G (bei Normalſpur ebenfalls mindeſtens 1 m wie g) eingelegt werden. Zieht man die Tangenten an den Bogen des Stammgleiſes, ſo erhält man (ſ. Fig. 26 und 27) das Siebeneck $BCD(E)FGHK$. In dieſem ſind ſtets drei Seiten $BC = c$, $FG = GH = s/2$ und vier Winkel, bei B, F, H (je 90°) und bei C $(90° + \beta)$ bekannt. Die vier Seiten $CD = t$, $DF = t + g$, $BK = T$ und $KH = T + G$ ſowie drei Winkel, bei D $(180° + \gamma)$, bei G $(180° - \varphi)$ und bei K $(180° \mp \delta)$ ſind nicht bekannt. (Das obere Vorzeichen gilt, wie auch im folgenden, für die gleichlaufende Krümmungsweiche, Fig. 26, das untere für die ungleichlaufende, Fig. 27.) Von den unbekannten ſieben Stücken ſind vier beliebig anzunehmen, damit die übrigen drei berechnet werden können, nur dürfen nicht alle drei Winkel darunter ſein, weil der dritte Winkel beſtimmt iſt, wenn die beiden andern angenommen ſind. Denn es iſt ſtets

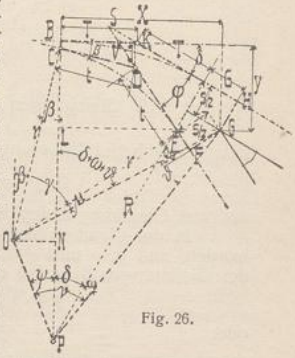


Fig. 26.

$$\varphi = \beta + \gamma \mp \delta. \qquad 18.$$

Dagegen können ſtatt der Tangentenlängen t und T die zugehörigen Krümmungshalbmeſſer angenommen werden, da $r = t \cot g\, \gamma/2$ und $R = T \operatorname{ctg} \delta/2$. 19.

Fall 1. Angenommen ſind die Krümmungshalbmeſſer r und R ſowie die Herzſtückgeraden g und G; gefucht die drei Winkel γ, δ und φ. Die Dreiecke NOP und ſodann GOP können berechnet werden. Es iſt in Fig. 26 und 27

$$NO = r \sin\beta,\ NP = R \mp r\cos\beta \mp c, \text{ daraus } OP = \sqrt{NO^2 + NP^2} \qquad 20.$$

und

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{ON}{NP} = \frac{r\sin\beta}{R \mp r\cos\beta \mp c}; \qquad 21.$$

ferner iſt

$$OG = \sqrt{(r + s/2)^2 + g^2}, \qquad PG = \sqrt{(R \mp s/2)^2 + G^2}. \qquad 22.$$

Setzt man im Dreieck OPG die Summe der drei Seiten $(OP + OG + PG) = 2S$, ſo hat man:

$$\sin\frac{\nu}{2} = \sqrt{\frac{(S - PG)(S - OP)}{S \cdot (S - OG)}} \quad \text{und} \quad \sin\frac{\vartheta}{2} = \sqrt{\frac{(S - PG)(S - OG)}{S(S - OP)}}; \qquad 23.$$

$$\text{ferner iſt} \quad \operatorname{tg}\mu = \frac{g}{r + s/2} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} w = \frac{G}{R \mp s/2}; \qquad 24.$$

hieraus

$$\delta = \nu - \psi - w \qquad 25.$$

und bei der gleichlaufenden Krümmungsweiche, da $\beta + \gamma + \mu = \delta + w + \vartheta$ iſt,

$$\gamma = (\delta + w + \vartheta) - (\beta + \mu) \qquad 26.$$

und bei der ungleichlaufenden Krümmungsweiche, da $\beta + \gamma + \mu = 180° - (\delta + w + \vartheta)$ iſt,

$$180 - \gamma = (\delta + w + \vartheta) + (\beta + \mu). \qquad 26\,a.$$

Sind die Winkel γ und δ berechnet, ſo ergeben ſich aus den Gleichungen 18 und 19 der Herzſtückwinkel φ und die Längen der Tangenten t und T und aus dieſen die Koordinaten der Herzſtückſpitze:

$$x = T + (T + G)\cos\delta \mp s/2 \sin\delta \qquad 27.$$

$$y = s/2 \cos\delta \pm (T + G)\sin\delta. \qquad 28.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fall 2. Angenommen sind der Herzstückwinkel φ sowie vom Hauptgleis R, G und δ; gesucht r, g und γ des Ausweichgleises. Aus Gleichung 18 erhält man

$$\gamma = \varphi - \beta \pm \delta, \tag{29.}$$

sodann T aus Gleichung 19 und x und y nach Gleichung 27 und 28. Die Projektion des Fünfecks $CDFGL$ auf OE und DF ergibt, da $LG = x$ und $CL = y - c$,

$$t = \frac{x \sin(\varphi \pm \delta) - CL \cos(\varphi \pm \delta) - s/2}{\sin \gamma}, \tag{30.}$$

$$g = x \cos(\gamma \pm \delta) + CL \sin(\varphi \pm \delta) - t \cos\gamma - t. \tag{31.}$$

Der Krümmungshalbmesser r des Ausweichgleises ergibt sich sodann nach Gleichung 19. Analog verfährt man, wenn die Stücke des Ausweichgleises gegeben und die des Hauptgleises gesucht sind. Ist im Falle 2 statt δ die Absziffe x der Herzstückspitze gegeben, so muß zunächst der Winkel δ bestimmt werden. Man hat $PG = \sqrt{(R \mp s/2)^2 + G^2}$, sodann

$$\sin(\delta + w) = \frac{LG}{PG} = \frac{x}{\sqrt{(R \mp s/2)^2 + G^2}} \tag{32.}$$

und

$$\operatorname{tg} w = \frac{G}{(R \mp s/2)}. \tag{33.}$$

Aus Gleichung 32 und 33 erhält man δ, worauf T, t, r und g wie oben berechnet werden. Zur Absteckung ist noch die Lage des Schnittpunktes V der Achse des Hauptgleises mit der Herzstückgeraden zu bestimmen. Nach Gleichung 16 und 17 ist $BJ = u$ und $DJ = f$ zu bestimmen; dann ist

$$BV = u - f \operatorname{ctg}(\varphi \pm \delta). \tag{34.}$$

IV. **Regelmäßige Krümmungsweichen**. Wie oben bei der geraden Weiche bemerkt ist, ist man bei gegebener Herzstückneigung φ in der Annahme der Länge l an ganz kleine Spielräume gebunden, wenn man brauchbare Resultate, d. h. möglichst große Halbmesser r und eine dem Mindestmaß sich nähernde Gerade g erhalten will. Dies gilt auch für die Krümmungsweiche mit dem Herzstückwinkel φ. Ihre Länge darf, wenn man gute Resultate will, nicht nennenswert von der Länge l der geraden Weiche mit demselben Herzstückwinkel abweichen. Die Annahme der Tangentenlänge oder der Krümmungshalbmesser der Bogen und der zugehörigen Zentriwinkel oder der Herzstückgeraden sind daher zweckmäßig unter Zugrundelegung der Länge l der geraden Weiche mit demselben Herzstückwinkel φ zu machen. Am besten und schnellsten kommt man zum Ziel, wenn man annimmt, die Krümmungsweiche entstehe aus der geraden Weiche durch Drehung des Herzstückwinkels FSH um den Tangentenschnittpunkt D des Ausweichgleises (s. Fig. 28 und 29). Der Fußpunkt J des Lotes DJ beschreibt hierbei einen Kreis mit dem Halbmesser f, an dem die Tangenten des Bogens des Hauptgleises BK und KH berühren. Diese vom Verfasser herrührende Berechnungsweise der Krümmungsweichen ist bei der Württembergischen Staatsbahn eingeführt; sie hat neben der Einfachheit den Vorteil, daß die gegenseitigen Abstände der Schienenstränge in der Krümmungsweiche (Fig. 28 und 29) gegenüber der geraden Weiche so wenig sich ändern, daß sie für die Praxis nicht in Betracht kommen. Bei Weichen mit eisernen Querschwellen können daher die für die gerade Weiche gelochten Schwellen ohne weiteres auch für die Krümmungsweiche mit gleicher Herzstückneigung benutzt werden, wenn die Schwellenteilung dieselbe ist, d. h. im Verhältnis der Längenänderung der Schienenstränge geändert wird. Bei den regelmäßigen Krümmungsweichen ist also stets der Herzstückwinkel φ gegeben, außerdem ist die Tangentenlänge t und die Herzstückgerade g nach der vorher berechneten geraden Weiche mit demselben Herzstückwinkel φ anzunehmen, so daß im Siebeneck $BCDFGHK$ (s. oben, III.) nur noch vier Stücke, γ (oder r), δ, G und T (oder R), unbekannt sind. Von diesen kann nun ein Stück angenommen werden, mit Ausnahme von G, welches eine von der geraden Weiche abhängige Länge hat, denn denkt man sich den Grenzfall $\delta = 0$, so ist $x = l$, $G = x - 2T$ und $T = u = t \cos\beta$ (s. Gleichung 16), somit

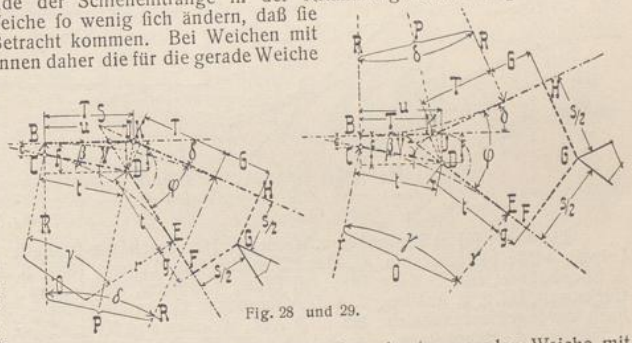


Fig. 28 und 29.

$$G = x - 2t \cos\beta = l - 2u. \tag{35.}$$

Ferner bestehen die Beziehungen

$$\varphi = \beta + \gamma \mp \delta \text{ (wie oben Gleichung 18)}, \quad \begin{matrix} r = t \operatorname{ctg}\gamma/2 \text{ oder } t = r \operatorname{tg}\gamma/2 \\ R = T \operatorname{ctg}\delta/2 \text{ oder } T = R \operatorname{tg}\delta/2 \end{matrix} \Big\} \text{ (wie oben Gleichung 19)},$$

und, da die Punkte P, D und K auf einer Geraden liegen,

$$\operatorname{tg}\delta/2 = \frac{u}{R \mp f} \text{ oder } R = u \operatorname{ctg}\delta/2 \pm f. \tag{36.}$$

Wird eines der drei Stücke γ (oder r), δ, T (oder R) angenommen, so können die andern Stücke ohne weiteres berechnet werden. Wird z. B. R angenommen, so erhält man $\delta/2$ aus Gleichung 36, da u und f von der geraden Weiche mit dem Herzstückwinkel φ bekannt sind, sodann γ aus Gleichung 18 und r, x und T aus Gleichung 19. Zur Absteckung ist BV wieder nach Gleichung 34 zu bestimmen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

V. **Berechnung der Schienenlängen** (f. Fig. 30 und 31). Die Länge eines Kreisbogens mit dem Zentriwinkel α und dem Halbmeſſer r iſt $l = \frac{\alpha}{\varrho} \cdot r \left(\varrho = \frac{180}{\pi}\right)$. Die Länge der Schienen wird in der Mitte gemeſſen, ſomit Entfernung von der Achſe: $(s/2 + b/2)$ (b = Breite des Schienenkopfes) und bei Spurerweiterung, wie im inneren Strang von Krümmungen: $(s\,2 + b\,2 + e)$.

Zungenvorrichtung: Die Zungenſpitzen und die Zungenwurzeln liegen winkelrecht zur Achſe des Hauptgleiſes. Die Länge der geraden Backenſchiene von Zungenſpitze bis Wurzel iſt l_z, die der gekrümmten Backenſchiene bei Anordnung der Zunge nach Fig. 22:

$$l_{z\,i} = \frac{\beta - \alpha}{\varrho}(r_z - s/2 - e - b/2) + (s/2 + e + b/2)(\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha). \qquad 37.$$

Weichengleiſe.

Hauptgleis der geraden Weiche: $L_a = L_i = l.$ 38.

Hauptgleis der Krümmungsweiche:

äußerer Schienenſtrang $L_a = \delta/\varrho\,(R + s/2 + b/2) + G;$ 39.

innerer Schienenſtrang $L_i = \delta/\varrho\,(R - s/2 - e_1 - b/2) + G.$ 40.

Ausweichgleis: äußerer Schienenſtrang $l_a = \gamma/\varrho\,(r + s/2 + b/2) + (s/2 + b/2)\operatorname{tg}\beta + g;$ 41.

innerer Schienenſtrang $l_i = \gamma/\varrho\,(r - s/2 - e_2 - b/2) - (s/2 - e_2 - b/2)\operatorname{tg}\beta + g.$ 42.

Von beſonderen Konſtruktionen oder Verwendungen von Weichen ſind noch zu erwähnen: Die Kletter(Sicherheits-)weichen, f. Bd. 5, S. 510, welche bei Hauptbahnen auf freier Strecke bei Abzweigung langſam befahrener, untergeordneter Anſchlußgleiſe angewendet werden, damit das Schienengeſtänge nicht unterbrochen wird; die Entgleiſungs- oder Ablenkungsweichen (f. Bd. 1, S. 20), beſſer Schutzweichen, die eingelegt werden, um Gleiſe vor unzeitiger Einfahrt von Fahrzeugen oder Zügen zu ſchützen; die Sandweichen (Sandgleiſe, Bd. 7, S. 568) zum Auffangen von durchgegangenen Wagen oder von Zügen, bei denen die Bremſen verſagen, ſowie Auslaufweichen mit feſten Zungen und Spurkranzaufläufen. Die letzteren werden auf Bahnhöfen, auf denen mit Schwerkraft rangiert wird, an den unteren Enden der Richtungs-, Stations- und Abſtellharfen eingelegt, da ſie nicht bedient zu werden brauchen. Sie können nicht gegen die Spitze befahren werden. Muß dies ausnahmsweiſe geſchehen, ſo wird vor der Spitze ein Paßſtück zur Ueberbrückung der Spurkranzrinne eingelegt (vgl. Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Abſchn., 2. Aufl., Wiesbaden 1909, S. 668).

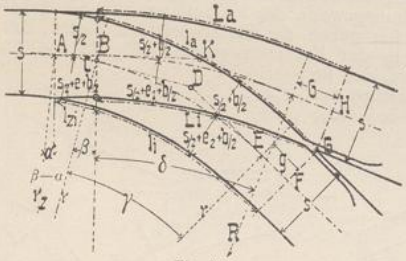


Fig. 30.

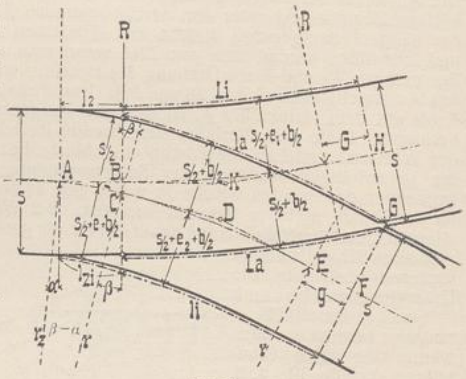


Fig. 31.

Literatur: [1] a) Heuſinger v. Waldegg, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 1, Leipzig 1877; b) Haarmann, A., Das Eiſenbahngleis, Leipzig 1891, S. 354—385; c) Röll, Encykl. d. Eiſenbahnw., Bd. 7, Wien 1895; d) Blum, v. Borries, Barkhauſen, Die Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 2. Abſchn., 2. Aufl., Oberbau u. Gleisverbindungen, Wiesbaden 1908; e) Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 5, 3. Abt., Weichen und Kreuzungen, Leipzig 1898; f) Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw., Erg.-Bd. IX u. XI, Wiesbaden 1875 u. 1895; g) Tſcherton, Der Eiſenbahnbau, 2. Aufl., Wiesbaden 1908; h) Suſemihl, A. J., Das Eiſenbahnweſen, Wiesbaden 1899; i) Zentralbl. f. d. Bauverw. 1900, Nr. 74; k) Weichenſchloß Syſtem Engelage, Illuſtr. Zeitſchr. f. Klein- und Straßenbahnen 1901; l) XIII. Erg.-Bd. über die Fortſchritte der Technik des deutſchen Eiſenbahnweſens, nach den Beſchlüſſen der Techniker verſammlung 1903 in Trieſt, Wiesbaden 1903. — [2] Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, Löwe, F., Ueber Weichen in Gleiskrümmungen (Zweibogenweichen), 1897; Bückle, L., Beitrag zur Berechnung von Weichen in Gleisbogen, Erg.-Heft 1904. — [3] Goering, A., Geometriſche Anordnung der Gleisverbindungen, Berlin 1885, und Glaſers Annalen, Berlin 1894; Leuſchner, Berechnung von Bahnhofsgleiſen, Wien 1873; Pinzger, Die geometriſche Konſtruktion von Weichenverbindungen für Eiſenbahngleiſe, Aachen 1879; Steiner, F., Allgem. Theorie der Kurvenweichen und der Durchkreuzung zweier Weichen, Techn. Blätter, Prag 1882; Suſemihl, A. J., Gleisberechnungen, Berlin 1879; Ekama, P. E., Die mathematiſche Berechnung und geometriſche Konſtruktion von Weichen und Kreuzungen in gekrümmten Eiſenbahngleiſen, Wien 1887; Emperger, F. v., Die Kurvenweiche, eine neue Methode ihrer Berechnung, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., Wien 1889; Lipthay v. Kisfalud, A., Die Berechnung der Weichen und Gleisanlagen, Budapeſt 1892; Konſtruktion und Ausführung von Straßenbahnweichen, Illuſtr. Zeitſchr. für Klein- und Straßenbahnen 1901; Verbeſſerte Weiche für Straßenbahnen, ebend. 1902. — [4] Techniſche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen (T.V.), herausgegeben vom Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen, Berlin, 1. Januar 1909. — [5] Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen, herausgegeben vom Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen (Grz.), Berlin, 1. Jan. 1909. — [6] Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung für die Eiſenbahnen Deutſchlands (B.O.) vom 1. Mai 1905, Berlin 1905. — [7] Eiſenbahnſignalordnung für die Eiſenbahnen Deutſchlands (S.O.) vom 1. Auguſt 1907, Berlin 1907. *H. Kübler.*

Weichenböcke, Vorrichtungen zu örtlicher Umſtellung der Weichen von Hand; die Fernſtellung von Weichen geſchieht durch andre Vorrichtungen (ſ. Stellwerke).

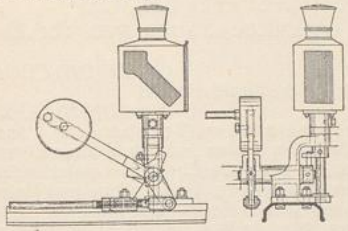


Fig. 1. Preußiſche Staatsbahnen.

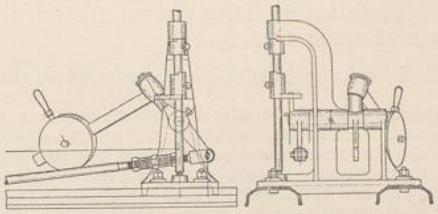


Fig. 2. Oeſterreichiſche Staatsbahnen.

Der Weichenbock beſteht aus einem gußeiſernen Lagerbock, einem Hebel und einem an dieſem befeſtigten (ſ. Fig. 3) oder an beſonderem Hebelarm auf den Hebel wirkenden (Fig 1 und 2) Gegengewicht (bei Hauptbahnweichen 35—40 kg ſchwer), durch das die anliegende Zunge, an die Backenſchiene angepreßt, die abſtehende genügend weit geöffnet wird. Der Hebel iſt durch eine kräftige Zugſtange, deren Länge meiſt regulierbar iſt, mit der nächſten Zunge oder mit einer der nächſten Verbindungsſtangen, die beide Zungen verbinden, oder, wenn ein Spitzenverſchluß (Hakenſchloß, ſ. Stellwerke) eingefetzt iſt, um das dichte Anſchließen der Zungenſpitzen zu ſichern, mit dieſem in Gelenken verbunden. Das Umſtellen der Weiche geſchieht durch Umlegen des Gegengewichts. Am Weichenbock ſind, wie in Fig. 1 und 2, meiſtens auch die Lager für Weichenſignale (ſ. d. und Weichen) angeordnet. *H. Kübler.*

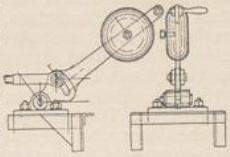
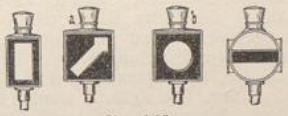


Fig. 3. Badiſche Staatsbahnen.

Weichen- und **Gleisſperrſignale** werden im Eiſenbahnweſen benutzt, um die Stellung der Weichen und Gleisſperren ſchon aus der Ferne kenntlich zu machen.

Die Eiſenbahnſignalordnung (S.O., gültig vom 1. Auguſt 1907 ab), Gruppe VI, beſtimmt über dieſelben: „Die Weichenſignale zeigen die Stellung der Weiche, die Gleisſperrſignale die Sperrung des Gleiſes bei Tage wie bei Dunkelheit durch dasſelbe Bild an.“ — Das Signal wird mittels einer um eine ſenkrechte Achſe drehbaren Laterne, der Weichenlaterne, gegeben, welche mit der Stellvorrichtung der Weiche verbunden und zugleich mit ihr umgeſtellt wird. — Die einzelnen Signale ſind folgende: Signal 12. Die Weiche ſteht auf den geraden Strang: Nach beiden Richtungen eine rechteckige weiße Scheibe. — Signal 13. Die Weiche ſteht auf den krummen Strang: a) gegen die Weichenſpitze geſehen. ein die Richtung der Ablenkung anzeigender Pfeil; b) vom Herzſtück aus geſehen: eine kreisrunde weiße Scheibe. — Signal 14 (Gleisſperrſignal). Das Gleis iſt geſperrt: Ein wagerechter ſchwarzer Strich auf weißem Grunde. *Köchy.*



Signal 12. Die Weiche ſteht auf den geraden Strang.

Signal 13. Die Weiche ſteht auf den krummen Strang. *a*: Gegen die Weichenſpitze geſehen. *b*: Vom Herzſtück aus geſehen.

Signal 14. Gleis geſperrt.

Weichenſchloß, ſ. Stellwerke.

Weichenſtraße, eine größere Anzahl gleichlaufender Gleiſe, die an ihren Enden durch Weichen verbunden ſind, wobei die einzelnen Weichenverbindungen ſich unmittelbar aneinander ſchließen und zuſammen ein die Parallelgleiſe unter einem Winkel durchſchneidendes Hilfsgleis bilden, das gemeinſchaftliche Verbindungsgleis, welches Stamm- oder Muttergleis benannt wird.

Man unterſcheidet die gerade einfache Weichenſtraße, die verkürzte Weichenſtraße und die gekrümmte Weichenſtraße; erſtere iſt die einfachſte derartige Anlage, wenn man den Winkel, den die Parallelgleiſe mit der Richtung der Weichenſtraße bilden, gleich dem Herzſtückwinkel der verbindenden Ausweichungen macht; die verkürzte Weichenſtraße iſt eine Anlage, welche um ſo raumſparender wird, je größer der Winkel iſt, den die Parallelgleiſe mit der Richtung der Weichenſtraße bilden, wodurch ein ökonomiſcher Vorteil, Gewinnung größerer nutzbarer Gleislänge und leichtere Bedienung durch größere Ueberſichtlichkeit erzielt wird. Mehrere einfache Ausweichen derſelben Herzſtückneigung laſſen ſich zu einer Weichenſtraße von ſtetiger Krümmung verbinden, von welcher man die einzelnen Rangiergleiſe derart abzweigen kann, daß dieſelben eine mit dem verlängerten Hauptgleiſe der Weichenſtraße konzentriſch verlaufende Rangiergruppe

bilden. Weichenſtraßen können daher in der Mitte oder auch an den Enden der Bahnhöfe angeordnet werden und finden auch auf größeren Bahnhöfen namentlich in Rangiergleiſen vielfach Anwendung.

Literatur: Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1859; Zeitſchr. f. Bauweſen 1859; Ueber die ſorgfältige Durchbildung von Weichenſtraßen; Zentralbl. d. Bauverwalt. Nr. 81, 1901; Gleisentwicklung mit verkürzten Weichenſtraßen, ebend. Nr. 3, 1902; Die Berechnung des Muttergleiſes, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903; Lambert, A., Weichenſtraßen mit Weichen, Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw., Heft 5, Wiesbaden 1907. *Ziffer.*

Weichmanganerz, f. Braunſtein.

Weichſtock, f. Malz.

Weifen, f. v. w. Haſpeln; vgl. Baumwollſpinnerei u. f. w.

Weinſäuren (Dioxybernſteinſäuren), organiſche Säuren von der Zuſammenſetzung $C_4H_6O_6$.

Es ſind vier Modifikationen bekannt, denen allen die gleiche Strukturformel $\begin{matrix} CH(OH)\cdot COOH \\ | \\ CH(OH)\cdot COOH \end{matrix}$ zukommt: gewöhnliche oder Rechtsweinſäure, Linksweinſäure, Traubenſäure oder Paraweinſäure und inaktive Weinſäure. Die beiden erſten Säuren ſind ſich in ihren Eigenſchaften ſehr ähnlich und unterſcheiden ſich nur dadurch, daß ſie die Ebene des polariſierten Lichtes nach entgegengeſetzten Richtungen, aber um gleichviel, ablenken. Traubenſäure und Meſoweinſäure ſind beide optiſch inaktiv. Die Traubenſäure kann aber in Rechts- und Linksweinſäure geſpalten werden; ſie iſt daher die racemiſche Miſchung jener beiden optiſch aktiven Komponenten. Die Meſoweinſäure iſt nicht ſpaltbar, ſondern wird durch Erhitzen mit Waſſer in Traubenſäure umgewandelt. Die verſchiedenen Modifikationen haben alle die gleiche, durch obige Formel ausgedrückte Struktur.

1. Rechtsweinſäure, gewöhnliche Weinſäure, Weinſteinſäure, Acidum tartaricum, im Pflanzenreich weit verbreitet, findet ſich namentlich im Traubenſaft und kriſtalliſiert in Form ihres ſauern Kaliumſalzes, des Weinſteins, bei der Gärung desſelben aus. Sie kriſtalliſiert in weißen, großen, monoklinen Prismen, welche in Waſſer und Alkohol leicht, in Aether nur ſchwer löslich ſind, ſchmilzt bei 170° und verkohlt bei der trockenen Deſtillation unter Verbreitung eines Geruches nach Karamel und unter Bildung von Brenztraubenſäure und Brenzweinſäure. Beim Erhitzen mit Waſſer auf 165° entſteht hauptſächlich Meſoweinſäure, auf 175° überwiegend Traubenſäure. Mit Linksweinſäure verbindet ſie ſich in konzentrierter Löſung zu Traubenſäure. Durch energiſche Oxydation zerfällt ſie in Kohlendioxyd und Ameiſenſäure; durch Reduktion geht ſie zunächſt in Rechtsapfelſäure, ſchließlich in Bernſteinſäure über. — Die Weinſäure wird techniſch in großem Maßſtabe aus Weinſtein oder aus Weinhefe gewonnen. Der Weinſtein wird in großen Bottichen in ſiedendem Waſſer gelöſt und vermittelſt Kreide oder Gips in weinſauern Kalk übergeführt, welcher durch Abkühlen und Abſetzenlaſſen der Lauge gewonnen wird. Aus Weinhefe wird der weinſaure Kalk dargeſtellt, indem man zunächſt den Alkohol abdeſtilliert, den Rückſtand mit Salzſäure zum Sieden erhitzt und die abgehebertе klare Löſung der freien Säure mit Kreide neutraliſiert. Der ausfallende weinſaure Kalk wird gut ausgewaſchen und mit einem Ueberſchuß von Schwefelſäure verſetzt. Die Weinſäurelöſung, welche zur Erzielung ſchöner Kriſtalle freie Schwefelſäure enthalten muß, wird vom Gips abgezogen, in Bleipfannen bei 70—75° eingedampft und in Blei- oder Tonſchalen der Kriſtalliſation überlaſſen. Die Kriſtalle werden ausgeſchleudert und durch Umkriſtalliſieren unter Mithilfe von Tierkohle gereinigt. Die Rechtsweinſäure iſt von den Weinſäuren die einzige techniſch wichtige. Sie wird in großen Mengen als Beize in Färbereien und Druckereien, ferner zur Herſtellung von Kunſtwein, Backpulver, Brauſepulver u. ſ. w. verwendet.

Salze der Weinſäure, Tartrate: Das neutrale Kaliumſalz $C_4H_4K_2O_6 + {}^1/_2 H_2O$ iſt in Waſſer leicht löslich. Durch Säuren wird aus reinen Löſungen das ſaure, in Waſſer ſchwer lösliche Salz $C_4H_5KO_6$ gefällt, welches mit dem natürlichen Weinſtein oder Cremor tartari identiſch iſt. Das Kaliumnatriumtartrat, Seignettеſalz, $C_4H_4KNaO_6 + 4\,H_2O$, kriſtalliſiert in großen rhombiſchen Säulen mit hemiedriſchen Flächen und dient zur Herſtellung der Fehlingſchen Löſung (ſ. d.). Ueber Brechweinſtein ſ. den Einzelartikel.

2. Linksweinſäure iſt der gewöhnlichen Weinſäure ſehr ähnlich, ſie ſchmilzt bei 167—170° unter denſelben Erſcheinungen, die Salze ſind ähnlich und meiſtens iſomorph, zeigen aber entgegengeſetzte hemiedriſche Flächen. Der Unterſchied zwiſchen beiden Säuren iſt ſomit auf die verſchiedene optiſche Drehung beſchränkt. In konzentrierter Löſung verbindet ſich die Linksweinſäure mit Rechtsweinſäure zu Traubenſäure. — Ueber die Darſtellung der Säure vgl. weiter unten.

3. Traubenſäure, Paraweinſäure, $C_4H_6O_4 + H_2O$ findet ſich bisweilen neben der gewöhnlichen Weinſäure im Traubenſaft und entſteht bei der Darſtellung dieſer Säure, wenn die Weinſteinlöſungen zu heftig und beſonders bei Gegenwart von Tonerde eingedampft werden. Die Traubenſäure bildet rhombiſche Prismen, welche ſchon bei gewöhnlicher Temperatur langſam verwittern, beim Erhitzen auf 110° das Kriſtallwaſſer völlig verlieren und dann waſſerfrei bei 205—206° unter Aufſchäumen ſchmelzen. Sie iſt in Waſſer ſchwerer löslich als Rechts- und Linksweinſäure. Bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat liefert die Traubenſäure Oxalſäure, bei der Reduktion zunächſt inaktive Apfelſäure, dann gewöhnliche Bernſteinſäure. — Die Traubenſäure entſteht durch Oxydation von Mannit, Dulcit und Weinſäure mittels Salpeterſäure, von Fumarſäure mit Kaliumpermanganat, aus Dibrombernſteinſäure u. ſ. w. Dargeſtellt wird ſie durch Erhitzen von gewöhnlicher Weinſäure mit Waſſer auf 175°. — Ihre Salze werden Racemate genannt, ſind im allgemeinen den Tartraten ähnlich, zeigen aber keine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hemiedrischen Flächen. Das Monokaliumracemat ist in Wasser bedeutend leichter löslich als Weinstein, dagegen das Calciumracemat $C_4H_4CaO_6 + 4H_2O$ schwerer löslich als die Calciumsalze der drei andern Weinsäuren. — Die Spaltung der Traubensäure in ihre beiden optisch aktiven Komponenten läßt sich auf verschiedenen Wegen bewirken. Penicillium glaucum zerstört beim Wachsen in einer Traubensäurelösung die Rechtsweinsäure; Linksweinsäure bleibt übrig.

4. Inaktive Weinsäure, Mesoweinsäure $C_4H_6O_4 + H_2O$, bildet rechtwinklige, bei gewöhnlicher Temperatur schon verwitternde Tafeln vom Schmelzpunkt 143°. Sie entsteht unter anderm aus Sorbin und Erythrit durch Oxydation mit Salpetersäure und am leichtesten durch zweitägiges Erhitzen von gewöhnlicher Weinsäure mit 0,1 ihres Gewichtes Wasser auf 165°. Das saure Kaliumsalz der Säure ist in Wasser leicht löslich.

Literatur: Beilstein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg u. Leipzig 1893, 3. Aufl., Bd. 1, S. 788—802; Fischer, F., Handbuch d. chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 632; Schmidt, Pharm. Chemie, Bd. 3, Braunschweig 1901. *Bujard.*

Weinstein, s. Weinsäuren.

Weißblech, s. v. w. verzinntes Eisenblech. Seine Stärke schwankt zwischen 0,1 bis 2,5 mm, die Stärke der Zinnschicht beträgt 0,005 bis 0,01 mm.

Man unterscheidet Glanzbleche, d. h. Weißbleche, deren stark glänzender Ueberzug aus ganz reinem Zinn besteht, und Mattbleche, die mit bleihaltigem Zinn verzinnt wurden und geringen Glanz besitzen. Die Glanzbleche werden für Geschirre und ähnliches, die Mattbleche für Dachrinnen, Gießkannen u. s. w. verwendet. — Zur **Herstellung der Weißbleche** verwendet man möglichst weiches, geschmeidiges Flußeisen, seltener Schweißeisen. Die fertiggewalzten Bleche werden zunächst in Salz- oder Schwefelsäure gebeizt, mit Wasser abgespült und getrocknet, dann luftdicht in eiserne Kisten verpackt, die in Flammöfen auf helle Rotglut erhitzt werden, wodurch die Bleche weich und geschmeidig werden. Nach langsamer Abkühlung werden sie zwischen polierten Hartwalzen glänzend gewalzt und hierauf in weniger hoher Temperatur nochmals geglüht, um die beim Kaltwalzen entstandene Sprödigkeit wieder zu beseitigen. Hierauf folgt nochmaliges Beizen zur Entfernung der Oxydschicht, in ganz schwacher Säure gebeizt, mit Wasser abgespült und in Kalkwasser gestellt. — Das Verzinnen geschieht durch Eintauchen der Bleche in geschmolzenes Zinn, das sich in einem Kessel befindet. Um an Zinn zu sparen, werden die Bleche durch ein unmittelbar über dem Zinnkessel angeordnetes Walzwerk geführt, welches das überschüssige Zinn zurückhält. Ueber andre Verfahren der Verzinnung s. [1]—[4]. — Ueber das Entzinnen der Weißblechabfälle s. [5].

Literatur: [1] Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1887, S. 313; 1888, S. 192. — [2] „Stahl und Eisen“ 1889, S. 552. — [3] Journal of the Iron and Steel Institute 1897, II, S. 27; Engineering 1897, S. 289. — [4] Revue universelle des mines 1899, S. 1, 221. — [5] „Stahl und Eisen“ 1908, S. 1919. *A. Widmaier.*

Weißbleierz (Cerussit), Mineral, kohlensaures Blei (Bleikarbonat) $PbCO_3$ (83,52% PbO), etwas zink- und silberhaltig.

Kristallisiert rhombisch, auch als Bindemittel von Sandsteinen (Commern). Farblos bis gefärbt, schwarz durch Kohle oder Schwefel (Schwarzbleierz); durchsichtig bis durchscheinend, stark diamantglänzend, muschelig brechend, spröd. Härte $3^1/_2$. Spez. Gew. 6,4—6,6. Leicht schmelzbar und zu Blei reduzierbar. Löslich in Kalilauge und unter Kohlensäureentwicklung in Salpetersäure. Vorkommen im Erzgebirge, Harz, Böhmen, Ural (Nertschinsk). Verwendung zur Bleigewinnung. *Leppla.*

Weißgußschalen, s. Lagermetalle und -schalen, Bd. 6, S. 58 und 59.

Weißkupfer, sowohl ein Synonym für Neusilber (s. d., Bd. 6, S. 608), als auch eine Bezeichnung für eine, früher unter dem Namen weißer Tombak, Petong, Argent haché in den Handel gekommene, weiße, spröde, glänzende Legierung von Kupfer und Arsen. Vgl. Muspratts Chemie, 4. Aufl., Braunschweig 1893, Bd. 4, S. 2167. S. a. Nickellegierungen. *(Rathgen) Moye.*

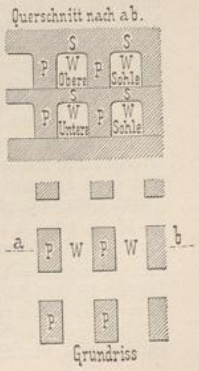
Weißmetall für Lager, s. Lagermetall; für Stopfbüchsen (s. d.).

Weißpech, s. Fichtenharz.

Weißsieden bezeichnet die Herstellung eines hauchdünnen Silberüberzugs auf Platten, Oefen, Nadeln u. s. w. durch längeres Sieden dieser Gegenstände im Silberweißsud. Letzterer besteht aus einer Auflösung eines Teigs aus Chlorsilber (gefällt aus 25 g salpetersauerm Silberoxyd), 1250 g Weinsteinpulver und 1250 g Kochsalz. — Vgl. a. Buchner, Die Metallfärbung, Berlin 1906. *A. Widmaier.*

Weiszeug, s. Schachtförderung.

Weitungsbau, eine bergmännische Abbaumethode (s. Abbau, Bd. 1, S. 2), welche für mächtige und reine, dabei feste Lagerstätten, z. B. Steinsalz und Kalkstein, angewendet wird.



In jeder Sohle (vgl. die nebenstehende Figur) werden hohe und weite, unter rechten Winkeln sich kreuzende Strecken (Weitungen *W*) aufgefahren und zwischen denselben zur Stützung des Hangenden Pfeiler *P* stehen gelassen. Bei größerer Mächtigkeit der Lagerstätte werden in dieser

Weiſe mehrere Sohlen untereinander angelegt und zwar ſo, daß Weitung unter Weitung und Pfeiler unter Pfeiler zu liegen kommen; zwiſchen der Firſte der unteren und der Sohle der oberen Weitung bleiben einige Meter Salz ſtehen, die ſogenannten Schweben *S.* Beim Steinſalzbergbau macht man die Strecken gewöhnlich 10 m breit bei annähernd gleicher Höhe; den Pfeilern gibt man etwa 8 m Breite und dabei bedeutende Länge (15, ſelbſt 50 m). Die Schweben werden 2—4 m ſtark belaſſen. Derartige Baue halten ſich jahrzehntelang unverändert. — Auf mächtigen Lagerſtätten, auf denen die nutzbaren Mineralien ungleich verteilt ſind und mit tauben (ſ. S. 419) Partien wechſeln, wird eine ähnliche, nur unregelmäßigere Abbauweiſe, der Stockwerksbau, angewendet. *Treptow.*

Wellblechdach, ſ. Dach aus Eiſen, Bd. 2, S. 505.

Wellblechherſtellung erfolgt durch Walzen oder Preſſen.

Beim Walzen kann man unterſcheiden: 1. Solche Verfahren, bei denen die Wellen quer zur Walzrichtung eingedrückt werden. Fig. 1 Wellblechwalzwerk (E. Kircheis in Aue i. S.) mit verſtellbarer Oberwalze und Unterſtützung der langen Walzen durch Stützrollen. Nach dieſem Verfahren werden auch in Zickzacklinien verlaufende Wellen hergeſtellt (vgl. a. den Katalog von Bechem, Keetmann & Co. in Duisburg, Wellblechwalzwerk). 2. Solche Verfahren, bei denen die Wellen in der Walzrichtung verlaufend eingedrückt werden. Bei dem Walzwerk von Daelen werden ſämtliche Wellen gleichzeitig hergeſtellt; da das Blech hierbei aber in der Breite ſtark abnimmt, ſo müſſen nach jedem Durchgang des Blechs die zum Eindrücken der Wellen dienenden Walzenſcheiben einander genähert werden [1]. Beim Baroper Wellblechwalzwerk werden die Wellen einzeln durch drei Walzen erzeugt (ſ. Fig. 2 und 3). Zuerſt wird die glatte Blechtafel auf einer Seite umgebogen (*a*, Fig. 3) und zwiſchen der unteren und mittleren Walze hindurchgeführt, wobei ſie die Biegung *d* erhält; dann wird das Blech zwiſchen der mittleren und oberen Walze gewalzt, es erhält dabei die Biegung *c*. Nun geht das Blech wieder unten durch und erhält die Biegung *d*, beim Zurückgehen die Biegung *e*. Erforderlich iſt, daß der erſte Wulſt der Mittelwalze ſchräg abgedreht iſt, daß der zweite ſchmäler und erſt der dritte normal iſt. Das Preſſen von Wellblechen erfolgt mit Preßſtempeln, mittels deren die Biegung des Blechs erfolgt. Man unterſcheidet Preſſen, die nur mit einem und ſolche, die mehrere bewegliche Stempel beſitzen (vgl. a. den Katalog von M. Mönkemöller & Co. in Bonn und [1].

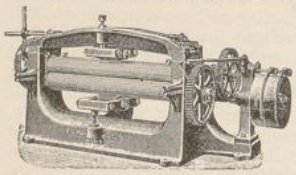


Fig. 1.

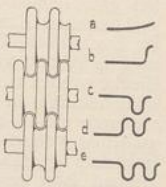


Fig. 2. Fig. 3.

Literatur: [1] „Stahl und Eiſen“ 1894, S. 538.

Wellen in Triebwerken übertragen, indem ſie ſich in ihren Lagern drehen, mechaniſche Arbeit durch Torſion, während bei den Achſen der Zweck des Tragens unter Biegungsbeanſpruchung mehr in den Vordergrund tritt.

Transmiſſionswellen werden aus rundgewalztem Flußeiſen geradegerichtet, gedreht, poliert und nachgerichtet; Hauptwellen über 200 mm aus rund ausgeſchmiedeten Blöcken gedreht. Früher hat man die Wellen geſchruppt, geſchlichtet und zu einem Lehrring paſſend gefeilt. Für manche Fälle genügen durch einen Kaliberring gezogene Wellen oder kalt rundgewalzte (gepreßte) Wellen, die ſich wegen der Oberflächenſpannung beim Nuten verziehen. Nach einem neueren Verfahren von Dreyer [1] ſchiebt ſich die Welle mit 0,1—0,2 m/Min. durch einen mit fünf Schneidſtählen und Stützen beſetzten Fräskopf, der mit 20—30 m/Min. auf der Welle umläuft. Meiſt ſchruppt man die Welle mit Schnellſtahl vor und ſchleift ſie umlaufend an einer längsverſchiebbaren, ſchnell rotierenden Schmirgelſcheibe glatt, rund und genau nach Maß. Eindrehungen an den Lagerſtellen ſind ſchädlich, weil ſie vorwiegend die elaſtiſche Federungsarbeit in ſich aufnehmen, unter ſtarker Erhöhung der Spannung. Aufgeſchweißte Bunde vermeidet man ebenfalls, weil ſie die Herſtellung erſchweren und Längsverſchiebungen beim Ein- und Ausbau hindern. Man gibt ſtatt deſſen jeder Transmiſſionswelle ein Paar Stellringe und ſchneidet nur die Hauptwellen als Faſſonwellen aus dem Vollen. — Sehr empfehlenswert iſt die Benutzung einer einheitlichen Wellenſtärke in der Fabrik unter Teilung der Betriebskraft, z. B. 70 mm bei etwa 6 m Länge, je nach der Pfeilerteilung, für 3 m Lagerentfernung. Die Umlaufzahl n wählt man für ſchnellaufende Arbeitsmaſchinen zwiſchen 200 und 300, höchſtens 400, ſonſt zwiſchen 100 und 200. — Das Gewicht glatter Wellen von d cm Stärke beträgt 0,613 d^2 kg/m, der Preis bei 2—7 m Länge ungefähr 0,35 d^2 ℳ. pro Meter, bei kürzeren und längeren Stücken 5—10% mehr.

Die Berechnung beſonders belaſteter Wellen iſt für Biegung und Drehung durchzuführen, wie bei den Achſen (Bd. 1, S. 66 f.) angegeben iſt. Unter gewöhnlichen Verhältniſſen beſchränkt man ſich auf die Berechnung der Torſion für das Moment M cmkg $= 71620\ N/n$ und ſetzt es gleich dem polaren Widerſtandsmoment $d^3/5$ mit der Schubſpannung τ. Triebwerkswellen von 3—15 cm bemißt man allgemein nach der Formel $d = 12\sqrt[4]{N/n}$ oder $d = \sqrt[4]{0{,}29\,M}$, der eine veränderliche Spannung $\tau = 17{,}25\,d$ entſpricht. Für Wellen über 12 cm oder für $N/n > 1$ rechnet man $d = 12\sqrt[3]{N/n} = \sqrt[3]{0{,}024\,M}$ mit $\tau = 208$ kg/qcm Spannung und ſetzt für ſtark belaſtete Wellen 14 ſtatt 12, entſprechend 130 kg/qcm Spannung. Im ganzen kann man in der Formel $M = \tau\, d^3/5$ die Spannung gegen 100 wählen bei ſtoßendem Betrieb und ſchwächeren Wellen, 200 für gewöhnliche Fälle und 300—400 für ſtarke, gleichmäßig beanſpruchte Wellen. Den Durchmeſſer von Stahlwellen darf man auf vier Fünftel der berechneten Werte ermäßigen, wenn

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nicht die Rückficht auf Verbiegung infolge der Belaftung dagegen fpricht; vgl. Schiffswellen (Bd. 7, S. 690), Kurbelwellen (Bd. 6, S. 9—12) und die elaftifche Welle der Laval-Dampfturbine (Bd. 2, S. 628).

Gelenkwellen haben an den Endftücken bewegliche Kupplungen (Bd. 5, S. 794, Fig. 10 bis 12) oder folche nach Fig. 1 von Klingelhöffer in Grevenbroich zum Antrieb der mit dem Support verfchiebbaren Vorfchubwellen an kleineren Fräsmafchinen. Biegfame Wellen [2] für Bohrerantriebe u. dergl. enthalten in einem Metall- oder Gummifchlauch entweder eine Reihe von Gelenkftücken, wie in Fig. 2 von Henfel & Dreyer in Berlin, oder zwei ineinander fteckende, links- und rechtsgänge Flachdrahtfpiralen. Die Enden, mit Bronze- oder Kugellagern gehalten, find mit Gewindemuffe, Bajonnetkupplung oder Schnurrolle (zum Antrieb mittels eines 10 mm ftarken Seiles) ausgerüftet. Nach der Lifte von Henfchel & Co. in Charlottenburg-Berlin kommt die Wellenftärke in Zentimeter auf $d = (22—28)\sqrt[3]{N/n}$. Die Länge beträgt 1—3 m für 0,5—5 cm Stärke. Die Preife betragen 60—80 ℳ für je 1 cm Stärke.

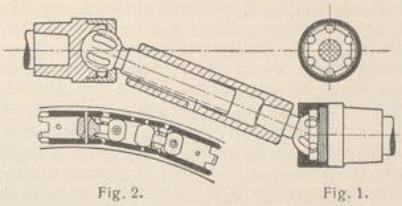


Fig. 2. Fig. 1.

Literatur: [1] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 1712. — [2] Werkftattechnik 1907, S. 279—284.

Lindner.

Wellen, elektrifche, f. Telegraph, S. 465, Wellenbewegung.

Wellenbäder, Bäder in wellenförmig bewegtem Waffer; die Wellen find natürlich geboten an der See und an ftark bewegten Stellen der Flüffe und werden künftlich hergeftellt durch fchaukelartig bewegte Badewannen.

Wellenbewegung. Die Welle ift ein fich fortpflanzender Bewegungszuftand eines in feinen einzelnen Teilchen beweglichen Körpers; allgemein nennt man Wellenbewegung die räumlich fortfchreitende periodifche Zuftandsänderung eines Mittels.

Zur Ermöglichung einer Wellenbewegung in einem Mittel muß zwifchen den Teilchen des Mittels ein derartiger Verband beftehen, daß die Zuftandsänderung jedes einzelnen eine etwas fpätere Zuftandsänderung der Nachbarteilchen nach fich zieht. Ein folcher Verband kann entweder bloß durch innere, molekulare oder zugleich durch äußere Urfachen erzeugt fein. So ift es bei den Gleichgewichtsftörungen des Waffers die äußere Urfache der Schwere, welche den inneren Druck erzeugt, der die Uebertragung der Bewegung von Teilchen zu Teilchen vermittelt. Bei Saiten und Membranen ift es die von außen kommende Beanfpruchung auf Zug, durch welche ein elaftifcher Verband der Teilchen hervorgerufen wird, der fie zur Wellenbewegung befähigt. Elaftifche, ftarre Körper aber befinden fich fchon ohne äußere Einwirkung in der elaftifchen Verfaffung, welche die periodifchen Wechfel von Spannungs- und Bewegungsenergie von Teilchen zu Teilchen weiterleitet. — Indeffen find es nicht bloß Wechfel elaftifcher Spannungen und kinetifcher Energie, welche fich in den Wellenbewegungen fortpflanzen; die fichtbaren Waffer wellen felbft, im Gegenfatz zu Schallwellen im Waffer, beftehen in der periodifchen Umwandlung potentieller Energie der Lage, nicht der Elaftizität, in kinetifche Energie und umgekehrt, indem jeder Zuftand des geftörten Niveaus zur Urfache einer Bewegung und jede Bewegung durch die Gleichgewichtslage zur Urfache einer Niveauftörung wird. Nach unfern heutigen Anfchauungen befteht das Licht und die ftrahlende Wärme in einem fortfchreitenden Wechfel entgegengefetzter elektrifcher und magnetifcher Polarifationen der Teilchen eines Dielektrikums. Die auf einander fenkrechten Richtungen fich gegenfeitig induzierender Polarifationen ftehen beide fenkrecht zur Richtung der Fortpflanzung der elektromagnetifchen Wellen. Von derfelben Befchaffenheit find die Wellen der drahtlofen Telegraphie.

Der anfchaulichfte Fall periodifcher Energieverwandlung ift die geradlinig fchwingende Bewegung einer kleinen Maffe unter dem Einfluß einer elaftifchen Kraft, deren Größe der Entfernung des Maffeteilchens aus feiner Gleichgewichtslage proportional ift. Der analytifche Ausdruck einer folchen Bewegung ift:

$$y = a \cdot \sin 2\pi (t : T), \qquad 1.$$

worin der jeweilige Abftand von der Gleichgewichtslage mit y, die veränderliche Zeit mit t bezeichnet ift, während die Konftante a den Maximalwert bezeichnet, welchen y periodifch erreicht, die Hälfte der fogenannten Schwingungsamplitude, und T die Schwingungszeit, die Dauer der einzelnen Schwingungsperiode. Die Gleichung genügt der Differentialgleichung:

$$-\frac{d^2 y}{d t^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} y, \qquad 2.$$

d. h. der Forderung, daß die Befchleunigung dem Abftande y proportional fei. — Wenn in einer Punktreihe, die im Zuftande des Gleichgewichts fich in Richtung zunehmender Abfziffen x erftrecken möge, jeder folgende Punkt die Bewegung des vorhergehenden vollführt, aber mit einer feiner Abfziffe x proportionalen Verfpätung $x : c$, fo ift der analytifche Ausdruck einer folchen Bewegung dargeftellt durch die Gleichung:

$$y = a \sin 2\pi (t : T - x : \lambda), \qquad 3.$$

worin $\lambda = c\,T$ die fogenannte Wellenlänge, das Produkt aus Fortpflanzungsgefchwindigkeit c und Schwingungszeit T bezeichnet. Falls die periodifch veränderliche Abweichung y eines Punktes von der Gleichgewichtslage fenkrecht gerichtet ift zur Richtung x der Fortpflanzung, fo heißen die Schwingungen und die Wellen transverfal, dagegen longitudinal, falls y der Fortpflanzungsrichtung parallel ift. Im letzteren Falle beftehen die Wellen eines Mittels aus abwechfelnden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verdichtungen und Verdünnungen, welche den Wellenbergen und Wellentälern der erſteren Bewegungsart entſprechen.

Die an der Grenze eines Mittels angelangte Wellenbewegung, ſoweit ſie nicht in ein neues Mittel übertritt, erfährt dort entſprechend dem Reflexionsgeſetz (ſ. Reflexion) eine Zurückwerfung. Durch die Reflexion eines Wellenzugs in ſich ſelbſt bilden ſich ſogenannte ſtehende Wellen, deren analytiſchen Ausdruck wir aus Gleichung 3 unter Anwendung des Grundſatzes der Superpoſition kleiner Bewegungen ableiten, indem wir für jeden Punkt ſeine Ausbiegung y als die Summe zweier Ausbiegungen betrachten, deren eine durch die hingehenden, deren andre durch die zurückkehrenden Wellen erzeugt wird. Verlegen wir z. B. den Anfang der Reihe in einen Punkt, worin ſich die beiden Wellenzüge mit genau gleicher Schwingungsphaſe begegnen, ſo ergibt ſich die Gleichung:

$$y = a \cdot \sin 2\pi (t:T - x:\lambda) + a \cdot \sin 2\pi (t:T + x:\lambda) = 2a \cos (2\pi x:\lambda) \cdot \sin (2\pi t:T), \quad 4.$$

welche eine in ſtehenden Schwingungen begriffene Punktreihe darſtellt. Zwiſchen den Punkten: $x = 0$, $x = \lambda$, $x = 2\lambda$ u. ſ. w., welche alle in gleichzeitig übereinſtimmender Phaſe der Bewegung begriffen ſind, alle mit der Schwingungsamplitude $4a$, liegen die Punkte $x = \lambda:2$, $x = 3\lambda:2$, $x = 5\lambda:2$ u. ſ. w., mit derſelben Schwingungsamplitude, aber mit genau entgegengeſetzter Phaſe. Inmitten zwiſchen dieſen abwechſelnd entgegengeſetzt ſchwingenden Punkten, den Schwingungsbäuchen, liegen in den Entfernungen $x = \lambda:4$, $x = 3\lambda:4$, $x = 5\lambda$ u. ſ. w. Punkte, deren Schwingungsamplituden $2a \cos 2\pi (x:\lambda)$ gleich Null ſind, alſo unbewegte Punkte, die ſogenannten Schwingungsknoten. Die ſtehende Welle, d. h. der zwiſchen zwei Schwingungsknoten enthaltene Teil der Punktreihe, hat die Länge $\lambda:2$, die Hälfte der Länge der fortſchreitenden Welle.

Es ſind zwei Arten der Wellenreflexion zu unterſcheiden: die eine Art, wie z. B. die an einer Ufermauer reflektierten Waſſerwellen, bildet den erſten Schwingungsknoten im Abſtand $\lambda:4$ vom Ort der Reflexion, an welch letzterem ſich ein Schwingungsbauch bildet, die andre Art, z. B. die Wellen eines mit dem einen Ende an der Wand befeſtigten Seiles (Gummiſchlauches), deſſen andres Ende von Hand in periodiſche Schwingungen verſetzt wird, bilden den erſten Knoten im Reflexionsorte ſelbſt. Für die Lichtwellen iſt die eine Art die Reflexion am optiſch dichteren, die andre die Reflexion am optiſch dünneren Mittel. Der obenerwähnte Grundſatz der Superpoſition kleiner Bewegungen erklärt auch die Erſcheinungen der Interferenz (ſ. d.) und der Beugung (ſ. Licht); er bildet den Inhalt des ſogenannten Huyghensſchen Prinzips [1], nach welchem jeder Punkt eines in Wellenbewegung begriffenen materiellen Syſtems durch ſeine Bewegung der Urſprung ſogenannter Elementarwellen wird, aus deren Uebereinanderlagerung und Interferenz die tatſächlichen Wellen hervorgehen. Dieſem nämlichen Grundſatz entſprechend laſſen ſich die verſchiedenſten Arten zykliſch ſich wiederholender Vorgänge in der Natur, auch im Falle des Ineinandergreifens verſchiedener Zyklen und deren Verbindung zu einem verwickelt und unregelmäßig erſcheinenden Geſamtvorgang, in ihre Einzelbeſtandteile zerlegen. Das analytiſche Verfahren, welches mittels Fourierſcher Reihen die Geſamterſcheinung gleichſam in ihre einzelnen Wellen von der Geſtalt der Gleichung 3. zerlegt, heißt harmoniſche Analyſe; vgl. z. B. [2].

Soweit für ein in Wellenbewegung begriffenes Mittel die durch die Gleichung 2 ausgedrückte Bedingung erfüllt iſt, iſt die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit c von der Amplitude a und Länge λ bezw. Schwingungszeit T unabhängig. Das erhellt für longitudinale Elaſtizitätsſchwingungen aus folgender Ueberlegung: Es ſei aus dem in Wellenbewegung begriffenen Mittel ein in Richtung der Fortpflanzung ſich erſtreckender prismatiſcher Teil ins Auge gefaßt; der Querſchnitt habe die Fläche Eins, ϱ ſei die Maſſe pro Längeneinheit. Zwei Querſchnitten im Abſtande $dx = c\,dt$ (c Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen, dt Zeitelement) kommen die Werte ϱ und $\varrho - d\varrho$ der Dichte, p und $p - dp$ des Drucks, v und $v - dv$ der Geſchwindigkeit zu. Da nun die Beſchleunigung $dv:dt$, welche auf die Maſſe $\varrho\,dx$ wirkt, durch die Druckdifferenz dp erzeugt wird, ſo iſt $dv:dt = dp:\varrho\,dx$. Da anderſeits die Dichte infolge der Geſchwindigkeitsdifferenz dv ſich in der Zeit dt vermehrt um $d\varrho = \varrho\,dv\,dt:dx$, ſo folgt aus dieſen zwei Gleichungen:

$$c = \sqrt{\frac{dp}{d\varrho}}. \quad 5.$$

Dieſe Gleichung gibt z. B. die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit des Schalls in Gaſen, Flüſſigkeiten und iſotropen ſtarren Körpern. Für atmoſphäriſche Luft iſt nach dem Geſetz der adiabatiſchen Zuſtandsänderung $\frac{dp}{d\varrho} = \frac{p}{\varrho} k$, worin k das Verhältnis der beiden ſpezifiſchen Wärmen bei konſtantem Druck und bei konſtantem Volumen bezeichnet. Da c, p und ϱ durch Beobachtung gefunden werden können, gibt die Gleichung 5 eines der beſten Mittel zur Beſtimmung von k.

Für Flüſſigkeiten iſt $dp:d\varrho = gh:\mu$, worin g die Beſchleunigung der Schwere, h die Höhe einer Flüſſigkeitsſäule bezeichnet, die dem Druck der Flüſſigkeit ſamt darauf laſtender Atmoſphäre das Gleichgewicht hält, und μ den ſogenannten Kompreſſionskoeffizienten (ſ. d.), der für Waſſer den Wert 0,000049 beſitzt. — Nach den Verſuchen von Colladon und Sturm, im Genfer See angeſtellt, ſtimmt der tatſächliche mit dem theoretiſchen Wert von 1438 m für das Waſſer überein.

Für iſotrope ſtarre Körper, falls dieſelben keinem äußeren Drucke unterliegen, nimmt der Quotient $dp:d\varrho$ den Wert $e:\varrho$, Elaſtizitätsmodulus durch Dichte, an. — Ueber die Theorie elaſtiſcher longitudinaler Schwingungen, ſoweit dieſelben mit Querſchnittsänderung verbunden ſind, ſowie diejenige elaſtiſcher Querſchwingungen iſotroper Körper verweiſen wir auf die Art. Elaſtiſche Schwingungen und Elaſtizitätslehre, allgemeine, woſelbſt auch die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur für den gegenwärtigen Artikel nachzusehen ist. Für anisotrope Körper sei außerdem auf den Art. Licht, Abschnitt Doppelbrechung, verwiesen, sowie gegenüber einer neueren verfehlten Behandlung in [3] auf die ältere im Art. Elastische Schwingungen zitierte Theorie von Weyrauch Bd. 3, S. 381 ([9], § 101 und 102).

Wie oben erwähnt, bestehen die sichtbaren Wasserwellen nicht in Elastizitäts-, sondern in Gravitationsschwingungen. Für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c derselben ergibt die Theorie Gerstners und andrer (vgl. [4]) den Ausdruck:

$$c^2 = \frac{\lambda g}{2\pi}\left(1 - e^{\frac{4\pi h}{\lambda}}\right) : \left(1 + e^{\frac{4\pi h}{\lambda}}\right), \qquad 6.$$

worin h die Tiefe der Flüssigkeit, λ die Wellenlänge, g die Beschleunigung der Schwere, e und π die üblichen Bezeichnungen bekannter Irrationalzahlen darstellen. Bei großen Werten der Tiefe h im Vergleich mit λ ergibt sich $c^2 = \lambda g : 2\pi$, dagegen bei großem Werte von λ im Vergleich mit h wird $c^2 = hg$. Die letztere Gleichung gestattet, aus der gemessenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der durch Ereignisse wie das Erdbeben von Simoda (23. Dezember 1854) oder den Krakatauausbruch (27. August 1883) erzeugten Flutwellen mittlere Meerestiefen zu berechnen [5]. Nach diesem Gesetze der Wellenfortpflanzung erklärt sich auch die Erscheinung der Seiches, stehender Wasserwellen in Seen, welche an den Ufern, in sich selbst reflektiert, eine Periode von der Zeitdauer $\lambda : c$ besitzen, wobei die Wellenlänge λ gleich der doppelten Seelänge ist. Nicht bloß das Wasser ist solcher Gravitationswellen fähig, sondern auch, unter notwendiger Mitwirkung der elastischen Reaktionen, die Atmosphäre und das Festland. So erklärt sich nach [6] die Bildung der Federwolken als regelmäßiges Aufeinanderfolgen von Verdichtungen und Verdünnungen feuchter Luft mit Kondensationen bei der Verdünnung. So sind nach [7]—[9] die Hauptwellen der Erdbeben Oberflächenwellen, welche sich mit etwa 4 km Geschwindigkeit der Oberfläche der Erde entlang ausbreiten, ohne in größere Tiefen zu dringen, während die sogenannten ersten und zweiten Vorläufer nach [8] durch das Innere der als vollständig starr angenommenen Erde verlaufende longitudinale und transversale Wellen sind, nach [9] ebensolche elastische Wellen durch eine Erdkruste von wenigen hundert Kilometer Dicke hindurch mit nach der Tiefe wachsenden Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, denen bei [8] über der Tiefe von $^1/_5$ Erdradius hinaus wieder abnehmende Werte zugeschrieben werden müssen.

Literatur: [1] Vgl. darüber Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, S. 728, 5. Aufl., Leipzig 1895, und Helmholtz, H. v., Vorlesungen über theoretische Physik, herausgegeben von König u. Runge, Bd. 5, S. 131 ff. — [2] Börgen, Die harmonische Analyse der Gezeitenbeobachtungen, Annalen der Hydrographie, 12. Jahrg., 1884. — [3] Rudzki, Beitr. zur Geophysik von Gerland, 3 und 4, S. 519—540, 1898. — [4] Wüllner, Bd. 1, S. 821. — [5] Hann, Die Erde als Ganzes, ihre Atmosphäre und Hydrosphäre, S. 304, 5. Aufl., Prag, Wien, Leipzig 1896. — [6] Helmholtz, H. v., Ueber atmosphärische Bewegungen, wissenschaftl. Abhandl. III, S. 309—332, Leipzig 1895. — [7] Lord Rayleigh, London Math. Soc. Proc., Bd. 17 (1887). — [8] Wiechert, E., und Zoeppritz, K., Ueber Erdbebenwellen, Göttinger Nachr. 1907. — [9] Schmidt, A., Einiges aus der Erdbebenkunde, Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ., 1909, Bd. LXVII. *Aug. Schmidt.*

Wellenbrecher, s. Seehäfen.

Wellenlängen, s. Licht und Wellenbewegung.

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

Wendegetriebe, mechanische Vorrichtungen, welche die von einer kontinuierlich rotierenden Triebwelle erzeugte Bewegung vermittelst willkürlicher oder selbsttätiger Einwirkung abwechselnd in dem einen oder dem andern Sinn leiten. Viel in Anwendung bei Werkzeugmaschinen, Aufzügen, Laufkranen u. s. w.

Vgl. Keller, K., Berechnung und Konstruktion der Triebwerke, S. 328, München 1881; Fischer, H., Zur Kenntnis der für Werkzeugmaschinen gebräuchlichen Wendegetriebe, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, Bd. 42, S. 517; Ernst, A., Die Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903.

Wendekreis, s. Bd. 1, S. 765 unten, sowie Beschleunigungszentrum, Bd. 1, S. 720 oben.

Wendekurven, s. Flächentheorie, Bd. 4, S. 72.

Wendenische, der hinter eine Mauer- oder Wandflucht zurücktretende freie Raum, in welchem die Wendesäule der Verschlußvorrichtung aufgestellt ist; s. a. Kammerschleuse und Schleusentor.

Wendeplatten oder Spitzkehren kommen an den Stellen des Richtungswechsels stetig ansteigender Straßen, der sogenannten „Steigen“ oder „Serpentinen“ (s. d.) zur Anwendung und erhalten die kleinsten Krümmungshalbmesser (s. d.), weil die Richtung der Straße fast in die entgegengesetzte übergeht (s. Fig. 1) und die Erdarbeiten besonders an steilen Berglehnen um so größer werden, je größer der Krümmungshalbmesser der Wendeplatte angenommen wird. Aus demselben Grunde verlegt man die Wendeplatte auch möglichst auf solche Stellen des Geländes, die etwas flacher gestaltet sind.

Fig. 1 zeigt dies für die Punkte *II* und *III* der Nullinie einer Serpentinenstraße von *I* nach *IV*, wo in dem mit Höhenkurven versehenen Lageplan die Höhenkurven weiter auseinander rücken, also das Gelände eine geringere Neigung zeigt. Je nach der Geländebeschaffenheit kann eine solche Wendeplatte unsymmetrisch (wie bei *III* in Fig. 1) oder symmetrisch (wie bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II in Fig. 1) ausgebildet werden. In beiden Fällen ſind Gegenkrümmungen mit zwiſchengeſchalteten geraden Strecken (*D a* und *C c* bei Punkt *II*, bezw. *B C* bei Punkt *III*) anzuordnen, und es iſt darauf zu achten, daß die gekrümmten Linien *A D E C B* (in Punkt *II*) bezw. *A B C E D* (in Punkt *III*) länger ſind als die geraden Strecken *A II B* (in Punkt *II*) bezw. *A III D* (in Punkt *III*), damit innerhalb der Krümmung die Steigung der Straße ermäßigt werden kann.

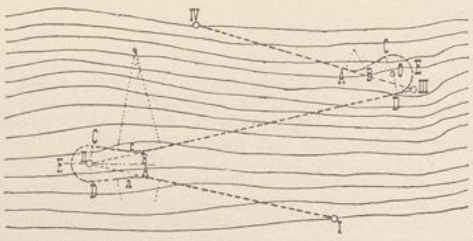


Fig. 1. Anordnung der Wendeplatten bei Steigen.

Ferner wird innerhalb der Krümmung die Straßenbreite bei Anwendung des kleinſten Krümmungshalbmeſſers in der Regel vergrößert (ſ. Fig. 2), um den Wagen das Ein- und Ausfahren zu erleichtern. Bei der ſymmetriſch angeordneten Wendeplatte kann der Schnittpunkt *II* der beiden Wegrichtungen (ſ. Fig. 2) als Mittelpunkt für den kleinſten Krümmungshalbmeſſer *r* angenommen werden [1], S. 76, und [2], S. 153. Sodann beſtimmt man die Punkte *A* und *B*, in denen die beiden Straßenprofile, entweder mit geböſchter Dammfläche (ſ. Fig. 3) oder, bei ſteilerem Gelände, unter Zuhilfenahme von Stützmauern (ſ. Fig. 4) nebeneinander Platz finden. Von den Punkten *A* und *B* zieht man an den aus *II* geſchlagenen Kreis die Tangenten *A D* und *B C* und kann dann in den Punkten *A* und *B* die ſich bildenden Ecken durch Kreisbögen von größerem Halbmeſſer abrunden. Durch Antragen der Straßenbreite wird dann der Grundriß der Wendeplatte in Fig. 2 vollendet, wobei von der normalen Straßenbreite *b* bei den Punkten *A* und *B* in der in Fig. 2 angegebenen Art zu der größeren Straßenbreite b_1 in den Punkten *D* und *C* ſowie in der Krümmung der Wendeplatte ſelbſt übergegangen werden kann. Da die Strecken *A D* und *B C* angenähert den Strecken *A II* und *B II* gleich ſind, ſo könnte die Wendeplatte faſt wagerecht ausfallen, jedoch wendet man gewöhnlich ein kleines Gefälle von ½ bis 2% an und ermäßigt dafür das Gefälle der Strecken *B C* und *D A*. Zur Vervollſtändigung des Grundriſſes wären noch durch Austragung der hierzu erforderlichen Querprofile die Begrenzungen der Auf- und Abtragböſchungen zu ermitteln und einzutragen, was in Fig. 2 unterlaſſen wurde. Die Zeichnung der unſymmetriſch ausgebildeten Wendeplatte wird in ganz ähnlicher Weiſe ausgeführt und iſt in Fig. 1 für die Mittellinie bei Punkt *III* angedeutet.

Fig. 2.

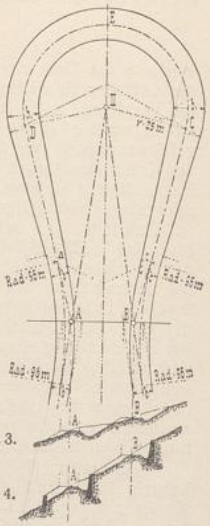


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 2—4. Zeichnung einer ſymmetriſchen Wendeplatte.

Literatur: [1] Laißle, Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wiſſ., 3. Aufl., Leipzig 1903, Bd. 1, 4. Abt., S. 32, 46, 64, 73 und 76. — [2] v. Willmann, Straßenbau, Lehrbuch des Tiefbaues, 3. Aufl., Leipzig 1908, Kap. III, S. 101.

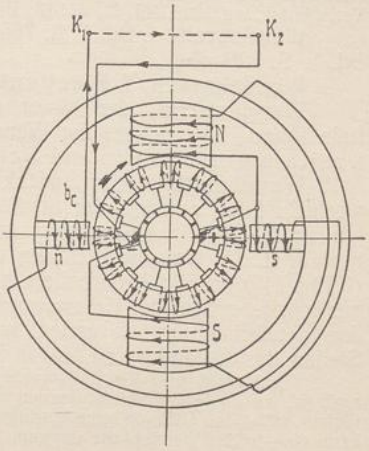
L. v. Willmann.

Wendeplatten bei Gießereiformmaſchinen ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 359, und Preßformmaſchinen, Bd. 7, S. 221.

Wendepol, ſ. Beſchleunigungszentrum, Bd. 1, S. 719 und 720.

Wendepole, auch Hilfspole und Kommutierungsmagnete genannt, haben den Zweck, bei Kollektormaſchinen in der neutralen Zone eine funkenfreie Stromwendung zu erzielen.

Man baut zwiſchen die Hauptpole noch ſchmale Hilfspole ein, die in der kurzgeſchloſſenen Spule eine *E M K e* induzieren, die der *E M K es*, der ſogenannten Reaktanzſpannung, gleich oder entgegengerichtet iſt. Hierdurch wird erreicht, daß der zuſätzliche Strom in der kurz geſchloſſenen Spule Null wird. Dieſer folgt bekanntlich aus der Gleichung $i_z = \frac{e - e_s}{W}$. Da ſich nun e_s mit der Ankerſtromſtärke ändert, ſo muß auch *e* ſich mit ihr ändern, d. h. die Erregung der Wendepole geſchieht durch den Ankerſtrom. Die Figur zeigt ſchematiſch eine zweipolige Nebenſchlußmaſchine mit ihren Hauptpolen *N* und *S* und ihren Wendepolen *n* und *s*.



Für die Schaltung der Wendepole gilt die Regel: Bei Dynamos muß im Sinne der Ankerdrehung auf einen Hilfspol ein gleichnamiger Hauptpol, bei Motoren im Sinne der Drehung auf einen Hauptpol ein gleichnamiger Hilfspol folgen.

An Stelle des in der Figur der leichteren Ueberſichtlichkeit wegen angedeuteten Ringankers wird

gegenwärtig faſt ausſchließlich der Trommelanker angewendet, ſo daß jede Seite einer Spule ſich unter einem Wendepol befindet. Durch Verſtärkung des Wendefeldes kann auch ſchon in einer Spulenſeite die erforderliche $EMKe$ erzeugt werden, ſo daß hierdurch die Zahl der Wendepole auf die Hälfte herabgeſetzt wird. Der Polbogen b_c des Wendepoles muß ſo groß ſein, daß alle Spulenſeiten, die in einer Nut liegen, in den Wirkungsbereich des Poles während der Kurzſchlußzeit fallen. Man macht daher den Wendepolbogen gleich der ein- bis dreifachen Nutenteilung.

Die Ampèrewindungszahl eines Wendepoles kann angenähert berechnet werden nach der Formel

$$\overline{AW_w} = \frac{\overline{AW_a}}{2p} + \overline{AS}\left(7{,}8\,\delta\,\frac{b}{b_w} + \frac{b_c}{4}\right)$$

wenn $2p$ Wendepole eingebaut werden, oder

$$\overline{AW_w} = \frac{\overline{AW_a}}{2p} + \overline{AS}\left(15{,}6\,\delta\,\frac{b}{b_w} + \frac{b_c}{4}\right)$$

bei nur p Polen. ($2p$ Anzahl der Pole, $\overline{AW_a}$ = Ampèrewindungszahl des Ankers, b Ankerlänge, b_w Länge des Wendepols parallel zur Ankerachſe gemeſſen.) Die Anwendung der Wendepole iſt geboten, wo die funkenfreie Kommutierung ſonſt große Schwierigkeiten bereiten würde, z. B. bei Maſchinen mit ſehr hohen Umlaufszahlen (Turbogeneratoren, Motoren zur direkten Kupplung mit Pumpen u. dergl.), für Maſchinen mit großen Belaſtungsſchwankungen, für Motoren mit hoher Anzugskraft, für Maſchinen mit großer Feldänderung (z. B. Motoren mit großer Tourenregulierung, Anlaßmaſchinen, Zuſatzmaſchinen), für Reverſionsmotoren, für Maſchinen, welche abwechſelnd als Motoren und Dynamos wirken müſſen. Bei den Reihenmotoren, die mit einphaſigem Wechſelſtrom betrieben werden, wird in der kurzgeſchloſſenen Spule, außer der Reaktanzſpannung, durch das Wechſelfeld noch eine EMK induziert, die weſentlich größer iſt als die erſtere. Um daher bei dieſen Motoren während des Ganges eine funkenfreie Kommutierung zu erzielen, ſind Wendepole unentbehrlich.

Literatur: [1] Arnold, Die Gleichſtrommaſchine, Berlin 1907. — [2] Holzt, Die Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1910. — [3] Elektrot. Zeitſchr. 1905, Heft 28. *Holzt.*

Wendefäule, eine Säule, die um eine vertikale Achſe drehbar iſt; ſ. Kammerſchleuſe, Schleuſentor und Stauanlagen (Dammbalkenwehr).

Werfen des Holzes, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 684.

Werft (Seeſchiffwerft), eine Fabrikanlage, welche den Bau und die Reparatur von Seeſchiffen betreibt. Näheres in [1]—[9].

Literatur: [1] Schwarz, T., Moderne Werftanlagen, Jahrb. der Schiffbautechn. Geſellſch., Berlin 1907. — [2] Der amerikaniſche Schiffbau, ebend., Berlin 1902. — [3] Schwarz, T., und v. Halle, Die Schiffbauinduſtrie, Berlin 1902. — [4] Laas, W., Deutſcher Schiffbau, Werftanlagen, Berlin 1908. — [5] Nauticus, Die Entwicklung des modernen Werftbetriebs in techniſcher und wirtſchaftlicher Bedeutung, Berlin 1903. — [6] Michenfelder, Transporttechniſche Geſichtspunkte bei Hellingen, Jahrb. der Schiffbautechn. Geſellſch., Berlin 1907. — [7] Macc, T., Die Werftanlagen der Newport News Shipbuilding and Drydock Co., ebend. 1907. — [8] Laas, W., Hellingkrananlagen, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing., Berlin 1908, S. 1622. — [9] Schwimmkran, ebend., 1908, S. 281; 1907, S. 184, 396, 1476, 1960. Ferner Hebezeug, ebend.; Hellingkrane in Zeitſchr. Schiffbau. *T. Schwarz.*

Werft, in der Weberei (ſ. d.), ſ. v. w. Kette.

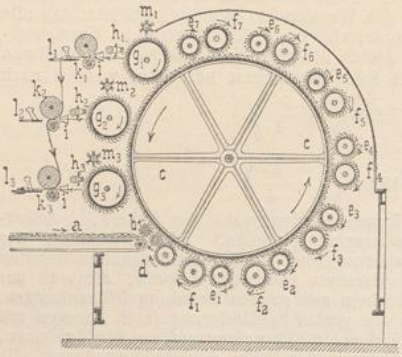
Wergſpinnerei, mechaniſche [1], beruht im weſentlichen darauf, daß das Werg (Hede, étoupe, tow), alſo namentlich der Flachsabfall, welcher beim Hecheln entſteht (Hechelabfall, vgl. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 50), nach Art der Baumwolle gekratzt und in Bänder verwandelt, dann aber ähnlich wie der Flachs behandelt wird. Das Werggarn heißt nach dem engliſchen Ausdruck Towgarn, während das Garn aus Langflachs als Linengarn bezeichnet wird.

Behufs **Vorbereitung** für das Spinnen werden die ſtark mit Schäbe verunreinigten groben Wergſorten zuerſt einer Reinigung mittels Schlagens oder Schüttelns unterworfen (Wergreinigungsmaſchinen). Die Hede wird entweder von ſich raſch bewegenden Stiften erfaßt und an ruhenden Stiften vorbeigeſchleudert (Schlagwölfe mit kegelförmiger Stiftentrommel, Oeffner) [2] oder in ſchonenderer Weiſe dadurch geſchüttelt, daß ſie, auf eine endloſe Kette von ſich langſam vorwärtsbewegenden Stiftenreihen gebracht, zwiſchen deren Zähnen durch von oben her wirkende längere Stifte hin und her geſchlagen wird. — Die Reihe der ferneren Bearbeitungen iſt folgende: 1. Kratzen; 2. Strecken und Doppeln; 3. Vorſpinnen; 4. Feinſpinnen. — Abweichend hiervon iſt die in neuerer Zeit mehrfach in Aufnahme gekommene Verarbeitung des Werges unter Benutzung der Kämmaſchine (einköpfige Heilmannſche, Lifterſche u. a., vgl. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 321), wodurch dasſelbe zu feineren Nummern und zu einem dem Flachsgarne in bezug auf Gleichmäßigkeit völlig gleichwertigen Garne geſponnen werden kann.

1. **Die Wergkarden, Kratzen** oder **Krempeln** ſind Walzenkrempeln mit entſprechend grobem Beſchlage (ähnlich wie der der Jutekrempeln). — Ihre allgemeine Einrichtung läßt die umſtehende Figur erkennen, welche einen lotrechten Durchſchnitt wiedergibt. Das Werg wird auf drei nebeneinander laufende Speiſetücher *a* aufgelegt und durch zwei Speiſewalzen *b* der Trommel (Kardentambour) *c* zugeführt, auf welcher die gleichmäßige Verteilung durch ſieben Arbeiter (workers) *e* und Wender (strippers) *f* in bekannter Weiſe erfolgt (vgl. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 602). Auf die zweite Speiſewalze folgt vielfach zum vollſtändigen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Entladen dieſer Walze eine Speiſewenderwalze *d* (débourreur fournisseur, feeding stripper), und man wiederholt wohl dieſe Anordnung in derſelben Weiſe, indem man die Reihenfolge von Arbeiter und Wender für das erſte Paar vertauſcht. Das Abnehmen des Werges geſchieht im gezeichneten Falle durch drei verſchieden dicht angeſtellte Abnehmwalzen *g* (doffers). Der erſte, am weiteſten geſtellte Abnehmer g_1 nimmt die gröbſten und unreinſten Faſern, der letzte g_3 die feinſten und reinſten. Das Ablöſen der Bänder geſchieht durch Hacker *h*, Abzugswalze *k* und Abzugsplatte *l*. Die Abnehmwalzen werden durch Bürſtwalzen *m* gereinigt. Jeder Abnehmer hat, entſprechend der dreigeteilten Speiſung, drei Abzugswalzen *k*, ſo daß im vorliegenden Falle neun Bänder erzeugt werden. Entweder nimmt man alle neun Bänder in dem ſeitlich befindlichen Streckkopfe (Rotarykopf, Zirkulargill oder Kettenſtreckkopfe) zu einem Bande zuſammen, oder man vereinigt die von g_1 kommenden (alſo die unreinſten) für ſich und die von jeder Abteilung von g_2 und g_3 kommenden wiederum zu einem Bande. Die Bänder werden in Kannen aufgefangen. Die Wergkratzen werden wie die Flachsanlegemaſchinen mit einem Klingelwerke verſehen, und die ſo erhaltenen Bänder von beſtimmter Länge (Klingellänge) werden in richtiger Weiſe zu einem Anſatzgewicht kombiniert, welches die folgende Maſchine weiterſtreckt. Die Ablöſung des wattenförmig in eine Fläche ausgebreiteten Werges von der kleinen Trommel geſchieht bei den Vorreißkarden vielfach ohne Kamm durch zwei aufeinander liegende glatte, eiſerne Walzen von etwa 50—75 mm Durchmeſſer. Nach dem Kamme oder den Abzugswalzen folgt eine trichterförmige, blecherne Rinne (ſhell, daher auch ſhellbreaker), in welcher die Watte (der Flor) beim Durchgange zur Bandgeſtalt zuſammengedrängt und aus welcher das Band durch Streckwalzen hervorgezogen wird, um in untergeſetzte Blechkannen hinabzufallen. — Die oben angedeutete Trennung der geſamten Kratzenbeſchläge in mehrere Abteilungen der Breite nach hat man in neuerer Zeit wiederholt verlaſſen und teilt dann nur noch auf den Abnehmern, welche an den Trennungsſtellen mit ſchmalen Blechringen bezogen ſind. — Früher wandte man meiſt zwei Karden, Vor- und Feinkratze, nacheinander an, die in den Hauptpunkten ihrer Bauart übereinſtimmten, während man ſich neuerdings faſt ſtets mit einem einmaligen Kratzen (Krempeln, Kardieren) begnügt, indem man der Krempel weniger Spinngut in derſelben Zeit zur Verarbeitung übergibt (leichter kardiert). Bei der Vorkratze (briseur, breaker, breaking card) wird das Werg aus freier Hand auf ein endloſes Zuführtuch vorgelegt. Der Feinkratze (finisseur, finisher, finishing card, welche einen Beſchlag von etwas feineren Häkchen hat) werden die von der Vorkratze gelieferten Bänder dergeſtalt übergeben, daß man zehn bis zwanzig derſelben für die ganze Breite der Maſchine zuſammenlegt. Um die regelmäßige Nebeneinanderlegung und Vereinigung dieſer Bänder vor ihrem Eintritte auf die Kratze zu ſichern, hält man es wohl für zweckmäßig, dieſelben vorher auf einer Bandvereinigungsmaſchine (Dupliermaſchine, lapping machine), zu einem Wickel von der beſtimmten Breite zu verbinden; häufiger ſetzt man aber die Kannen der Vorkratze, wenn zweimal gekratzt werden ſoll, der Feinkratze vor, die dann ebenſolchen Zuführungstiſch wie erſtere hat. — Für die gröbſten und unreinſten Wergſorten, für das Auflöſen alter Seile, Flachsbänder und Abfälle aller Arten wendet man zum Vorreißen beſondere Maſchinen an, welche verſchiedene Bezeichnungen, wie Reißwolf, Teufel, Vorreißer (teazer) u. ſ. w., führen. — Sind die verarbeiteten Wergſorten ſo gut, daß ſie ein doppeltes Krempeln nicht erfordern, wird aber dennoch durch einfaches Krempeln ein zu geringes Band erzeugt, ſo iſt es zweckmäßig, die Bänder der oberen Abnehmwalze (g_1 der Figur) von den andern zu trennen und die erſteren entweder einem nochmaligen Krempeln zu unterziehen oder ſie zu einer gröberen Garnnummer zu verwenden. — Bezüglich der Leiſtung der Krempeln muß hervorgehoben werden, daß das leichte Kardieren mehr und mehr in Aufnahme kommt; während man früher durch eine Dreiabnehmerkrempel (von 1,5 m Trommeldurchmeſſer und 1,83 Beſchlagbreite) täglich bis zu 500, ja 600 kg hindurchtrieb und damit bis zu acht Spinnmaſchinen bediente, verlangt man jetzt von den Zweiabnehmerkrempeln nur täglich 150—250 kg, verſieht alſo nur noch drei Spinnmaſchinen mit einer Krempel. Die Krempeln werden zweckmäßig überdeckt. Für das Abſaugen des Staubes bedient man ſich beſonderer Lüftungseinrichtungen [3].



2. **Das Strecken** und **Doppeln.** Es wird auf zwei oder drei nacheinander folgenden Streckmaſchinen (Wergdurchzügen) weſentlich ganz in der Art wie beim Langflachſe vorgenommen, nur iſt die Streckweite (reach) entſprechend geringer, 250—300 mm.

3. **Das Vorſpinnen** und 4. **das Feinſpinnen.** Beide Arbeitsvorgänge gleichen, ſowohl was die Ausführung als die Art der dazu dienenden Maſchinen betrifft, dem Vor- und Feinſpinnen des Flachſes. Wenn das Werg trocken oder mit kaltem Waſſer genetzt verſponnen wird, ſo beträgt der Abſtand zwiſchen den vorderen und hinteren Streckwalzen an der Feinſpinnmaſchine (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt gemeſſen) 120—250 mm, je nach der Länge des Werges; ſpinnt man aber mit heißem Waſſer, ſo werden die Walzen einander auf ungefähr 70 mm nahe geſetzt. — Das Werg erleidet im Kratzen und Spinnen durchſchnittlich etwa 20% Abfall, ſo daß 100 kg, wie ſie von der Hechel kommen, ſchließlich 80 kg Garn liefern; die feinſten und reinſten Wergſorten geben wohl 90 vom Hundert. — Zur Erzeugung dicker Garne aus der Schwing- und Abfallhede bedient man ſich häufig eines beſonderen Maſchinenſatzes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Abfall, beſtehend in einer Krempel mit einer Trommel von 1,25 m Durchmeſſer, 1,83 m Breite und mit Streckkopf, dann folgt eine Streckmaſchine mit drei Köpfen zu je ſechs Bändern und hierauf eine Hechelſpinnmaſchine (gillspinning) oder Spindelbankſpinnmaſchine (roving-gill-spinning). — Die Hechelſpinnmaſchinen, beſonders die zu den gröbſten Nummern (bis Nr. $1^1/_2$), ſind bis zu den Streckwalzen, ebenſo wie eine Vorſpinnmaſchine, und von da in bezug auf die Spindeln wie eine Feinſpinnmaſchine gebaut, haben alſo nur eine Reihe Spindeln und gebremſte Spulen, während der beſondere Spulenmechanismus fehlt. Die zweite Art der Feinſpinnmaſchinen, die häufiger angewendet wird, iſt ebenſo wie eine Vorſpinnmaſchine gebaut, nur ſind die Geſchwindigkeiten der Spindeln und die möglichen Drehungen auf die Längeneinheit bedeutend größer als die bei den Vorſpinnmaſchinen. Bei Anwendung von Hechelſpinnmaſchinen fehlt alſo im Maſchinenſatze die Vorſpinnmaſchine, und es folgt auf die letzte Streck- die obige Maſchine. — Zuſammenſtellungen von Maſchinenſätzen finden ſich in [1]. — In neuerer Zeit werden auch die Kardenabfälle, die Feinſpinn- und Fadenabfälle nach gehöriger Aufbereitung wieder nach dem Streichgarnverfahren (vgl. Streichgarnſpinnerei, S. 368) zu Fäden verſponnen [4], derart, daß ein Zweikrempelſatz (Reißkrempel und Vorſpinnkrempel) und eine Spinnmaſchine verwendet werden. Letztere iſt entweder ein Selbſtſpinner oder eine ſogenannte Doppeldrahtfeinſpinnmaſchine, wie ſie namentlich von Oscar Schimmel & Co., der Sächſiſchen Maſchinenfabrik und von C. Oswald Liebſcher in Chemnitz i. S. gebaut werden. Bei dieſen werden die von den Holzſpulen der Vorſpinnkrempel abgezogenen Wickel in rotierende Kapſeln gelegt und aus dieſen abgezogen, um durch ein Ringſpinnſyſtem fertig geſponnen zu werden. Zur entſprechenden Vorbereitung werden die Wergabfälle wohl auch gewolft und geſchlagen, dann zwecks Degummierung und Kräuſelung der Faſern in Bädern chemiſch behandelt, geſpült, geſchleudert, gewolft, getrocknet und dann erſt nach Art des Streichgarns in üblicher Weiſe verſponnen [5].

Literatur: [1] Marſhall-Rechenberger, Der prakt. Flachsſpinner, Weimar 1888; Müller, E., Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 277; Sharp, Flax, Tow and Jutespinning, Dundee 1896; Annales ind., 1894, S. 146, 171. — [2] Hartig, Verſuche über den Kraftbedarf der Maſchinen in der Flachs- und Wergſpinnerei 1869, S. 80. — [3] Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1897, S. 258; 1901, S. 646; 1902, S. 752; 1903, S. 302; Zeitſchr. f. Gewerbehygiene, Wien 1905, S. 11; 1906, S. 370; 1908, S. 182; 1909, S. 205. — [4] Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie, 1909, S. 33. — [5] D.R.P. Nr. 198064 und 149708.

E. Müller.

Werk nannte Clauſius die in Wärmeeinheiten (Bd. 5, S. 301) gemeſſene mechaniſche Arbeit (Bd. 1, S. 267), wonach Werk = mechaniſche Arbeit in Meterkilogramm, dividiert durch das mechaniſche Wärmeäquivalent $W = 424$ mkg.

Literatur: Clauſius, Abhandlungen über die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1864, S. 283.

Weyrauch.

Werkkanäle, Fabrikskanäle, Mühlgräben, Induſtriekanäle, zur Gewinnung von Waſſerkraft angelegte Waſſerzuleitungen.

Iſt eine Arbeitsleiſtung von N Pferdekräften verlangt, ſo hat man für eine Aufſchlagwaſſermenge von Q (in Kubikmetern pro Sekunde) bei einem Wirkungsgrade η des Waſſermotors ein Nutz- oder Werksgefälle

$$H = 75\,N : 1000\,\eta\,Q \qquad 1.$$

nötig (ſ. Fig. 1 a). Die Waſſermenge Q wechſelt mit dem Waſſerſtande des Fluſſes. Iſt das abſolute Gefälle des ungeſtauten Waſſerſpiegels AMB (ſ. das Längenprofil) vom beabſichtigten Anfangspunkte A des Kanals bis zu deſſen Einmündungspunkt B in den Fluß, nämlich der Wert e, ſchon kleiner als H, ſo iſt die Herſtellung eines gewiſſen Aufſtaues s bei A durch den Einbau eines Wehres in den Fluß erforderlich. Die Waſſerzufuhr zum Waſſermotor erfolgt durch den Oberkanal (Aufſchlaggraben) mit dem Waſſerſpiegel AD, die Ableitung von demſelben durch den Unterkanal $D'B$. Dieſen beiden Kanälen gibt man in der Regel ein der Durchführung der gewöhnlichen Waſſermenge (G.W., ſ. Waſſerſtände) entſprechendes Sohlengefälle α_0, mit welchem dann der Spiegel des Obergrabens für dieſen Fall parallel geht. Die abſoluten Gefälle der Waſſerſpiegel vom Ober- und Unterkanal ſeien o bezw. u und die zugehörigen Kanallängen l bezw. l'. Für den allgemeinſten Fall ſei noch die allfällige Waſſerſpiegelabſenkung p beim Eintritt des Waſſers aus dem Aufſtaubaſſin in den Kanal berückſichtigt und dann ebenſo ein Rückſtau z in den Unterkanal hinauf bis zum Waſſermotor, vom höheren Waſſerſtande Z des Fluſſes in B herrührend; im letzteren Falle ergibt ſich ein kleineres Nutzgefälle, welches aber noch dem verlangten Werte H gleich ſein muß. Aus der Figur folgt:



Fig. 1 a. Längenprofil.

Fig. 1 b. Grundriß.

$$e + s = p + o + H + z + u. \qquad 2.$$

Im Mittel kann

$$p = 0{,}07\,v^2 \qquad 3.$$

geſetzt werden, iſt aber gleich Null zu nehmen, wenn der Kanalanfang mit einer genügend erbreiterten trichterförmigen Einmündung aus dem Fluſſe geſtaltet wird.

Der Wert von o wechſelt mit der Waſſerführung im Obergraben. Iſt letztere gewöhnlich (bei G.W.) $= Q_g$, bei Niederwaſſer dagegen $= Q_n$, ſo wird in letzterem Falle der Wert von o geringer, ſofern am Wehr die Stauhöhe unverändert bleibt. Nachdem $s + e$ in letzterem Falle konſtant wird, berechnet ſich bei Niederwaſſer ein größeres H aus Formel 2., da auch der Wert von z (bei kleinerer Waſſermenge im Unterwaſſergraben) geringer iſt. Die unveränderte Stauhöhe am Wehr wird durch Spannen des Waſſers im Waſſerſchloß erzeugt. Man kann dann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

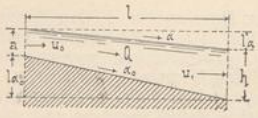


Fig. 2.

zunächft annähernd die Höhe h (Fig. 2) ermitteln, indem man unter Annahme eines rechteckigen Querprofils von der Breite b vorausfetzt, daß die Waffierfpiegellinie im Längenprofil eine Gerade fei. In der Mitte des Kanales ift dann

der Waffierquerfchnitt $F = b\,[a + 0{,}5 \cdot l\,(\alpha_0 - \alpha)]$,

der Profilradius $r = F : [b + 2\,a + l\,(\alpha_0 - \alpha)]$,

die Gefchwindigkeit $u = Q : F = k\sqrt{r\alpha}$,

woraus $\alpha = Q^2 : k^2\,F^2\,r$. Mit dem fo gefundenen Zahlenwert von α ergibt fich fodann $h = a + l\,(\alpha_0 - \alpha)$ und damit: $o = l\,\alpha = l\,\alpha_0 + a - h$. 4.

Ein genaueres Längenprofil ermittelt fich mit Gleichung 15a, Bd. 5, S. 152. Für $\alpha = \alpha_0$ muß $h = a$ fein, wobei die gleichmäßige Tiefe a und die gleichförmige Bewegung entfprechend der Waffermenge Q_g vorhanden wäre. Für beliebige, vom Rechteck abweichende Querprofile nimmt man am beften eine Reihe von Werten für h bezw. $\alpha < \alpha_0$ an, beftimmt die entfprechenden Waffermengen, ftellt die Beziehung zwifchen h und Q durch ein Diagramm dar und findet dann durch Abgreifen beliebige, zwifchen Q_g und Q_n liegenden Waffermengen korrefpondierende Werte von h. Das z folgt aus einer beliebigen, z. B. aus der Rühlmannfchen Stauformel (f. Stauanlagen, S. 257), wenn der Waffertand Z im Punkte B des Fluffes angenommen und die Sohle des Unterkanals beftimmt ift. Der Einfluß des Rückftaues in den Unterkanal wird möglichft verringert, wenn l kurz, dafür aber l' groß genommen werden kann, was aber, der hohen Anlagekoften wegen, nur fehr felten ausführbar ift. — Befondere Bauanlagen an einem Werkkanale find:

1. Die Einlaßfchleufe E nahe an der Abzweigung des Kanals vom Fluffe; diefe dient zum Abhalten des Flußhochwaffers vor dem Eindringen in den Kanal fowie zum allfälligen gänzlichen Abfperren oder Trockenlegen des letzteren. Die beiden genannten Zwecke können auch durch eine in der Uferlinie angebrachte Ablaßfchleufe, einen Leerfluter (f. d.), am Kanalanfange erreicht werden, welcher auch zugleich eine Spülung des letzteren ermöglicht. — Zur Abhaltung häufig wiederkehrender kleinerer Fluten dienen Streichwehre (f. Stauanlagen, S. 259).

2. Kurz vor dem Waffermotor braucht man einen Leerfluter, Leerkanal, Freifluter L. Diefer ift entweder, wie in der Fig. 1b, mit feiner Schütze in der Uferlinie angebracht, woran fich der zum Fluffe ableitende, mit einer gehörigen Vertiefung in der Kanalfohle beginnende Leerlauf anfchließt; oder es find allda quer über den Oberkanal zwei oder mehrere Schützen angebracht, von denen eine oder einige Schützenöffnungen das Waffer mit Umgehung des Motors, in der Kanalrichtung, vermittelft Abfturzes oder eines Leergerinnes direkt in den Unterkanal ziehen laffen können.

3. Hinfichtlich der für die Querprofile von Werkkanälen geeigneten Formen und die fonftigen Dispofitionen verweifen wir auf Bd. 7, S. 326 ff. und auf [1]. Häufig erfolgt die Waffierzuführung auch in Stollen und Rohrleitungen (f. d.). Der Zufluß wird durch Abfperrorgane geregelt und vollzieht fich dabei in veränderlicher Weife, worüber Theoretifches in [2] enthalten ift; in Stollen kann das Waffer auch unter Druck geleitet werden; vgl. a. die unter Waffermotoren genannten allgemeinen Werke über Turbinen.

Literatur: [1] Köhn, Th., Ausbau von Wafferkräften, S. 759 ff., Berlin 1908. — [2] Dubs, R., Allgemeine Theorie der veränderlichen Bewegung des Waffers in Leitungen, Berlin 1909. *Lueger.*

Werkftätten, die Arbeitsräume verfchiedener Handwerker einfchließlich ihrer Ausftattung, fpeziell die für den Großbetrieb eingerichteten Räume zur Anfertigung aller in der Technik vorkommenden Baugegenftände; dienen fie nebenbei dem Zwecke von Arbeiterfchulen, fo nennt man fie Lehrwerkftätten [1]. Zur Erhaltung von Mafchinen u. f. w. bezw. zu Wiederherftellungsarbeiten dienen die Reparaturwerkftätten, die befonders für Eifenbahnen und Schiffahrt notwendig werden; für letztere beftehen bei faft allen Marinen fogenannte Werkftättenfchiffe, die zur Reparatur der Mafchinen und der Artillerie eingerichtet find. Bei fehr großen Bauausführungen wird der Ort der Fabrikation manchmal an die Bauftelle felbft verlegt, wodurch die fogenannte fliegende Werkftätte entfteht (vgl. Bauhütte).

Alle Werkftättenräume follen hell, heizbar und gut gelüftet fein. Die Bedingungen für Bau und Einrichtung hinfichtlich Arbeiterfchutz find in allen Kulturftaaten durch die Gefetzgebung (f. Gewerbeordnung) geregelt; im übrigen richten fich diefelben nach der Fabrikation. — Werkftätten der Kleinhandwerker liegen gewöhnlich im Erdgefchoß von Wohngebäuden oder in Hintergebäuden; man rechnet pro Arbeiter 5—7 qm überbauten Flächenraums. Wo Arbeitstifche (Werktifche, Werkbänke) an Fenfterwänden aufgeftellt werden, ift die Tifchlänge (ca. 1,2—3,5 m) für den Raumbedarf maßgebend. — Im Großbetrieb ift faft durchweg Maffenfabrikation vorherrfchend; das Prinzip der Arbeitsteilung führt dabei zur Errichtung befonderer Werkftätten für Schmiede, Schloffer, Gießer, Dreher u. f. w.; außerdem zu Werkftätten für nach Baugegenftänden getrennte Betriebe (z. B. Arbeitsmafchinen, Armaturen, Brücken, Dampfmafchinen, elektrifche Mafchinen, Gebläfe, Gußwaren, Hammerwerke, Hebezeuge, Heizungsanlagen, Keffel, landwirtfchaftliche Mafchinen, Lokomotiven, Meßinftrumente, Pumpen, Räderwerke, Schneidwerke, Schiffsbauten, Transmiffionsmafchinen, Transportmafchinen u. f. w.). Der erforderliche Raum für die Werkftätten kann hier nur nach eingehendem Studium der Fabrikation angegeben werden; zu nehmende hygienifche Rückfichten f. [2]. — Lehrlingswerkftätten unterfcheiden fich nach baulicher Beziehung und innerer Einrichtung von den übrigen Werk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtätten nicht. — Reparaturwerkſtätten für Eiſenbahnen ſ. d. und Bahnhöfe, Lokomotivſchuppen. Werkſtättenſchiffe zu Schiffsreparaturen ſind mit allen Einrichtungen der Bau- und Maſchinenfabriken u. ſ. w. verſehen, ſogar ſolchen für Gießerei; auf den größeren Bauſtellen für Ingenieurbauten ſind, hauptſächlich, wenn dieſelben vereinſamt liegen, Werkſtätten nötig, in welchen die Arbeiten der gewöhnlichen Handwerker (Zimmerleute, Schmiede, Schloſſer u. ſ. w.) verrichtet werden können. — Landwirtſchaftliche Reparaturwerkſtätten erfordern eine Schirrkammer (Baukammer) und eine Schmiede [3]. — Hervorragende Werkſtätten des Großbetriebes ſind die Brückenbauanſtalten. Wir verweiſen auf [4], [5] und Montierung der eiſernen Brücken.

Literatur: [1] Scheven, Die Lehrwerkſtätte, Tübingen 1894. — [2] Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. 8, Gewerbehygiene, Jena 1897. — [3] v. Tiedemann, Das landwirtſchaftliche Bauweſen, Halle a. S. 1898. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 3. Aufl., Bd. 6, Kap. 16, Ausführung und Unterhaltung der eiſernen Brücken, Leipzig 1903. — [5] Normalbedingungen für die Lieferung von Eiſenkonſtruktionen für Brücken- und Hochbau, aufgeſtellt vom Verbande deutſcher Architekten- und Ingenieurvereine unter Mitwirkung des Vereins deutſcher Ingenieure und des Vereins deutſcher Eiſenhüttenleute, 1886.

Werkſtein (Werkſtück), jeder nach beſtimmten Maßen und vorgeſchriebener Form bearbeitete natürliche Bauſtein, der, falls er eine parallelepipediſche Form beſitzt, auch den Namen Quader (ſ. d.) erhält. *L. v. Willmann.*

Werkſteinbearbeitung. Der aus dem Steinbruch bezogene rohe Quader muß in ſeinen Abmeſſungen ein das herzuſtellende Werkſtück umhüllendes Parallelepiped um einige Zentimeter, den ſogenannten Arbeitszoll, nach jeder Richtung hin übertreffen. Dieſer ſo aus dem Bruch kommende roh zugerichtete Stein wird vom Steinmetz in einer ſolchen Höhe aufgebankt (ſ. Aufbanken), daß er zunächſt die ſpäter als Lager dienende Oberfläche des Steins bequem bearbeiten kann. An dieſer wird zunächſt mit dem Schlageiſen an der einen Kante ein „Schlag", d. h. ein ebener, ſchmaler Streifen angearbeitet, auf welchen das Richtſcheit ſeiner Breite nach gelegt werden kann, über welches auf der entgegengeſetzten Seite ein zweites Richtſcheit parallel einviſiert (Fig. 1) und auf dieſe Weiſe die Linie für den zweiten, dem erſten parallelen, Schlag vorgezeichnet wird. — Nach Ausführung dieſes zweiten Schlages iſt die Ebene der Lagerfläche beſtimmt, ſo daß nach Herſtellung der beiden verbindenden Seitenſchläge der rauh ſtehengebliebene mittlere Teil, der ſogenannte Poſten, abgearbeitet werden kann, wobei man das Richtſcheit öfter in verſchiedenen Richtungen auf die in Arbeit befindliche Fläche legt, um zu prüfen, ob dieſe auch „eben" wird. Von dieſer ſo abgearbeiteten Lagerfläche aus werden die Schläge für die Seitenflächen bei rechtwinkligen Steinen mit Hilfe des eiſernen Winkels abgewinkelt, worauf in gleicher Weiſe die Seitenflächen bearbeitet und ſchließlich von ihnen aus die obere Lagerfläche des Steins durch Aufzeichnen der Schlaglinien abgeleitet werden kann. Hat der zu bearbeitende Stein eine kompliziertere Geſtalt, ſo wendet man zum Uebertragen ſtumpfer oder ſpitzer Winkel die Schmiege (ſ. d.) an oder überträgt die Seitenflächen durch die mittels der Abbrettung erhaltenen Schablonen oder beſtimmt durch Stichmaß die Ecken und Kanten des auszuhauenden Steins. Zur Bearbeitung gekrümmter Flächen werden bei abwickelbaren Flächen (Zylinder-, Kegel- und windſchiefe Flächen) die

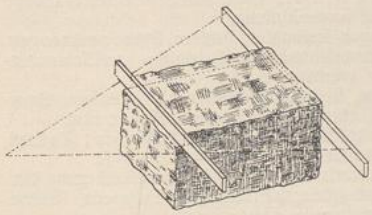


Fig. 1.

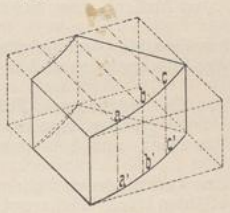


Fig. 2.

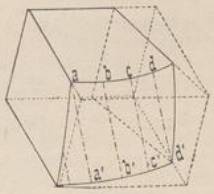


Fig. 3.

Endpunkte $a\,a'$, $b\,b'$ u. ſ. w. (Fig. 2 und 3) der Erzeugenden auf den Lagerflächen aufgetragen, dann wird mit dem Nuteiſen (ſ. d.) in jeder dieſer Richtungen eine Nut eingearbeitet und die gerade Verbindung der Endpunkte durch häufiges Einlegen eines Richtſcheites nachgeprüft, ſchließlich werden die zwiſchen den Nuten ſtehengebliebenen Poſten abgearbeitet. Je dichter die Lagen der Erzeugenden gewählt werden, um ſo genauer kann die Herſtellung der gekrümmten Fläche erfolgen. Sphäriſche Flächen dagegen müſſen auf der Drehbank abgedreht werden. Das Abarbeiten des zwiſchen den Schlägen rauh ſtehengebliebenen Teils der Seitenflächen (Poſten) geſchieht durch mehrmaliges Ueberarbeiten je nach der Härte des Steins in verſchiedener Weiſe. Bei weicheren Steinarten wird die rauhe Fläche zuerſt mit dem Spitzeiſen oder der Zweiſpitze bearbeitet (geſpitzte oder boſſierte Fläche), worauf das Kröneleiſen zur Anwendung kommt (gekrönelte Fläche). Dann kann das Scharriereiſen benutzt werden, wobei die Fläche fein geſtreift erſcheint (ſcharrierte Fläche), während der Schlag am Rande immer noch ein etwas tiefer liegender glatter Streifen bleibt. Soll dieſer verſchwinden, ſo daß die Fläche eine vollkommen glatte wird (Lagerflächen, Seitenflächen von Fenſter- und Türgewänden, Treppentritten u. ſ. w.), ſo werden die Flächen geſchliffen, was bei Sandſtein dadurch geſchieht, daß die ſcharrierte Fläche erſt mit einem gröberen, dann mit einem feineren Sandſteinſtück unter Begießen mit Waſſer abgerieben wird. Bei harten Steinen (Granit, Syenit u. ſ. w.) wird ſtatt des Spitzeiſens die Fläche und ſtatt des Kröneleiſens der Stock- oder Kraushammer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

benutzt (geſtockte Fläche). Ein Polieren der Flächen durch Grünſtein und Blutſtein wird nur in beſonderen Fällen bei harten und politurfähigen Geſteinen (Marmor, Granit u. ſ. w.) angewendet. Soll der Materialverluſt, welcher durch das Anliefern der Steine mit dem „Arbeitszoll“ entſteht, vermieden werden, ſo verwendet man bei weicheren Geſteinsarten zur Herſtellung der Quadern die Steinſäge, durch welche man Flächen erhält, die bloß ſcharriert und allenfalls geſchliffen zu werden brauchen. — In neuerer Zeit werden die Steine auch vielfach mit Maſchinen bearbeitet (ſ. Steinbearbeitungsmaſchinen).

Literatur: Handbuch der Arch., Darmſtadt 1880, I. Teil, Bd. 1, 1. Hälfte, S. 91; Gottgetreu, Lehrb. der Hochbaukunſt, Berlin 1880, I. Teil, S. 56; Derſ., Baumaterialien, 3. Aufl., Berlin 1879, I. Teil, S. 195; Wanderley, Die Konſtrukt. in Stein, Leipzig 1878, S. 127; Menzel und Schwatlo, Der Steinbau, Leipzig 1879, S. 18; Exner, W. F., Die techniſchen Hilfsmittel des Steinbildhauers, Wien 1877.

L. v. Willmann.

Werkzeughalter, -ſtahlhalter, allgemein der das Werkzeug aufnehmende Teil eines Handwerkszeugs oder einer Werkzeugmaſchine.

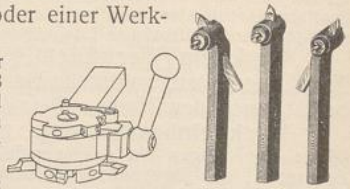


Fig. 4.

Fig. 1—3.

Als Stahlhalter bezeichnet man ferner als Erſatz für geſchmiedete Stähle dienende Halter, z. B. nach Fig. 1—3 für Drehbänke, Hobel- und Stoßmaſchinen, um an Stahl zu ſparen und das Schmieden zu umgehen. — Ein Revolverſtahlhalter (D.R.P. Nr. 179159) iſt in Fig. 4 dargeſtellt.

A. Widmaier.

Werkzeugmaſchinen, im weiteſten Sinne die Bezeichnung für alle mechaniſchen Vorrichtungen, mittels deren die Bearbeitung von Arbeitsſtücken vorgenommen wird.

Werkzeugſtähle, -ſtahlſorten, Materialien zur Anfertigung von Schneidwerkzeugen.

Man benutzt Stahlſorten, die man in 1. gewöhnliche Werkzeugſtähle, 2. ſelbſthärtende oder naturharte Stähle, 3. Schnellſchnittſtähle einteilen kann.

Der gewöhnliche Werkzeugſtahl enthält in der Hauptſache zwiſchen 0,65 bis 1,5% Kohlenſtoff. Seine Herſtellung erfolgt im Tiegelofen oder neuerdings auch im elektriſchen Ofen (ſ. Oefen für techniſche Zwecke). Die Höhe des Kohlenſtoffgehalts muß ſich nach dem Verwendungszweck richten; Thallner [2] gibt folgende Zahlen an:

Härtegrad	Mittlerer Kohlenſtoffgehalt	Verwendungszweck
ſehr hart	1,5 %	zu Dreh- und Hobelmeſſern, Bohrern, Drehſtichеln u. ſ. w. auf ſehr harte Materialien,
hart	1,25 „	zu gewöhnlichen Dreh- und Hobelmeſſern, Geſteinsbohrern, Mühl- und Meſſerpicken, Schabern u. ſ. w., dann für Schneidewerkzeuge auf harte Metalle,
mittelhart	1,0 „	zu Gewinde- und Spiralbohrern, Reibahlen, Fräſern, Prägewerkzeugen, zu Stanzzwecken und für die verſchiedenſten Schloſſer- und Schmiedewerkzeuge,
zähhart	0,85 „	zu Gewindebohrern, Fräſern, Reibahlen, Matrizen, Geſenken, Spurpfannen, Spurzapfen, Hand- und Schrotmeißel u. ſ. w.
zäh	0,75 „	zu Hand- und Schrotmeißeln, Scherenmeſſern, Schnitten, Federn, Hämmern u. ſ. w.,
weich	0,65 „	zu verſchiedenen Schmiedewerkzeugen, als Schweißſtahl zum Verſtählen feiner Werkzeuge und größerer Flächen, zu Döppern, Nietenziehern u. ſ. w.

Ueber das Härten ſ. Bd. 4, S. 743.

Die ſelbſthärtenden oder naturharten Werkzeugſtähle wurden zuerſt von Mufhet hergeſtellt; ſie weiſen einen ziemlichen Gehalt an Wolfram neben einem etwas höheren Mangangehalt als üblich und einen hohen Kohlenſtoffgehalt auf; Taylor [4] gibt folgende Zuſammenſetzung eines ſolchen Stahls an: 5,4 Wolfram, 0,4 Chrom, 2,15 Kohlenſtoff, 1,0 Silicium, und ſeine Schnittgeſchwindigkeit bei mittelhartem Stahl zu 7,92 m in der Minute an. Dieſe Stähle nehmen bei langſamer Abkühlung in der Luft eine größere Härte an als bei raſcher Abkühlung und als die im Waſſer abgekühlten Kohlenſtoffſtähle. Statt Mangan wird auch Chrom angewendet. — Als durchſchnittliche Zuſammenſetzung gibt Taylor [4] 4–11% Wolfram, $1\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$% Mangan, $1\frac{1}{4}$—$2\frac{1}{4}$% Kohlenſtoff, bisweilen Erſatz für Mangan, oder als Zuſatz 0,3—3% Chrom.

Die Schnellſchnittſtähle wurden zuerſt von Taylor-White in die Praxis eingeführt. Die erſten Schnellſchnittſtähle waren Chromwolframſtähle, denen durch eine beſondere Behandlung die Eigenſchaft verliehen wurde, auch bei ſtarker Erhitzung (ſelbſt bis zur Rotglut) ihre Schneidefähigkeit zu bewahren. Taylor bezeichnet dieſe Eigenſchaft als Rotwarmhärte. Ihre Härte ſelbſt iſt aber kaum größer als die der gewöhnlichen Werkzeug- oder der naturharten Stähle. Das Weſentliche der Behandlung der Schnelldrehſtähle, um ihnen die Rotwarmhärte zu verleihen, beſteht darin, daß die Stähle bis nahe an den Schmelzpunkt erhitzt werden. Nach Taylor haben die Schnellſchnittſtähle einen Gehalt von $\frac{1}{2}$% oder mehr Chrom in Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bindung mit 1% oder mehr Wolfram oder deſſen Aequivalent Molybdän. Ein Zuſatz von Vanadium zeigte einen günſtigen Einfluß. Die beſte chemiſche Zuſammenſetzung, die Taylor fand, war 18,91% Wolfram, 5,47% Chrom, 0,67% Kohlenſtoff, 0,11% Mangan, 0,29% Vanadium, 0,043% Silicium; bei dieſem Stahl konnte eine Schnittgeſchwindigkeit bis zu 30,2 m in der Minute erzielt werden. S. a. die Angaben über Schnellſchnittſtähle im Art. Härten, Bd. 4, S. 745. Die Herſtellung der Schnellſchnittſtähle erfolgt im Tiegel- oder im elektriſchen Ofen.

Literatur: [1] Reiſer, Fr., Das Härten des Stahls in Theorie und Praxis, 4. Aufl., Leipzig 1906. — [2] Thallner, Werkzeugſtahl, 2. Aufl., Freiberg 1904. — [3] Guillet, A., Etude industrielle des alliages métalliques, Paris. — [4] Taylor-Wallichs, Dreharbeit und Werkzeugſtähle, Berlin 1908. — [5] Gieſen, W., Die Spezialſtähle in Theorie und Praxis, Freiberg 1909. *A. Widmaier.*

Werſt, ruſſiſches Wegmaß = 500 Saſchen zu 7 ruſſiſchen Fuß oder = 1,067 km.

Wertigkeit, chemiſche, ſ. Valenz.

Wertziffern, ſ. Qualitätszahlen, Zugverſuch.

Wertziffern der Straßenbaumaterialien, ſ. S. 359.

Weſton-Element, ſ. Normalelement.

Weſton-Inſtrument, ſ. Meßinſtrumente.

Weſtrumit, ſ. Straßenunterhaltung, S. 360.

Wettbewerb, unlauterer, ein gegen Treu und Glauben im Geſchäftsverkehr verſtoßender Mißbrauch der nach der heutigen Wirtſchaftsordnung grundſätzlich geltenden Konkurrenzfreiheit.

In Deutſchland gilt ſeit 1. Oktober 1909 das Reichsgeſetz gegen den unlauteren Wettbewerb vom 7. Juni 1909. Es beſtimmt in einer ſogenannten Generalklauſel, daß auf Unterlaſſung und Schadenerſatz in Anſpruch genommen werden kann, wer im geſchäftlichen Verkehr zu Zwecken des Wettbewerbs Handlungen vornimmt, die gegen die guten Sitten verſtoßen. Das Geſetz behandelt dann die hauptſächlich vorkommenden Fälle unlauteren Verhaltens im Wettbewerb, wie ſchwindelhafte Reklame, Ausſchreitungen im Ausverkaufsweſen und bei Konkurswarenverkäufen, Quantitäts- und Qualitätsverſchleierungen, Beſtechung von Angeſtellten (Schmiergelderunweſen), Anſchwärzung (üble Nachrede), Mißbrauch mit geſchäftlichen Kennzeichnungen, Verrat von Geſchäfts- und Betriebsgeheimniſſen, unberechtigter Gebrauch von Vorlagen, Modellen u. ſ. w. Bezüglich des Näheren muß auf die Literatur zum neuen Wettbewerbsgeſetz verwieſen werden. Unlauterkeiten, die unter keine der Einzelbeſtimmungen fallen, werden mit der Generalklauſel getroffen, wenn ſie nach dem Urteil der billig Denkenden vom Standpunkt berechtigter Verkehrsſitte anſtößig ſind; hierher können unter anderm gehören das Preisſchleudern, Mißbräuche im Rabatt- und Zugabeweſen, Ausſtellen von Lockartikeln, Weglocken von Kunden, Verleitung zu Vertragsbruch. Gegen die unlauteren Wettbewerbshandlungen ſteht den Beteiligten Anſpruch auf Unterlaſſung bezw. Beſeitigung zu; klageberechtigt ſind in Fällen, in denen es ſich nicht ihrer Natur nach um Verletzung von Individualrechten handelt, außer jedem Branchengenoſſen die Verbände zur Förderung gewerblicher Intereſſen. Schadenerſatzanſpruch haben die geſchädigten Konkurrenten gegen den unlauter Vorgehenden, wenn dieſer gegen die Vorſchriften vorſätzlich oder fahrläſſig ſich vergangen hat. Für beſonders verwerfbares Handeln iſt Gefängnisſtrafe bis zu 1 Jahr und Geldſtrafe bis zu 5000 ℳ angedroht; auch auf Buße zugunſten des Verletzten kann erkannt werden. Die Strafverfolgung tritt in der Regel nur auf Antrag ein, ſie geſchieht im Wege der Privatklage, wenn nicht die Staatsanwaltſchaft beim Vorliegen eines öffentlichen Intereſſes die öffentliche Klage erhebt. Das Wettbewerbsgeſetz erſchöpft übrigens nicht alle Fälle des unlauteren Wettbewerbs; einzelne ſeiner Erſcheinungsformen haben auch Beſtimmungen in andern Geſetzen zum Gegenſtand, ſo insbeſondere das Patentgeſetz, Warenzeichengeſetz, Muſterſchutzgeſetz, Nahrungsmittelgeſetz, Weingeſetz u. a. Auch § 826 des Bürgerlichen Geſetzbuchs iſt auf dem Wettbewerbsgebiet noch anwendbar.

In andern Ländern, ſo insbeſondere in Frankreich, iſt eine ſolch kaſuiſtiſche Regelung nicht erforderlich geweſen, dort hat die Rechtſprechung, dem Verkehrsbedürfnis in glücklicher Weiſe ſich anpaſſend, den Art. 1382 des Code civil — der ganz allgemein beſagt, daß jede Handlung eines Menſchen, die einem andern Schaden verurſacht, denjenigen zum Schadenerſatz verpflichtet, durch deſſen Schuld der Schaden entſtanden iſt —, zu einem äußerſt brauchbaren und befriedigenden Werkzeug gegen illoyale Konkurrenz (concurrence déloyale) zum Schutze der Geſchäftslage (achalandage) der betroffenen Gewerbetreibenden ausgebildet.

Literatur: Die Kommentare zum Wettbewerbsgeſetz von Finger, 3. Aufl., Berlin 1910, Fuld, Hannover 1909, Roſenthal und Wehner, Mannheim und Leipzig 1909, und die dort erwähnte Literatur, die Erläuterungen von Baer, Berlin 1910, und die kurzgefaßte, gemeinverſtändliche Darſtellung von H. Mayer, Stuttgart 1909. *Klaiber.*

Wetter nennt der Bergmann die in den Grubenräumen vorhandenen Luftmaſſen. Ihre urſprüngliche Beſchaffenheit, welche derjenigen der atmoſphäriſchen Luft entſpricht, ändert ſich jedoch beſtändig, ſo daß in Ermangelung chemiſcher Mittel, um die gebildeten ſtörenden Gaſe unſchädlich zu machen, die fortwährende Zuführung friſcher Luft und die Entfernung der verbrauchten nötig wird (vgl. Wetterwirtſchaft). Literatur ſ. unter Bergbaukunde.

Wetterblende, ſ. Wetterwirtſchaft.

Wetterdach (Schutzdach), ein zum Schutz gegen Regen und Wind häufig aus Brettern erſtelltes Dach über einem Eingang oder einem Werkplatz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wetterlosung, -messung, -schacht u. s. w., s. Wetterwirtschaft.

Wettermaschine, s. Gebläse.

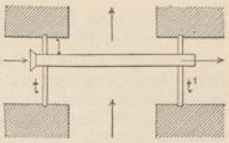
Wetterschießen, s. Hagel.

Wetterwirtschaft (Ventilation, Lüftung der Gruben) umfaßt alle Vorkehrungen, welche sich zur Beschaffung der nötigen Luftmenge (Wetterversorgung oder Wetterlosung) und für deren zweckentsprechende Verteilung in den Grubenräumen (Wetterführung) nötig machen, damit jedem Arbeitspunkte frische Wetter zugeführt werden und dadurch der notwendige Wetterwechsel eintritt (s. a. Wetter).

In jeder Grube, welche durch zwei Tageausgänge mit der Oberfläche verbunden ist, tritt ein natürlicher Wetterwechsel ein, veranlaßt durch die Temperaturunterschiede der Luft in der Grube und über Tage. Im Frühjahr und Herbst kann bei kalten Nächten und warmen Tagen die Aenderung der Richtung des natürlichen Wetterzuges, das Umsetzen der Wetter, an jedem Tage zweimal beobachtet werden; es hört der Wetterzug ganz auf (Wetterstockung) und erst allmählich stellt sich (und zwar in der andern Richtung) die mittlere Wettergeschwindigkeit wieder ein. In Schlagwettergruben können sich während der Wetterstockung verhängnisvolle Anfammlungen böser Wetter bilden. — Zur Verstärkung des natürlichen Wetterwechsels stehen nur Mittel von geringer Wirkung zur Verfügung. Zuweilen wird die Höhe der Luftsäule in einem der beiden vorhandenen Schächte durch Aufsetzen einer Wetterlutte vergrößert, die wohl mit einem saugenden oder blasenden Wetterhute (vgl. Bd. 6, S. 235, Fig. 11 und 12), den der Wind selbsttätig einstellt, versehen wird. Die Wetterlutte muß in gleicher Weise wie der Saug- oder Blasekanal eines über Tage aufgestellten Ventilators (s. unten) durch einen Schachtverschluß mit dem Schachtraume luftdicht verbunden werden. — Damit Wetterstockungen vermieden werden, die Wetterbewegung vielmehr eine bestimmte Richtung beibehält, auch um die Menge der Wetter, die eine Grube durchzieht, zu vermehren, ist es nötig, Ventilatoren (s. Bd. 6, S. 236) oder Wetteröfen anzuwenden (künstliche Wetterversorgung). Für Gruben mit schädlicher Gasentwicklung, namentlich Schlagwettergruben, sind die Wettermengen entweder in bezug auf den Kopf der Belegschaft oder die geförderte Menge Kohlen oder aber den Prozentgehalt der ausziehenden Wetter an schädlichen Gasen bergpolizeilich vorgeschrieben; es finden daher an besonderen Wetterstationen in der Grube regelmäßige Wettermessungen, Messungen der Geschwindigkeit des Wetterzuges mittels Anemometern (s. Bd. 1, S. 189) statt. Während die Ventilatoren eine Luftbewegung durch Depression oder Kompression (saugende, blasende Wirkung) erzeugen, wird durch einen Wetterofen die Luft im Wetterschachte (Schacht, in dem die Wetter ausziehen) erwärmt und somit das Gewicht der ausziehenden Wetter erniedrigt. Ueber die Wahl der Ventilatorsysteme und die Aufstellung über oder unter Tage, desgleichen über die Entscheidung wegen saugender oder blasender Wirkung vgl. [1]. — Ein Wetterofen besteht aus einer Rostfeuerung, welche in einen besonderen Raum unter Tage eingebaut ist; die heißen Abgase werden dem Wetterschachte zugeführt. Kleinere Wirkungen gleicher Art erreicht man durch Einhängen eines Feuerkorbes (Eisenblechkorb mit einer Koksfeuerung) in den Wetterschacht. Das letztere Verfahren heißt auch keffeln. Die Anwendung von Feuerungsanlagen zur künstlichen Wetterversorgung ist wegen der damit verbundenen Gefahr eines Grubenbrandes und wegen der Beschränkung in der Benutzung des ausziehenden Schachtes in stetem Abnehmen begriffen. — Je ausgedehnter und je gefährlicher eine Grube durch Entwicklung schädlicher Gase ist, desto größere Aufmerksamkeit ist der Wetterführung zuzuwenden. Besonders zweckmäßig ist die Teilung der ganzen Wettermenge in eine Anzahl von Wetterströmen, entsprechend den Bauabteilungen; dabei soll jeder Wetterstrom am tiefsten Punkte in die Bauabteilung eintreten, in derselben steigend geführt werden und durch eine Wetterstrecke zum Wetterschachte gelangen. Der Weg ist dem Wetterstrome durch Absperrung aller Baue, in die er nicht eintreten soll, vorzuschreiben; völliger Abschluß wird durch gemauerte Wetterdämme oder aus Hölzern und Brettern bestehende Wetterverschläge erreicht. Wettertüren (auch Wetterblenden, Blenden genannt) sperren eine Strecke für die Wetter, gestatten jedoch Fahrung und Förderung; zum sicheren Wetterabschluß wendet man zwei Wettertüren in einigem Abstande an, damit immer eine geschlossen bleibt. Die Verzweigung eines Wetterstromes in zwei Teilströme wird erreicht durch eine Wettertür mit Durchströmungsöffnung oder einen Wettervorhang, welcher nur den oberen Teil des Streckenquerschnittes abschließt. An denjenigen Betriebspunkten, welche seitlich vom Wetterstrome liegen, findet nur ein geringfügiger Wetterwechsel durch Diffusion (s. Bd. 2, S. 768) statt. Das Hervorbringen einer Wetterbewegung durch Schlagen mit Reisig (Buschen) oder mit dem Leder (Wedeln) ist nur ein Notbehelf. Entlegene Betriebspunkte, z. B. Auffchlußarbeiten, werden daher entweder als Parallelstrecken aufgefahren oder mit Wetterscheider versehen. Letzteres ist eine Scheidewand aus Segeltuch oder einem Bretterverschlage in der Längsrichtung der Strecke, so daß die Wetter auf der einen Seite dem Arbeitsorte zuströmen und auf der andern Seite wieder abströmen. — Ist eine weitgehende Verzweigung des Wetterweges, z. B. in einem Abbaufelde, erforderlich, so wird die Sonderwetterführung (Separatventilation) zu Hilfe genommen, indem kleinere Wettermengen in Röhren (Lutten, Luttenventilation) den Betriebspunkten zugeführt werden. Um dem Wetterstrome nicht zu bedeutende Hindernisse in den Weg zu legen, wird bei ausgedehnter Luttenventilation entweder ausblasende Preßluft oder auch ein kleiner, z. B. elektrisch angetriebener Ventilator zur Erzeugung der Luftbewegung in den Lutten zu Hilfe genommen. — Kreuzungen von Wetterströmen (Wetterkreuzungen) sind tunlichst zu vermeiden; wo sie nicht zu umgehen sind, werden Wetterbrücken (die Strecken weichen im Liegenden oder Hangenden der Lager-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtätte gegenſeitig aus) oder weite Lutten in Verbindung mit zwei Wettertüren angewendet (vgl. die Figur).



t, t' Wettertüre. *l* Lutte.

Literatur: Vgl. die Bd. 1, S. 696, unter Bergbaukunde genannten allgemeinen Lehrbücher. — [1] Ihering, A. v., Die Gebläſe, 2. Aufl., Berlin 1903. *Treptow.*

Wetzſchiefer, ſ. Tonſchiefer.

Wetzſtein, ſ. v. w. Schleifſtein, ſ. Schleifen.

Wheatſtonſche Brücke, ſ. Meßmethoden, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 383.

Wich (Bauwich), der Gebäudeabſtand von der ſeitlichen Nachbargrenze.

Widder, hydrauliſcher (Stoßheber, Montgolfierſche Waſſerhebemaſchine), eine vielverbreitete Stoßpumpe, welche bei einem kleinen Gefälle (1,5—8 m) einen Teil des ihr zufließenden oder ſonſt vorhandenen Waſſers auf eine größere Höhe (fünf- bis zehnmal Gefällshöhe) ſelbſttätig fördert.

Die Wirkung beruht auf der Ausnutzung der Stoßkraft des bewegten Waſſers in der Zuflußleitung durch plötzliche Abſperrung der letzteren; nach der Abſperrung wird die Leitung wieder geöffnet, die Bewegung des Waſſers von neuem hervorgerufen, dann wieder abgeſperrt u. ſ. f. Das Abſperren und Oeffnen geſchieht ſelbſttätig durch ein ſogenanntes Stoßventil, welches — vertikal eingebaut — durch ſein eignes Gewicht herunterfällt, ſobald infolge des Rückſtoßes der Waſſerdruck gegen das Ventil für einen Augenblick aufgehoben wird; alsdann ſtrömt das Waſſer aus, bis der Strom ſtark genug iſt, um das Ventil wieder zu ſchließen und dadurch einen neuen Rückſtoß zu erzeugen. Fig. 1 zeigt die Wirkungsweiſe des Widders ſchematiſch. *T* iſt das vorhandene Waſſerreſervoir (Teich, Bach, Fluß, Quelle u. ſ. w.), *R* das Zuflußrohr zum Widder, *H* das Steigrohr vom Widder zu dem höhergelegenen Waſſerbehälter, *P* das Stoßventil, *S* das Steigventil und *W* der Windkeſſel des Widders. Sobald der Widder mit dem Waſſerreſervoir *T* verbunden iſt, füllt ſich die Leitung *R* und das Steigrohr *H* bis zu gleicher Höhe mit dem Waſſerſpiegel in *T*,

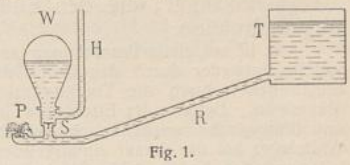
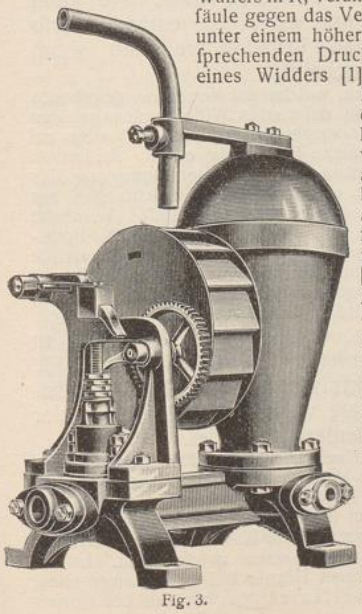


Fig. 1.

während das Stoßventil *P* durch den Waſſerdruck nach oben gegen ſeinen Sitz gedrückt wird, wodurch die Leitung abgeſchloſſen und alles in Ruhe iſt. Oeffnet man jetzt die Leitung durch Hinabdrücken des Stoßventils, ſo kommt die Waſſerſäule in *R* in Bewegung und ſchließt das Ventil *P* wieder ab; es wird ein Rückſtoß erzeugt, infolgedeſſen es möglich iſt, daß etwas Waſſer durch das Steigventil *S* in den Windkeſſel und in das Steigrohr *H* bis zu einer größeren Höhe dringt, als es der Waſſerſtand im Behälter *T* ſonſt zulaſſen würde. Wiederholt man das Niederdrücken des Ventils *P* mehrere Male, ſo ſteigt das Waſſer im Steigrohr *H* immer höher, und wenn in dem letzteren ein gewiſſer Ueberdruck erreicht iſt, geſchieht das Oeffnen des Stoßventils ſelbſttätig, und zwar infolge einer Rückwärtsbewegung des Waſſers in *R*, veranlaßt durch den Anprall der Waſſerſäule gegen das Ventil *P* im Moment des Abſchluſſes unter einem höheren, dem Waſſerſtand in *H* entſprechenden Druck. Fig. 2 ſtellt die Konſtruktion eines Widders [1] dar, wie er in der Regel in Deutſchland gebaut wird; ſie iſt durch Inſchriften genügend erläutert. Widder, bei welchen Kraftwaſſer und Förderwaſſer voneinander verſchieden ſind (die mittels beſonderer Steigleitung Waſſer aus Brunnen u. ſ. w. entnehmen) finden ſich in [2], S. 650, und in [6]. Andre Konſtruktionen in [3]—[5], [7]. Widderanlagen für ganz große Verhältniſſe nach dem Syſtem Pearſall ſ. [8]; dieſe dienen auch der Luftkompreſſion. Eine neuere, bei kleinen und wechſelnden Waſſermengen ſehr zweckmäßige Widderkonſtruktion iſt die automatiſche Waſſerhebemaſchine Syſtem Löh mit ſelbſttätiger Inbetriebſetzung (Fig. 3). Bei der Quelle iſt ein kleiner Waſſerbehälter anzulegen, und wenn dieſer leer geworden iſt, ſtellt ſich der Widder ſelbſttätig, eventuell mit Zuhilfenahme eines Schwimmers, ab, wobei das Triebrohr gefüllt bleibt. Die Wieder-


Fig. 3.

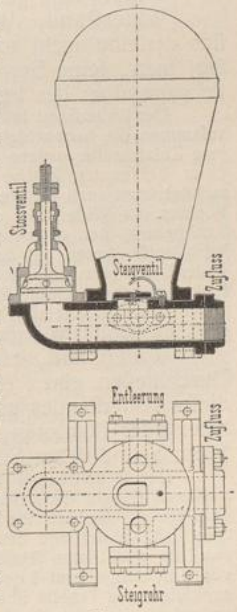


Fig. 2.

inbetriebſetzung tritt ebenfalls ſelbſttätig ein durch einen Ueberlauf, ſobald das Quellenreſervoir wieder gefüllt iſt; durch das Ueberlaufrohr fließt das Waſſer dem mit der Waſſerhebemaſchine verbundenen kleinen Waſſerrädchen zu; dieſes ſetzt durch ein Zahnradgetriebe einen Gewichtshebel in Bewegung; das Gewicht fällt dann herunter auf die Spindel des Stoßventils, wodurch das Spiel des Widders ſofort erneuert iſt.

Die Fördermenge der hydrauliſchen Widder, wie ſie in der Regel von deutſchen Fabriken geliefert werden, beträgt durchſchnittlich den 10. Teil der Betriebswaſſermenge und der Nutzeffekt 50—70%. Der beſte Nutzeffekt wird erzielt bei einem Verhältnis des Betriebsgefälles zur Förderhöhe von einem Fünftel bis zu einem Siebentel; Berechnungen ſ. [9]. Zur Erhöhung der Leiſtung laſſen ſich mehrere Widder mit einem ſogenannten Sammelwindkeſſel kombinieren. Bei größeren Gefällen kann man dieſe teilen und mehrere Widder untereinander aufſtellen, die dann in ein gemeinſchaftliches Steigrohr arbeiten. — Die Preiſe der gewöhnlichen hydrauliſchen Widder für Betriebswaſſermengen von 3 bis 150 Minutenliter liegen nach der Preisliſte der Maſchinen- und Armaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co. in Höchſt a. M. zwiſchen 35 und 200 *M.*

Literatur: [1] Deutſche Waſſerwerksgeſellſchaft, Abhandlung über hydrauliſche Widder, Mainz (o. D.). — [2] Lueger, O., Waſſerverſorgung, Darmſtadt 1895, Bd. 1, S. 648 ff. — [3] Bélier hydraulique Douglas, Revue industrielle 1879, S. 325. — [4] Bélier hydraulique Bonard, ebend. 1889, S. 346. — [5] Bélier hydraulique Décoeur, Annales des ponts et chaussées, Dezember 1891, S. 646. — [6] Durozoi, Bélier pompe universelle, Génie civil 1891, S. 315. — [7] Schabaver, Bélier hydraulique à clapets multiples etc., Revue industrielle 1892, S. 314. — [8] Pearfalls hydraulic ram, Engineering 1886, Bd. 41, S. 345. — [9] Lorenz, H., Theorie des hydrauliſchen Widders, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1910, Bd. 54, S. 89.

Blecken.

Widderkopf, zweiſeitiger Haken, Bd. 4, S. 754, Fig. 4.

Widerlager, die den Endabſchluß bildenden Stützkörper einer Brückentragkonſtruktion.

Es iſt mit dieſer Bezeichnung auch der Begriff der Einwirkung ſchräger Kräfte verbunden, welche entweder durch den Druck des angrenzenden Erdreiches oder, wie bei Bogen- und Stützträgern, durch die Tragkonſtruktion hervorgerufen werden. Als Bauſtoff kommt nur Mauerwerk, Beton oder Eiſenbeton in Betracht; hölzerne Widerlager aus gerammten Pfählen und Bohlwänden werden auch bei zeitweiligen Bauten heute kaum mehr angewendet. Das Widerlager hat die darauf einwirkenden Kräfte, Auflagerdruck der Tragkonſtruktion und allenfalls auch den Erddruck der Hinterfüllung aufzunehmen und auf den feſten Baugrund zu übertragen. Bei gewölbten und Bogenbrücken erhält es die kleinſte Maſſe, wenn die Tragkonſtruktion möglichſt weit bis zum Baugrunde herab geführt wird. Es hat dann vornehmlich nur den Druck des Tragwerks auf eine entſprechend große Fläche des Baugrundes zu verteilen und wird als Druckwiderlager oder auch als verlorenes Widerlager bezeichnet, wenn es ganz in das Erdreich verſenkt iſt. Höhere Widerlager, ſogenannte Standwiderlager, haben auch dem Erddrucke zu widerſtehen und ſind ähnlich wie Stützmauern zu behandeln. *Melan.*

Widerlager (Widerlagsmauern), ſ. Gewölbe, Bd. 4, S. 499.

Widerſinnig (als bergmänniſcher Ausdruck), ſ. Rechtſinnig.

Widerſtand. Wirken auf einen Maſſenpunkt bekannte Kräfte und kann ſich derſelbe nicht ſo bewegen, wie es der Wirkung der Kräfte entſpräche, ſo ſagt man, ſeine Bewegung erfährt einen Widerſtand, insbeſondere dann, wenn ſie gegenüber der freien Bewegung vermindert erſcheint.

Der Widerſtand läßt ſich durch Zuſatzkräfte ausdrücken, welche mit den ſchon gegebenen zuſammen die beobachtete Bewegung erzeugen. Zu den ſo definierten Widerſtänden gehören jene Zuſatzkräfte, welche bewirken, daß der Punkt auf einer vorgegebenen Bahn läuft oder auf einer beſtimmten Fläche bleibt oder eine andre geometriſche Bedingung erfüllt. Außerdem rechnet man auch die Reibung dazu, welche entweder ſchon bei der freien Bewegung des Punktes als Widerſtand des Mediums auftritt, meiſt aber erſt durch die Vorrichtungen zur Realiſierung der geometriſchen Bedingungen geweckt wird (Reibungswiderſtand). Aehnliche Verhältniſſe treten bei der Bewegung von Maſſenſyſtemen auf. Auch hier ſpielen Mediumswiderſtände (wie Luft oder Flüſſigkeitsreibung) und Führungswiderſtände (gleitende und rollende Reibung) eine wichtige Rolle. Es werden auch Zuſatzkräfte, die ein vom idealen Falle abweichendes (z. B. elaſtiſches) Verhalten der führenden Organe nötig machen (Seilſteifigkeit), unter den Begriff Widerſtand eingereiht. Vgl. Reibung, Bd. 7, S. 394. *Finſterwalder.*

Widerſtand, elektriſcher, das Hindernis, welches jeder Körper dem Durchfließen eines elektriſchen Stromes entgegenſetzt. Bezüglich der Größe dieſes Widerſtandes unterſcheidet man (vgl. a. Elektrizität, Bd. 3, S. 401) Nichtleiter oder Iſolatoren, Halbleiter und Leiter; letztere werden gewöhnlich in der Form zylindriſcher Stäbe (Drähte) oder flacher Bänder verwendet.

Der Widerſtand W eines Drahtes iſt proportional ſeiner Länge l und umgekehrt proportional ſeinem Querſchnitt q; außerdem hängt er ab von dem Material, aus dem der Draht gefertigt iſt, ſo daß für ihn die Gleichung $W = c \cdot l : q$ Ohm gilt. Der Faktor c heißt der ſpezifiſche Widerſtand des Körpers. Seine Bedeutung ergibt ſich aus der Formel, wenn man $l = 1$ m, $q = 1$ qmm ſetzt; es wird dann $W = c$ Ohm, d. h. es iſt c der Widerſtand eines Drahtes von 1 m Länge und 1 qmm Querſchnitt, wobei c von der Temperatur abhängig iſt. In der nachfolgenden Tabelle iſt der ſpezifiſche Widerſtand verſchiedener Körper bei 15° C. angegeben, außerdem die Widerſtandszunahme (der Temperaturkoeffizient) α, welche der Körper

von 1 Ohm Widerſtand bei einer Temperaturerhöhung von 1° C. erfährt. Hat alſo ein Körper bei 15° C. einen Widerſtand von W Ohm und wird die Temperatur desſelben um t° C. erhöht, ſo iſt $W_t = W(1 + \alpha t)$.

Spezif. Widerſtand und Temperaturkoeffizient einiger Metalle und Legierungen.

Körper	Spezifiſcher Widerſtand bei 15° C.	Temperaturkoeffizient α	Körper	Spezifiſcher Widerſtand bei 15° C.	Temperaturkoeffizient α
Aluminium . .	0,03—0,05	0,0039	Nickelin . . .	0,41	0,0002
Blei	0,22	0,0041	Patentnickel von		
Eiſen	0,10—0,12	0,0045	Baſſe & Selve .	0,34	0,00017
Konſtantan . .	0,5	0,00003	Platin, geglüht .	0,12—0,16	0,0024—0,0035
Kruppin . . .	0,85	0,00077	Queckſilber . .	0,95	0,00091
Kupfer	0,018—0,019	0,0037	Rheotan . . .	0,47	0,00023
Manganin . . .	0,43	0,00001	Silber, geglüht .	0,016—0,018	0,0034—0,0040
Neuſilber . . .	0,15—0,36	0,0002 bis 0,0004	Zink	0,06	0,0042
			Zinn	0,10	0,0042

Wie aus der Tabelle erſichtlich, haben die meiſten reinen Metalle nahezu denſelben, ziemlich großen Temperaturkoeffizienten, wogegen die Nickel- und Manganlegierungen bei verhältnismäßig großem ſpezifiſchen Widerſtand einen ſehr geringen Wert für den Temperaturkoeffizienten α ergeben, der z. B. beim Manganin und Konſtantan ſo klein iſt, daß er für praktiſche Zwecke vernachläſſigt werden kann.

Den reziproken Wert eines Widerſtandes nennt man ſeine Leitungsfähigkeit, ebenſo heißt der reziproke Wert des ſpezifiſchen Widerſtandes die ſpezifiſche Leitungsfähigkeit. Die Einführung der Leitungsfähigkeit geſtattet, den Kombinationswiderſtand mehrerer paralleler Leiter einfach auszudrücken. Sind nämlich w_1, w_2, $w_3 \ldots w_n$ die Widerſtände der einzelnen Zweige einer Kombination, W der Kombinationswiderſtand, ſo iſt

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3} + \cdots \frac{1}{w_n},$$

d. h. die Leitungsfähigkeit einer Kombination paralleler Widerſtände iſt gleich der Summe der Leitungsfähigkeiten der einzelnen Zweige.

Praktiſch unterſcheidet man Regulierwiderſtände, welche zur Aenderung ſtarker Ströme dienen, und Widerſtände von genau beſtimmter und bekannter Größe, welche zum Meſſen (Vergleichen) unbekannter Widerſtände benutzt werden.

Die **Regulierwiderſtände** müſſen ſo gebaut ſein, daß auf die eintretende ſtarke Erwärmung Rückſicht genommen wird und für eine ſchnelle Abkühlung geſorgt iſt. — Einen ſolchen Regulierwiderſtand ſtellt Fig. 1 ſchematiſch dar. Eine Anzahl ſpiralförmig aufgerollter Drähte aus Kruppin, Nickelin oder Eiſen ſind auf einer Unterlage aus feuerſicherem Iſoliermaterial (Schiefer, Marmor u. dergl.) befeſtigt und entſprechend mit in einem Halbkreiſe angeordneten Kontaktknöpfen verbunden, auf welchen, durch eine kräftige Feder angepreßt, eine Kurbel ſchleift. Für die Stromzuführung ſind Klemmſchrauben angebracht, von denen die eine mit dem erſten Kontakt, die andre mit der Kurbel verbunden iſt. Je nach der Stellung der Kurbel iſt eine größere oder geringere Zahl von Spiralen in den Stromkreis eingeſchaltet, bei der in der Figur gezeichneten Stellung die drei Spiralen links. Für ſtarke Ströme kann man die Anordnung auch ſo treffen, daß die Spulen parallel ſtatt hintereinander einſchaltbar ſind; es wird dann der Widerſtand um ſo kleiner, je mehr Spiralen eingeſchaltet ſind. Das hat den Vorteil, daß die ausſtrahlende Fläche um ſo größer wird, je ſtärker der Strom iſt, während bei der vorſtehenden Anordnung das Umgekehrte der Fall war. Einen ſolchen Kurbelwiderſtand mit Parallelſchaltung zeigt Fig. 2. Die Enden der Drahtſpiralen ſind einerſeits mit einer Metallſchiene M, anderſeits mit einer Reihe voneinander iſolierten Doppelfedern verbunden. Zwiſchen dieſe Doppelfedern kann durch Drehung einer Kurbel eine beilförmig geſtaltete Metallſcheibe S geſchoben werden. Dieſe ſteht mit der einen Klemmſchraube, die Metallſchiene M mit der zweiten in Verbindung. Drückt man die drehbare Metallſcheibe zwiſchen das erſte Federpaar, ſo iſt nur die erſte Spirale eingeſchaltet, der Widerſtand iſt jetzt am größten; ſchiebt man aber die Metallſcheibe weiter, ſo werden die Spiralen parallel geſchaltet, der Widerſtand wird kleiner. Bei ſtarken Strömen nimmt man an Stelle der Drähte auch Drahtgewebe, Metallbänder u. ſ. w., alſo Widerſtände mit möglichſt großer Oberfläche. Dabei kann man zu ſtarke Erwärmungen noch durch Flüſſigkeitskühlung verhindern. — Eine ſtetige Regulierung ſtarker Ströme kann auch durch Flüſſigkeitswiderſtände bewirkt werden. Als ſolche werden empfohlen Zinkvitriollöſung zwiſchen Zinkelektroden, Kupfervitriollöſung zwiſchen Kupferelektroden, Eiſenvitriol- oder Sodalöſung zwiſchen Eiſenelektroden. Die Regulierung geſchieht durch Heben und Senken oder durch Aenderung der Entfernung der Elektroden.



Fig. 1.



Fig. 2.

Zu **Vergleichswiderſtänden** (Rheoſtaten), deren Größe genau bekannt ſein muß, wird das Material ſo gewählt, daß der Widerſtand ſich mit der Zeit nicht ändert und möglichſt wenig von der Temperatur abhängt. Es eignen ſich hierzu das Nickelin, das Rheotan, vor allem aber Manganin und Konſtantan (vgl. Meßmethoden, elektrotechniſche). Bei kleinen Wider-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtänden iſt die Drahtlänge nicht groß genug, um dieſe mit hinreichender Genauigkeit abgleichen zu können; deshalb wird bei den Widerſtänden von 0,1—2 Ohm der Widerſtand des Hauptdrahtes um 0,01 feines Wertes zu groß gemacht und ein Nebenſchluß von dem hundertfachen Betrage des Sollwertes angelegt. Eine Längenänderung des Nebenſchluſſes um 4—5 m ändert den Geſamtwiderſtand nur um ein Hunderttauſendſtel. So beſitzt z. B. bei dem Widerſtande „1 Ohm“ der Hauptdraht den Widerſtand 1,01 Ohm; der Draht iſt (bei Patentnickel) 1 mm ſtark und 2,41 m lang. Der Nebenſchlußwiderſtand beträgt 100 Ohm, der Draht iſt 0,14 mm ſtark und 4,7 mm lang. Bei den Widerſtänden von 5—50 Ohm würde man nach demſelben Verfahren einen ſehr feinen und langen Nebenſchlußdraht nötig haben; man legt daher entweder den Nebenſchluß nur an einen kleinen Teil des Hauptdrahtes oder verlängert das eine Ende des Hauptdrahtes durch ein Zuſatzſtück dickeren Drahtes. An dem dünnen Ende wird dann die vorläufige, an dem dicken die letzte Abgleichung vorgenommen. Bei den kleineren Normalwiderſtänden ſind an die Stelle des Drahtes gewellte Blechſtreifen aus Mangankupfer oder Patentnickel getreten. Die Abſtimmung auf den richtigen Wert wird hier durch nachträgliches Einbohren kleiner Löcher in die Blechſtreifen bewirkt. — Die Widerſtände für ſchwache Ströme beſtehen aus iſolierten Drähten, welche bifilar auf Rollen aufgeſpult ſind. Da die Drähte infolge elaſtiſcher Nachwirkungen ihren Widerſtand nachträglich ändern, müſſen die Spulen nach dem Bewickeln noch mehrere Wochen lagern und dann aufs neue juſtiert werden. Um die infolge hygroſkopiſcher Eigenſchaften der Seidenumſpinnung möglichen Fehler zu beſeitigen, wird jede Rolle längere Zeit einem heißen Luftbade unterworfen und hierauf in geſchmolzenes Paraffin getaucht. Die Widerſtände werden dann in Widerſtandskäſten vereinigt, indem man, wie bei Gewichtsſätzen, Bruchteile und Vielfache der Einheit ſo zuſammenſtellt, daß ſich durch Kombination mehrerer jeder beliebige Widerſtand bilden läßt. Auf dem Hartgummideckel der Käſten ſind eine Reihe von Metallklötzen mit etwa 1 mm Abſtand befeſtigt. Dieſelben ſind in den Zwiſchenräumen mit koniſchen Erweiterungen verſehen, in welche koniſch geſchliffene, mit Hartgummigriffen verſehene Meſſingſtöpſel eingeſetzt werden können (Fig. 3).

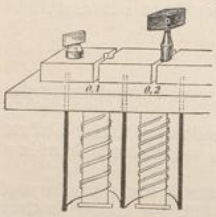


Fig. 3.

An den beiden Endklötzen befinden ſich Klemmſchrauben für die Stromzuführung. Jeder Meſſingklotz iſt mit dem Ende des einen und dem Anfange des nächſten Widerſtandes verbunden, ſo daß Anfang und Ende eines jeden Widerſtandes zu zwei benachbarten Klötzen führen. Sind dieſe durch einen Stöpſel verbunden, ſo iſt die betreffende Spule kurz geſchloſſen; iſt dagegen der Stöpſel gezogen, ſo kann der Strom von einem Meſſingklotz zum nächſten nur durch den Widerſtand der Spule hindurchgelangen. Bei dieſer Anordnung iſt alſo ſtets die Summe derjenigen Widerſtände eingeſchaltet, bei welchen der Stöpſel gezogen iſt. Die Widerſtandsdrähte werden an dicke Kupferſtäbe gelötet, welche zu den Klötzen führen. Die Stöpſel und Stöpſellöcher müſſen ſtets rein gehalten werden, da ſie ſonſt leicht zu Fehlern Veranlaſſung geben können. Die Stöpſelfehler können ſehr vermindert werden durch die in [3] und Bd. 6, S. 382, dargeſtellte Anordnung der ſogenannten Dekadenrheoſtate. Dieſe enthalten zehn gleiche Rollen (von z. B. je 100 Ohm), von denen eine beliebige Anzahl durch Einſtecken nur eines einzigen Stöpſels eingeſchaltet werden kann. Sehr große Widerſtände, z. B. von Millionen Ohm, aus Metalldrähten herzuſtellen, iſt ſehr koſtſpielig. Man kann dieſelben in einfacher Weiſe dadurch erhalten, daß man auf Ebonit oder Glasplatten Bleiſtiftſtriche zieht und die Enden dieſer Linien mit dem Stromkreiſe verbindet. Siemens & Halske ſtellen ſolche Graphitwiderſtände von 10 bis 100 Millionen Einheiten in der Weiſe her, daß ſie die ſpiralförmigen Nuten eines Hartgummizylinders mit reinſtem Graphit einreiben und an die Enden Kontaktſtücke anſchrauben. — Der Widerſtand nimmt mit der Zeit zu, aber ſehr langſam, ſo daß man ihn für Stunden und Tage als konſtant anſehen kann. Methoden zur Meſſung von Widerſtänden, ebenſo zur Berechnung ſolcher findet man in [1], [3], [5].

Die **Widerſtandsmaterialien** werden hauptſächlich in Draht- oder Bandform verwendet und müſſen möglichſt hohen ſpezifiſchen Widerſtand mit geringem Temperaturkoeffizienten verbinden (ſ. S. 923). Dieſe Bedingungen werden am beſten von verſchiedenen Kupferlegierungen erfüllt. So beſteht z. B. das Widerſtandsmaterial Patentnickel aus 75 Kupfer, 25 Nickel; Konſtantan aus 58 Kupfer, 41 Nickel, 1 Mangan; Nickelin aus 54 Kupfer, 26 Nickel, 20 Zink; Manganin aus 84 Kupfer, 12 Mangan, 4 Nickel; die Zahlen bedeuten Gewichtsprozente. Für Widerſtände, die ihren Wert unverändert beibehalten müſſen, z. B. für Meßwiderſtände, darf nur zinkfreies Material benutzt werden.

Literatur: [1] Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 2, Leipzig 1905. — [2] Müller-Pouillet, Lehrbuch der Phyſik, Braunſchweig 1890. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Bd. 1 u. 2, Leipzig 1910. — [4] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [5] Edler, Berechnung und Konſtruktion elektriſcher Schaltapparate, Hannover 1909. *Holzt.*

Widerſtandslinie, ſ. Drucklinie.

Widerſtandsmoment, ſ. Biegung, Bd. 1, S. 793, und Tabelle S. 794.

Wiederkehr, bei Geſimſen oder Rahmen eine Verkröpfung an der Ecke oder im eingehenden Winkel; bei Dachbildungen ſ. v. w. Einkehle. Vgl. a. Ohr.

Wiegeſchleuſe, eine Kammerſchleuſe (ſ. d.) zum Abwiegen von Schiffen.

Die Kammerſchleuſe hat an beiden Enden Oberhäupter und Seitenkanäle, durch welche die Kammer vollſtändig entleert werden kann. Nahe über dem Boden der Kammer hängt ein roſtförmiger Rahmen, welcher die Brücke einer Art Brückenwage iſt. Wenn das Schiff in die Wiegenſchleuſe eingefahren und nach dem Schließen der Tore das Waſſer abgelaſſen iſt, kommt

das Fahrzeug zum Aufsitzen auf jenen Rahmen, und es kann dessen Gewicht bestimmt werden. In einer einfachen, nur wenig empfindlichen Weise erhält man das Gewicht eines leeren oder beladenen Kahns, also auch das angenäherte Gewicht der Ladung, indem man dessen jeweilige Tauchung beobachtet. Diese letztere wird an den am Schiffe angebrachten Eichpegeln abgelesen. Die hieraus folgenden, den Schiffsdimensionen entsprechenden Gewichte sind in einem Meßbriefe zusammengestellt. Diese Art Eichung ist auf den französischen Wasserstraßen mit kleinem Querprofil, wo Schiffahrtsabgaben erhoben werden, in Anwendung.

Wiegmannträger, s. Polonceauträger, Bd. 7, S. 177.

Wieke (Inwieke), der die unmittelbare Entwässerung des Bodens besorgende Zweigkanal bei der holländischen Veenkultur (s. Moorkultur, Bd. 6, S. 490).

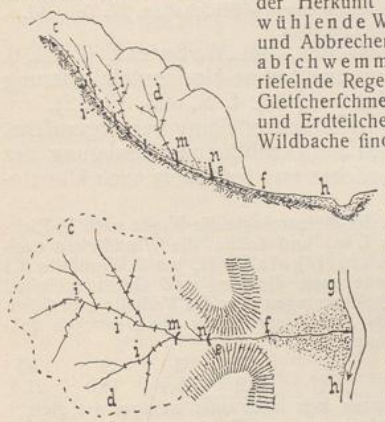
Wienerblau, s. Kobaltblau; **-deckgrün,** s. Chromfarben; **-grün,** s. Schweinfurtergrün; **-schwarz,** s. Rebenschwarz.

Wiesenbau, der Inbegriff der technischen Maßnahmen zur Verbesserung der Erträgnisse des Wiesengeländes (s. Berasung, Bd. 1, S. 691, Bewässerung des Bodens und Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 754 und 758).

Wiesenerz, s. Brauneisenerz.

Wildbäche, in Tirol und Vorarlberg Tobel genannt, sind solche Gebirgsbäche, welche bei Regen stark anschwellen und hierbei so viel Erd- und Gesteinsmaterial mitreißen, daß im schlimmsten Falle statt des Wassers sich ein förmlicher Schlamm- und Gesteinsstrom, als Muhre, Muhrgang, Rüfe oder Lava bezeichnet, herabwälzt.

Kleinere Arten von Wildbächen sowie die obersten Zweigrinnen derselben sind die Runsen und Wasserrisse. Diese findet man zur regenfreien Zeit gewöhnlich ausgetrocknet. Es gibt einfache Wildbäche, welche nur eine einzige, von einem Gebirgssattel ausgehende Hauptschlucht, und zusammengesetzte, die mehrere Schluchten haben. Die Wasserrisse liegen häufig auf einer Berglehne und beginnen entweder schon beim Gebirgskamme oder unterhalb desselben. Nach der Herkunft des Geschiebmaterials unterscheidet man: unterwühlende Wildbäche, deren Geschiebe nur von dem Unterwaschen und Abbrechen der Sohle und der Berghangfüße herrührt; dann abschwemmende Wildbäche, denen hauptsächlich der abrieselnde Regen von den nackten Berglehnen oder eventuell das Gletscherschmelzwasser die durch Verwitterung gebildeten Stein- und Erdteilchen als Geschiebe und Schlamm zuführt. An jedem Wildbache sind drei Hauptteile zu erkennen:



1. Das Einzugs- oder Sammelgebiet *cde* (vgl. Grundriß und Längenschnitt nebenstehender Figur), das im ganzen oder zum Teil in Hinsicht auf vorzunehmende Verbesserungsarbeiten auch Perimeter, Schutzzone oder Arbeitsfeld heißt; auf diesem Gebiete findet der Zusammenlauf des Regens und Ansammlung desselben in der Wildbachschlucht sowie die Erzeugung des Geschiebes durch Erosion und Abbröckelung des Gebirges statt;

2. der Abfluß- oder Sammelkanal *ef*, jener mittlere Teil eines Wildbachs, kurz vor dem Austritte auf den Talboden, wo die Bergwände von beiden Seiten nahe zusammentreten und oft eine sogenannte Klamm oder Enge bilden; hier erfährt die Abflußmenge nur eine geringe Vermehrung; die Schuttmasse wird in ihrer ganzen Menge fortgetrieben; die Bachsohle erleidet weder eine Vertiefung noch eine Erhöhung, und dieser Zustand bezw. diese Stelle wird deshalb auch als Gleichgewichtsprofil (Ausgleichprofil) oder als Gefällgrenze bezeichnet;

3. der Schuttkegel *fgh*, welcher im Tale durch die Ablagerung der von den Fluten herabgebrachten Geschiebsmassen gebildet wird; derselbe hat am Ende *f* des Sammelkanals gleichsam seine Spitze und breitet sich zum Flusse hinunter kegelförmig aus. Die Bachrinne liegt auf der höchsten oder Scheitellinie des Kegels. Gewöhnlich setzt sich diese Schuttablagerung auch als eine Barre quer durch den Talfluß fort; hierdurch wird flußaufwärts ein Rückstau und vielfach eine Versumpfung des Tales erzeugt, flußabwärts hingegen eine Stromschnelle.

Zur Verbesserung oder sogenannten Beruhigung eines Wildbaches dient die **Wildbachverbauung,** und zum nachhaltigen Erfolg ist noch die Aufforstung und Berasung des betreffenden Gebirges nötig. Die Wildbachverbauung wird wesentlich durch Ausführung einer entsprechenden Anzahl von quer über das Gerinne gestellten Bauwerken, von den Querwerken oder Talsperren, bewirkt. Diese, wenn sie als Grundsperren oder -schwellen *ii* niedrig sind, verhüten, gleichsam Fixpunkte bildend, jede weitere Unterwühlung und Vertiefung der Wildbachsohle, legen die letztere also fest. Durch höhere Talsperren *mn* wird aber vor allem das große Wildbachgefälle gebrochen, die starke Neigung der Grabensohle in eine Treppenlinie aufgelöst, die zwischen gering geneigten Strecken plötzliche, unschädliche Abstürze über die Talsperren aufweist. Der beckenförmige Raum unmittelbar oberhalb der Talsperren erfährt durch das von den Fluten mitgebrachte und zurückgehaltene Geschiebe mehr oder minder bald eine

Ausfüllung; hierdurch erscheint die ursprüngliche Bachsohle gleichsam in die Höhe gehoben und zugleich auch verbreitert, weil in größerer Höhe die beiderseitigen Berglehnen weiter voneinander abstehen. In der ersten Zeit sind daher die höheren Talsperren auch durch die Zurückhaltung des bereits im Fortschwemmen begriffenen Geschiebmaterials nützlich. Infolge der durch diese Verbauung bewirkten Gefällsermäßigung und Sohlenverbreiterung findet eine beträchtliche Verminderung der Geschwindigkeit und der Stoßkraft des Wildbachhochwassers statt; dann ist dieses nicht mehr imstande, solche Abbrüche am Bachbett zu verursachen und solche Geschiebsmassen zu Tal zu fördern wie vordem. So wie der Hauptwildbachgraben sind auch die denselben speisenden Runsen und Riffe durch ähnliche, kleinere Querwerke *ii* zu staffeln, d. i. in etwas steilere Stufenlinien zu zerlegen, damit hier die Geschiebserzeugung und -abfuhr hintangehalten werde. In einigen Fällen, wo leicht unterwaschbare Lehnenfüße noch besonders geschützt werden sollen, kommen auch Längswerke, in der Regel als ausschlagfähige Flechtzäune, gleichsam die Uferlinien des Wildbachgerinnes bildend, zur Anwendung. — Durch überflüssige Nässe aufgeweichte, leicht abrutschbare Stellen und leicht abschwemmbare Teile der Berglehnen sind durch Entwässerungsanlagen (Sickerschlitze) bezw. durch Bodenbindungsarbeiten (Flechtzäune) zu sichern. — Wenn irgendwo ein hinreichendes Zurückhalten des Geschiebes auf längere Zeit nicht möglich erscheint, sorgt man für das unschädliche Abführen desselben vielfach in einem muldenförmig gebildeten, gepflasterten oder gemauerten Gerinne, welches Schale genannt wird. Diese pflegt man häufig auf dem Schuttkegel herzustellen. Manchmal legt man in letzterem Falle am Ausgang des Sammelkanals einen Ablagerungsplatz fürs Geschiebe an; derselbe ist talabwärts und an den Seiten von Dämmen begrenzt, ein Bassin bildend, auf welchem das Hochwasser sich ausbreiten und das mitgerissene feste Material absetzen kann. — Die Herstellung der Talsperren erfolgt aus Mauerwerk, besonders Trockenmauerwerk, aus Steinkästen (f. d.), aus Holzwerk (Prügelsperren), bei niederen noch aus Flechtzäunen sowie aus Faschinen. Wegen der Details sei auf nachfolgende Literatur verwiesen.

Literatur: Duile, J., Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern, vorzüglich in der Provinz Tirol und Vorarlberg, Innsbruck 1826 (heute noch mustergültiges Handbuch); Surell, A., Etudes sur les Torrents des Hautes-Alpes, Paris 1841; Salis, A. v., Das schweizerische Wasserbauwesen, Bern 1883; v. Seckendorff, Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berafung der Gebirgsgründe, Wien 1884: Die Wildbachverbauungen in den Jahren 1883—94, herausgegeben vom k. k. Ackerbauministerium, Wien 1895; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, Bd. 6, 2. Kap., Leipzig 1909, mit zahlreichen weiteren Literaturangaben.

Wimperge, ein dem gotischen Baustil eigenes, mit Maßwerk (s. Bd. 6, S. 331) durchbrochenes Steinwerk in Giebelform, meist ohne Horizontalgliederung über Türen oder Fenstern aufsteigend (vgl. Giebel, Bd. 4, S. 525, Fig. 2).

Wind, die durch die Ungleichheiten der Luftdruckverteilung hervorgerufene, meist ursprünglich auf thermische Einwirkungen zurückzuführende Bewegung der atmosphärischen Luft, ein wichtiges meteorologisches und besonders auch klimatologisches Element.

Nach der Himmelsrichtung unterscheidet man in der Meteorologie die Winde nach 16 Richtungen oder nach acht Hauptrichtungen (N, NW, W u. s. w.) und schätzt die Windstärken nach verschiedenen Stärkeskalen, besonders nach der Beaufortskala 0—12, wo 0 Windstille (C) und 12 Orkan bedeuten. Zur Registrierung der Winde nach Richtung und Geschwindigkeit dienen die Anemographen. Nach Köppen „Neuere Bestimmungen über das Verhältnis zwischen der Windgeschwindigkeit und Beauforts Stärkeskala", aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, Bd. 21, 1898, Nr. 5, besteht die folgende Beziehung:

Stärke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Meter pro Sekunde	1,7	3,1	4,8	6,7	8,8	10,7	12,9	15,4	18,0	21,0.

Während in dem Passatgebiet der Tropen im ganzen Jahr mehr oder weniger die gleiche Windrichtung besteht und in den Gebieten der Monsune zwei meist entgegengesetzte Windrichtungen mit größter Regelmäßigkeit im Laufe des Jahres einmal miteinander abwechseln, herrschen in den mittleren und hohen Breiten veränderliche Winde. Eine ausgeprägte tägliche Periode der Windrichtung zeigen die Land- und Seewinde der Küsten und die Tag- und Nachtwinde der Gebirge. Besonderer Natur sind die nicht periodischen, an gewisse besondere Wetterlagen gebundenen, am Fuß mancher Gebirge vorkommenden Fallwinde, die als Föhn warm, als Bora kalt auftreten, der Mistral des Rhonetals, der Schirokko Italiens, der Leveche Spaniens, die kalten Burane der russischen Steppen und Northers von Texas, die heißen Küstenwinde, der Samum, Harmathan u. a.

Infolge der Reibung der Luft an der Erdoberfläche nimmt einerseits die Geschwindigkeit der Luftbewegung mit der Erhebung über dem Erdboden in den unteren Schichten schnell zu, und anderseits wächst auch der sogenannte Ablenkungswinkel, der Winkel, um welchen die Richtung des Windes von der Normale zur Isolare (der Richtung der größten Druckänderung, der Richtung des Gradienten) abweicht, so daß die Bewegung höherer Schichten der Atmosphäre meist aus einer mehr rechts liegenden Richtung als die der darunter liegenden erfolgt. Die größten Windstärken an der Erdoberfläche kommen in den Zyklonen der heißen Zone, in den Taifunen der Chinesischen Meere, den Hurrikanen Westindiens und in den Tornados Nordamerikas vor. Die geringste jährliche Luftbewegung hat die Calmenzone. Im Bereiche der Zyklonen und Antizyklonen regeln sich die Richtung und Stärke des Windes nach dem Buys-Ballotschen oder Barischen Gesetz (f. d.).

Literatur: Reye, Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen, Hannover 1872: Supan, Statistik der unteren Luftströmungen, Leipzig 1881; Sprung, Lehrbuch der Meteorologie, Ham-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

burg 1885; Ferrel, A popular treatise on the winds, London 1890; Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1906. *Großmann.*

Windbort (Windbrett, Ortgangbrett), fchmales Brett aus Eichen- oder Föhrenholz, welches, in den Giebelfparren der Ziegel-, Schiefer- oder Strohdächer befeftigt, das Deckmaterial gegen das Aufheben durch den Wind zu fchützen hat. Vgl. Bd. 4, S. 527, Giebelfchutzbrett, Fig. 1 und 2. *Weinbrenner.*

Winddruck auf Baukonftruktionen fpielt als angreifende Kraft eine Rolle bei allen freiftehenden und hochragenden Bauwerken, insbefondere aber bei Dachkonftruktionen, Schornfteinen, Türmen, Gasbehältern und Hochrefervoiren, Brückenüberbauten und eifernen oder hölzernen Brückenpfeilern.

Die Erforfchung der Gefetze des Widerftandes, den eine bewegte Fläche in ruhiger Luft (Luftwiderftand) oder des Druckes, den eine ruhende Fläche durch die bewegte Luft erfährt (Winddruck), hat feit Galilei und Newton fehr viele Autoren und Experimentatoren befchäftigt. Eine ziemlich vollftändige Ueberficht hierüber f. in [1]. Für den Druck auf eine dem Winde normal entgegengeftellte ebene dünne Platte von der Fläche F gilt als feftftehend das Gefetz $W = \frac{\gamma}{g} F v^2$, worin γ das Gewicht von 1 cbm Luft, $g = 9{,}81$ die Befchleunigung der Schwerkraft und v die Windgefchwindigkeit in Metern pro Sekunde; für mittlere Dichte der Luft wird hiernach $W = 0{,}130\, F v^2$. Der „Beaufortfchen internationalen Skala für Windftärken" entfprechen die nachftehend beigefetzten Windgefchwindigkeiten und die daraus nach der Formel $W = 0{,}122\, v^2$ gerechneten Winddrücke.

Windftärke	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
v	0—1,3	3,6	5,8	8,0	10,3	12,5	15,2	17,9	21,5	25,0	29,1	33,5	40,2	m/sec
W	0,2	1,5	4,1	7,7	12,6	18,9	27,9	38,7	55,6	75,6	102,5	135,7	195,5	kg/m²

Trifft der Wind die ebene Fläche nicht normal, fondern unter dem Winkel α, fo fetzen auf Grund eigner Verfuche für den normal zur Fläche fich äußernden Druck: Hutton (1788) $W' = W \cdot \sin \alpha^{\cos \alpha - 1}$, Duchemin (1842) $W' = W \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$ und v. Lößl (1880) [2] $W' = W \sin \alpha$.

Hiernach ließe fich durch Integration auch der Winddruck auf gekrümmte Flächen ermitteln; jedoch ftimmen diefe Rechnungsergebniffe mit den Verfuchsrefultaten nicht befonders gut überein, was Friedr. Ritter [3] damit erklärt, daß fich vor der getroffenen Fläche ein fogenannter Lufthügel, d. i. ein windftiller Raum, bildet, wodurch der Winddruck auf die gekrümmte Fläche vermindert werden kann. Die Wirkung des Windes auf gekrümmte (zylindrifche und fphärifche) Flächen kommt übrigens vornehmlich nur bei Dachkonftruktionen (Kuppeln [4]), zylindrifchen Hochbehältern u. f. w. in Betracht. Bei Brückenüberbauten und andern aus ftabförmigen Teilen zufammengefetzten Bauwerken wird in der Regel von der Formgebung der einzelnen Teile abgefehen und die in der Windrichtung fich ergebende Projektionsfläche des Bauwerks als Windanprallfläche eingeführt; doch kann bei runden Teilen wohl eine Verminderung Platz greifen. So wurden bei der Firth-of-Forth-Brücke die röhrenförmigen Druckglieder nur mit 50 % ihrer Projektionsfläche in Rechnung gebracht. Im ganzen enthalten die Annahmen, wie Größe und Einwirkung des Windes auf Baukonftruktionen berückfichtigt werden, noch fehr viel Willkürliches, und man ift über den Sicherheitsgrad, den diefe Annahmen bieten, in ziemlicher Ungewißheit, obwohl fchon viele Ingenieure (Shaler Smith, Collingwood 1880 [5], Baker 1884/90 [6], Allen Hazen 1886 [7], Cleveland Abbe 1887 [8], T. Clayton Fidler 1887 [9], O. T. Crosby 1890 [10], S. P. Langley 1890/93 [11], Kernot 1893 [12], G. Wellner 1894 [13]) bemüht waren, entweder durch Experimente oder durch theoretifche Unterfuchungen hierüber Aufffchlüffe zu erhalten. — Hinfichtlich der vorkommenden größten Winddrücke geben zunächft die Beobachtungen der meteorologifchen Obfervatorien Anhaltspunkte. Die hierfür in Verwendung ftehenden Apparate find teils Schalenanemometer zur Meffung der Windgefchwindigkeit, teils Federdruckanemometer mit Maximumzeiger zur Meffung der Windpreffung. Letztere kann, wie fich zeigt, viel höher werden als der durchfchnittlichen Windgefchwindigkeit nach Angabe des Schalenanemometers entfpricht. So wurde beifpielsweife am Bidftone-Obfervatorium bei Liverpool bei einem Sturme 1870 eine Windgefchwindigkeit von 82 Meilen pro Stunde (= 36,6 m pro Sekunde) und ein Winddruck von 65 Pfund pro Quadratfuß (= 317 kg/qm), 1871 bei 79 Meilen Gefchwindigkeit pro Stunde (35,3 m pro Sekunde) fogar 90 Pfund 439 kg/qm) Windpreffung beobachtet. Der Formel $W = 0{,}13\, v^2$ (für Metermaß) würde ein viel geringerer Winddruck entfprechen, und berechnet daher die Kommiffion engliffcher Ingenieure, welche 1881 aus Anlaß des Tay-Brückeneinfturzes die Frage des Winddruckes auf Brücken beriet, aus der an Anemometern gemeffenen Windgefchwindigkeit v (in Metern pro Sekunde) den dabei vorkommenden Winddruck (in Kilogramm pro Quadratmeter) nach $W = 0{,}244\, v^2$.

Man hat übrigens auch aus verfchiedenen Zerftörungen an Bauwerken, Umwerfen von Eifenbahnwagen u. f. w. rechnerifch auf die Größe des dabei in Tätigkeit gewefenen Winddrucks gefchloffen. Solche Berechnungen find allerdings wegen der Unbeftimmtheit der Windangriffsflächen meift etwas unficher, doch hat man beifpielsweife aus dem Einfturz der Tay-Brücke einen Winddruck von 122—195 kg/qm, aus dem Abwerfen von Brückenüberbauten (Shaler Smith [5]) und aus der Demolierung von Gebäuden [14] Winddrücke von 127—290 kg/qm berechnet. Weitere Beifpiele in [15]. Bauwerke in einigermaßen gefchützter Lage find aber, wenigftens in unfern Gegenden, fo ftarken Stürmen nicht ausgefetzt. Man begnügt fich daher bei Berechnung von Hochbauten (Dachkonftruktionen u. f. w.) meift mit der Einführung eines Winddruckes von 125—150 kg/qm und nimmt allerdings dabei häufig einen Windeinfallwinkel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von etwa 10° gegen die Horizontale an, obwohl bei ſtarken Stürmen die Luftbewegung erwiefenermaßen ſtets parallel zur Terrainoberfläche iſt.

Für Brücken empfiehlt ſich mit Rückſicht auf ihre meiſt freie Lage eine höhere Annahme des Winddrucks. In England wurden durch den Board of Trade nach dem Einſturze der Tay-Brücke folgende Regeln aufgeſtellt [16]: Anzunehmender Winddruck auf den vom Winde zuerſt getroffenen Träger und auf den Zug 56 Pfund pro Quadratfuß (273 kg/qm), hierzu noch Winddruck auf den zweiten Träger, und zwar mit dem $^1/_2$-, $^3/_4$- oder 1fachen Betrage, wenn die Lücken des erſten Trägers bis $^2/_3$, $^3/_4$ oder mehr als $^3/_4$ der Geſamtumrißfläche ausmachen. In Deutſchland, Oeſterreich und ähnlich auch in andern Ländern ſchreiben die Brückenverordnungen vor, daß bei belaſteter Brücke der Winddruck auf die Brückenkonſtruktion und auf den Zug mit 150 (170) kg/qm, bei unbelaſteter Brücke dagegen mit 250 (270) kg/qcm anzunehmen iſt. Dabei wird verlangt, daß bei durchbrochenen Trägern auch der Winddruck auf die zweite Tragwand in einem beſtimmten verminderten Maße in Berückſichtigung gezogen werde. Verſuche, welche die bei Brücken vorkommenden Verhältniſſe näher klarlegen und insbeſondere den Einfluß von hintereinander befindlichen Teilen und Tragwänden auf die Größe des geſamten Winddrucks feſtſtellen laſſen, ſind bislang allerdings nur in ſehr beſchränktem Umfange von Shaler Smith [5] und Baker [6] anläßlich des Baues der Firth-of-Forth-Brücke angeſtellt worden. Gaudard beſtimmt die Angriffsfläche, welche der Wind an zwei Tragwänden findet, nach der Formel $F\left[1-\left(k\frac{f}{F}\right)^2\right]$, worin F die Summe der Durchbrechungen derſelben und k einen Koeffizienten bezeichnet, der für kleine Durchbrechungen = 0,65, für große = 1 zu ſetzen wäre; jedoch iſt dieſe Formel nicht ausreichend durch Verſuche begründet. Es iſt übrigens nicht bloß von dem Verhältnis der Durchbrechungen zur vollen Fläche, ſondern auch von dem gegenſeitigen Abſtande der hintereinander befindlichen Teile (Tragwände) abhängig, wie viel davon als vom Winde getroffen angenommen werden muß ([3], S. 210). So viel ſteht wohl feſt, daß die jetzt üblichen Annahmen über die Größe des Winddrucks ein reichliches Maß von Sicherheit in ſich einſchließen, denn es unterliegt keinem Zweifel, daß Flächen von größerer Ausdehnung auch bei den ſtärkſten Stürmen niemals gleichzeitig an allen Stellen von dem großen Drucke getroffen werden. Von den beiden von Baker bei der Forth-Brücke aufgeſtellten ſelbſtregiſtrierenden Anemometern, von welchen das eine eine Drucktafel von 0,14 qm, das andre eine ſolche von 27,9 qm befaß, zeigte die große Drucktafel ſtets einen um etwa ein Drittel bis um die Hälfte kleineren Winddruck an als die kleine Drucktafel. Es dürfte dieſer Umſtand eine etwas verminderte Annahme hinſichtlich der Größe des Winddrucks bei Brücken von ſehr großer Spannweite als zuläſſig erſcheinen laſſen.

Literatur: [1] Report of Board of Engineer Officers as to maximum span practicable for suspension bridges; Appendix, C., Wind pressures by Cap. W. H. Bixby, Waſhington 1894. — [2] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881. — [3] Zeitſchr. f. Luftſchiffahrt und Phyſik der Atmoſphäre 1897. — [4] Landsberg, Zentralbl. d. Bauverw. 1898, S. 297. — [5] Transactions Am. Soc. Civil Engineers 1881 und 1890. — [6] Engineering 1890; Firth-of-Forth-Brücke, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884. — [7] Am. Journal of Science 1887, S. 241—248. — [8] Annual Report Secretary of War 1887. — [9] Clayton Fidler, Practical Treatise on Bridge Constr., London 1887. — [10] Engineering 1890. — [11] Smithsonian Contributions, Nr. 801 und 884. — [12] Engineering Record 1894. — [13] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897. — [14] Deutſche Bauztg. 1870, S. 3. — [15] Winkler, E., Brückenbau; Die Querkonſtruktionen eiſerner Brücken, 2. Aufl., S. 310, Wien 1884. — [16] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 218. — [17] Löſſl, F. v., Die Luftwiderſtandsgeſetze, Wien 1896.

Melan.



Vom Abtſtall des Kloſters St. Georgen in Villingen.

Windeifen (Wendeifen), ſ. Gewindeherſtellung.

Windeluke, Dachluke zur Auslegung und Führung eines Windeſeils behufs Aufziehens von Laſten auf den Speicherraum (ſ. die Figur).

Weinbrenner.

Winden ſind Vorrichtungen zum Heben oder zum Transport von Laſten in wagerechter oder geneigter Ebene, welche die Laſt entweder unmittelbar durch einen ihrer Teile oder unter Vermittlung eines beſonderen Tragorganes (Seil, Kette u. dergl.), das ſich auf eine Trommel aufwickelt, erfaſſen. Zur erſteren Art, welche meiſt transportabel, alſo nicht ortsfeſt ſind, gehören die Zahnſtangen-, Schrauben- und hydrauliſchen Winden, zur zweiten Gattung die Räderwinden, die in der Regel ortsfeſt angebracht werden.

Die **Zahnſtangenwinden** (Fig. 1), gewöhnlich Wagenwinden genannt, beſtehen aus einem hölzernen, mit Eiſenbändern armierten oder ganz in Eiſenblech ausgeführten länglichen Kaſten von rechteckigem Querſchnitt, in dem ſich eine kräftige Zahnſtange führt, die am oberen Ende mit einer drehbaren Klaue, am unteren aber mit einer ſeitlich aus dem Gehäuſe hervorragenden Pratze verſehen iſt, ſo daß die Laſt, je nach ihrer Lage und Beſchaffenheit, an verſchiedenen Punkten gefaßt werden kann. Die Zahnſtange wird unter Vermittlung eines mehrfachen Rädervorgeleges durch Handkurbel bewegt, und beträgt die einmalige, durch die Länge der Zahnſtange beſtimmte Hubhöhe 330—400 mm; dieſe Winden werden für 3000—20000 kg Laſt gebaut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im allgemeinen ist das Rädergetriebe dieser Winden nicht selbstsperrend und sind daher Sperrad und Sperrkegel erforderlich, um die Last in bestimmter Stellung festhalten zu können. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, hat man das erste Stirnradvorgelege durch ein Wurmgetriebe ersetzt, wodurch die Winde selbstsperrend wird. — Da die gewöhnliche Kurbel der Winde ohne Wurmgetriebe bei unachtsamer Bedienung des Sperrkegels oder bei unachtsamem Niederlassen der Last leicht zu oft sehr schweren Unfällen Veranlassung gibt, so versehen die Gebr. Dickertmann in Bielefeld ihre Wagenwinden mit einer Sicherheitskurbel (Fig. 2). Bei der Ausführung der Wagenwinden wird auf möglichst geringes Gewicht derselben gesehen, um die Winde leicht transportieren zu können.

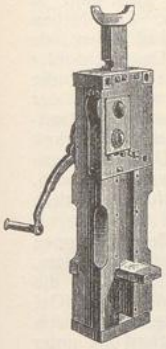


Fig. 1.

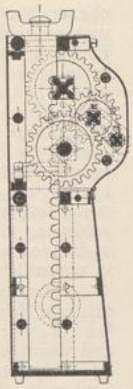


Fig. 2.

Die **Schraubenwinden** (Fig. 3) bestehen aus einem in Schmiedeeisen, Stahlguß oder Gußeisen (selten Holz) ausgeführten zylindrisch oder dreifußartig ausgebildetem Gehäuse, in dessen oberem Teil das Gewinde für eine flachgängige Schraubenspindel eingeschnitten ist, die am obersten Ende eine Klaue zur Aufnahme der Last trägt. Unmittelbar unter dieser Klaue ist ein doppelseitiges Sperrad auf die Spindel aufgekeilt, in welches der Sperrkegel eines Ratschhebels eingreift, mit dessen Hilfe die Spindel gedreht, die Last also gehoben oder gesenkt werden kann. — Statt des erwähnten Sperrrades bildet man auch den entsprechenden Teil der Spindel zu einem kugel- oder bundförmigen Kopf aus, der mit vier zur Längsachse der Spindel rechtwinkligen Bohrungen versehen ist, in welche zum Drehen der Spindel dienende Stangen eingesteckt werden können. — Diese Winden zeichnen sich durch ihre Handlichkeit und durch die Selbsthemmung aus, haben aber nur geringen Hub von 120—400 mm und werden bis 20000 kg Tragkraft gebaut. Sie eignen sich vermöge ihrer Bauart zum Heben umfangreicher, an mehreren Punkten zu unterstützenden Lasten, die gleichmäßig zu heben sind, und werden daher vielfach bei Aufstellung von Brückenkonstruktionen u. dergl. verwendet. Schraubenwinden mit sehr geringem Hub werden auch vielfach zum Ausrichten von Werkstücken auf Werkzeugmaschinen benutzt und erhalten dann einen Kopf mit Kugelbewegung.



Fig. 3.

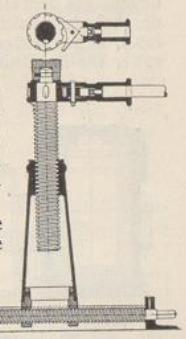


Fig. 4.

Die Schraubenwinden werden nicht selten als sogenannte Schlittenwinden (Fig. 4) ausgeführt, indem das Windengehäuse auf einen mit geeigneten Führungen versehenen Schlitten gesetzt wird, in dessen Längsrichtung es mit Hilfe einer Schraubenspindel, die ihre Mutter im Gehäusefuß findet, verschoben werden kann. Die angehobene Last kann hiermit seitlich verschoben werden, was bei manchen Aufstellungsarbeiten von großem Nutzen ist. — Zobel, Neubert & Co. in Schmalkalden bauen Schraubenwinden mit Antrieb durch Rädervorgelege oder auch Differentialschraubenwinden mit Doppeldrehung für Spindel und Mutter [1].

Eine besondere Form der Schraubenwinden bilden die Windenböcke (Fig. 5), die in Lokomotivfabriken, Kesselschmieden unter anderm zum Heben ganzer Lokomotiven, um die Achsen unterzubringen, oder um lange Kessel zu heben, Verwendung finden. Die Last ruht auf zwei oder mehreren Trägern, deren jeder mit seinem Ende auf der Spindelmutter eines Bockes aufliegt. Der Hebebock besteht aus zwei starken Stielen von Eichen-, Buchen- oder Kiefernholz, die oben durch ein kräftiges Querstück verbunden, unten aber in ein Schwellenwerk von Kreuzform eingelassen und mit diesen durch Seiten- und Rückenstreben abgesteift sind. Die vordere Seite des Bockes ist glatt, während auf den beiden hinteren Rückenstreben eine Kurbelwelle mit zwei Kurbeln und einem konischen Rad gelagert ist. Dieses greift in ein gleiches Rad einer stehenden Welle, die oben ein Stirngetriebe trägt, das in ein auf einer langen Schraubenspindel sitzendes Stirnrad greift. Diese im oberen Querstück und der unteren Schwelle gut gelagerte Schraubenspindel liegt genau in der Mitte zwischen beiden auf den inneren Seiten mit halbrunden Führungsschienen versehenen Stielen, ihre gußeiserne Mutter gleitet an den erwähnten halbrunden Führungen. Die Muttern dienen den

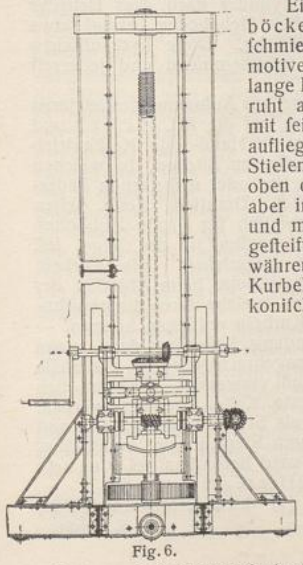


Fig. 6.

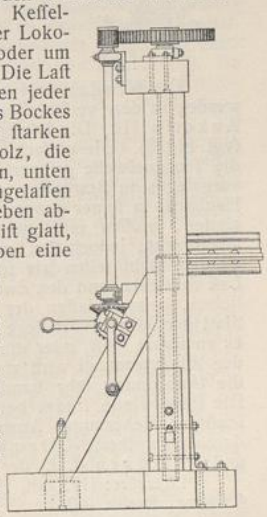


Fig. 5.

obenerwähnten Laſtträgern als Auflager. Jeder Bock iſt für etwa 12 500 kg Tragkraft gebaut und hat eine freie Hubhöhe von 1750 mm. Die Entfernung der beiden zuſammengehörenden Böcke beträgt in Lokomotivwerkſtätten etwa 3,5 m. — Dieſe Hebeböcke werden auch ganz in Eiſen ausgeführt, indem für alle Konſtruktionsteile I-Träger verwendet werden. Zum Heben großer Laſten haben am Windewerk jeden Bocks 2—4 Mann zu arbeiten, es ſind daher, da zum Heben einer Lokomotive vier Böcke nötig ſind, 8—16 Mann erforderlich. Das Werdohler Stanz- und Dampfhammerwerk von Ad. Schlefinger baut daher Hebeböcke (Fig. 6), die ſowohl für Hand- als auch für elektriſchen Betrieb eingerichtet ſind. Beim Handbetrieb, der hauptſächlich zum gleichmäßigen Einſtellen der Laſtträger an die Laſt dient, findet die Kraftübertragung zunächſt durch koniſche Räder ſtatt, die, wenn der elektriſche Antrieb in Tätigkeit treten ſoll, ausgeſchaltet und durch ein Schneckenradvorgelege erſetzt werden. Die Schneckenachſen an allen vier Böcken werden dann in geeigneter Weiſe durch Teleſkopwellen u. dergl. verbunden und an einen Elektromotor angeſchloſſen. Die Arbeit des Hebens erfolgt natürlich in weſentlich kürzerer Zeit und mit nur zwei Mann [2].

Transportable **hydrauliſche Winden** ſind im weſentlichen hydrauliſche Preſſen und eignen ſich zum Heben ſehr großer Laſten, haben aber nur geringe Hubhöhe. Fig. 7 zeigt eine beſondere, Daumenkraft genannte Art dieſer Preſſen, mit ſehr kurzem Preßzylinder, deſſen Kolben die Laſt unmittelbar aufnimmt. Seitlich vom Zylinder ſitzt der Behälter für die Druckflüſſigkeit (Oel oder Glyzerin), in dem ſich das kleine, mittels Handhebel bewegte Pumpwerk befindet. Beim Senken der Laſt wird durch Oeffnen eines Umlaufventils der Druck abgeſtellt, und die unter dem Kolben befindliche Flüſſigkeit geht in den Behälter zurück. — Das Gruſonwerk baut derartige Daumenkräfte mit 150 mm Kolbendurchmeſſer, 180 mm Hub für etwa 70 000 kg Belaſtung, mit einem Arbeitsdruck von 400 Atmoſphären. Die Geſamthöhe des Apparates bei geſenktem Kolben beträgt ca. 340 mm. — Der hydrauliſche Hebebock desſelben Werkes beſteht aus dem feſtſtehenden Kolben, auf dem der durch Ledermanſchette abgedichtete Zylinder ſich führt, deſſen kaſtenförmig geſtalteter Kopf als Behälter für die Druckflüſſigkeit dient und ein durch Handhebel bewegtes Pumpwerk aufnimmt. Auch hier muß zwecks Senkens der Laſt ein Umlaufventil geöffnet werden, durch welches die Druckflüſſigkeit vom Zylinder nach dem Behälter zurücktritt. Der Hub eines ſolchen Hebebocks beträgt etwa 315 mm, die Tragkraft etwa 10 000 kg. Dieſe hydrauliſchen Hebezeuge ſind, wie erſichtlich, ſelbſthemmend und jederzeit gebrauchsfertig [1].

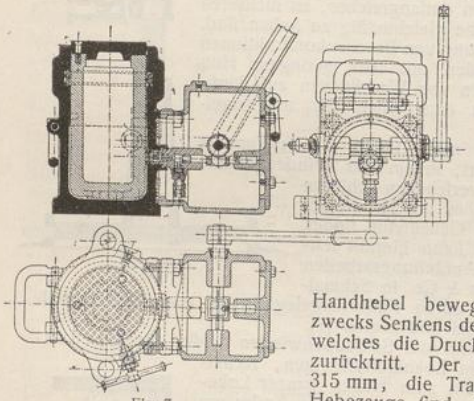


Fig. 7.

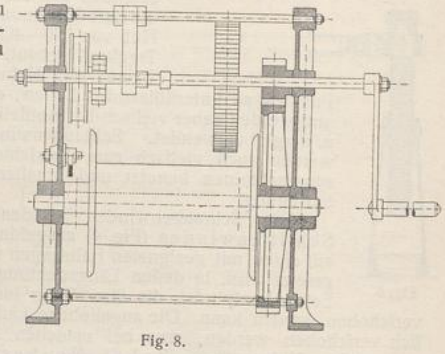


Fig. 8.

Die Winden mit beſonderem Tragorgan und Trommel zur Aufnahme des letzteren werden in den verſchiedenſten Formen ausgeführt; wir verweiſen auf die Art. Haſpel und Ankerpille. Die häufigſte Anwendung findet die **Räderwinde** mit Hand- oder Kraftantrieb (vgl. Fig. 8). Die einfachſte Bauart derſelben beſteht in zwei gußeiſernen Böcken, in welchen die Trommelwelle gelagert iſt, die durch Handkurbel mittels einfachen oder mehrfachen Rädervorgeleges in Bewegung geſetzt wird und das Tragorgan (Hanfſeil, Drahtſeil, Kette, ſelten Hanfgurt) in ſeiner ganzen Länge aufnimmt. Dieſe Winden, welche ſich für große Hubhöhen eignen, müſſen mit Sperrzeug und Bremſe verſehen ſein; ſie werden in der Regel feſt angebracht, jedoch hat man ſie auch fahrbar (für Bauzwecke) eingerichtet. Die Kurbeln werden nicht ſelten als ſogenannte Sicherheitskurbeln ausgeführt, welche beim Ablaſſen der Laſt ſtillſtehen und den Zweck haben, diejenigen Unfälle zu verhüten, welche durch die gewöhnlichen, beim Ablaſſen der Laſt mittels Bremſe frei umlaufenden Kurbeln entſtehen können. — Statt der Stirnradvorgelege kommen auch Wurmgetriebe zur Anwendung, beſonders dann, wenn es an Raum fehlt, oder die Winde beiſpielsweiſe an einer Mauer angebracht wird. — An Stelle der Windetrommel wird vielfach das Kettenrad oder die Kettennuß verwendet, wodurch ſich die Anordnung ſehr handlich geſtaltet, jedoch müſſen kalibrierte Ketten benutzt werden. Die Räderwinde findet bei allen Kranen, Aufzügen, hier meiſt als Schneckenradwinde, und ſonſtigen Hebezeugen Anwendung und wird von Hand oder durch Riemen oder unmittelbar durch Dampfkraft (ſ. Dampfwinde) betrieben, in neuerer Zeit wird beſonders bei Kranen und Aufzügen (ſ. d.) der elektriſche Antrieb bevorzugt. S. a. Differentialwinde.

Literatur: [1] Ernſt, Die Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903. — [2] Gewerbl. techn. Ratgeber, 4. Jahrg., Berlin 1905.

K. Specht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Winderhitzer, Windformen, ſ. Roheiſen.

Windfang, mit Pendeltüren, Vorhängen oder dergl. abgeſchloſſener Raum in der Nähe der Eingangstüren, mit dem Zweck, den Zugwind oder die Kälte beim Oeffnen der Türe vom Innern des Gebäudes abzuhalten.

Dieſer Raum, meiſt von geſtemmten Täferungen eingeſchloſſen, darf nicht zu eng ſein, damit die Türen weit genug voneinander liegen und vermieden wird, daß dieſe gleichzeitig geöffnet ſind. Der Windfang findet Anwendung an Kirchen und Eingängen von öffentlichen Gebäuden, an Wirtſchaften, Kaufläden u. dergl. — Ueber Windfangtürenbeſchläge ſ. [5].

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Halbbd. 3, 1. Heft, Stuttgart, H. Koch, Konſtruktion des inneren Ausbaus, 11. Kap., Schaufenſter. — [2] Cremer und Wolffenſtein, Der innere Ausbau, 3. Abt., Laden- und Geſchäftseinrichtungen, Berlin. — [3] Das Schaufenſter, Ausgeführte moderne Schaufenſteranlagen, Wien 1906. — [4] Krauth, Th., Das Schreinerbuch, Leipzig 1890, Bd. 1, S. 117. — [5] Hoch, Technologie der Schlofferei, Leipzig 1899. *Weinbrenner.*

Windform an Kupolöfen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke; an Hochöfen, ſ. Roheiſen, Bd. 7, S. 455; an Beſſemerbirnen, ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112.

Windhaube, drehbare Haube auf einem Schornſtein oder einem Luftabzug, ſ. Lüftung, Bd. 6, S. 234.

Windkeſſel, ſ. Feuerſpritze, Bd. 3, S. 772, und Pumpen.

Windlatte (Windrute, Windſparren, Sturmlatte, Schwertlatte), ſchräg über die Sparren geführte ſtarke Latte, entweder feſtgenagelt oder eingelaſſen, um, wenn keine Bugverſteifung vorhanden, den Längsverband des Dachſtuhls zu ſichern und gegen den Windſchub zu wirken. *Weinbrenner.*

Windmotoren, ſ. Windräder.

Windmühle, durch Wind getriebene Getreidemühle allereinfachſter Einrichtung. Entweder iſt die ganze Windmühle (Bockwindmühle) oder ihr oberer Teil mit den Flügeln des Windmotors (holländiſche Windmühle) um eine ſenkrechte Achſe drehbar. — Vgl. a. Windräder. *Arndt.*

Windofen, ſ. Brikettieren, Bd. 2, S. 300.

Windpfeifen, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 364.

Windräder, Schaufel- oder Flügelräder, dienen dazu, den natürlichen Luftſtrömungen oder Winden einen Teil ihrer lebendigen Kraft zu entziehen und zur Verrichtung mechaniſcher Arbeiten nutzbar zu machen.

Schaufelräder. Wird ein gewöhnliches Schaufelrad dem Winde, d. h. einem Luftſtrome ausgeſetzt, der es ganz umgibt, ſo drückt dieſer zu beiden Seiten der Radachſe gleich ſtark auf die Schaufeln und verurſacht keine Umdrehung des Rades. Um dieſe zu veranlaſſen, muß entweder das Rad auf der einen Seite der Achſe durch einen Schirm oder Mantel vor dem Winde geſchützt werden (vgl. D.R.P. Nr. 82212) oder man muß die Schaufeln ſo einrichten, daß ſie auf der einen Seite der Radachſe dem Winde ihre Breite, auf der andern Seite aber nur ihre geringe Dicke zukehren, indem man ſie entweder zu ſelbſttätigen Klappenventilen ausgeſtaltet oder zwangläufig um eine in der Radebene liegende Achſe dreht. Man kann auch den Wind durch ein das Windrad umſchließendes Leitſchaufelrad ſo von ſeiner natürlichen Richtung ablenken, wie dies mit dem Aufſchlagwaſſer einer partial von außen beaufſchlagten Radialturbine durch den Leitſchaufelapparat geſchieht, und auch die Schaufeln des Windrades dementſprechend krümmen. Man erhält alsdann eine ſogenannte Windturbine ([1], S. 467). Da der Windſtoß gegen eine hohle Fläche größer iſt als gegen eine gleich große erhabene Fläche, ſo dreht ſich ein Rad mit Schaufeln, die Hohlkegel oder hohle Halbkugeln bilden, ohne weiteres im Winde, indem die Schaufeln auf der einen Seite der Radachſe dem Winde ihre hohle, auf der andern Seite ihre erhabene Fläche zukehren. Wenn es ſich nur um geringe Leiſtungen handelt, ſieht man ſolche Räder, die man Panemoren nennt, manchmal angewendet ([1], S. 467). Um Schaufelräder nicht nach der Windrichtung verſtellen zu müſſen, ordnet man ihre Achſe ſenkrecht an, ſo daß ſie in einer Horizontalebene umlaufen (horizontale Windräder). Bei den auf einer Seite durch einen Schirm vor dem Winde geſchützten Rädern kann alsdann die Verſtellung des Schirmes leicht durch eine Windfahne geſchehen (D.R.P. Nr. 82212); vgl. a. D.R.P. Nr. 1229, 2571, 5939, 6753, 7280, 7358, 8158, 8475, 9659, 9690, 11864, 12278, 12316, 12667, 13114, 13774, 14971, 15746, 16232, 17753, 19869, 20610, 42027, 42680, 45134, 45913, 46239, 90607.

Flügelräder. Horizontale Windräder haben ſich den nach dem gleichen Prinzip wie die Schiffsſchraube konſtruierten Flügelrädern gegenüber wenig bewährt, weil ſie dem Winde eine verhältnismäßig viel kleinere wirkſame Stoßfläche darbieten und daher nur etwa den vierten Teil ſoviel leiſten, als gleichgroße Flügelräder. Die Flügelräder älterer Konſtruktion haben nur vier, ſeltener fünf oder ſechs Flügel an einer um etwa 10° gegen den Horizont geneigten hölzernen oder beſſer eiſernen Welle. Man gibt ihr dieſe Neigung, damit die Flügel unterhalb in der nötigen Entfernung von dem Gebäude, worauf die Welle gelagert iſt, umlaufen und ſie ſicherer in ihren beiden Lagern ruht, wovon das eine, welches das Rad hauptſächlich trägt, den bei hölzernen Wellen 0,5—0,6 m, bei eiſernen 0,15—0,25 m dicken, abgedrehten Hals hinter dem Wellenkopfe, das andre einen Stützzapfen am Wellenende umſchließt. Die Windflügel beſtehen aus den durch den Wellenkopf geſteckten oder durch eine Roſette daran

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

befeſtigten Windruten, die etwa 10 m lange Arme bilden, wovon jeder einen Flügel trägt. Zunächſt der Welle haben ſie einen Querſchnitt von etwa 0,30 auf 0,24 m, an den Enden aber nur 0,15 auf 0,12. Zur Bildung des Flügels werden hölzerne Sproſſen ſo durch die Rute geſteckt, daß die innerſte um 1:7 bis 1:6 der Armlänge von der Radmitte und die Sproſſen unter ſich je 0,4—0,5 m voneinander abſtehen. Sie erhalten eine Neigung zur Umdrehungsebene, die am beſten bei den innerſten Sproſſen etwa 28° beträgt und nach außen allmählich bis zu etwa 7° abnimmt, ſo daß der Flügel einer Schraubenfläche ähnlich gewunden erſcheint. Ebenen Flügeln gibt man eine Neigung von 12—18°. Die Länge der äußeren Sproſſen beträgt 1:5 bis 1:4, die der innerſten 1:7 bis 1:6 der Armlänge. Die geſamte Flügelfläche beträgt bei vier Flügeln etwa 1:4, bei fünf Flügeln etwa 1:3 der Radfläche. Auf der dem Winde zugekehrten Seite läßt man die Sproſſen um ein bis zwei Fünftel der ganzen Flügelbreite aus der Rute ragen. Dieſe kürzeren Enden werden mit dem Windbrette, die gegenüberliegenden, durch eine Saumlatte miteinander verbunden, mit Windtüren oder Segeltuch bedeckt. Soll das Rad dem Winde einen möglichſt großen Teil ſeiner lebendigen Kraft entziehen, ſo muß ſeine Welle in die Windrichtung, alſo die Radebene möglichſt ſenkrecht dazu geſtellt werden. Trifft der Wind ſchräger auf dieſe, ſo iſt ſeine Leiſtung geringer, und wenn die Radebene in die Windrichtung fällt, hört ſeine drehende Wirkung auf. Wegen der Veränderlichkeit der Windrichtung muß daher das Flügelrad um eine vertikale Achſe drehbar ſein. Die unter den Namen Bockwindmühlen und holländiſche Windmühlen bekannten Konſtruktionen ſ. [1], S. 470, 472, 479; [2], S. 632, 634, 636 und D.R.P. Nr. 9750, 37497, 82558. — Eine Vorrichtung, die bewirkt, daß dem Winde ſtets ein möglichſt großer Teil ſeiner Kraft entzogen wird, wie man ſie bei den holländiſchen Windmühlen angewendet findet, iſt, wenn nicht noch andre Vorrichtungen zur Kraftregulierung vorhanden ſind, bei übermäßigem Winde unzweckmäßig, weil eine übermäßige Umdrehungsgeſchwindigkeit des Windrades alsdann nur durch Bremſen hintangehalten werden kann, was ſtarke Abnutzung, Erhitzung durch Reibung und bei Holzkonſtruktion Feuersgefahr zur Folge hat. — Außer durch Bremſen und Drehen der Hauptwelle aus der Windrichtung von Hand erfolgt die Kraftregulierung bei Flügelrädern älterer Art durch Veränderung der Flügelbedeckung. Bei der Bedeckung mit Segeltuch läßt ſich dieſe durch Aufwickeln desſelben auf eine Walze *PP* (Fig. 1) bewirken, die über den kurzen Enden der Sproſſen vor dem Flügel gelagert iſt, während der gegenüberliegende Saum des Segeltuches durch Schnüre gehalten wird, die über die Saumlatte nach einer hinter dem Flügel gelagerten Walze *RR* laufen, woran ſie befeſtigt ſind. Beide Walzen ſind an ihren der Hauptwelle zugekehrten Enden mit koniſchen Getrieben verſehen. Das an der Walze *RR* befeſtigte greift in einen koniſchen Zahnkranz *c*, der ſich um einen an der Hauptwelle befeſtigten Ring *e* drehen läßt. An den Armen dieſes Ringes iſt ein zweiter, kleinerer Ring *i* befeſtigt, um den ſich ein Stirnradkranz *n* drehen läßt. In dieſen greift ein Getriebe, das vermittelſt ſeiner der Hauptwelle parallelen Achſe und eines darauf ſitzenden koniſchen Getriebes die Walze *PP* umdreht. Während des regelmäßigen Ganges dreht ſich dieſer ganze Mechanismus mit der Hauptwelle um; wird aber der koniſche Zahnkranz *c* angehalten, ſo dreht ſich die Walze *RR* in ihren Lagern, wickelt die Schnüre auf und zieht das Segeltuch mehr über die Flügel. Wird dagegen das Stirnrad *n* angehalten, ſo dreht ſich die Walze *PP*, wickelt mehr Segeltuch auf und zieht es daher von dem Flügel zurück. — Eine ſelbſttätige Kraftregulierung mit Windtüren zeigt Fig. 2. Durch die hohle Hauptwelle *a* geht ein Eiſenſtab *c*, der bei *d* ſo mit einer Zahnſtange *e* verkuppelt iſt, daß beide ſich gleichzeitig der Länge nach verſchieben müſſen, die Drehung von *c* aber nicht auf *e* übertragen wird. Das Gewicht *g* ſtrebt beide nach links zu ſchieben und vermittelſt der Hebelwerke *ikl* die Windtüren *mm* zu ſchließen, während der Wind ſie aufzudrücken ſtrebt. Wird die Windgeſchwindigkeit größer als die normale, ſo öffnen ſich die Windtüren je nach dem Uebermaße des Windes mehr oder weniger, ſo daß die Wirkung des Windes auf das Rad nahezu die gleiche bleibt; mit dem vom Rade zu überwindenden Widerſtande aber ändert ſich ſeine Geſchwindigkeit. — Die in neuerer Zeit von Kirchweger ganz aus Eiſen konſtruierten Windräder (Fig. 3) haben fünf ebene, um radial zur Hauptwelle geſtellte Achſen *b* drehbare Flügel *c*. Die Hauptwelle iſt in einer Kuppel *d* gelagert, die wie eine Drehſcheibe mit Rollen auf einer hohlen Säule *e* umläuft und durch eine dem Windrade gegenüberſtehende Windfahne *f* ſo gedreht wird, daß die Hauptwelle immer wieder in die Windrichtung zu liegen kommt. Jeder Flügel iſt an ſeinem der Hauptwelle zugekehrten Ende mit einem Hebelarme *g* verſehen, der durch eine Schubſtange *i* mit der Roſette *k* verbunden iſt, die auf einer durch die hohle Hauptwelle gehenden Stange ſitzt. Dieſe dreht ſich in dem an ihrem andern Ende durch zwei Bundringe gehaltenen Gleitſtück *n*, woran eine über eine feſte Rolle gehende Kette befeſtigt iſt, die das Gewicht *p* trägt. Das Gewicht *p* ſtrebt die Roſette *k* nach der Hauptwelle

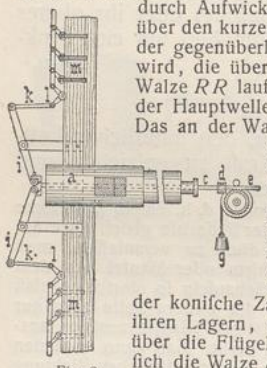


Fig. 2.

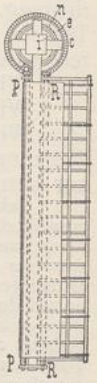


Fig. 1.

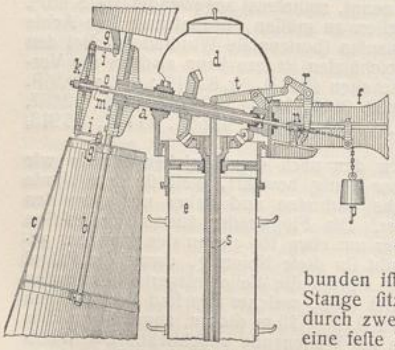


Fig. 3.

hinzuziehen, bis der Stellring *o* auf der Stange *m* an die Hauptwelle ſtößt und die Windflügel den für die Kraftaufnahme vorteilhafteſten Winkel von etwa 75° mit der Windrichtung bilden. Wird jedoch vermittelſt der Zugſtange *s*, des Hebels *t* und des Winkelhebels *r* das Gleitſtück *n* und damit die Stange *m* nach links geſchoben, ſo wird der Stoßwinkel und folglich auch die Wirkung des Windes auf das Rad kleiner, und wenn die Zugſtange *s* ſo weit herabgezogen wird, daß die Flügel dadurch in die Windrichtung geſtellt werden, wirkt der Wind nicht mehr drehend auf das Rad; vgl. [1], S. 469, 481; [2], S. 638, 639. — Die amerikaniſchen Windräder, die man vorzugsweiſe Windmotoren nennt, unterſcheiden ſich von den bisher beſprochenen durch eine bedeutend größere Zahl entſprechend kleinerer Flügel, die in einer mit der Hauptwelle konzentriſchen Ringfläche radial nach Art von Jalouſien angeordnet ſind. Der innere Durchmeſſer dieſer Ringfläche iſt etwa 1:3 des Raddurchmeſſers, die geſamte Flügelfläche etwa 4:5 der Radfläche. Infolgedeſſen werden die Raddurchmeſſer nur 1:2 bis 2:3mal ſo groß als bei ebenſo leiſtungsfähigen Rädern älterer Art. Die Flügel beſtehen nur aus dünnen Brettchen, und dementſprechend können auch alle andern Teile der Maſchine viel leichter konſtruiert werden, was bedeutend geringere Kraftverluſte durch Reibung zur Folge hat, ſo daß amerikaniſche Windräder noch bei ſchwächerem Winde funktionieren, als ſolche älterer Art. Die Einſtellung und die Kraftregulierung erfolgen bei den amerikaniſchen Windrädern ſtets ſelbſttätig, letztere aber nach drei verſchiedenen Syſtemen. Bei dem Eklipſeſyſtem bildet das Rad ein in ſich feſtes Ganzes, das bei übermäßiger Windſtärke mehr und mehr aus der Stellung ſenkrecht zu der Windrichtung herausgedreht wird. Die ſelbſttätige Regulierungsvorrichtung der Eklipſe-Räder bezweckt alſo, wie die früher beſchriebenen älterer Art, konſtante Leiſtung, nicht aber konſtante Umdrehungszahl derſelben; vgl. [6], S. 720; [9] D.R.P. Nr. 40672 und 80642. Bei dem Ultra-Standard-Syſtem (Fig. 4) ſind die Flügel um je zwei in einer radialen Achſe liegende Stifte nach Art von Jalouſien drehbar. Dieſe Stifte ſind auf zwei konzentriſchen Ringen gelagert. Die Stellung der Flügel gegen die Radfläche wird durch ein Syſtem von Gewichten *g* geregelt, die vermittelſt der einarmigen Hebel *a*, der dreiarmigen Hebel *b* und der Verbindungsſtangen *c* an den Radarmen aufgehangen ſind. Die gegenüberliegenden Arme der Hebel *b* ſind durch Zugſtangen *d*, Winkelhebel und eine auf der Hauptwelle verſchiebbare Muffe ſo miteinander verbunden, daß die Gewichte *g* im ruhenden Zuſtande einander das Gleichgewicht halten. Die dritten Arme der Hebel *b* bewegen vermittelſt Gelenkſtangen *e* eine über den Mitten der Flügel liegende und durch Scharniere mit deren vorderen Kanten verbundene gebogene Stange *i*. Solange die Umdrehungszahl des Windrades die normale nicht überſteigt, wird die auf der Hauptwelle verſchiebbare Muffe durch ein vermittelſt eines Winkelhebels auf ſie wirkendes Gegengewicht in ſolcher Stellung gehalten, daß die auf die beſchriebene Weiſe mit ihr verbundenen Flügel die für die Kraftaufnahme vorteilhafteſte Neigung zur Radebene haben. Wird aber die Umdrehungszahl infolge ſtärkeren Windes oder geringeren Widerſtandes größer, ſo überwindet die Zentrifugalkraft der Gewichte *g* das Gegengewicht, erſtere bewegen ſich und die Hebel *a* und *b* nach dem Radumfange hin und drehen die Windflügel mehr in die Windrichtung. Dieſe Vorrichtung iſt alſo ein Zentrifugalregulator zur Erhaltung konſtanter Geſchwindigkeit und iſt daher den ſeither beſchriebenen Reguliervorrichtungen vorzuziehen. Dem Eklipſeſyſtem gegenüber bietet ſie aber auch noch den Vorteil, daß ſie bei der Regulierung viel geringere Maſſen zu bewegen und viel geringere Reibungswiderſtände zu überwinden hat, weshalb ſie pünktlicher und weniger ſtoßweiſe funktioniert; vgl. [6], S. 723 (D.R.P. Nr. 10617). — Das Syſtem Haladay (Fig. 5) hat wohl deshalb die größte Verbreitung gefunden, weil es mit den ſoeben genannten Vorteilen des Ultra-Standard-Syſtems noch den verbindet, daß das Windrad weniger Scharniere enthält und daher dauerhafter iſt als bei dieſem. Hier ſind nämlich die zwiſchen je zwei benachbarten Radſpeichen *a* liegenden Flügel *f* durch eine Achſe *c* und Querleiſten *l* feſt miteinander verbunden. Jedes der ſo gebildeten Radſegmente iſt um die Achſe *c* drehbar, die den vom Radmittelpunkte aus beſchriebenen, durch den Schwerpunkt des Segmentes gehenden Kreis tangiert. Die Achſen ſind auf den Radarmen gelagert und bilden zuſammen ein regelmäßiges Vieleck. In der Mitte jeder dieſer Achſen *c*, wo die Flügel einen entſprechenden Zwiſchenraum freilaſſen, iſt ein Hebel an ihr befeſtigt. Dieſer iſt durch eine Stange *e*, die ein Gewicht *g* trägt, mit dem einen Arme eines an der Radnabe gelagerten Winkelhebels *d* verbunden, deſſen andrer Arm vermittelſt einer Schubſtange eine auf der Hauptwelle verſchiebbare Muffe *m* erfaßt. Solange die Umdrehungszahl des Windrades die normale nicht überſteigt, erhält ein auf einem Winkelhebel *h* ſitzendes Gegengewicht *q* dieſe Muffe in einer ſolchen Lage, daß die Radſegmente zur Hauptwelle ſenkrecht ſtehen; bei größerer Umdrehungszahl aber erlangt die Zentrifugalkraft der Gewichte *g* die Oberhand, zieht die Stangen *e*

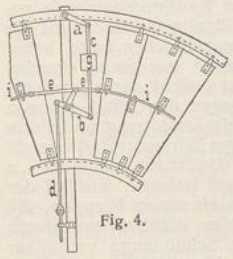


Fig. 4.

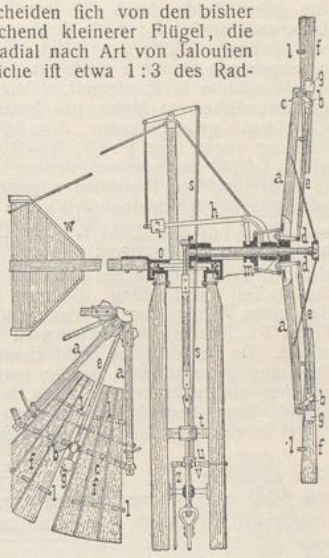


Fig. 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach außen und dreht vermittelſt des Hebels *b* die Radſegmente um die Achſe *c* in die Windrichtung. Durch Ziehen an der Stange *s* kann man auch das Gewicht *q* jederzeit von Hand heben und die Radſegmente in die Windrichtung drehen, um die Maſchine abzuſtellen. Damit der Wind, wenn er umſchlägt, die Hauptwelle in ſeine neue Richtung dreht, iſt die Drehſcheibe *o*, worauf die Hauptwelle gelagert iſt, dem Windrade gegenüber mit einer Windfahne *w* verſehen, die dieſem das Gleichgewicht hält. Die Zugſtange *s* und der obere Teil des Pumpengeſtänges, welches hier von dem Windrade betrieben wird, drehen ſich mit der Drehſcheibe. Sie gehen beide durch eine Randſcheibe, die ſich mit ihnen in einem feſten Lager *t* dreht. Unterhalb desſelben iſt die Zugſtange in einer ſich mitdrehenden, auf dem Pumpengeſtänge verſchiebbaren Muffe *u* befeſtigt, die durch einen Gabelhebel *v* und die zum Arbeiterſtande herabgehende Stange *z* niedergezogen werden kann. Berechnung: Bezeichnet N die Leiſtung des Windrades in Pferdekraft, F die geſamte Flügelfläche in Quadratmeter und v die Windgeſchwindigkeit in Meter pro Sekunde, ſo kann für Windräder älterer Konſtruktion nach Coulomb geſetzt werden: $N = 0{,}0004\,F v^3$ und für amerikaniſche Windräder der geringeren Reibung wegen nach Preß: $N = 0{,}0005\,F v^3$, oder, da hier $F = 0{,}8$ der Radfläche $d^2\pi : 4$, alſo gleich $0{,}63\,d^2$ angenommen werden kann, $N = 0{,}0005 \cdot 0{,}63\,d^2 \cdot v^3 = 0{,}000315\,d^2 v^3$. — Bei den in amerikaniſchen Preisliſten angegebenen Leiſtungen der Windräder iſt die für den Betrieb günſtigſte Windgeſchwindigkeit von 7 m vorausgeſetzt, woraus ſich ergibt: $N = 0{,}000315 \cdot 343\,d^2 = 0{,}108\,d^2$ und $d = 3{,}04\sqrt{N}$. Für Deutſchland kann aber die mittlere Windgeſchwindigkeit nur zu 4 m angenommen werden, wofür man erhält: $N = 0{,}000315 \cdot 64\,d^2 = 0{,}020\,d^2$ und $d = 7{,}07\sqrt{N}$. Ein ſolches Windrad ergibt alſo in unſrer Gegend durchſchnittlich nur den fünften Teil der Leiſtung, die man in amerikaniſchen Preisliſten angegeben findet. Bei dem Bau eines Windmotors für das Schiff „Gauß“ der deutſchen Südpolarexpedition hat ſich die Firma Th. Reuter & Schumann in Kiel wieder mehr der älteren Konſtruktionsweiſe genähert. Da der däniſche Mühlenbauer Soerenſen an einem zehnflügeligen Windmotor die Erfahrung gemacht hatte, daß er, nachdem ein Sturm vier Flügel herausgebrochen hatte, beſſer arbeitete als zuvor, erhielt auch der Windmotor für das Schiff „Gauß“ nur ſechs einzelne Flügel. Eine ebenfalls von Soerenſen herrührende Eigentümlichkeit beſteht darin, daß die Flügel in eine Kegelfläche geſtellt und gegen die Enden hin etwas gegen den Wind gebogen ſind (Fig. 6, *A*). Daß durch dieſe Anordnung und Form der Flügel ein beſonders günſtiger Wirkungsgrad erreicht wird, iſt durch Verſuche des däniſchen Profeſſors La Cour nachgewieſen. Die Flügel beſtehen wie bei der älteren Konſtruktion (Fig. 2) aus einzelnen Klappen, die um peripheriſch gelagerte Achſen drehbar und durch eine vor dem Flügel liegende Schubſtange verſtellbar ſind; doch liegen die Achſen hier nicht in, ſondern hinter den Klappen. Fig. 6, *B* zeigt einen Querſchnitt durch einen Flügel, Fig. 6, *C* die relative Lage von Achſe, Klappe, Schubſtange und ihren Verbindungsteilen bei eingerückten Klappen, Fig. 6, *D* deren relative Lage bei ausgerückten Klappen. Hierbei iſt das äußere Ende des Flügels links von der Figur angenommen. Die Geſchwindigkeit des Windrades regelt ſich ſelbſttätig, weil beim Ueberſchreiten der zuläſſigen Umlaufszahl die Fliehkraft der Klappen und Zugſtangen den Widerſtand eines durch Hebel und Stangen damit verbundenen Gegengewichts überwindet und die Klappen aufrichtet. Die Einſtellung des Rades in den Wind wird durch eine Windfahne bewirkt. Das Rad hat 5,5 m Durchmeſſer und ſoll bei einer Windgeſchwindigkeit von 7 m/sec 1¾ PS. leiſten. — Außer den bereits genannten vgl. D.R.P. Nr. 1834, 3918, 8191, 8195, 8990, 9079, 10898, 13901, 16375, 17763, 33911, 33914, 40009, 40972, 44562, 45814, 46528, 46575, 47161, 49264, 50121 56239, 73781, 79138, 85766, 86991, 89168, 91544, 93426, 94556, 113356, 152387.

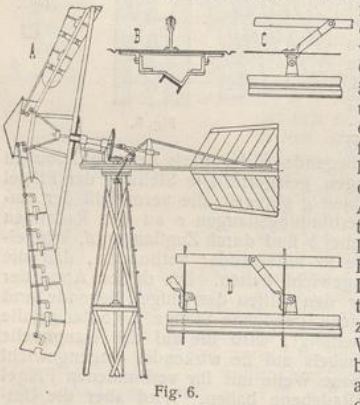


Fig. 6.

Literatur: [1] Rühlmann, M., Allgemeine Maſchinenlehre, Braunſchweig 1875, Bd. 1. — [2] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig 1883—87, Teil 2, Abt. 2. — [3] Perels, E., Die neueſten amerikaniſchen Windräder für landwirtſchaftl. Zwecke, Wien 1877. — [4] Neumann, F. R., Die Windmotoren, Weimar 1881. — [5] Hollenberg, A., Die neuen Windräder, ſogenannte amerikaniſche Windräder, Leipzig 1885. — [6] Derſ., Windmotoren in Karmarſch und Heerens Technikchem Wörterbuch, herausg. von Kick und Gintl, Prag 1889, Bd. 10. — [7] Wolff, A., The Windmill as a prime mover, New York. — Zeitſchriften: [8] Rühlmann, Ueber Wind als Motor und die Windmühlen ſonſt und jetzt, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 1245. — [9] Maſt, Foos & Co., The Columbian steel windmill, Iron Age, Bd. 49, S. 975. — [10] Peliffier, G., L'utilisation des forces matérielles, Moulin à vent, Lum. électr., Bd. 44, S. 65. — [11] Blyth, J., A new form of windmill, Iron, Bd. 40, S. 139, Electr. Rev., Bd. 31, S. 184. — [12] Müller, Ed., Sicherheitsjalouſien an Windmühlen, Uhlands techn. Rundſchau, Bd. 6, S. 342. — [13] Erörterungen über Windmotoren, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.-Ver. 1892, S. 638—658. — [14] Dandys Windrad der Challenge Windmill Co., Uhlands techn. Rundſchau 1893, S. 407. — [15] L'utilisation de la force du vent. Génie civ., Bd. 24, S. 373; Organ d. Eiſenbahnverw. 1894, S. 234; Glaſers Ann., Bd. 35, S. 196. — [16] v. Horn, Windmühlen im Dienſte der Induſtrie, Glaſers Ann., Bd. 25, S. 114; Uhlands techn. Rundſchau 1894, S. 387. — [17] Touzelin, Moulin à vent á quatres roues, Génie civ., Bd. 25, S. 277. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[18] Griffith, J. A., Windmills for raising water, Proc. Inst. Civ. Eng. 1895, S. 119, 321. — [19] Elektr. Anlage mit Windradbetrieb, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 275. — [20] Neuerungen an Windrädern, Uhlands techn. Rundſchau 1895, S. 343. — [21] Titt, J. W., Simplex wind engine, Eng., Bd. 81, S. 133. — [22] Gehrhardt, Zur Berechnung der Windräder, Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, S. 211. — [23] Halladays Windmotor, Eng., Bd. 82, S. 212. — [24] Moulin à vent à axe vertical, Génie civ., Bd. 29, S. 173. — [25] Fontaine, L., Les moteurs à vent employés en agriculture, Paris 1902.

Th. Beck.

Windreep, ſ. Takelage.

Windriſpe, 1. ſ. v. w. Windlatte (ſ. d.); 2. Windbock, Langwand im Dache unter der Firſt; ſie dient beim einfachen Stuhl als Längsverband.

Windroſe, in der Meteorologie eine Zuſammenſtellung der an einem Beobachtungsorte den verſchiedenen Windrichtungen zukommenden Werte der meteorologiſchen Elemente, wie ſich ſolche aus einem vieljährigen Zeitraum für das Jahr oder die Jahreszeiten oder die einzelnen Monate ergeben.

Die thermiſchen, atmiſchen, nephiſchen, Niederſchlags- u. ſ. w. Windroſen bringen die jeder Windrichtung im Mittel zukommende Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederſchlagsmengen u. ſ. w. zur überſichtlichen Darſtellung und laſſen ſomit den Einfluß der Windrichtung hervortreten, doch ſind die in ſolcher Weiſe hervortretenden Beziehungen im allgemeinen dadurch getrübt, daß die Windfahne am Ort häufig bei entgegengeſetzten Witterungsverhältniſſen abhängig von der jeweiligen Luftdruckverteilung über der weiteren Umgebung, dieſelbe Windrichtung anzeigt.

Großmann.

Windſchief nennen wir eine Fläche, deren erzeugende Linien gerade ſind, jedoch von der Richtung der benachbarten Erzeugenden abweichen.

So ſind windſchiefe Dächer ſolche, deren Trauflinien mit der Firſt nicht parallel laufen, ſo daß die Sparren in der Neigung verſchieden ſind (ſ. Dachzerlegung, Bd. 2, S. 528). Eine gute Eindeckung ſolcher Flächen iſt ſchwierig herzuſtellen, daher ſucht man ſolche Dachflächen zu vermeiden. — Windſchiefe Mauerflächen, ſ. Bd. 6, S. 337.

Weinbrenner.

Windſchutzhauben, ſ. Lüftung, Bd. 6, S. 234.

Windſeparation oder Luftſeparation wird in der bergmänniſchen Aufbereitung (ſ. Bd. 1, S. 346) angewendet, wenn entweder das für die naſſe Aufbereitung nötige Waſſer nicht beſchafft werden kann, z. B. bei der Goldaufbereitung in Weſtauſtralien [1], oder wenn, wie bei der Aufbereitung ſtaubreicher Kohle, dieſe trocken gewonnen und zugleich die Verunreinigung des Waſchwaſſers tunlichſt vermieden werden ſoll, weil deſſen Klärung große Schwierigkeiten bereitet (vgl. a. Klärung der Waſchwaſſer, Bd. 5, S. 501).

Die Windaufbereitung kann überhaupt nur völlig trockenes Gut und Körner von etwa 0,1 mm Durchmeſſer aufwärts trennen; noch feineres Material läßt ſich nicht ſondern. — Außerdem bildet der feinſte Staub einen Uebelſtand des Verfahrens; man ſaugt ihn mittels Ventilatoren ab und läßt ihn ſich in beſonderen Staubkammern oder in Cyklonen (vgl. Bd. 1, S. 322) abſetzen. — In der Steinkohlenaufbereitung benutzt man den durch einen Ventilator erzeugten Luftſtrom, z. B. nach dem Verfahren von Hochſtrate (Lamprecht, Kohlenaufbereitung, S. 43), meiſtens nur, um aus dem gröberen Korn, während es die Siebapparate durchläuft und bevor es auf die Setzmaſchinen gelangt, den feinen Staub zu entfernen [2]. Zum Teil wendet man auch Schleuderapparate (ſ. weiter unten) an, um durch einen ſchnellaufenden Schleuderteller die Feinkohle in mehrere Korngrößen zu zerlegen, die in ringförmigen Behältern aufgefangen werden, während gleichzeitig mittels Ventilators ein Luftſtrom durch den Apparat geſaugt wird, der den feinſten Staub entfernt (Bauart der Königin-Marien-Hütte zu Cainsdorf). — Für die Golderzaufbereitung wird auch der Schleuderapparat von Pape-Henneberg empfohlen [3], mit demſelben werden durch die Fliehkraft aus dem zerkleinerten Roherz eine Anzahl Poſten hergeſtellt, in jedem derſelben finden ſich angenähert gleich ſchwere Körner und daher neben kleinen Goldkörnern größere Quarzkörner, ſo daß mittels feiner Siebe angereicherte Golderze erhalten werden. — Krom hat ſchon 1868 vorgeſchlagen [4], die durch einen Luftſtrom erhaltenen Poſten durch einen Setzprozeß mittels Luftſtöße (pneumatiſches Setzen) weiter zu verarbeiten.

Literatur: Vgl. die Bd. 1, S. 350 unter [1]—[4] genannten Lehrbücher der Aufbereitungskunde. — [1] Gmehling, A., Beitrag zur Kenntnis der weſtauſtraliſchen Goldfelder, Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenweſen, Wien 1898, S. 161. — [2] Parent, Séparation des charbons pulvérulents par l'action d'un courant d'air, Annales des Mines, Paris 1897, S. 123. — [3] Bilharz, O., Ueber Trockenaufbereitung, im beſonderen über das Pape-Hennebergſche Verfahren, 1893. — [4] Althans, Die Entwicklung der mechaniſchen Aufbereitung in den letzten hundert Jahren, Zeitſchr. für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im Preußiſchen Staate, Berlin 1878, S. 126 und 173.

Treptow.

Windſtreben, 1. die am Ende einer Fachwerkwand angebrachte Strebe, welche dem Winddruck entgegenwirkt (ſ. Fachwand, Bd. 3, S. 533, Fig. 1 und 2); 2. die mit den Sparren in einer Ebene liegenden und überblatteten Hölzer (ſ. Dachſtuhl [Holzdachſtühle], Bd. 2, S. 515, B. Satteldächer, Fig. 10b), welche in der Richtung gegen den Winddruck von der Saumſchwelle oder Fußpfette zur Mittelpfette aufſteigen.

Weinbrenner.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Windung (Torſion), ſ. Krümmung.

Windungswinkel (Torſionswinkel), der Winkel zweier aufeinander folgender Schmiegungsebenen einer Raumkurve.

Windverband, der Inbegriff jener Teile eines Brückenüberbaues, welche die horizontalen, ſenkrecht zur Brückenlängsachſe gerichteten und hauptſächlich vom Winddrucke (ſ. d.) herrührenden Kräfte aufzunehmen und auf feſte Stützpunkte zu übertragen haben. Dieſe Horizontalkräfte beanſpruchen die Hauptträger des Brückenüberbaues einesteils auf Umkanten, andernteils auf horizontale Ausbiegung. Gegen erſteres ſichert der in einzelnen Vertikalebenen angeordnete Querverband der Hauptträger, gegen letzteres die in horizontaler Ebene liegende Windverſtrebung.

Letztere wird, wenn nicht etwa eine ſtarre, unverſchiebliche Fahrbahntafel eine beſondere Windverſtrebung unnötig macht, immer in der Form eines horizontal bezw. flach liegenden Gitterträgers ausgeführt. Gewöhnlich liegt die Windverſtrebung in der Fläche einer Gurtung der Hauptträger, und dieſe Hauptträgergurtungen bilden dann gleichzeitig auch die Gurtungen der Windträger; es kann aber auch, wenn die Fahrbahn nicht an einer Gurtung gelegen iſt (Fachwerksträger mit polygonalem Ober- und Untergurt, Bogen- und Hängeträger), eine beſondere Windträgergurtung in der Ebene der Fahrbahn notwendig werden. Brücken mit obenliegender Bahn erhalten in der Regel eine Windverſtrebung am Obergurt. Bei entſprechend ſtarken Querverſtrebungen, namentlich an den Trägerenden, kann die untere Windverſtrebung entfallen. Umgekehrt kann die obere Windverſtrebung wegbleiben, wenn eine ſolche am Untergurt angeordnet wird; jedoch müſſen im letzteren Falle die Querverbände ſtärker hergeſtellt werden, da ſich die größeren Horizontalkräfte immer an dem Gurt übertragen, wo die Fahrbahn angebracht iſt. Werden Windverſtrebungen an beiden Gurtungen angeordnet, ſo brauchen Querverbände nur an den Trägerenden vorhanden zu ſein. Vielfach findet man aber, namentlich bei hohen Tragwänden, zwei Windverſtrebungen und außerdem auch Zwiſchenquerverbände angeordnet, obwohl hierdurch in das räumliche Syſtem mehrfache ſtatiſche Unbeſtimmtheiten gebracht werden. Brücken mit untenliegender Fahrbahn erhalten, wenn ſie offen auszuführen ſind, natürlich nur eine Windverſtrebung am Untergurt. Werden ſie geſchloſſen, d. h. mit oberem Querverbande durchgeführt, ſo ordnet man zwei Windverſtrebungen, je eine am Untergurt und am Obergurt, an. Letztere wird ſchwächer beanſprucht; bei Trägern mit gekrümmten Gurten kann ſie häufig auch nicht bis an die Trägerenden geführt werden. Dort, wo die obere Windverſtrebung endigt, iſt dann eine ſtärkere Querverbindung der beiden Hauptträger anzuordnen, wogegen die Zwiſchenquerverbände ſchwach ausgeführt werden oder auch ganz wegbleiben können. Bei Bogenträgern ſowie bei Hängewerksträgern wird ſtets eine Windverſtrebung in der Ebene der Fahrbahn angeordnet, zu welchem Behufe ein Streckträger als Windgurt anzubringen iſt. Außerdem werden die Bogen ſelbſt noch durch eine, oder bei Fachwerksbogen von größerer Höhe auch durch zwei, an jedem Gurt angebrachte Windverſtrebungen verbunden. Die Windſtrebenausfachung ſelbſt beſteht in der Regel aus gekreuzten Diagonalſtäben, die an die Knotenpunkte der Hauptträgergurtungen angeſchloſſen ſind (Fig. 1). Die an dieſen Knotenpunkten liegenden Querträger oder Querriegel bilden dann gleichzeitig auch Normalſtänder des Windſtrebenſyſtems. Die gekreuzten Windſtreben können entweder flach, alſo nur für Zug, konſtruiert ſein, oder beſſer und jetzt allgemein mit ſteifem Querſchnitt, ſo daß das Syſtem als ein zweifaches ſymmetriſches Fachwerk berechnet werden kann. Die Windſtreben müſſen knicksicher dimenſioniert werden. Durch den Anſchluß der Windſtreben an die Hauptträgergurtungen kommen in ſie, von den Längenänderungen der Gurte infolge Belaſtung herrührende, Zuſatzſpannungen. Dieſe werden durch die in Fig. 2 dargeſtellte Anordnung der Windverſtrebung weſentlich herabgemindert. Wo es angeht, verbindet man die Windſtreben auch mit den von ihnen gekreuzten Zwiſchenlängsträgern und vermindert hierdurch ſowohl ihre freie Knicklänge als auch die Winddruckſpannung in den Hauptträgergurtungen namentlich dann, wenn, wie in Fig. 3, dieſe Zwiſchenträger auch an den Querträgern durch Windſtrebenkreuze verbunden werden. Bei Eiſenbahnbrücken iſt auch auf die Horizontalkräfte, welche die Fahrzeuge übertragen, Bedacht zu nehmen. Sie erfordern eine beſondere wagerechte Verſtrebung zwiſchen den Fahrbahnlängsträgern (Schwellenträgern), wenn dieſe nicht, wie in Fig. 3, an den Hauptwindverband angeſchloſſen werden.

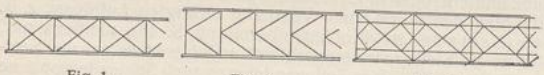


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Literatur: Winkler, E., Theorie der Windverſtrebung in Brücken mit zwei Trägern, Civilingenieur XXX; Derſ., Brückenbau: Die Querkonſtruktionen der eiſernen Brücken, 2. Aufl., Wien 1884; Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2; Häfeler, Brückenbau, Braunſchweig 1903; Schaper, Eiſerne Brücken, Berlin 1908.

Melan.

Winkel, die Größe des Richtungsunterſchieds zweier in einem Punkt (der Spitze) ſich ſchneidender Geraden (Schenkel).

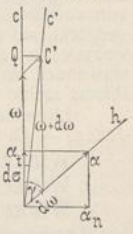
Bilden die Schenkel nach entgegengeſetzten Richtungen eine Gerade, ſo heißt der Winkel ein flacher und beträgt 180°. Fallen die Schenkel auf derſelben Seite der Spitze in eine Gerade zuſammen, ſo heißt der Winkel ein voller und beträgt 360°. Ein Winkel von 90° heißt ein rechter. Ein Winkel zwiſchen 0° und 180° heißt konkav, ein ſolcher zwiſchen 180° und 360° konvex. Ein Winkel zwiſchen 0° und 90° heißt ſpitz, ein ſolcher zwiſchen 90° und 180°

ſtumpf. Der Winkel zweier Kreisradien heißt Zentriwinkel. Der Winkel zwiſchen zwei Sehnen, welche einen Endpunkt gemein haben, heißt Peripheriewinkel; er iſt halb ſo groß wie der zugehörige Zentriwinkel. Der Peripheriewinkel im Halbkreis iſt ein rechter.

Literatur: [1] Boeddicker, Beiträge zur Theorie des Winkels, Stuttgart 1875. — [2] Sachs, Der Winkel und die parallelen Linien, Stuttgart 1890. — [3] Roeſe, Richtung und Länge der geraden Linie oder Lehre von den Winkeln und der Kongruenz der Figuren, Wismar 1874. *Wölffing.*

Winkel (Normal-, Anſchlag-, Kreuz- u. ſ. w. Winkel) als Meßwerkzeug, ſ. Bd. 6, S. 402; vgl. a. Zeichnen, techniſches.

Winkelbeſchleunigung. Die Winkelgeſchwindigkeit ω eines zur Zeit t um die Achſe c rotierenden Syſtems iſt eine geometriſche Größe, welche als Strecke von beſtimmtem Sinne auf der Achſe aufgetragen wird. Sie ändert ſich im allgemeinen nach Größe und Achſenrichtung zugleich (ſ. die Figur). Die unendlich kleine Komponente $d\omega$, welche zu ω hinzutreten muß, um ω in die Winkelgeſchwindigkeit $\omega + d\omega$ für die Zeit $t + dt$ um die folgende Achſe c' nach Größe und Achſenrichtung überzuführen, heißt die Elementarwinkelbeſchleunigung, und der Quotient $\alpha = d[\omega] : dt$ die Winkelbeſchleunigung zur Zeit t. Sie iſt ſelbſt eine geometriſche, gerichtete Größe von der zu $d[\omega]$ parallelen Achſenrichtung h. Man kann ſie in zwei Komponenten α_t und α_n zerlegen, wobeit α_t die Richtung von c hat und α_n ſenkrecht dazu ſteht (Tangential- und Normalwinkelbeſchleunigung). Es wird $\alpha_t = d\omega : dt$, $\alpha_n = \omega\psi$ und $\alpha^2 = (d\omega : dt)^2 + \omega^2\psi^2$, wobei ψ die Winkelgeſchwindigkeit darſtellt, mit der ſich die Achſe c in die Achſe c' dreht. — Vgl. die Art. Aequivalenz der Bewegungen, hinſichtlich der Zerlegung von $\omega + d\omega$, ſowie Beſchleunigungszentrum. *(† Schell) Finſterwalder.*



Winkeleiſen, 1. ein in rechtem Winkel abgebogenes Eiſenband zum Beſchläg zweier im Winkel zuſammengeſetzter Hölzer; 2. ſ. v. w. Winkelmaß; 3. Walzeiſen mit winkelförmigem Querſchnitt (⌊-Eiſen). S. a. Normalprofile. *Weinbrenner.*

Winkelgeſchwindigkeit. Rotiert ein unveränderliches Syſtem um eine Achſe, ſo heißt die gemeinſame Geſchwindigkeit aller Punkte, welche von der Achſe den Abſtand „Eins“ haben, die Winkelgeſchwindigkeit des Syſtems. Iſt $d\vartheta$ der unendlich kleine Bogen, den ein Punkt im Abſtande „Eins“ von der Achſe im Zeitelement dt beſchreibt, ſo iſt die Winkelgeſchwindigkeit $\omega = d\vartheta : dt$. Sie wird als Länge auf der Achſe mit einer den Sinn der Rotation angebenden Pfeilſpitze aufgetragen. S. Aequivalenz der Bewegungen, woſelbſt gezeigt iſt, wie die Sätze über die Aequivalenz der unendlich kleinen Rotationen unmittelbar in Sätze über die Aequivalenz der Winkelgeſchwindigkeiten übergehen. *(† Schell) Finſterwalder.*

Winkelgleichungen, ſ. Methode der kleinſten Quadrate.

Winkelhaken, a) Winkelmaß, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402; b) Gerät der Schriftgießer (hölzernes Lineal) und Schriftſetzer (auf Zeilenbreite einſtellbares eiſernes Käſtchen) zum Auffetzen der Lettern; ſ. a. Buchdruckerkunſt.

Winkelinſtrumente zum Abſtecken konſtanter, beſonders rechter Winkel ſind: 1. Winkelkreuz, Kreuzſcheibe, Winkelkopf, Winkeltrommel. 2. Winkelſpiegel, Winkelrohr, Spiegelkreuz. 3. Winkelprisma, Prismenkreuz.

Die zu 1. genannten Inſtrumente beſtehen aus zwei ſich rechtwinklig kreuzenden Ziellinien. Dieſe werden bei Winkelkopf oder Winkeltrommel durch Diopter (ſ. d.), beſonders Spaltendiopter, gebildet, die an zylindriſchen, koniſchen oder beſſer kugelförmigen Metallgehäuſen von etwa 6—10 cm Durchmeſſer angebracht ſind. Zur Abſteckung von 45° oder andrer Winkel dienen Zwiſchendiopter. Der Winkelkopf eignet ſich zur rohen Winkelmeſſung, wenn er über einer Gradteilung drehbar iſt. Wegen eines Anſchlages zur Einſtellung auf 0° ſ. [2]. Die Inſtrumente werden auf einem Abſteckſtab gebraucht.

2. Der Winkelſpiegel beſteht aus zwei kleinen Spiegeln $S\,S$ (Fig. 1), welche auf einer Ebene normal ſtehen und einen Flächenwinkel von 45° bilden. Die Spiegel ſind in kleine Gehäuſe eingeſchloſſen. Das Prinzip ergibt ſich aus Fig. 1, worin $\varphi = \alpha + \beta$; $\psi = 2(\alpha + \beta)$, alſo $\psi = 2\varphi$ iſt (vgl. a. S. 183). Danach erblickt das Auge A ein doppelt reflektiertes Bild von P (z. B. Fluchtſtab) in der Richtung P^1. Indem das Bild mit dem direkt angezielten Punkt zur Deckung gebracht wird, wird bei K ein rechter Winkel ψ abgeſteckt. Der Kreuzungspunkt K wird mit Lotſtab oder Senkel herabgelotet. Zu ſeiner ſchärferen Fixierung iſt es zweckmäßig, das Gehäuſe nach Art der Winkeltrommel mit feſten Durchblicken zu verſehen. — Wird nur ein Spiegel verwendet, der unter 45° gegen eine Ziellinie in einem Rohre angebracht iſt, ſo hat man das wenig zweckmäßige Winkelrohr. — Werden zwei Spiegel ſo geſtellt, daß ſie ſich unter 90° kreuzen, ſo erhält man ein Spiegelkreuz. Dieſes kann zum Abſtecken geſtreckter Winkel (Ausrichten von Linien) dienen. Verſchiedene Anordnungen, Doppelwinkelſpiegel u. ſ. w., ſ. in [1].

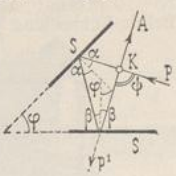


Fig. 1.

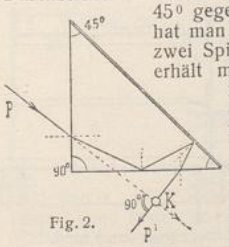


Fig. 2.

3. Ein Winkelprisma iſt ein gleichſchenkliges, rechtwinkliges Glasprisma. Wie Bauernfeind gefunden hat, ſchließen nach Fig. 2 die doppelt reflektierten Strahlen bei K mit der direkten Zielung über das Prisma einen Winkel von 90° ein. Dieſe doppelt reflektierten Strahlen unterſcheiden ſich von den einmal reflek-

tierten Strahlen dadurch, daß ſie unabhängig vom Einfallswinkel ſind. Zum Abſtecken geſtreckter Winkel können zwei einfache, zum ſogenannten Prismenkreuz zuſammengeſetzte Prismen oder mehrſeitige Prismen (vier- und fünfſeitige, ſymmetriſche und unſymmetriſche) verwendet werden, ebenſo zu den Inſtrumenten, die zum Abſtecken von 45° und andrer Winkel dienen ſollen (Prismen von Bauernfeind, Dörgens, Prandtl [1]). Wird das Prisma zum Abſtecken von Winkeln mit parallaktiſcher Abweichung von 90° eingerichtet, ſo erhält man das Diſtanzprisma (Bd. 2, S. 788). Die Prismeninſtrumente werden in kleinen handlichen Gehäuſen geliefert. Wegen Anbringung des Handgriffes ſenkrecht unter dem Strahlenknotenpunkte ſ. [3].

Ob die Bedingung, daß der abgeſteckte Winkel 90° beträgt, genau erfüllt iſt, wird geprüft durch Abſtecken des Winkels von zwei Seiten einer ſcharf ausgerichteten Linie aus. Die gefundene Abweichung entſpricht dem doppelten Fehler. Beim Winkelſpiegel werden zur Berichtigung Stellſchrauben an einem Spiegel angebracht. Winkelkopf und Winkelprisma müſſen von vornherein richtig konſtruiert ſein. Die Genauigkeit der Abſteckung iſt, in Winkelmaß ausgedrückt, auf rund 1′ bis 3′ zu ſchätzen. Die Inſtrumente werden in der Kleinmeſſung (ſ. Stückvermeſſung) zur ſogenannten Koordinatenaufnahme, zur Abſteckung von Querprofilen u. ſ. w. verwendet. In geneigtem Gelände erhält man durch direkte Abſteckung mit Winkelſpiegel und Prisma rechte Winkel im Horizont nur, wenn ein Schenkel wagerecht iſt.

Literatur: [1] Ueber Einrichtung, Gebrauch und Prüfung vgl. [4]—[11] unter Art. Geodäſie. — [2] Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 304. — [3] Ebend. 1906, S. 457. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Winkelinſtrumente, katoptriſche, ſ. Spiegel- und Prismeninſtrumente.

Winkelmaß, -meſſer, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402.

Winkelmeſſung, ſ. Horizontal-, Höhen- und Poſitionswinkel, Reflexionsgoniometer.

Winkelräder, ſ. Kegelräder.

Winkelſtoßlade, Haltevorrichtung für ein Arbeitsſtück (meiſt Holzſtück, auch Klifchee, Metallplatte für Herſtellung von Schriftzeichen u. ſ. w.), das unter einem beſtimmten Winkel geſchnitten, gehobelt oder gefägt werden ſoll. Vgl. a. Gehrlade, Bd. 4, S. 348. † *E. Dalchow.*

Winkeltrieb bezweckt die Kraftübertragung zwiſchen zwei im Winkel zueinander liegenden Wellen. Dazu dienen entweder Kegel- oder auch Hyperbelräder (Bd. 5, S. 418 und 163) oder Riementriebe (Bd. 7, S. 435). *Lindner.*

Winkelzähne, ſ. Pfeilzähne, Bd. 7, S. 94.

Winterhafen an Flüſſen, ein Sicherheitshafen, in welchem die Schiffe, namentlich vor dem Eisgange im Winter, Schutz finden; in der Regel dient derſelbe auch als Zuflucht vor Hochwäſſern (ſ. a. Flußhafen, Seehäfen und Hafendämme). An Kanälen iſt der Winterhafen lediglich ein Aufenthaltsort für die Kähne über die Zeit der Winterſperre, in welchem auch die notwendigen Schiffsausbeſſerungen vorgenommen werden können.

Wippe, Bezeichnung für 1. eine Art Tritthammer (ſ. d.); 2. kleines Fallwerk zum Befeſtigen der runden Stecknadelköpfe an den Schäften (ſ. Bd. 6, S. 557); 3. (in Walzwerken) Hebevorrichtung für das Walzgut (ſ. Walzen).

Wipper ſind Kipper (ſ. d.) für (ſchmalſpurige) Grubenwagen; ſ. a. Grubenbahnen, Maſſentransport und [1].

Um Grubenwagen ſchnell zu entleeren, werden verwendet:

1. Kreiſelwipper. Fig. 1 zeigt eine fahrbare Bauart, während Fig. 2 und 3 einen feſtliegenden derartigen Wipper darſtellen; ſie werden beſonders auf Ladebühnen benutzt beim Verladen von Erzen, Steinkohlen u. ſ. w. unmittelbar in Schiffe oder in Eiſenbahnwagen; ferner zum Spülverſatz (ſ. Druckwaſſerförderer), auch zu Haldenſchüttungen (ſ. 2.) u. ſ. w. Spurweite bis 600 mm, Gewicht rund 500 kg. Neuerdings werden auch ganze Züge ([3], S. 133, Abb. 320) durch derartige Mehrfach- oder weitſpannende (13 m) Kreiſelwipper auf einmal (in rund 5 Sekunden) entleert. Drehmotor 5 PS., Fahrmotor 16 PS., Fahrgeſchwindigkeit 65—70 m/Min.; Steuerung der beiden Bewegungen von einem auf dem Kranträger befindlichen Führerſtand [2].

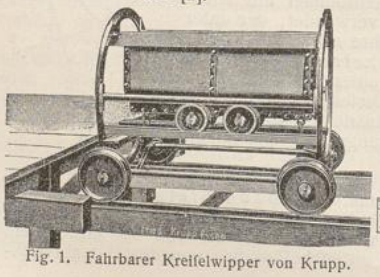


Fig. 1. Fahrbarer Kreiſelwipper von Krupp.

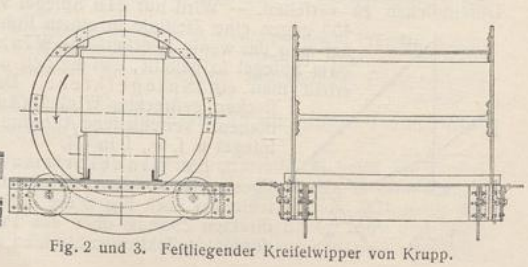


Fig. 2 und 3. Feſtliegender Kreiſelwipper von Krupp.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Kopfwipper (Fig. 4 und 5), beſonders beim Entleeren auf Sturzhalden (vgl. Haufenlager). Auf dem vorgebauten Holzgerüſt wird die Kippvorrichtung feſtgeſchraubt. Iſt die Haldenausſchüttung ſo weit vorgeſchritten, daß ein Umkippen des Förderwagens nicht mehr möglich iſt, ſo wird ein neues Gerüſt weiter vorgebaut und auf demſelben die Kippvorrichtung wieder feſtgeſchraubt. Das Gewicht und die Bauart dieſes Wippers richten ſich nach der Form und der Größe der zu kippenden Gruppenwagen [3].

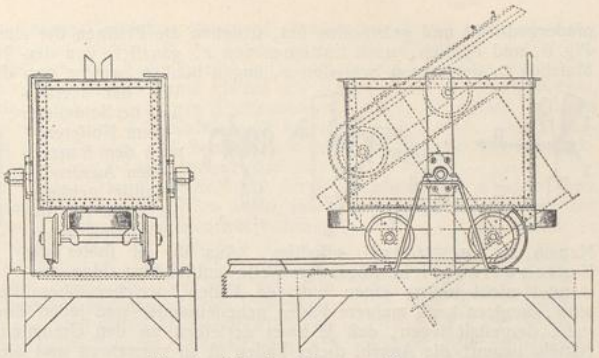


Fig. 4 und 5. Kopfwipper von Krupp.

Literatur: [1] Buhle, Maſſentransport, Stuttgart 1908, S. 133 ff.; Derſ., „Hütte“, 19. Aufl., I. Teil, S. 1239 ff. bezw. 20. Aufl., II. Teil, S. 496; v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journal 1903, S. 343; Derſ., Die Förderung von Maſſengütern, II. Teil, Berlin 1909, S. 37 bezw. 57 ff.; Berndt, Handb. d. Ingenieurwiſſenſch., IV. Teil, Bd. 3, S. 284 ff.; ferner „Glückauf“ 1904, Tafel 32 (ganze Anlage). — [2] Buhle, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 841 ff.; Derſ., Glaſers Ann. 1908, II, S. 10, ſowie Schütt, „Stahl und Eiſen“ 1909, S. 546 (Bauart Heckel); „Glückauf“ 1907, S. 1357 u. 1674 (Bauart Pohlig). — [3] Baum, „Glückauf“ 1908, S. 565 (Syſtem Wilſon). *M. Buhle.*

Wipper in der Aufbereitung und im Bergbau ſind Einrichtungen, die das Entleeren der Fördergefäße erleichtern. Je nachdem der Hund in der Längsrichtung oder nach der Seite gekippt wird, unterſcheidet man Kopfwipper und Kreiſelwipper. Die Kopfwipper können ſo eingerichtet werden, daß wegen der Lage des Schwerpunktes im ganzen Syſtem der volle Hund ſelbſttätig kippt und der leere ſich ebenſo mit dem Wipper aufrichtet. — Kreiſelwipper werden entweder mit der Hand gedreht oder durch maſchinellen, ein- und ausrückbaren Antrieb (Dampfwipper). Zuweilen werden Kreiſelwipper, um die Entleerung des Hundes an beliebiger Stelle vorzunehmen, auf fahrbare Wagen geſetzt (Wipperwagen). Näheres ſ. Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. ſ. w., 4. Aufl., 1907, S. 544. *Treptow.*

Wirbelſtrom, ſ. Induktion.

Wirkerei. Das Wirken bildet mit dem Stricken und Häkeln die „Maſchenarbeiten“; dieſelben liefern durch Verbindung von Fäden miteinander die Maſchenwaren oder elaſtiſchen Waren, im Gegenſatze zu dem Weben, Flechten, Klöppeln und Knüpfen, welche Arbeiten im weſentlichen unelaſtiſche Waren herſtellen.

Allgemeines. Maſche nennt man die viermal aus ihrer Richtung abgebogene Fadenlage *a*, *b*, *c*, Fig. 9, welche von einer dergleichen Fadenlage *d* gehalten wird. Die Maſche kann entweder offen wie Fig. 9 oder gekreuzt ſein wie Fig. 10. Eine der Maſche *a*, *b*, *c* gleiche oder ähnliche Fadenlage, welche aber nicht von einer andern, *d*, gehalten wird, nennt man eine Schleife oder einen Henkel.

Das Stricken und Häkeln ſtellt dieſe Maſchen einzeln her dadurch, daß der Faden mit einem glatten Stäbchen *s*, Fig. 1, der Stricknadel, oder mit einem Haken *h*, Fig. 2, der Häkelnadel, in Schleifenform als neue Maſche *a* durch eine alte, *b*, hindurchgezogen wird.

Das Wirken, welches aus dem Häkeln und Stricken hervorgegangen iſt, beſchleunigt dieſe Arbeit, indem es ſämtliche Maſchen einer ganzen horizontalen Reihe der Ware zuſammen vorbereitet und vollendet. Hierzu verwendet die Wirkerei eine Reihe Nadeln *n*, Fig. 3 und 4, in gleicher Anzahl mit den in einer Reihe liegenden Maſchen und zwiſchen dieſen Nadeln, beweglich hängend, hakenförmige Blechſtreifen *p*, Platinen genannt. Die Haken- oder Spitzen- oder Preß- oder Wirkſtuhlnadeln *n* haben an einem Ende einen langen elaſtiſchen Haken und unter deſſen Spitze im Schafte eine Rinne, Zaſche genannt, Fig. 15, in welche durch Niederdrücken des Hakens („Preſſen“ der Nadel) die Spitze desſelben eingeſenkt wird, wenn eine auf der Nadel hängende Maſche von ihr abgeſchoben werden ſoll. Den feſten Anfangsrand eines Warenſtückes bildet der Wirker durch Umwickeln der Nadeln mit gekreuzten Schleifen *m*, Fig. 4 (das „Anſchlagen“), welche die Stelle der erſten Maſchenreihe vertreten. Zur Herſtellung einer neuen Maſchenreihe wird nun die vorhergehende, *m*, von den Platinen in deren Ausſchnitten oder Kehlen feſtgehalten (das „Einſchließen“), der Faden *f*, Fig. 3 und 4, wird unter den vorderen Platinennaſen auf die Nadelreihe gelegt und durch Senken der Platinen nach und nach zu Schleifen *s*, Fig. 5, zwiſchen die Nadeln eingedrückt (das „Kulieren“); die Platinen *p* führen dann ſämtliche Schleifen *s* gleichzeitig vor in die Nadelhaken, halten aber die alten Maſchen *m* hinter den Hakenſpitzen und, nachdem eine Schiene *r*, die Preſſe, alle Haken

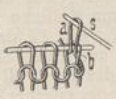


Fig. 1.



Fig. 2.

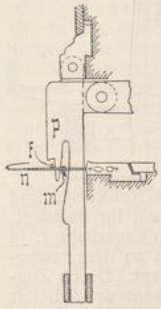


Fig. 3.

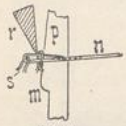


Fig. 4.



Fig. 5.

niedergedrückt und geſchloſſen hat, ſchieben die Platinen die alten Maſchen *m* auf die Haken, Fig. 6, und endlich, nach Entfernen von *r*, gänzlich von den Nadeln ab, ſo daß die alten Maſchen in den neuen Schleifen *s* hängen bleiben, welche nun die neue Maſchenreihe bilden.


Fig. 6.

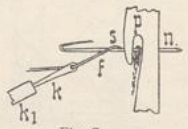
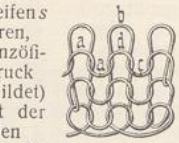
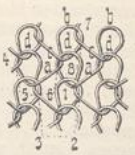

Fig. 7.

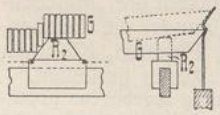

Fig. 8.

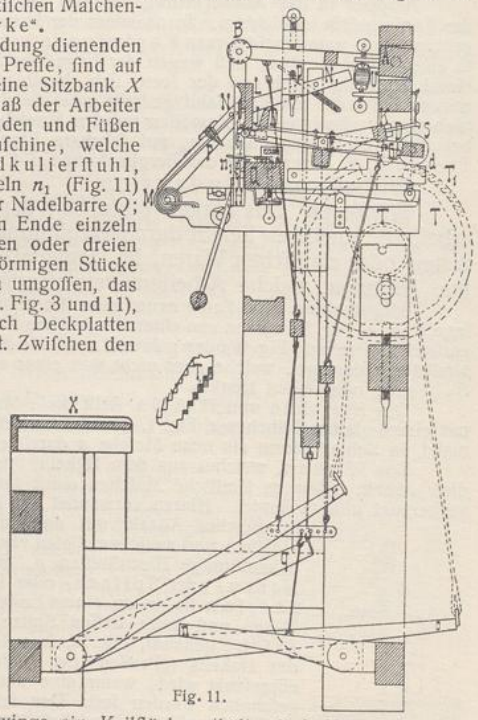
Von der Herſtellung der Schleifen *s* (dem Kulieren, nach dem franzöſiſchen Ausdruck „cueillir“ gebildet) hat dieſe Art der Wirkerei den Namen Kulierwirkerei erhalten. Aus ihr iſt ſpäter die Kettenwirkerei in folgender Weiſe entſtanden: Man verwendet nicht immer einen einzigen Faden, welcher über die ganze Reihenbreite gelegt wird, ſondern kann mehrere Fäden nebeneinander und jeden über nur einen Teil der Nadelreihe dergeſtalt legen, daß je zwei derſelben an den Grenzſtellen gemeinſam auf mehreren Nadeln liegen; die Anzahl dieſer Fäden iſt zu vermehren und die Weite ihrer Legung zu vermindern, und die Grenze dieſes Verfahrens wird dann erreicht ſein, wenn man ebenſoviele Fäden wie Nadeln hat und jeden Faden über nur eine Nadel legt (Fig. 10). Dann iſt ein Kulieren nicht mehr nötig, die Schleifen entſtehen durch „Legen“ der Fäden auf die Nadeln; die Platinen enthalten dann auch nicht mehr die vorderen Kuliernaſen, aber die Fäden müſſen einzeln durch Führer *k*, Fig. 7 und 8, geführt und bewegt werden, und die ſämtlichen Führer oder Lochnadeln *k*, in einer Schiene k_1 feſtgehalten, bilden die ſogenannten Kettenmaſchine (auch „Leiter“ genannt). Von der großen Fadenmenge, der „Kette“, hat dieſe Art der Wirkerei den Namen „Kettenwirkerei“ erhalten. Die einfachſte Kulierware hat hiernach eine Fadenverbindung wie Fig. 9 und die einfachſte Kettenware eine ſolche, wie Fig. 10 ſie darſtellt; beide Arten zeigen die charakteriſtiſchen Maſchenformen der gewirkten Waren oder „Gewirke“.


Fig. 9.


Fig. 10.

Handkulierſtuhl. Die zur Maſchenbildung dienenden Elementarſtücke: die Nadeln, Platinen und Preſſe, ſind auf einem Geſtell, Fig. 11, welches zugleich eine Sitzbank *X* für den Arbeiter enthält, ſo angebracht, daß der Arbeiter die erforderlichen Bewegungen mit den Händen und Füßen einleiten kann. Das gibt die Handwirkmaſchine, welche 1589 erfunden wurde (Wirkſtuhl, Handkulierſtuhl, Handſtrumpfſtuhl genannt). Die Nadeln n_1 (Fig. 11) liegen feſt auf der Nadelbarre *Q*; ſie ſind an einem Ende einzeln oder zu je zweien oder dreien mit einem hakenförmigen Stücke aus Blei und Zinn umgoſſen, das Blei genannt (vgl. Fig. 3 und 11), und werden durch Deckplatten auf *Q* feſtgeklemmt. Zwiſchen den Nadeln hängen die Platinen *F* an Hebeln *F* und *G*, den Schwingen oder Unden, welche um die Achſe *E*, Rute genannt, drehbar ſind. Zum Kulieren der Schleifen werden die Schwingen an den hinteren Enden emporgedrückt, alſo an den vorderen mit den Platinen geſenkt. Beſtehen die Schwingen und die meiſten Stuhlteile außer dem Untergeſtell aus Eiſen, ſo verwendet man zum Kulieren ein keilförmiges Stahlſtück R_2, Fig. 12, das unter den Schwingenenden auf einer Stange entlang gezogen wird (das Roß, Rößchen, Rößchenſtuhl oder eiſerner Stuhl). Beſtehen aber die Schwingen und die meiſten übrigen Stuhlteile aus Holz, ſo benutzt man zum Kulieren eine Walze oder Trommel *T*, Fig. 11, die drehbar unter den hinteren Schwingenenden liegt und auf ihrem Umfange für jede Schwinge ein Keilſtück enthält; dieſe Keilſtücke ſind gegeneinander in einer Schraubenlinie verſetzt, um die Trommel verteilt und auf ihr befeſtigt, ſie bilden den Zahn- oder Wellkranz T_1. Die Schwingen liegen mit ihrem Lagerſtabe *E* in einem Wagen *D*, *D*, *S*, welcher an die Stange *L* angehängt iſt; letztere hängt an den beweglichen Hängarmen oder Werkarmen *B*, *H*, die der Arbeiter mit der Hand bewegt. Durch Zugverbindungen mit den Fußtritthebeln, den Schemeln oder Tritten *r*, *q*, *n*, *o* kann der Arbeiter mit den Füßen die oberen Maſchinenteile bewegen, alſo die Walze *T* drehen, die Werkarme *B*, die Preſſe *P* und Schwingenpreſſe *K* herabziehen. Beim Kulieren fallen die vorderen Schwingenenden auf eine Schiene *V* (Mühleiſen oder Steg), welche durch Schrauben *s* verſtellt werden kann zur Veränderung der Schleifenlänge und Herſtellung feſter oder lockerer Ware. Enthält ein Stuhl nur die an den Schwingen hängenden Kulier- oder fallenden


Fig. 12.


Fig. 11.

Platinen *F*, so bildet er beim Kulieren Schleifen über jede einzelne Nadel und heißt einnädlig oder ein Einnadelſtuhl; in einem ſolchen iſt die Stärke einer Schwinge gleich der Mittelentfernung zweier Nadeln oder der Nadelteilung, und ſie wird bei feinen Stühlen ſehr klein. Man hat deshalb jede zweite oder auch jede dritte Platine als ſtehende Platine angeordnet, welche an der Schiene *L*, dem Platinenbaum (Platinenbarre), hängt; die Stühle kulieren dann Schleifen über je zwei oder auch drei Nadeln und heißen Zweinadel- oder Dreinadelſtühle. Durch Heben der fallenden und Senken aller ſtehenden Platinen werden nachträglich die Schleifen auf die einzelnen Nadeln verteilt (das Partagieren).

Handkettenſtuhl. Von dieſem Handkulierſtuhle iſt der Handkettenſtuhl, welcher etwa 1775 erfunden worden ſein mag (Fig. 13 zeigt deſſen Werk), inſofern verſchieden, als er keinen Kulierapparat und keine fallenden Platinen, dagegen zur Führung der vielen Kettenfäden die Reihe der Fadenführer *e* (Lochnadeln), auf der Schiene *D* befeſtigt (Kettenmaſchine), enthält. Sonſt finden ſich in dieſem Stuhle dieſelben Teile vor, wie im Kulierſtuhle: Nadeln *d*, ſtehende Platinen *c* ohne Kuliernaſe, oben an der Platinenbarre *L* und unten in der Platinenſchachtel b_1 hängend, welche beide Teile an Hängarmen *BH* befeſtigt ſind, die von Streckarmen *AB* herabhängen. Die Kettenmaſchine *D* ſteht mit Füßen *E* auf der Stange *G*, welche von Hebeln *K*, *J*, J_1 getragen und durch einen Fußtrittheber gehoben und geſenkt wird. Ein Stirnrädchen *h*, gedreht vom Arbeiter mit der Hand an *i* (das Handgetriebe), verſchiebt die Zahnſtange *n*, welche durch *k* und *l* die Maſchine ſeitlich mit fortnimmt. Durch eine Kerbenſcheibe i_1 und eine in deren Kerben einfallende Feder wird die Verſchiebung auf je eine Nadelteilung genau abgemeſſen. Eine Feder *r* zieht durch r_1 die Kettenmaſchine unter und zwiſchen die Stuhlnadeln *d*, während ſie ihre Fäden in die Nadelreihe zu legen hat; ein Winkelhebel *s*, bewegt durch die Streckarme *AB*, treibt durch den Riegel *t* (Vortreiber) die Maſchine beim Ausarbeiten der Reihe wieder vor die Stuhlnadeln hinaus. Die Kettenfäden *u* werden von einem Kettenbaume *R* über eine Spannrolle *O* nach den Lochnadeln *e* und Stuhlnadeln *d* geführt. Die Rolle *O* liegt in einem beweglichen Rahmen, dem Spannkreuze, welches die Spannung der Fäden und damit die Warendichte beſtimmt, deſſen Wirkung auch durch angehängte Gewichte verändert werden kann. Der Baum *R* wird durch Rad *Y* und Klinke *W* feſtgehalten; während des Arbeitens verkürzen ſich aber die über *O* liegenden Fadenfalten und ziehen das Spannkreuz näher an den Stuhl heran, bis es mit *T* den Schieber *V* verſchiebt und den Haken *W* von *Y* entfernt. Dann dreht ſich der Baum, er gibt Faden ab und die Spannrolle *O* fällt wieder zurück, *W* aber rückt in die Zähne von *Y* ein und hält den Baum feſt. Die Ware *w* wird auf einen Kettenbaum *S* aufgewunden, deſſen Drehung eine umgewickelte Schnur mit Fallgewicht bewirkt.

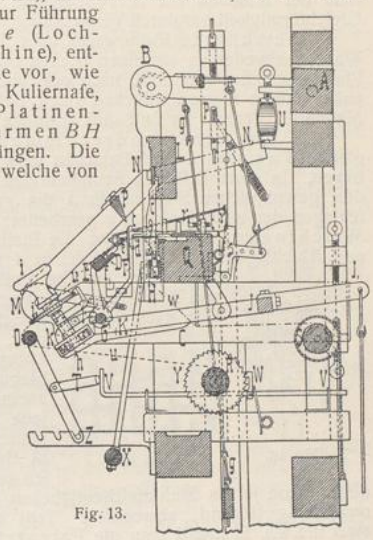


Fig. 13.

Die Preßnadel durch andre Nadelformen zu erſetzen, iſt nur mit der Erfindung der Zungennadel, Fig. 14, gelungen, deren Haken von einem drehbaren Arm *c*, der Zunge, unter Einwirkung der Maſche ſelbſt geſchloſſen und geöffnet wird (nur in mechaniſchen Wirkmaſchinen verwendet).

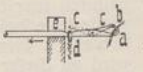


Fig. 14.



Fig. 15.

Erzeugniſſe. Die auf den Wirkmaſchinen gearbeiteten Waren ſind als Gebrauchsgegenſtände entweder reguläre Waren, deren Teile während des Wirkens ihre richtigen Formen erhalten, feſte Ränder haben und beim Zuſammennähen die wenigſt merklichen Nähte ergeben, oder geſchnittene Waren, deren Teile aus gewirkten Stoffſtücken geſchnitten werden, die alſo in den Rändern zerſchnittene Maſchen haben und deshalb beim Nähen wulſtige Nähte erhalten. Die Form eines regulären Stückes entſteht durch Vermindern (Mindern, Abnehmen, Decken) oder Vermehren (Erweitern, Zunehmen, Ausdecken) ſeiner Reihenbreite. Dabei werden mehrere Randmaſchen von ihren Nadeln abgenommen (abgedeckt) und um eine Maſche oder zwei nach innen oder außen wieder auf die Nadeln aufgehängt (aufgedeckt). Man benutzt hierzu entweder ein Drahthäkchen, die Mindernadel, oder mehrere in einem Handgriff (Decker) befeſtigte Decknadeln *a*, Fig. 15, deren jede mit langer Rinne *b* einen Nadelhaken überdeckt und mit ihrer Spitze *c* in die Rinne der Stuhlnadel eingeſenkt wird, ſo daß leicht eine Maſche von der einen auf die andre Nadel geſchoben werden kann. Zur Erlangung der richtigen Geſtalt geſchnittener Gegenſtände benutzt man Druckformen oder auch Schneidformen (Schnitte), in welch letzteren die Drucklinien durch Meſſer angegeben werden, auf die man mehrere Stoffſtücke legt, worauf man das Ganze in einer Preſſe zuſammendrückt.

Nach Art der Fadenverbindung zerfallen die Wirkwaren in Kulierwaren und Kettenwaren; erſtere ſind diejenigen, in denen ein Faden gewöhnlich alle Maſchen einer Reihe, mindeſtens aber mehr als zwei Maſchen nebeneinander bildet und letztere diejenigen, in denen ein Faden gewöhnlich nur eine Maſche in einer Reihe, höchſtens aber zwei derſelben herſtellt. In beiden Sorten nennt man diejenigen, gewöhnlich halbkreisförmigen Fadenlagen *b*, *d*, Fig. 9 und 10, welche am Stuhle auf einer Nadel gehangen haben, die Nadelmaſchen und diejenigen gebogenen oder geradgeſtreckten Fadenlagen *a*, *c*, welche unter oder vor einer Platine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehangen haben, die Platinenmaſchen. Nach der Maſchenlänge unterſcheidet man lockere Ware mit langen und feſte oder dichte Ware mit kurzen Maſchen; nach der Fadenſtärke im Verhältnis zur Maſchengröße unterſcheidet man hungrige oder gezwungene Ware, wenn ein feiner Faden auf einem ſtarken Stuhle, volle Ware, wenn ein ſtarker, aus vielen feinen Fäden duplierter Faden auf einem feinen Stuhle verarbeitet worden iſt, und geſchloſſene Ware, wenn der Stuhlſtärke entſprechend die richtige Garnſtärke verwendet worden iſt. Die Kulierwaren ſind entweder glatt oder gemuſtert. Glatte Kulierware iſt diejenige, welche mit den Elementarſtücken des Wirkſtuhles gearbeitet werden kann und in welcher die halbkreisförmigen Nadel- und Platinenmaſchen *b*, *a* auf der Rückſeite (Fig. 9) und die geraden Seitenteile der Maſchen auf der Vorderſeite oben aufliegen. In ihr können Unterbrechungen der Gleichförmigkeit nur durch Verwendung verſchiedenfarbiger Fäden hergeſtellt werden (Farbmuſter).

Gemuſterte Kulierwaren oder Wirkmuſter entſtehen durch Umwandlung der glatten Ware, entweder an einzelnen Stellen oder durchaus; es werden entweder Nadelmaſchen oder Platinenmaſchen verändert, nach oder während je einer Reihenbildung und dazu ſind am Stuhle außer ſeinen Elementarſtücken noch beſondere Apparate erforderlich, welche man allgemein Maſchinen nennt. Es ſind fünf Gruppen ſolcher Wirkmuſter zu unterſcheiden:

1. Die Rechtsundrechtsmuſter entſtehen, indem man die Platinenmaſchen der glatten Ware auch in Nadelmaſchen umwandelt, welche entgegengeſetzt zu den glatten Maſchen liegen. In einer kulierten Schleifenreihe *a*, *b*, Fig. 16, werden von den Nadelſchleifen *a* auf den gewöhnlichen Stuhlnadeln *s* die gewöhnlichen glatten Maſchen durch Preſſen und Abſchlagen der alten Maſchen *c* gearbeitet; der Stuhl enthält aber noch eine Nadelreihe *m*, die Maſchinennadeln, welche die Platinenſchleifen *b* erfaſſen und aus ihnen durch Preſſen und Abſchlagen ihrer alten Maſchen *d* wiederum Nadelmaſchen *d* bilden, die Maſchinenmaſchen, welche zwiſchen den auf *s* gearbeiteten Stuhlmaſchen ſtehen und dem Arbeiter die Rechtsſeite zukehren, während die Stuhlmaſchen ihre Linksſeite nach ihm hin gerichtet haben. Die hierdurch entſtehende Ware enthält alſo, wie Fig. 17 zeigt, auf jeder Seite Rechts- und auch Linksmaſchen, ſie iſt aber wegen der mehrfachen Fadenbiegung ſehr elaſtiſch und ihre Maſchen rücken ſo dicht aneinander, daß, wenn die Ware nicht ausgeſpannt wird, jede Seite von ihr wie die rechte oder Vorderſeite der glatten Ware ausſieht. Das einfachſte Rechtsundrechtsmuſter iſt die in Fig. 17 im ausgeſpannten Zuſtande gezeichnete Ränderware, und zwar der Einsundeinsrand, weil in dieſer Ware je ein Stuhlmaſchenſtäbchen *s*, linksſeitig, mit einem Maſchinenmaſchenſtäbchen *m*, rechtsſeitig liegend, abwechſelt. Tritt der Wechſel nach mehreren Maſchen ein (zwei und zwei u. ſ. w.), ſo erhält man die Patenränderware. Hiernach heißt die zweite Nadelreihe *m*, Fig. 18, auch wohl die Rändermaſchine und der ganze Stuhl dann ein Ränderſtuhl oder bei andern Maſchenformen Fangſtuhl, Linksmaſchine u. ſ. w.

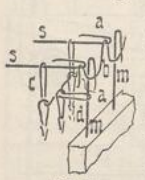


Fig. 16.

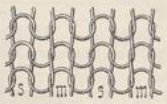


Fig. 17.

2. Die Preßmuſter entſtehen in der Weiſe, daß bei der Herſtellung einer Reihe einzelne Nadeln nicht gepreßt werden. Auf einer ſolchen Nadel kommt die alte Maſche *m*, Fig. 18, mit der neuen Schleife *s* zuſammen und beide bilden eine Doppelmaſche *m*, *s*, Fig. 19. Da in derſelben die Fadenlänge der Schleife kürzer iſt als diejenige einer Maſche, ſo gibt die Schleife *s* Faden ab auf die beiden Nachbarmaſchen *n*, welche dadurch ſehr breit werden und dann auf der Warenvorderſeite beſonders hervortreten. Es liegt ferner die Schleife *s* immer auf der Warenrückſeite, ihr Faden wird an dieſer Stelle auf der Vorderſeite nicht geſehen und deshalb bilden die Preßmuſter zugleich ein Mittel zur Herſtellung von Farbmuſtern. Die zur Herſtellung der Preßmuſter nötige Vorrichtung, die Preßmaſchine, beſteht in einer Schiene *b*, Fig. 18, deren untere Kante zahnförmig ausgeſchnitten iſt und welche an der Preſſe *p* des Stuhles verſchiebbar befeſtigt iſt, ſo daß ſie ſeitlich verrückt und auch über die Unterkante von *p* emporgezogen werden kann (Muſterpreſſe, Preßblech, Blechmaſchine).

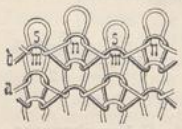


Fig. 19.



Fig. 18.

3. Die Petinet- oder Stechmaſchinenmuſter, auch à-jour-Ware genannt, entſtehen in der Weiſe, daß in einer Reihe einzelne Maſchen *a*, Fig. 20, von ihren Nadeln abgenommen und auf Nachbarnadeln gehängt werden, a_1; auf der leergewordenen Nadel bildet ſich in der nächſten Reihe eine Schleife *b* und unter ihr eine Durchbrechung oder Oeffnung in der Ware; dieſe Oeffnungen ſetzt man zu Linien einer Zeichnung zuſammen. Auch die auf leeren Nadeln entſtandenen Schleifen können auf Nachbarnadeln fortgehängt (fortgedeckt) werden.

4. Die Werfmuſter oder eingebrochenen Muſter entſtehen nach Beendigung je einer Maſchenreihe durch Forthängen einzelner halben Nadelmaſchen auf die Nachbarnadel. Die beiden Maſchen *a* und *b*, Fig. 21, werden dadurch eng aneinandergezogen, und bei *c* entſteht eine etwas breitere Lücke als ſonſt in der Ware. Es werden nach dieſem Verfahren nur noch bisweilen Zeichen in Gegenſtände eingewirkt; dagegen iſt am Rundwirkſtuhl eine Vorrichtung erfunden worden, durch welche während der Stuhldrehung Maſchen zur Hälfte übergehängt werden, ſo daß eine eigentümliche Fadenverbindung, die Werfmuſterware, entſteht.

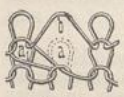


Fig. 20.



Fig. 21.

5. Die Deckmaſchinenmuſter oder Deckmuſter werden wiederum durch eine Umwandlung der Platinenmaſchen gebildet. In ſehr lockerer oder langkulierter Ware kann man einzelne Platinenmaſchen *a*, Fig. 22, auf eine oder mehrere der nächſtliegenden Stuhlnadeln

aufhängen oder aufdecken (a_1, a_2). Es werden dadurch entweder Oeffnungen in der Ware hervorgebracht oder auch Maſchen aneinandergezogen und zuſammengedrängt, ſo daß einzelne Warenſtücke aus der Fläche der Ware als Erhöhungen hervortreten. Die hierzu verwendete Vorrichtung, Deckmaſchine genannt, enthält Decknadeln *z*, *e*, Fig. 23 und 24, welche verſchieden breit ſein und eine Platinenmaſche auf eine Nadel oder mehrere Stuhlnadeln aufhängen können: Einnadeldecker *e*, Zweinadeldecker *z* u. ſ. w.; zwei ſchmale Nadeln *e*, an den Spitzen zuſammengebogen und unten weit auseinander ſtehend, können Dreinadel- und Viernadeldecker bilden.

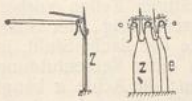

Fig. 23. Fig. 24.


Fig. 22.

Die Kettenwaren ſind zum weitaus größten Teile glatte Waren, d. h. alſo ſolche, welche mit dem Wirkſtuhle allein, ohne Hilfe einer Muſtermaſchine (Ränder- oder Preßmaſchine u. ſ. w.) gearbeitet werden. Nur auf mechaniſchen Kettenſtühlen werden Rechtsundrechtsmuſter (Fangkettenwaren) in ſehr geringen Mengen gewirkt. Als einfachſte Kettenware kann die in Fig. 10 gezeichnete (halber einfacher Trikot) angeſehen werden. Da in derſelben alle Maſchen einer Reihe ganz gleiche Fadenlagen enthalten, ſo iſt nur eine Kettenmaſchine dazu verwendet worden; dieſelbe hat jeden Faden in folgender Weiſe bewegt und in die Nadelreihe gelegt: Nachdem z. B. eine Reihe beendet iſt, hängt der Faden der Maſche 1 Fig. 10 rechts von der Nadel dieſer Maſche herab und wird etwa bei 2 in ſeiner Lochnadel geführt. Zur Schleifenbildung für die nächſte Reihe bewegt ſich nun die Kettenmaſchine von 2 bis 3 unter einer Nadel nach links hin, dann empor und über eine Nadel, 3 bis 4, nach links, worauf ſie bis 5 herabfällt — damit iſt eine Legung vollendet, d. h. es ſind alle Fäden als Schleifen über die Stuhlnadeln gelegt worden. Für die zweite Reihe geht die Maſchine von 5 bis 6 unter eine Nadel nach rechts, dann von 6 bis 7 empor und über eine Nadel nach rechts, worauf ſie bis 8 herabfällt; ſie hat dann den erſten Stand von 2 wieder erreicht und derſelbe Legungsumfang wiederholt ſich. Man zeichnet dieſen kurz in der Weiſe von Fig. 25 und gibt mit dieſer einfachen Legung zugleich bis zu einem gewiſſen Grade ein Bild der Ware oder ihrer Fadenverbindung. Es iſt üblich, eine ſolche Legung kurz nach Größe und Richtung zu benennen: die obige, Fig. 25, würde man alſo bezeichnen mit „unter 1, über 1 nach links und rechts“ oder mit „unter 1, über 1 und zurück“. Da man die Legung vielfach verändern kann, ſo iſt die Mannigfaltigkeit der mit einer Kettenmaſchine und vollen Fäden zu arbeitenden Waren ſehr groß. Man kann z. B. längere Platinenmaſchen bilden, alſo wie in Fig. 26 „unter 2, über 1 und zurück“ legen oder man kann mehrere Male nach einer Seite hin fortlegen und dann umkehren u. ſ. w.

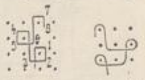

Fig. 25.

Fig. 26.

Die Anzahl der verſchiedenartigen Legungen und Waren wird noch vielfach vermehrt durch Verwendung von zwei oder mehr Maſchinen, welche wie *o* und *u* in Fig. 27 untereinander liegen und entweder durch Handgetriebe oder ſelbſttätig von andern Stuhlteilen durch Selbſtgetriebe ſeitlich bewegt werden. Der einfachſte Fall hierfür würde der ſein, daß zwei Maſchinen gleich aber entgegengeſetzt gerichtet ihre Fäden legen und jede Maſchine volle Fäden enthält. Dann entſteht nach der Legung Fig. 25 die doppelte Ware von Fig. 10, der ſogenannte einfache Trikot, Fig. 28, oder nach der Legung Fig. 26 der Doppeltrikot, ferner aus der Verbindung von Fig. 25 für die obere und Fig. 26 für die untere Maſchine der Halbtrikot u. ſ. w. Mit beſonders eingerichteten mechaniſchen Kettenſtühlen (ſ. unten) wird ſeit wenigen Jahrzehnten die bekannte Milanes- oder Diagonalware (ein Atlas ohne Umkehrreihen) gewirkt.

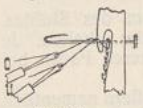
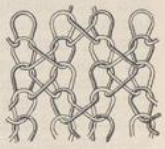

Fig. 27.


Fig. 28.

Die bisher erwähnten Kettenwaren ſind dichte Waren, im Gegenſatze zu durchbrochenen Kettenwaren, welche man allgemein Filet nennt: erſtere ſind ſolche, in denen die nebeneinander liegenden Maſchen ſeitliche Verbindung miteinander haben, letztere ſolche, in denen dieſe Verbindung an manchen Stellen fehlt. Man kann ſolche Filetwaren in ſehr verſchiedener Weiſe wirken, z. B. mit einer Kettenmaſchine und halben Fäden, d. h. es iſt eine Nadel um die andre mit einem Kettenfaden bezogen, nach Fig. 29, wenn jeder Faden über zwei Nadeln gelegt und beim Abſchlagen von den Platinen zwiſchen den Nadeln nach vorn gedrückt wird, ſo daß er zwei Maſchen in einer Reihe nebeneinander bildet, oder mit zwei Kettenmaſchinen, deren jede halbe Fäden enthält und welche nach Fig. 30 (ſogenannter gewöhnlicher Filet) entgegengeſetzt zueinander den zweireihigen Atlas legen, oder nach Fig. 31 (Schußfilet) derart, daß eine Maſchine mit ihren Fäden Maſchenſtäbchen bildet und die andre ihre Fäden in dieſe Maſchen einhängt.


Fig. 31.


Fig. 29.


Fig. 30.

Mechaniſche Wirkſtühle oder ſelbſttätig arbeitende Wirkmaſchinen hat man ſchon im 18. Jahrhundert zu bauen verſucht, zunächſt nur Kulierſtühle und in der Weiſe, daß man dem Handrößchenſtuhle im Untergeſtell eine Triebwelle einlegte, auf derſelben unrunde Scheiben oder Exzenter befeſtigte und mit dieſen die oberen arbeitenden Stuhlteile durch Hebel und Zugſtangen verband, ſo daß während einer Umdrehung der Welle alle dieſe Teile in richtiger Reihenfolge bewegt wurden und eine Maſchenreihe bildeten. Es konnte aber mit dieſen Maſchinen nicht gute reguläre Ware hergeſtellt werden und ſie konnten auch als flache Maſchinen nicht ſchneller als der Handſtuhl arbeiten, weil, wie in letzterem, alle Arbeiten einer Reihenbildung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aufeinander warten mußten. Die Erwägungen zur Vermeidung des letzteren Uebelſtandes führten zum Baue der runden Wirkſtühle oder Rundſtühle und zwar zunächſt der franzöſiſchen Rundſtühle, d. h. derjenigen, in denen die Nadeln horizontal und radial gerichtet in einem Kreisringe liegen; dieſer Nadelkranz iſt um eine lotrechte Achſe drehbar, und die Nadeln bewegen ſich der Reihe nach an den übrigen bei der Maſchenbildung tätigen Teilen vorbei. Dieſe Teile: Fadenführer, Kulierapparat, Preſſe u. ſ. w. ſind alſo fortwährend tätig, der Stuhl liefert folglich, wenn er dieſe Teile nur einmal enthält, doppelt ſo viel wie der flache Stuhl, in welchem das Kulieren und das Ausarbeiten der Reihe je die halbe Zeit einer Reihenbildung allein beanſprucht. Fig. 32 und 33 geben ſeine hauptſächliche Einrichtung an: die Achſe *a* hängt von einem Traggeſtell lotrecht herab; ſie trägt den drehbaren Nadelkranz (Tambour) *b* und die feſtliegende Scheibe *c*. Durch Zahnräder *d*, *e* wird der Nadelkranz von einer Welle *f* umgedreht. Die Platinen ſind geteilt in Abſchlagplatinen *g* und Kulierplatinen *h*, erſtere ſtehen ringsum zwiſchen den Nadeln auf einem Tragreifen des Nadelkranzes, letztere ſind nur an der Stelle des Stuhles angebracht, an welcher der Faden zugeführt wird; ſie kulieren dieſen und ziehen ſeine Schleifen vor in die Nadelhaken. Die Kulierplatinen bilden Zähne eines Rades *m* (Kulierrad, Mailleuſe), welches vom Nadelkranze *b* um ſeine Achſe *m* gedreht wird, ſie ſind in demſelben radial und auch in ihrer Längsrichtung beweglich und werden geführt an einer Scheibe *i* (Deckelexzenter), in Schlitzen der Scheiben *m* und durch das Kulierexzenter oder Rößchen *k*. Als Preſſe dient eine Scheibe *l* (Preßrad) und zum Auftragen und Abſchlagen der Maſchen werden die Abſchlagplatinen *g* mit der Ware durch Exzenterſtück *u* vorwärts, zum Einſchließen aber durch Streicheiſen o_1 oder gezahnte Scheiben *o* (Einſchließräder) wieder rückwärts geſchoben. Der Teil des Stuhlumfanges vom Fadenführer *p* ab bis zum Abſchlagrade *r*, welcher alle zur Maſchen-

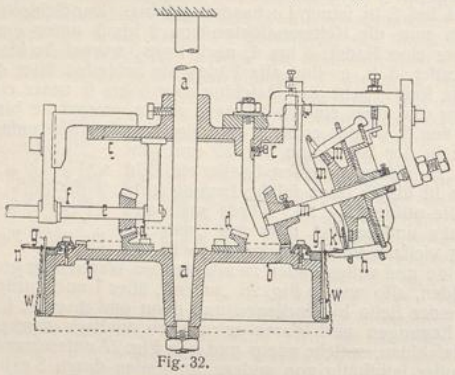


Fig. 32.

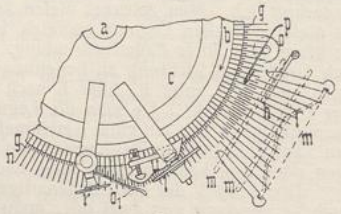


Fig. 33.

bildung erforderlichen Teile enthält, bildet eine Arbeitsſtelle oder ein Syſtem des Stuhles. Jede Nadel, welche von *p* bis *r* fortgedreht worden iſt, hat eine neue Maſche erhalten. Je nach dem Umfange kann der Stuhl mehrere Syſteme enthalten und mit mehreren Fäden bei einer Umdrehung mehrere Maſchenreihen arbeiten.

Rundſtühle arbeiten glatte Waren einfach und mit Futterdecken, von Wirkmuſtern namentlich Preßmuſter unter Verwendung von Preßſcheiben oder Preßrädern, welche am Umfange Zähne und Lücken enthalten, und da bei mehreren Syſtemen die Räder ſich ergänzen, ſo können Muſter von verhältnismäßig großem Umfange gewirkt werden. Weiter ſind Rundſtühle zur Herſtellung von Rechtsundrechtsmuſtern, Petinet-, Werf- und Deckmaſchinenmuſtern eingerichtet worden.

Da man franzöſiſche Rundſtühle (ihrer Größe wegen auch Sackſtühle genannt) ihrer Zuſammenſetzung nach nicht von ſo kleinem Durchmeſſer bauen kann, daß ſie enge Warenzylinder, Schläuche von nur 5—6 cm Weite, arbeiten und auch dahingehende Verſuche, die Nadeln mit den Köpfen nach innen gewendet zu legen und den Stuhl als einen Hohlzylinder zu formen, nicht befriedigten, ſo entſtanden ungefähr um das Jahr 1849 die engliſchen Rundſtühle, welche die Nadeln lotrecht auf einer Kreislinie ſtehend enthalten, im übrigen aber im allgemeinen dieſelbe Einrichtung und Wirkungsweiſe haben wie die franzöſiſchen Rundſtühle. Die Nadeln dieſer engliſchen Stühle ſtehen parallel zueinander, während diejenigen der franzöſiſchen Rundſtühle wegen ihrer radialen Lage innen eng und außen weit auseinander liegen, welch letzterer Umſtand viele Mißverſtändniſſe in der Feinheitsbezeichnung herbeiführt. Die Fig. 34 und 35 zeigen die Einrichtung eines kleinen engliſchen Rundſtuhles (gewöhnlich Schlauchſtuhl genannt): Eine feſte Achſe *a* ſteht vom Geſtell c_1 nach oben und trägt den drehbaren Nadelkranz *b* mit den Nadeln *h* und die feſte Scheibe *c*. Durch Räder *d e* wird der Nadelkranz von einer Welle *f* umgedreht und ſeine Nadeln laufen in der Richtung *x* an den übrigen zur Maſchenbildung dienenden Teilen vorbei, welche teils von der feſten Scheibe *c*, teils vom Geſtelltiſch c_1 getragen werden. Der Fadenführer *p* leitet den Faden an die Nadelreihe, wo ihn die Platinen der Mailleuſe *m* erfaſſen und kulieren. Als Mailleuſen oder Kulierräder verwendet man hier nur ſolche mit feſtſtehenden Zähnen oder Platinen (engliſche Mailleuſen oder Flügelräder); ſie ſtehen geneigt gegen die Nadeln, da ſie die

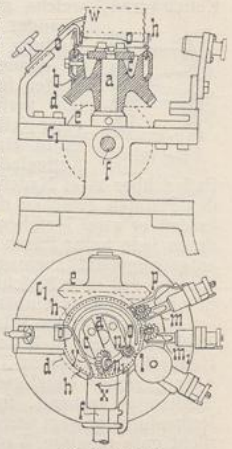


Fig. 34 und 35.

kulierten Schleifen auch empor unter die Nadelhaken zu ſchieben haben. Ein zweites, dem erſten ähnliches Rad m_1 (Verteilungsrad) unterſtützt das erſtere, indem es die kulierten Schleifen nochmals gegen die Nadeln drückt und emporſchiebt. Ein Streicheiſen *o* hält die Ware *w*, welche nach oben abgezogen wird, während des Kulierens tief unten an den Nadeln in der Einſchließſtellung und läßt ſie erſt beim Preßrad *l* frei nach oben gleiten zum Auftragen der Maſchen, welche Arbeit ein Auftragrad *n* unterſtützt, worauf das Abſchlagrad n_1 die alten Maſchen von den Nadeln nach oben hin abſchiebt. Nachdem der Stab *y* die Maſchen nach innen zurückgedrängt hat, wird die Ware durch *o* wieder eingeſchloſſen. In kleinen Stühlen erfüllen dieſe Teile den ganzen Umfang, es gibt aber auch große engliſche Rundſtühle (Sackſtühle), welche viele Syſteme enthalten. Man hat weiter verſucht, die Nadeln lotrecht einzeln beweglich anzuordnen, um die Anzahl der Syſteme zu vermehren; für gewöhnliche Preßnadeln iſt das indeſſen unausführbar, ſie erleiden ſeitliche Verbiegungen beim Preſſen, dagegen ſind Zungennadeln in dieſem Falle ſehr paſſend zu verwenden und ſie ermöglichen den Bau ſolcher Rundſtühle bis zu ſehr großer Anzahl (48) von Syſtemen. Als Wirkmuſter arbeitet man an engliſchen Rundſtühlen nur Preßmuſter und Rechtsundrechtsmuſter; im letzteren Falle werden faſt ausnahmslos Stühle mit einzeln beweglichen Zungennadeln verwendet, denen man eine zweite Reihe wieder einzeln beweglicher Zungennadeln, horizontal liegend, hinzufügt. Die Arbeitsgeſchwindigkeit aller Rundſtühle, d. i. die Länge der Maſchenreihe, welche ein Syſtem des Stuhles in einer Sekunde liefert (alſo auch die Umfangsgeſchwindigkeit des Nadelkranzes) beträgt für glatte Ware 500—600 mm und für Ränderware 200—300 mm.

Während der Weiterentwicklung der runden Wirkſtühle wurden auch die flachen mechaniſchen Stühle vervollkommnet; es entſtanden zunächſt halbmechaniſche Stühle (rotaries), das ſind ſolche, welche wohl die Maſchenreihen, durch Elementarkraft getrieben, arbeiteten, für das Mindern aber ausgerückt wurden, worauf der Arbeiter mit einer Handmindermaſchine, wie ſie auch der Handſtuhl enthält, die Randmaſchen des Warenſtückes von den Nadeln abhob und nach innen forthängte. Erſt im Jahre 1857 entſtand Luke Bartons ſelbſttätige, mindernde, mechaniſche Wirkmaſchine mit vier oder ſechs Strumpflängen Breite, 1863 der Pagetſtuhl als Einlängenſtuhl, der außerordentliche Verbreitung erlangte, und 1868 der Cottonſtuhl mit vielen Strumpflängen (bis 24) in der Breite, der jetzt in großen Fabriken zumeiſt anzutreffen iſt. Er enthält lotrecht ſtehende Nadeln auf beweglicher Nadelbarre, die auch in allen andern Maſchinen als vorteilhafteſte Anordnung ſich gezeigt hatte; die Triebwelle liegt tief unten im Geſtell, wodurch die Maſchine große Stabilität erhält.

Fig. 36 zeigt einen Querſchnitt des Cottonſtuhles: Die Nadeln *a* ſind mit Bleien in der Nadelbarre *b* befeſtigt, welche auf Stäben b_1 *c* liegt und vom Hebel b_1 *d e* gehoben und geſenkt ſowie durch die Verbindung *c* c_1 mit Hebel *f* f_1 vor- und rückwärts bewegt wird. Die Triebwelle *g* mit ihren Exzentern veranlaßt dieſe wie überhaupt alle Bewegungen der Stuhlteile. Die Platinen ſind geteilt in Kulier- und Verteilungsplatinen *i* und Abſchlagplatinen *h*; von erſteren werden die Kulierplatinen durch Schwingen *k* (auf k_1 drehbar) und Rößchen *l*, die Verteilungsplatinen von der unterſten der Schienen *o* verſchoben, beide aber auch nach Erfordern von *o* vor und zurück bewegt; die Abſchlagplatinen *h* bilden einen auf dem Geſtell befeſtigten Abſchlagkamm. Die vordere Kante *p* der unteren Platinenführungsſchiene bildet die Preſſe, an welche die Nadeln *a* angedrückt werden. Die Rößchen *l*, das iſt für jede Stuhlabteilung ein ſolches, hängen an Schiebern l_1, welche auf einer Geſtellſchiene ſich verſchieben und durch Reibung die Röhren *m* mit den Fadenführern *n* mit fortnehmen. Die Ware *w* geht nahezu wagerecht ab nach der Warenrolle w_1. Die Mindermaſchine hängt über den Stuhlnadeln; ſie trägt die gewöhnlichen Deckerpaare *q* an den Schienen q_1 und erhält durch Verbindung mittels Zugſtangen und Hebel mit der Exzenterwelle *g* ihre Bewegung auf und ab ſowie vor- und rückwärts. Der Stuhl wird durch Elementarkraft getrieben; eine Vorgelegwelle *r* mit Räderübertragung auf *g* geſtattet indes auch den zeitweiligen Antrieb durch die Hand. Die Höhe des Stuhles bis zur Ware *w* beträgt etwa 90—100 cm. Die Welle *g* enthält die Exzenter ſowohl zur Arbeit der Maſchenreihenherſtellung als auch zu derjenigen des Minderns; die auf ihren Exzentern liegenden Rollen der Triebhebel werden durch Einwirkung einer Zählkette (Regulatorkette) um reichlich den Betrag einer Exzenterbreite verſchoben und bewegen in der einen Lage die Teile zum Maſchenbilden, in der andern diejenigen zum Mindern.

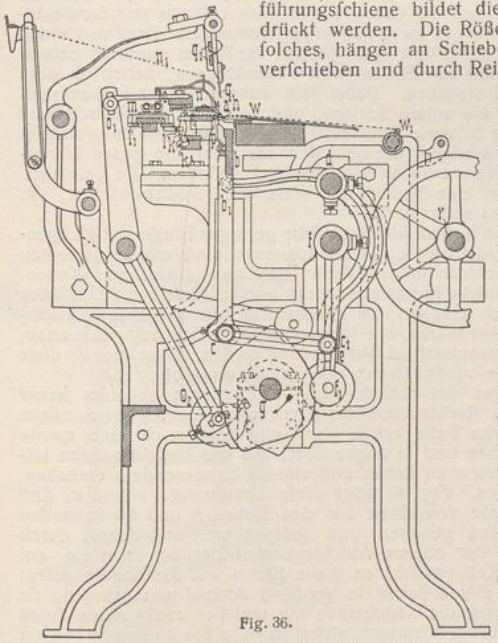


Fig. 36.

Die flachen mechaniſchen Kulierſtühle ſind zumeiſt auf die Herſtellung regulärer glatter Waren beſchränkt geblieben, von Wirkmuſtern ſind nur Rechtsundrechtswaren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ſpeziell Ränderwaren mit Erfolg an flachen Stühlen herzuſtellen. Zu ſolchen Breitränderſtühlen hat man ſowohl die Paget- wie die Cottonſtühle umgewandelt, in der Hauptſache zum Wirken der ſogenannten regulären Ränder, das ſind die rechteckigen Warenſtücke, an welche dann Socken oder Strümpfe angewirkt oder welche an Jackenärmel und Hoſenbeine angenäht werden. Dieſe Ränder bilden, aneinanderhängend, bandartige Streifen, deren ein Stuhl bis zu 16 oder 20 nebeneinander wirkt, jedes in der Breite bis zu 200 mm. Die Arbeitsgeſchwindigkeit flacher mechaniſcher Kulierſtühle, d. h. die Länge der Maſchenreihe, welche ein Stuhl in der Sekunde liefert, beträgt bei mittlerer Breite 300 mm für glatte und etwa 100 mm für Ränderware.

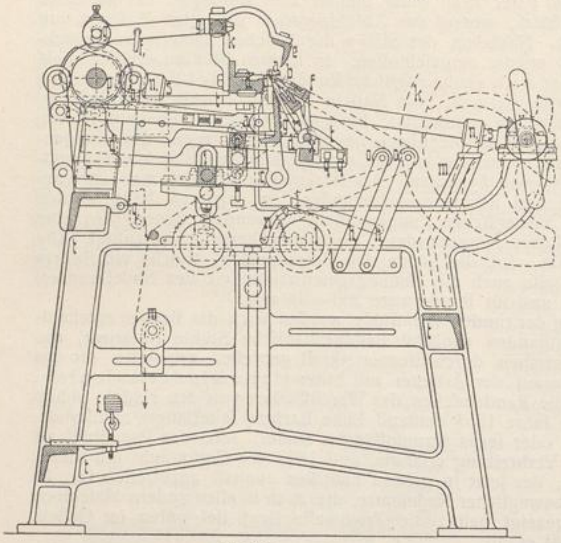


Fig. 37.

Mechaniſche Kettenwirkſtühle ſind ſeit Anfang des 19. Jahrhunderts zu bauen verſucht worden; ihre Umwandlung aus dem Handſtuhle iſt leicht, da der Kulierapparat und die Mindervorrichtung wegfällt. Man verwendet faſt ausſchließlich flache Stühle; runde werden nur von ſehr kleinem Durchmeſſer nach Art der engliſchen Rundköpfe mit beweglicher Nadelbarre gebaut, ſie wurden früher unter dem Namen Bolognamaſchinen für die Herſtellung wollener Schläuche zu Schals verwendet und dienen jetzt zur Fabrikation von Glühlichtſtrümpfen, die ſie als Schläuche von gewöhnlichem Filet wirken.

Von den flachen Stühlen zeigt Fig. 37 die gebräuchlichſte Ausführungsform, im Querſchnitte gezeichnet: Die ganze Anordnung gleicht derjenigen des Handſtuhles und iſt aus Fig. 37 leicht zu verſtehen, nur die Platinen *c* ſind, unter Wegfall des Hängewerkes, unterhalb der Nadelreihe *a* auf der Barre *g* mit Bleien feſtgeſchraubt. Derlei mechaniſche Kettenſtühle werden bis zu 2 m Breite gebaut und zumeiſt zur Herſtellung derjenigen Stoffe verwendet, aus denen man die Stoffhandſchuhe, genau nach Art der Glaçéhandſchuhe, ſchneidet und näht. Durch Umänderung der Führung der Kettenfäden hat man es an den flachen Stühlen erreicht, mit zwei Ketten ſeitlich fortgeſetzte Legungen zu machen ohne Umkehrreihen in der Ware zu erhalten: die Kettenmaſchinen ſind entfernt und die Fäden liegen etwa 150 mm vor der Stuhlnadelreihe frei auf zwei horizontalen Schienen in zwei Reihen untereinander. Drei von unten her in die Fadenreihen eintretende Kämme halten mit ihren Zähnen die Fäden geordnet nebeneinander, verſchieben ſie in der Breitrichtung zur Bildung von Fadenkreuzen, heben ſie über die Stuhlnadeln empor und legen ſie auf dieſelben. Dabei fällt während jeder Reihenarbeit ein Randfaden der oberen Kette hinab auf die untere Schiene, und am andern Ende wird der Randfaden der unteren Reihe auf die obere Schiene gehoben. Dieſe beiden Randfäden kehren nun in ihren Legungen um und legen dann wieder die Schleifen bis über die ganze Warenbreite hinweg. Nur die Seitenkanten der Ware erhalten alſo die Umkehrſtellen. Die gebräuchlichſte Legung iſt diejenige „unter und über eine Nadel“, die Ware wird Milanesware, der Stuhl Milanes- oder auch Diagonalſtuhl genannt.

Seit Ende der 1880er Jahre baut man Kettenſtühle von ſehr geringer Breite mit Zungennadeln in weiter Teilung auf beweglicher Nadelbarre und einer ſchwingend auf und ab bewegten Kettenmaſchine; man verwendet dieſe Maſchinen in der Weiſe daß man mit einigen Kettenfäden Maſchenſtäbchen je auf denſelben Nadeln fortlaufend bildet und in dieſelben Schußfäden quer zur Ware gerichtet einlegt. Hierdurch erhalten die Maſchenſtäbchen Verbindung untereinander und es entſtehen ſchmale bandartige Waren, die ſogenannten Zierfadenpoſamente, welche als Beſatz- oder Ausputzartikel Verwendung finden. Man nennt dieſe Kettenſtühle ſpeziell „Häkelmaſchinen“ oder „Galonmaſchinen“.

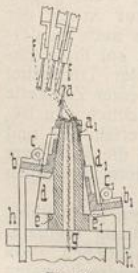


Fig. 38.

Beſondere Einrichtungen der mechaniſchen Kettenſtühle beſtehen ferner noch für das Wirken von Rechtsundrechtsmuſtern und von Jacquardmuſtern in Kettenwaren. Im erſteren Falle erhält der Kettenſtuhl noch eine zweite Nadelreihe, und beide Reihen ſind ſo angeordnet, daß die Nadeln nahezu lotrecht auf beweglichen Nadelbarren ſtehen und zumeiſt Zungennadeln enthalten, um das Preſſen zu erſparen. Fig. 38 zeigt dieſe Anordnung: *a* und a_1 ſind die Stuhlnadelreihen, welche von ihren auf den Stäben *h* und h_1 ſtehenden Tragbarren *b* b_1 abwechſelnd gehoben und geſenkt werden, dabei, durch Rollen *c* c_1 geführt, längs der oberen Abſchlagkanten der Schienen *e* e_1 auf und ab gleiten und von Kettenmaſchinen *f* die Fäden auf die Nadeln gelegt erhalten. Die Maſchinen *f* ſind leicht in größerer Anzahl anzubringen, ſie ſchwingen rechtwinklig gegen die Nadelreihen hin und her und werden durch ein Selbſtgetriebe in ihrer Längsrichtung verſchoben. Da die einfachſte hiermit

zu wirkende Rechtsundrechtsware der Fangware sehr ähnlich sieht, so nennt man alle derartige Kettenwaren „Fangkettenwaren" und den Stuhl Fangkettenstuhl. Von der zufälligen geschäftlichen Bezeichnung eines aus derlei Ware ehedem gefertigten Gegenstandes (Spencer à la Rachel) hat man auch den Namen Rachel- oder Raschelmaschine für diese Stühle abgeleitet und benennt mit ihm die Stühle auch dann noch, wenn sie mit nur einer Nadelreihe d_1 glatte Ware arbeiten, was zu allermeist geschieht.

Die Jacquardmuster in Kettenwaren, welche durch Einwirkung einer gewöhnlichen Jacquardmaschine auf die Lochnadeln der Kettenmaschinen hervorgebracht werden, bestehen entweder aus Oeffnungen, welche an beliebigen Stellen einer dichten Ware gebildet werden, oder aus beliebig verteilten dichten Stellen einer gleichmäßig durchbrochenen Filetware. Die hierzu erforderliche sogenannte Drängvorrichtung ist in Fig 39 in einer Ausführung für Stühle mit lotrechten Nadeln *a* dargestellt: Die beiden Kettenmaschinen *c* hängen mit ihren Lochnadeln *b* abwärts und zwischen je zweien der letzteren hängt ein steifer Stab *d*, der von einem Blei *e* auf der Tragschiene *i* gehalten wird. Das Blei ist durch eine Schnur *f* mit einer Platine der über dem Stuhle stehenden Jacquardmaschine verbunden. Diejenigen Platinen, welche beim Ziehen der Jacquardmaschine gehoben werden, ziehen auch ihre Bleie *e* empor und die Stäbe *d* aus den Lochnadelreihen *b* heraus, und die betreffenden Lochnadeln bewirken nun die Legung ihrer Kettenmaschinen, die andern Platinen aber, welche unten stehen bleiben, lassen auch die Stäbe *d* zwischen *b*, und diese verdrängen dann beim Legen der Maschine die benachbarten Lochnadeln, verhindern also deren Legung. Andre Ausführungen der Drängvorrichtung halten die Lochnadeln immer in der verdrängten Lage und geben sie vereinzelt beim Ziehen der Jacquardmaschine frei, so daß sie durch ihre Elastizität in die normale Lage zurückkehren und damit eine besondere Legung, unabhängig vom Wege der ganzen Kettenmaschine, vornehmen. Diese Jacquardkettenstühle (auch Tattingmaschinen und Guipürmaschinen genannt) sind nicht zu verwechseln mit denjenigen Kettenstühlen, welche nur ein Jacquardgetriebe enthalten, d. i. eine Treibvorrichtung für die Kettenmaschine, welche unter Benutzung einer Jacquardmaschine eine große Mannigfaltigkeit der Legungen in einer Ware gestattet. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Kettenstühle beträgt im Mittel 45 Reihen in der Minute, kann also, je nach der Breite, bis über 1000 mm Reihenlänge in der Sekunde steigen.

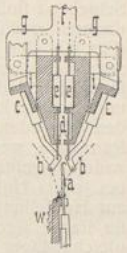


Fig. 39.

Als eine besondere Art der mechanischen Wirkstühle werden die Strickmaschinen betrachtet, welche seit Anfang der 1860er Jahre in vielen Formen und Anordnungen entstanden, von denen indes die meisten als zur Fabrikation ungeeignet sich erwiesen. Das Wort „Strickmaschine" ist nur durch die Uebersetzung des englischen Namens „Knitting machine" in die deutsche Sprache gekommen und man hat darunter jede solche Wirkmaschine zu verstehen, welche Gebrauchsgegenstände fertig oder doch nahezu fertig zum Gebrauche herstellt, wie das beim Handstricken geschieht. Als vollkommenste Ausführung hat sich die Maschine von Lamb gezeigt (1865 erfunden), welche in den Fig. 40—43 gezeichnet ist: dieselbe enthält zwei Reihen von Nadeln *a b*, in Führungen schräger Platten *c*, der Nadelbetten, abwechselnd einander gegenüberliegend und nur um die Teilung der Nadeln voneinander entfernt, so daß beide Reihen zusammen eine rund geschlossene Ware liefern können. Die Nadelbetten *c* sind auf den Gestellwänden c_1 befestigt, welche auf einen Tisch oder ein besonderes eisernes Untergestell (Fig. 43) geschraubt werden; die Ware *w* hängt zwischen beiden Nadelreihen und -betten herab. Die Nadeln *a b* sind einzeln beweglich, es haben sich deshalb auch nur Zungennadeln als geeignet erwiesen; am unteren Ende ist jede Nadel rechtwinklig abgebogen zu dem aus der Führung emporreichenden Arbeitsfuße *d* (Fig. 40), an dem sie erfaßt und auf und ab geschoben wird zur Bildung der Maschen. Zu diesem Zwecke liegen dicht über jedem Nadelbett drei Dreiecke *o o u* (Fig. 40—42) so angeordnet, daß das untere Dreieck *u* zwischen sich und den beiden oberen *o* eine Führungsrinne bildet, in welche die Arbeitsfüße *d* hineinreichen, so daß diese beim Verschieben der Dreiecke die Füße *d* (Fig. 41) und damit die Nadeln am unteren Dreiecke *u* empor- und an einem der oberen oder Seitendreiecke *o* wieder hinabschieben (Nadelheber *u* und Nadelfenker *o*). Die drei Dreiecke bilden das sogenannte Schloß der Maschine; sie sind an der Schloßplatte *e* befestigt, und zwar diejenigen *o* verstellbar durch Schrauben *r* (Fig. 43), womit die Tiefe des Nadelfenkens und dadurch die Maschenlänge reguliert wird (locker oder fest stricken), und das Dreieck *u*, verschiebbar, derart, daß ein Bolzen *s* von ihm durch einen lotrechten Schlitz der

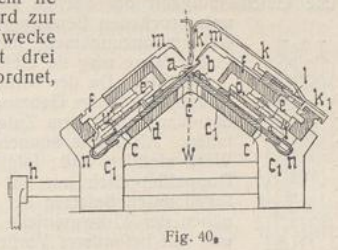


Fig. 40.

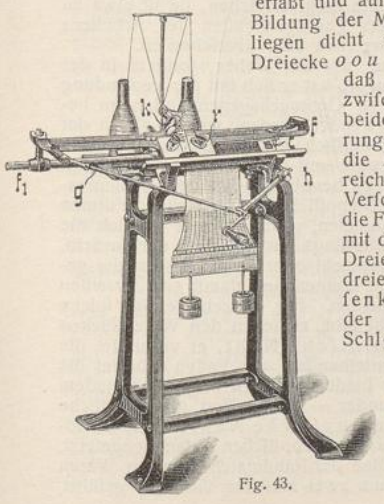


Fig. 43.

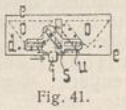


Fig. 41.

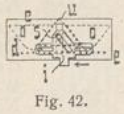


Fig. 42.

Schloßplatte *e* und einen ſchrägen Schlitz der darüber liegenden Platte (Schloßſchieber) *i* hindurchreicht. Schiebt man nun den Schloßſchieber *i* (Fig. 41) nach rechts, ſo drückt derſelbe in ſeinem ſchrägen Schlitze den Bolzen *s* und damit das ganze untere oder Mitteldreieck *u* empor in die Lage Fig. 42, er ſchließt das Schloß, d. h. die Nadelführungen desſelben und die Nadelfüße *d* werden nun nicht mehr erfaßt, die Nadeln bleiben untätig, wenn das geſchloſſene Schloß über ſie hinweggeführt wird. Schiebt man aber den Schloßſchieber *i* wieder nach links (Fig. 42), ſo zieht er den Nadelheber *u* wieder herab in die Lage Fig. 41, er öffnet das Schloß wieder, ſo daß die Nadeln wieder Maſchen arbeiten. Die Federn *n* begrenzen die tiefſte Lage der Zungennadeln, in der ihre Füße *d* unter den Schloßdreiecken liegen und von letzteren auch bei geöffnetem Schloß nicht erfaßt werden können. Beide Schloßplatten ſind an einem Rahmen oder Schlitten *f* befeſtigt, welcher in Führungen des Geſtelles längs der Nadelreihen hin und her geſchoben werden kann, getrieben durch die Stange *g* und Kurbel *h*; eine Führungsſtange *f* ſichert die Lage des Schlittens während dieſer Verſchiebung. An letzterer nehmen die Schlöſſer Teil, und ihre Schieber *i* ſtoßen am Ende des Hubes an Riegel, welche vor dem Geſtell vorſtehen und werden dadurch geöffnet und geſchloſſen. Der Schlitten *f* verſchiebt auch durch einen Mitnehmer *l* (Fig. 40) den Fadenführer *k*, welcher den Faden auf die Nadelreihen legt; ebenſo führt er zwei Zungenöffner *m*, beſtehend aus ſcharfkantigen Bogenſtücken (Meſſer) oder aus Bürſten, längs der Nadelreihen derart hin, daß dieſelben die Zungen der aufſteigenden Nadeln nach unten zurücklegen und ſomit die Nadelhaken öffnen zum Einlegen des Fadens. Arbeitet bei den folgenden Schlittenhüben abwechſelnd die eine und andre Nadelreihe, ſo entſteht glatte Rundware, welche durch Einwärtshängen der Randmaſchen und Herabziehen der leeren Randnadeln gemindert werden kann (reguläre Längen und Füße der Strümpfe ohne Naht); arbeitet bei jedem Hube nur ein und dieſelbe Nadelreihe, ſo erhält man flache, glatte Ware (benutzt zur Herſtellung der Strumpfferſe), und arbeiten bei jedem Hube beide Nadelreihen, ſo bilden ſie flache Rechtsundrechtsware, als welche namentlich Fang- und Patentränderware in ſehr gleichmäßiger Maſchenlage geſtrickt wird. Die meiſten Strickmaſchinen werden mit der Hand betrieben, erſt in neuerer Zeit wird Elementarbetrieb allgemeiner verwendet, gewöhnlich liegen dann mehrere Maſchinen auf einem Geſtell und erhalten ganz gleichmäßigen Antrieb zu ganz gleichen Arbeiten.

Die Schloßeinrichtung der Lambſchen Strickmaſchine wurde alsbald auch auf engliſche Rundwirkſtühle mit einzeln beweglichen Zungennadeln übertragen, und da ſchon 1862 der Amerikaner Mac Nary an ſeiner Maſchine mit feſtſtehenden Nadeln ein Verfahren erfunden hatte, Strümpfe rund geſchloſſen, nahezu ohne Naht herzuſtellen, welches Verfahren auch auf die Rundſtühle mit einzeln beweglichen Nadeln anwendbar war, ſo entſtanden nun aus dieſen die Rundſtrickmaſchinen, welche namentlich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in den verſchiedenſten Konſtruktionen ausgeführt und zur Fabrikation verwendet werden. Sie liefern teils nur glatte Ware, teils haben ſie zwei Nadelreihen und können beliebig Ränderware (für die Längen des Strumpfes) oder glatte Ware (für den Fuß) ſtricken. Die Ferſe (Keilferſe) und Fußſpitze wird als eine Art halbkugelförmige Hülle an die zylindriſche Ware in der Weiſe angeſtrickt, daß man dafür die Maſchine nicht umdrehend, ſondern hin und her ſchwingend arbeiten läßt. Im ganzen Strumpfe iſt dann nur eine kurze Naht zu machen, welche die halbe Fußſpitze mit dem halben Fußumfange verbindet, und welche am beſten in Form einer Maſchenreihe hergeſtellt wird, ſo daß ſie nicht ſichtbar iſt und der Strumpf wie völlig nahtlos erſcheint. Die Arbeitsgeſchwindigkeit der runden Strickmaſchinen kann gleich derjenigen der Rundkulierſtühle angenommen werden; in neuerer Zeit wird ſie ſogar höher, bis 800 mm Maſchenreihe in der Sekunde angegeben — bei rotierender Bewegung; dagegen iſt ſie bei der ſchwingenden Bewegung zur Ferſen- und Spitzenarbeit nur höchſtens ein Fünftel ſo groß, alſo 120—160 mm. Die Geſchwindigkeit der flachen Lambſchen Strickmaſchinen kann wegen der geradlinigen unterbrochenen Bewegung diejenige der Rundſtühle nicht erreichen, ſie iſt etwa zu 400 mm anzunehmen; nur in einzelnen beſonders günſtigen Fällen des Arbeitens glatter Ware mag ſie diejenige der Rundſtühle erreichen oder überſchreiten.



Fig. 44.

Nähte. Da der Wirker nicht bloß Stoffſtücke, wie der Weber, ſondern in der Hauptſache fertige Gebrauchsgegenſtände fabriziert, ſo hat er ſich mit der Verbindung der Waren, mit dem Zuſammennähen der Teile zu Gebrauchsgegenſtänden zu befaſſen. Als Nähte können hierbei nur ſolche verwendet werden, welche gleich der Ware elaſtiſch ſind; folglich ſind die Nähte: Vorderſtich, Rückſtich, Steppſtich und Doppelſteppſtich nur zur Verbindung von Wirkware mit unelaſtiſcher Ware, beim ſogenannten Beſetzen der Jacken, Hoſen u. ſ. w. zu benutzen. Für das Zuſammennähen der Wirkwarenteile ſelbſt iſt der Rück- und Steppſtich nur in einzelnen Formen und mit beſonderer Vorſicht in Verwendung gekommen, mehr dagegen hat ſich die überwendliche Naht als dafür geeignet gezeigt, allerdings auch nur mit der Vorſicht, daß man während des Nähens die Waren ſtark auszieht oder anſpannt, um die genügende Länge des Nähfadens in ſie einführen zu können und damit ein Zerreißen der Naht beim nachmaligen Gebrauche zu vermeiden. Fig. 44 zeigt einige ſolche Nahtformen, deren es jedoch eine größere Anzahl gibt, zwiſchen den Warenſtücken I und II: Der Faden *a* bildet die ſogenannte polniſche Naht, er verbindet die Randmaſchen *b*, eine Reihe um die andre, miteinander; der Faden *d* bildet die deutſche Naht, er verbindet die Hälften der beiden Maſchen *b* und *c* in jedem Warenſtück, eine Reihe um die andre, miteinander — beides ſind überwendliche Nähte, mit der Hand gearbeitet. Bei *e* iſt die engliſche Naht, auch Handnaht, gezeichnet; ſie iſt aus Rück- oder ſpezieller aus Steppſtichen zuſammengeſetzt, denn der Faden *e*, welcher nur die äußeren Hälften der Randmaſchen beider Waren miteinander verbindet, wird vom Stiche 1 aus um zwei Maſchen vorwärts geführt,

bis 2, geht dann eine Masche rückwärts, bis 3, wieder zwei vorwärts, 4, eine zurück, 5, u. s. w., bildet also die Lagen des Steppstiches.

Am Wirkstuhle selbst werden bisweilen Warenteile in ihren letzten Maschenreihen miteinander verbunden durch das sogenannte Abketteln: Man arbeitet die letzte Reihe des einen Teiles als Langreihe *a* (Fig. 45), d. h. man bildet sehr lange Maschen durch Zurückschieben des Mühleisens im Handstuhle oder Senken desselben im mechanischen Stuhle, hängt dann diese Langreihe auf die Nadeln des andern Teiles mit den kurzen Maschen und schiebt die letzteren über die Langmaschen hinab, so daß in den langen Maschen die letzten kurzen Reihen *b* und *c* beider Teile hängen. Hierauf wird mit einer Häkel- oder Kettelnadel jede folgende Masche durch die vorhergehende gezogen, wie a_1 a_2 angeben, die letzte Masche aber mit dem Faden *f* der Ware durchzogen und verkettelt. Bisweilen versteht man unter „Abketteln" auch das Durchnähen einer Maschenreihe mit einer Maschennaht an der Kettelmaschine (s. weiter unten).

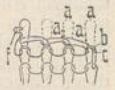


Fig. 45.

Von den Maschinennähten wird fast ausschließlich der Kettenstich oder Kettelstich zum Nähen von Maschenwaren verwendet, allerdings in sehr vielfachen Formen, als einfacher und doppelter, als geteilter zur Nachahmung der überwendlichen Naht, als mehrnädliger zu Kreuz- und andern Zierstichen. Die einfachste, in Fig. 46 gezeichnete Kettenstichform bildet man aus einem Faden *a*, welcher in Schleifenform durch die Ware und durch die je vorhergehende Masche geschoben wird und somit eine Maschenkette darstellt. Ist dabei die Ware mit ihren Maschen auf die Kammzähne der Nähmaschine (in diesem Falle Kettelmaschine genannt) aufgehängt oder „aufgestoßen" worden, so daß die Nähnadel sie regelmäßig in den einzelnen Maschen durchsticht (Fig. 46), so wird damit die Maschenreihe der Ware auch abgekettelt, und sind zwei Warenstücke mit den Endreihen aufgestoßen, so verbindet der Kettelstich beide, es wird das eine an das andre angekettelt. Die gewöhnlich verwendeten Maschinennähte für das Zusammennähen beliebiger Wirkwarenstücke — nicht wie oben angegeben in den Maschenreihen, sondern an geschnittenen und an regulären Seitenkanten — sind der einfache und der Doppelkettenstich als solcher oder in seiner Umwandlung zur nachgeahmten überwendlichen Naht, letzteres dergestalt, daß die alte Schleife im ganzen oder zur Hälfte über die zu verbindenden Warenkanten hinweggezogen und der von der einen Warenseite her durchstechenden Nadel auf derselben Seite auch zum Durchstechen vorgehalten wird.


Fig. 46.

Lireratur: [1] Willkomm, G., Die Technologie der Wirkerei, 2. Aufl., Leipzig 1887–93. — [2] Willkomm, O., Ware und Wirkmuster an Rundstühlen, Leipzig 1905. — [3] Wirkschule in Limbach in Sachsen, Die Schulprogramme vom Jahre 1870 ab. — [4] Die deutschen Patentschriften über Wirkerei, Klasse 25 a. — [5] Die deutsche Wirkerzeitung in Apolda. — [6] Die Oesterr.-Ungar. Wirker- und Strickerzeitung in Wien. *Willkomm.*

Wirkungsgrad, das Verhältnis der einem gegebenen Zwecke dienenden Energie (s. d.), z. B. der Nutzarbeit, zu der einschließlich unbeabsichtigter Abgaben und Leistungen dafür aufgewandten Energie. Der Ausdruck dieses Wirkungsgrads hängt von den in Frage kommenden Zwecken, Energieformen und sonstigen Verhältnissen ab (vgl. Wassermotoren, S. 853, Wärmemotoren, S. 811, Dynamomaschine, Bd. 3, S. 180, Kältemaschine, Bd. 5, S. 257 u. s. w.), er kann meist entsprechend den auftretenden Einzelverlusten oder Gruppen von solchen in Faktoren zerlegt werden, welche zur Unterscheidung vom Gesamtwirkungsgrad besondere Namen erhalten (vgl. Wärmemotoren). Doch herrscht in bezug auf die speziellen Bezeichnungen der Wirkungsgrade nicht immer Uebereinstimmung. Vereinzelt kommt der Name Wirkungsgrad für das Verhältnis eines wirksamen Teils zum Ganzen auch in Fällen zur Verwendung, in welchen es sich nicht um Energieformen handelt. *Weyrauch.*

Wirtel, kleines Schnurröllchen, s. Schnurtrieb.

Wismut *Bi*, Atomgew. 208,5. Rötlichweißes, glänzendes, sprödes Metall, das bei etwa 260° (ganz rein 264°) schmilzt und beim Erkalten in würfelähnlichen Rhomboedern auskristallisiert. Das spez. Gew. des geschmolzenen Wismuts ist 10,055, das des erstarrten 9,82, es dehnt sich also beim Erstarren aus. An der Luft erhitzt, verbrennt es zu gelbem Wismutoxyd, das zu einer braunen Flüssigkeit schmilzt (Wismutglätte). Von Säuren lösen es schon kalt Salpetersäure und Königswasser, Salzsäure nur wenig.

In chemischer Beziehung verhält es sich ähnlich wie Antimon. Sauerstoffverbindungen: *BiO*, Wismutoxydul; Bi_2O_3, Wismutoxyd, gelbes, durch Verbrennen des Wismuts oder durch Glühen des Wismutnitrats zu gewinnendes Pulver; Bi_2O_5, Wismutsäureanhydrid, Bi_2S_3 Wismutsulfid, fällt aus der Lösung der Wismutsalze als schwarzer Niederschlag durch Schwefelwasserstoff oder wird als blätterige, graue Masse durch Zusammenschmelzen von Wismut und Schwefel erhalten. Die wichtigsten Salze sind das Wismutnitrat und Wismutchlorid, die wie alle neutralen Wismutsalze durch Wasser zersetzt werden, indem basische Salze entstehen. — In der Natur kommt das Wismut hauptsächlich gediegen vor, außerdem als Wismutglanz, Bi_2S_3, als Wismutocker, Bi_2O_3, und in einer Anzahl selternerer Mineralien. Wismut wurde früher nur in Saigeröfen mit geneigten, gußeisernen Röhren durch Ausschmelzen der gediegenes Wismut

enthaltenden Erze dargeſtellt. Jetzt wird es durch Schmelzprozeſſe gewonnen, indem die kobalt- und nickelhaltigen Erze zur Entfernung des Arſens und Schwefels geröſtet und in Tiegelöfen unter Zuſatz von Kohle, Eiſen und Schlacke verſchmolzen werden. Unter der Schlacke entſteht dann neben einer aus Arſen, Kobalt, Nickel und Eiſen beſtehenden Speiſe metalliſches Wismut. Außerdem wird Wismut auf naſſem Wege aus wismuthaltigem Blei dargeſtellt, nachdem man das Blei großenteils abgetrieben und weiter im Flammofen mit Mergelkohle oxydiert hat. Die Oxyde gehen zum Teil in den Herd, zum Teil in die Glätte. Herd und Glätte werden feingepocht und warm mit Salzſäure in Steinzeugtöpfen ausgezogen. Aus der Wismutchloridlöſung wird durch Waſſerzuſatz erſt Chlorblei, dann baſiſches Wismutchlorid gefällt, das nach abermaligem Auflöſen und Fällen mit Waſſer filtriert, ausgewaſchen und nach dem Trocknen in gußeiſernen Tiegeln mit Zuſatz von Soda, Glas und Holzkohle auf Metall verſchmolzen wird. Auch auf elektriſchem Wege ſoll ſich nach Borchers im Schmelzofen Wismut aus wismuthaltigem Blei gewinnen laſſen. Das erhaltene Rohwismut wird, wenn es ſtark verunreinigt iſt, durch Saigerung geläutert. Zur weiteren Reinigung wird es vom Blei getrennt, indem es in eine Schmelze von Aetznatron mit Chlornatrium und Chlorkalium unter Zuſatz einer dem Bleigehalt entſprechenden Menge Wismutoxychlorid eingetragen wird. Arſen und Antimon werden durch Schmelzen mit Soda und Salpeter entfernt. Man verwendet das Wismut zu verſchiedenen leichtſchmelzbaren Legierungen (ſ. Wismutlegierungen) und zur Darſtellung der Wismutſalze, von denen das Wismutnitrat (ſ. d.) das wichtigſte iſt.

Literatur: Schnabel, Handbuch der Metallhüttenkunde, Berlin 1896, Bd. 2, S. 361 ff.

(Rathgen) Moye.

Wismutchlorid (Wismutbutter) $BiCl_3$, weiße, kriſtalliniſche, leicht ſchmelzbare, ſublimierbare Maſſe, welche man durch Verbrennen des Wismuts in Chlor oder durch Auflöſen von Wismutoxyd in Salzſäure und Deſtillation der eingedampften Löſung erhalten kann. Waſſer zerſetzt es in Wismutoxychlorid $BiOCl$, ein rein weißes Pulver. *(Rathgen) Moye.*

Wismutlegierungen zeichnen ſich durch ihre niedrigen Schmelzpunkte aus, die durch Kadmiumzuſatz noch weiter heruntergedrückt werden.

Sie finden deshalb Verwendung zu Weichloten, zu Abklatſchen, für welche ſie inſofern beſonders geeignet ſind, als das Wismut ſich bei dem Erſtarren ausdehnt und ſo die feinſten Vertiefungen der Druckformen wiedergibt, ferner zu Sicherheitsverſchlüſſen bei Dampfkeſſeln und endlich als ſehr politurfähige Wismutbronze zur Herſtellung von Reflektoren u. ſ. w. Die folgende Tabelle gibt die Zuſammenſetzung einer Reihe von Wismutlegierungen an.

	Schmelzpunkt	Wismut	Zinn	Blei	Kadmium	Zink	Antimon	Kupfer	Nickel
Newtons Metall	94,5°	2	3	5	—	—	—	—	—
Roſes „	93,75°	2	1	1	—	—	—	—	—
Lichtenbergs Metall	91,6°	5	2	3	—	—	—	—	—
Woodſches „	60°	4	4	2	1	—	—	—	—
Lipowitzſches „	60–70°	15	8	8	3	—	—	—	—
Kliſcheemetall	91,66°	5	2	3	—	—	—	—	—
„	—	9	48	32,5	—	—	10,5	—	—
„	—	1	—	8	—	—	3	—	—
Metall zu Sicherheitsſchmelzverſchlüſſen u. ſ. w.	100°	8	—	5	—	3	—	—	—
	113,3°	8	—	8	—	4	—	—	—
	123°	8	—	8 u. ſ. w.	—	3	—	—	—
	172°	8	—	30	—	24	—	—	—
Wismutbronze	—	1	—	—	—	—	50	25	24
„	—	0,1	—	—	—	21	—	47	30,9
Britanniametall nach Karmarſch	—	5	85	—	—	1,4	5	3,6	—
Tutaniametall nach Tenner	—	25	—	—	—	—	50	25	—

Literatur: [1] Muſpratts Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1893, Bd. 4, S. 2144 und 2159. — [2] Hildebrandt, Lehrbuch der Metallhüttenkunde, Hannover 1906, S. 437 und 487. — [3] Dammer, Handbuch der chemiſchen Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 2, S. 735. *(Rathgen) Moye.*

Wismutnitrat $Bi(NO_3)_3$ entſteht durch Auflöſen von metalliſchem Wismut in Salpeterſäure und kann bei dem Abdampfen der Löſung in Kriſtallen mit 5 Molekülen Kriſtallwaſſer erhalten werden.

Auf Waſſerzuſatz entſteht das unter dem Namen Magisterium Bismuti oder Bismutum subnitricum bekannte offizinelle Präparat als weißes Pulver, baſiſches Wismutnitrat, deſſen Zuſammenſetzung eine wechſelnde iſt. Letzteres dient auch als weiße Schminke (früher unter den Namen Perlweiß, Blanc de perle, Blanc d'Espagne), ferner zu Porzellanlüſterfarben und in der Glasmalerei. *Moye.*

Wo (oder W), in der Chemie Zeichen für Wolfram.

Wöhlerſches Geſetz, ſ. Dauerverſuche; vgl. Arbeitsfeſtigkeit, Zuläſſige Beanſpruchung, Dimenſionenberechnung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wölbungslinie (Wölblinie, Gewölblinie, Bogenlinie), diejenige gesetzmäßig gekrümmte oder gerade Linie, welche bei ihrer stetigen, gesetzmäßigen Fortbewegung die Laibung (s. d.) eines Gewölbes oder eines Mauerbogens erzeugt, und die auf der Gewölbelaibung der meisten Gewölbe durch einen senkrecht zur Achse geführten Schnitt erhalten wird.

Wohnhaus, städtisches oder ländliches Gebäude für Wohnzwecke (vgl. a. Arbeiterwohnhäuser, Bd. 1, S. 276 ff., Bauernhäuser, Bd. 1, S. 572, Gehöfteanlagen, Bd. 4, S. 346 ff., Gutsbesitzerwohnhäuser, Bd. 4, S. 698.

Je nach seiner Lage und Umgebung sowie den Verhältnissen des Besitzers oder Bewohners und dessen Anforderungen in geschäftlicher Hinsicht oder an behaglichen Lebensgenuß, ist es auf die verschiedenste Weise ausgestaltet. In einfachen Verhältnissen wird das Wohnhaus entweder nur die Wohnung für eine Familie bilden oder aber mehrere Wohnungen enthalten, die dann gewöhnlich Mietwohnungen sind. Im ersten Falle sind Aufbau und Einrichtung den Bedürfnissen der Familie eng anzupassen, und können hierzu noch die nötigen Geschäfts- oder Arbeitsräume treten. Die zweite Art wird mehr im allgemeinen für bestimmte Bewohnerklassen einzurichten sein (vgl. Arbeiterwohnhäuser). Hinsichtlich der Lage und Umgebung unterscheiden wir das frei stehende Haus (s. Landhaus, Bd. 6, S. 67) oder das eingebaute Haus, das zwischen den Nachbargebäuden nach der Straßenflucht unter Einhaltung der Bauordnung (s. Baupolizei, Bd. 1, S. 627) erstellt wird. Eine einfache Wohnung enthält in der Regel einen Vorplatz (Diele) oder Gang (s. d., Bd. 4, S. 255), Wohn- und Besuchzimmer oder Eßzimmer, Schlafzimmer (s. d.), Kinderzimmer, Gastzimmer (s. Bd. 4, S. 307), Bad und Abort (s. d., Bd. 1, S. 24), Kammer für Dienstboten, ferner Küche (s. d., Bd. 5, S. 729) mit Speisekammer (s. d.), Waschküche und Keller (s. d., Bd. 5, S. 430). Vornehmere Wohnungen erhalten hierzu noch 1. Pförtner- und Dienerzimmer, 2. für die Geselligkeit: Empfangs- und Ansprachzimmer, Saal (s. d., Bd. 7, S. 535) und Billardzimmer, 3. Arbeitszimmer des Herrn und der Frau, Bibliothekzimmer, etwa Gewehr- oder sonstiges Kabinett für Sammlungen, 4. bei den Schlafzimmern: Ankleidezimmer, Wasch- und Badezimmer (s. d., Bd. 1, S. 452). Ferner können sich anschließen: Veranden oder Logen (s. d.), Wintergarten, Erker u. dergl. Die Mietwohnungen werden meist in mehrstöckigen Häusern, und zwar eine oder zwei im Stockwerk, angeordnet. Sie sind von gemeinsamen Treppen aus zugänglich, zu welchen Vorplätze oder Durchfahrten (s. d.) führen. Dabei wird die Ausnutzung des Bauplatzes durch Anordnung eines mehr oder weniger geräumigen Hofes (s. d., Bd. 5, S. 101) zu steigern sein, der seitlich oder ringsherum von Seitenbauten oder dem Hintergebäude (s. d.) umschlossen ist. — Den gesundheitlichen Anforderungen wird durch die richtige Anlage nach den Himmelsgegenden, durch gute Wahl der Baustoffe und eine sorgfältige Ausführung des Baues entsprochen werden, sowie durch Einrichtung einer Heizung (s. Bd. 5, S. 18 ff.), Lüftung (s. Bd. 6, S. 233), Beleuchtung und Wasserversorgung (s. d.) für Koch-, Trink- und Badezwecke. Auch ist Feuersicherheit tunlichst anzustreben. Dabei sollen die Wohnhäuser in ihrer inneren Einrichtung, der zweckmäßigen Anordnung und dem Grade der Ausschmückung den Lebensbedürfnissen und Gewohnheiten des Besitzers sich anschließen, in der architektonischen Ausgestaltung aber Ernst, Würde und Mäßigung herrschen und Ueberladung sowie Luxus vermieden sein. — Ueber Grundrißbildung und Aufbau gibt eine sehr umfangreiche Literatur von Einzelwerken und Fachschriften Anleitung und Beispiele; es sei hier besonders auf [1] und [2] verwiesen.

Literatur: [1] Böckmann, W., Städtische Wohngebäude, in Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 70 ff. — [2] Weißbach, K., Wohnhäuser, Handbuch der Architektur, Stuttgart 1902, 4. Teil, 2. Halbbd., Heft 1, mit weiteren Literaturangaben. — [3] Geul, A., Die Anlage der Wohngebäude u. s. w., 2. Aufl., Leipzig 1883. — [4] Eitelberger, R., und Ferstel, H., Das bürgerliche Wohnhaus und das Wiener Zinshaus, Wien 1860. — [5] Daly, C., Architecture privée au XIX. siècle, Paris 1862. — [6] Calliat, V., Parallèle des maisons de Paris, Paris 1857. — [7] Wolf, A., Der bauliche Komfort des Wohnhauses, Prag 1881. — [8] Hintz, Moderne Häuser, Berlin 1887/89. — [9] Rowald, Die neuen Formen des städtischen Wohnhauses in Deutschland, Hannover 1889. — [10] Dohme, Das englische Wohnhaus, Braunschweig 1888. — [11] Exter, A., Das deutsche bürgerliche Einfamilienhaus, Leipzig 1898. — [12] Schmohl und Stähelin, Ausgeführte städtische Bauten, Stuttgart 1899. — [13] Krauth, Th., und Meyer, F. S., Das Einfamilienhaus und seine Bauformen, Leipzig 1900. — [14] Nußbaum, H. Chr., Das Wohnhaus und seine Hygiene, Leipzig 1909. — Ferner folgende von den Architekten- und Ingenieurvereinen herausgegebenen Werke: [15] Frankfurt a. M. und seine Bauten, 1886. — [16] Cöln und seine Bauten, 1888. — [17] Hamburg und seine Bauten, 1890. — [18] Berlin und seine Bauten, 1896. — [19] Dresden und seine Hochbauten, 1878.

Weinbrenner.

Wohnstraßen, s. Straßenbau, S. 351.

Wolf, s. Greifzeuge.

Wolfen, s. Baumwoll- und Streichgarnspinnerei.

Wolfram *W*, Atomgew. 184,0. Stahlgraues, schwer schmelzbares, sprödes Metall von 19,129 spez. Gew.; Schmelzpunkt 2800—2850°; verbrennt bei hoher Temperatur an der Luft zu Wolframsäureanhydrid WO_3, und wird durch Reduktion der Wolframsäure mit Holzkohle oder im Wasserstoffstrom erhalten.

Die häufigsten Wolframerze: Wolframit $FeWO_4 + MnWO_4$, Scheelit oder Tungstein $CaWO_4$, Scheelbleierz $PbWO_4$, werden durch Schmelzen mit Soda und Salpeter aufgeschlossen; aus der mit Salzsäure neutralisierten und eingedampften Lösung der Schmelze kristallisiert sogenanntes

Natriumparawolframat $Na_{10}W_{12}O_{41} + 28\,H_2O$ aus. Aus der Löſung des Natriumſalzes fällt Salzſäure Wolframſäureanhydrid. Metalliſches Wolfram dient zur Herſtellung von Legierungen, wie Wolframeiſen (Ferrowolfram) und Wolframkupfer. Durch Zuſetzen des erſteren zum Stahl entſteht der ſehr zähe und harte Wolframſtahl, durch Zuſetzen des letzteren zu Nickel-Kupfer-Legierung entſtehen Minargent und Platinoïd genannte ſilberartige Weißmetalle. — Zuſammen mit Osmium, neuerdings auch allein, dient Wolfram zur Herſtellung der Metallfäden der als Osramlampe bekannten elektriſchen Glühlampe; ſonſt Wolfram allein zur Wolfram(faden)lampe.

Literatur: Roscoe und Claſſen, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, Braunſchweig 1897, Bd. 1, S. 600. *Moye.*

Wolframate (Wolframſäureſalze), ſ. Wolframſäuren.

Wolframbronzen, Verbindungen von ſaurem wolframſaurem Kalium, Natrium oder Eiſen mit Wolframdioxyd, die durch Reduktion von Wolframaten durch Waſſerſtoff (auch Leuchtgas), Zinn, Zink, Eiſen, oder durch Elektrolyſe als kriſtalliſierte goldgelbe bis gelbrote oder blaue Körper mit Metallglanz erhalten werden und als Farben geſchätzt ſind. Hierher gehören die ſogenannte Saffranbronze (gelb), Magneſiabronze, Wolframblau, blauer Karmin (blau) u. ſ. w. Legierung aus 95% Kupfer, 3% Zinn und 2% Wolfram heißt ebenfalls Wolframbronze. *Moye.*

Wolframgelb, ſ. v. w. Mineralgelb; ſ. Wolframſäuren.

Wolframit, Mineral, wolframſaures Eiſen- und Manganoxydul, $FeMnWO_4$.

Kriſtalliſiert monoklin; derb, ſtengelig, körnig. Dunkelbraun, metallglänzend; ſehr dünn, rot durchſcheinend. Spröde. Härte $5^1/_2$. Spez. Gew. 7,14—7,54. Schwer ſchmelzbar. Löslich in warmen Säuren. Vorkommen im Erzgebirge, Cornwall; beſonders mit Zinnſtein gewonnen. Ferberit, ein ziemlich reines, wolframſaures Eiſenoxydul, körnig, in Sierra Almagrera (Spanien). Beide zur Darſtellung des Wolframſtahls ſehr geſucht und verwendet, außerdem zur Herſtellung von Farben. *Leppla.*

Wolframoxyde. Außer dem braunen Wolframdioxyd WO_2 und dem Wolframſäureanhydrid WO_3 (ſ. Wolframſäuren) ſind durch gelinde Reduktion dieſer oder ihrer Salze noch verſchiedene Verbindungen dargeſtellt, die ihrer Zuſammenſetzung nach durch Zuſammentritt von WO_2 mit 1,2 oder 3 WO_3 gebildet erſcheinen, und welche lebhafte Farben zeigen (blau, indigoblau, blaurot). *Moye.*

Wolframſäuren. Wolframſäureanhydrid WO_3 entſteht beim Glühen von Wolframverbindungen an der Luft. Techniſche Gewinnung ſ. Wolfram.

Zitrongelbes, in Waſſer unlösliches, in Alkalien lösliches Pulver, das unter dem Namen Wolframgelb als Farbe benutzt wird. Von den Wolframſäuren ſind ein gelbes Hydrat $WO_3 + H_2O$, ein weißes Hydrat $WO_3 + 2\,H_2O$, die Metawolframſäure $WO_3 + xH_2O$, und eine kolloidale Wolframſäure dargeſtellt. — Wolframſäureſalze (Wolframate) ſind in den verſchiedenſten Verhältniſſen zwiſchen Säure und Baſen bekannt. Außer dem Natriumparawolframat $Na_{10}W_{12}O_{41} + 28\,H_2O$, das als Feuerſchutzmittel für Holz und leicht entzündliche Stoffe, auch als Beizmittel in der Färberei dient, finden viele Salze als Malerfarben Anwendung, ſo Nickelwolframat (grün), Kobaltwolframat (violett), Zinnwolframat (indigoblau) und Eiſenwolframat (chamois). — S. a. Wolframbronzen. *(Rathgen) Moye.*

Wolfsmaul, ſ. Zange.

Wolken, in höheren Schichten auftretende Nebel, wie dieſer aus feinen Waſſertröpfchen (nicht, wie man früher annahm, aus Waſſerbläschen) beſtehend. Vgl. Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1906. *Großmann.*

Wollatlas, ſ. Weberei.

Wolle, Wollmeſſer, ſ. Spinnfaſern.

Wollendamaſt (Möbeldamaſt), ſ. Weberei.

Wollfett, Wollſchweiß, ſ. Fettſchweiß.

Wollfilz, ſ. Filz und Haarfilz.

Wollmuſſelin, ſ. Weberei.

Wollſpinnerei, ſ. Kammgarn- und Streichgarnſpinnerei.

Wollwäſche, Waſchen des Vließes von Schafen.

Die Wolle der Schafe, ſo wie ſie als Vließ bei der Schur gewonnen wird, enthält die als Wollſchweiß bezeichneten Ausſcheidungsprodukte der Haare und der Schweißdrüſen der Haut, vermiſcht mit von außen hinzugekommenen Verunreinigungen, wie Staub, Faſerreſte, Klettenteile, Kotreſte u. ſ. w. Der Gehalt der verſchiedenen Wollen an Wollſchweiß beträgt 20—70% der ungewaſchenen Wolle. Der Wollſchweiß beſteht einerſeits aus in Waſſer, zum Teil auch in Alkohol löslichen Beſtandteilen, Kalifalzen organiſcher Säuren, wie Eſſigſäure, Valerianſäure, Oelſäure und andrer Fettſäuren, anderſeits aus in Aether löslichem Fett (Wollfett), einem Gemiſch von Choleſterin und Iſocholeſterin und deren Verbindungen mit höheren Fettſäuren. Zur mehr oder weniger vollſtändigen Entfernung der genannten Verunreinigungen von der Wollfaſer nimmt man das Waſchen der Wolle vor und unterſcheidet zwiſchen Rückenwäſche und Fabrikswäſche. Die Rückenwäſche, das Waſchen des Vließes am Tier, wird nur ſelten und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann bei ordinären Wollen vorgenommen; fie muß in der Regel durch die Fabrikswäfche ergänzt werden. Die Fabrikswäfche bezweckt die vollftändige Befeitigung des Wollfchweißes und erreicht dies durch Anwendung teils indifferenter Löfungsmittel, wie Benzin und Aether, teils alkalifcher Mittel, wie gefaulter Harn, kohlenfaures Ammon, Seife, Soda. Im Großbetrieb werden von letzteren Seife und Soda ausfchließlich benutzt. Die der Rückenwäfche nicht unterlegene Schweißwolle hat dann eine Vorwäfche durchzumachen, ehe fie zur Hauptwäfche gelangt. Die Vorwäfche wird nur mit Waffer von gewöhnlicher Temperatur ausgeführt. Die dadurch ausgelaugten organifchen Kalifalze werden auf Pottafche verarbeitet. Die Hauptwäfche erfolgt jetzt meift in der Wollwafchmafchine, dem fogenannten Leviathan, in Seifenlöfungen von 40—45° C. (für Kammwolle) oder Seifen- und Sodalöfungen (für Streichwolle). Die Wiedergewinnung der Fettfäuren aus den Wollwafchwäffern rentiert fich nur bei größeren Betrieben und gefchieht in der Weife, daß man die Wäffer, fo wie fie aus den Wafchmafchinen kommen, zuerft durch Klärkufen fchickt, in denen fich Schmutz, Sand und andre Verunreinigungen abfetzen, und hierauf in Baffins mit Schwefelfäure verfetzt. Beim Erwärmen fcheidet fich das Fett an der Oberfläche aus, worauf man es kalt und warm preßt und wäfcht. In diefer Form wird es an die Seifenfabriken abgegeben. In neuerer Zeit wird auch das Wollfett aus den Wafchwäffern gewonnen, indem man fie zentrifugiert. Das in den Zentrifugen bleibende Wollfett wird durch mehrmaliges Umfchmelzen, Auskochen mit Waffer u. f. w. gereinigt und mit Waffer zufammengeknetet als vorzügliche Salbengrundlage, als Lanolin, in den Handel gebracht. In neuerer Zeit wird die Rohwolle auch in der Weife gereinigt, daß man zuerft das Wollfchweißfett mit einem flüchtigen Löfungsmittel (Benzin, Aether) befeitigt und darauf durch Wafchen mit Waffer die Wollfchweißfalze entfernt. Zur Entfettung des zur Erleichterung des Spinnens eingeführten Olivenöls und Baumwollfaatöls wird das Wollgarn mit Seife gewafchen, da fonft das Garn im Färbebade ungleichmäßig benetzt und gefärbt wird. Vor dem Wafchen wird ftark gekräufeltes Garn, um ein Verwirren während des Wafchens zu verhüten, auf der Garnftreckmafchine dadurch geftreckt, daß man die Garnfträhne über zwei Stäbe hängt, diefe durch Schrauben voneinander entfernt und die fo gefpannten Strähne in kochendes Waffer bringt. Wollgewebe wird mit Seifenwaffer oder Seife- und Sodalöfung auf der Strang- oder Breitwafchmafchine gewafchen.

Literatur: Knecht, Rawfon u. Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; Herzfeld-Schneider, Das Färben und Bleichen, Berlin 1905. *R. Möhlau.*

Woltmanfcher Flügel, f. Waffermeffung, S. 851.

Woodburydruck (Photoglyptie), von W. Woodbury in London erfundenes (1866 patentiertes) photomechanifches Druckverfahren mit reliefierten Formplatten, das fehr fchöne, aus gefärbter Gelatine beftehende, echte Halbtonbilder (vgl. Preffendruckverfahren, photographifche) ergibt.

Literatur: Vidal, Die Photoglyptie oder der Woodburydruck, Halle a. S. 1897.

Worthen oder **Wurthen,** vgl. Fluchthügel.

Wringmafchine, eine beim Wafchen des Gewebes in der Tuchfabrikation verwendete Vorrichtung, mittels welcher die Schmutzflotte durch Drehen des Gewebes meift um feine Achfe herausgepreßt wird; f. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Wucht, f. v. w. lebendige Kraft, Energie.

Wuchtebaum, f. Oberbaugeräte, Bd. 6, S. 724.

Wünfchelrute, ein vielfach ohne oder mit gutem Glauben benutztes, gabelförmig geftaltetes Inftrument, aus deffen Bewegungen in den Händen „Berufener“ auf das Vorhandenfein von Waffer, Mineralien u. f. w. gefchloffen wird.

Gewöhnlich wird ein 1 Fuß langer, etwa 5 mm ftarker gegabelter Zweig der Weide oder Hafel kurz unter der Stelle der Gabelung abgefchnitten, oder ein fchleifenförmig gefchlungener, der Zweiggabel nachgeformter Stahldraht benutzt [1]. Carrié [2] hat die Wirkung der (eifernen) Rute durch Elektromagnetismus zu erklären verfucht. Das Verfahren führt fehr felten zu Erfolgen, vielfach aber zu Prellereien der Auftraggeber, fo daß wir davor warnen möchten.

Literatur: [1] Pfungft, O., Zur Pfychologie der Wünfchelrute, Deutfche Revue, Stuttgart, Oktoberheft 1909. — [2] Carrié, Hydroscopographie et Metalloscopographie ou l'art de découvrir les eaux souterraines et les gisements métallifères au moyen de l'électro-magnétisme, Saintes 1863. *Lueger.*



Wurffchaufel.

Würfel, f. Polyeder.

Würfelkohle, f. Brennftoffe, Bd. 2, S. 288.

Würgelwerk, f. Kammgarn- und Streichgarnfpinnerei.

Würze, f. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 10.

Wuhr, f. v. w. Buhne (f. d.); in der Schweiz werden damit aber auch Hochwaffer abhaltende Dämme und feite Stauanlagen (f. d.) bezeichnet.

Wulft, f. Bänder (Bd. 1, S. 452), Säule, Säulenordnung.

Wurfbewegung, f. Balliftik, Paraboliſche Bewegung.

Wurfrad, f. Pumpen, Bd. 7, S. 275.

Wurffchaufel, eine zum „Werfen“ der Erde geeignete Schaufel

(f. Bd. 7, S. 599) mit breitem, leicht gebogenem Blatt, das vorzeitiges Abgleiten des Bodens verhindert. Vielfach wird, namentlich bei lehmigem Boden, die „ſchleſiſche" Schaufel (f. die Figur S. 953) als ſolche benutzt. *L. v. Willmann.*

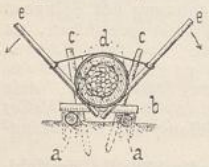
Wurm (Wurmrad), f. Schnecke.

Wurſt, Faſchinenwurſt, Wippe, ein Strauchbündel von 10—18 cm Durchmeſſer und beliebiger Länge; ſie muß feſt gebunden und ſehr biegſam ſein.

Die Würſte werden auf einem Gerüſte, Wurſtbank genannt, hergeſtellt. Möglichſt lange Faſchinenreiſer werden, einander übergreifend, auf eine Reihe von Böcken, die in etwa 1,3 m Entfernung, aus je zwei ſchrägen, ſich kreuzenden Pfählen beſtehend, geſchlagen ſind, mit den Wipfelenden ſtets nach derſelben Richtung gelegt. Dann erfolgt das Binden in je 0,25 m Diſtanz, mit einfachen Bindeweiden oder Wippenbändern, d. h. dünnen, zähen, gewöhnlich 1 m langen, friſchen Weidenruten, welche vorher, über einem Feuer erwärmt, ſchraubenförmig gedreht wurden, damit ſich deren Längsfaſern trennen. Als verſtärkte Würſte ſind verſuchsweiſe ſolche verwendet worden, die man der Länge nach mit 4 mm dickem verzinktem Stahldraht ſchraubenförmig mit 1,5 m Neigung umwickelte (f. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 94).

Wurſtbaum, ein Hebel bei Herſtellung von Senkfaſchinen und Sinkwalzen (f. d.).

Letztere werden auf einer Rüſtung, der Bank (Faſchinenbank), beſtehend aus den beiden Langbäumen *a*, den in etwa je 0,7 m vorkommenden Querhölzern *b* und ſchrägen Pfählen *c* (f. die Figur), unmittelbar am Uferrande, wo ſie verwendet werden ſollen, hergeſtellt; nach vollendeter Strauchumhüllung erfolgt das Binden. Zu dieſem Behufe wird der Faſchinenkörper vorher an den 0,3—0,7 m entfernten Bindeſtellen feſt zuſammengeſchnürt oder gewürgt. Hierzu wird die Würgkette *d* umgewunden; durch deren Endringe ſteckt man als Hebel die Hebebäume oder Wurſtbäume *e*. Die oberen Enden der letzteren herunterdrückend und -ziehend, erreicht man eine ſtarke Kompreſſion der Faſchinenmaſſe, welche noch durch gleichzeitiges kräftiges Daraufſchlagen mit einem Holzſchlegel befördert wird. Knapp an der ſo gewürgten Stelle wird zum Binden dann der ausgeglühte Eiſendraht oder (jetzt ſeltener) ein Flechtband oder eine Wiede umgelegt und geknüpft.



Wurſtroſt, f. Sinkſtück.

Wurzel, f. Gleichungen.

Wurzelkeller, Kellerraum zur Aufbewahrung von Futtervorräten, teils unter den Futtertennen der Ställe (f. Rindviehſtälle, Bd. 7, S. 442 ff.), teils unter den Scheunenbarren (f. Scheunen, Bd. 7, S. 613) gelegen.

Die Vorräte an Rüben und Kartoffeln, welche den Wintervorrat bilden, werden zum Teil in geeigneten, froſtfreien und gut gelüfteten Kellern untergebracht. Die Ernte von 1 ha füllt etwa 18—20 cbm Kellerraum. Dieſe Keller verſieht man mit einem unmittelbaren Zugang vom Hofe her (Kellerhals) und außerdem an verſchiedenen Stellen mit vergitterten Einwurföffnungen, die bei ſtrenger Winterkälte verſchloſſen werden. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Wurzelmaß, bei Profileiſen der Abſtand der Nietreihen in Steg oder Flanſch von beſtimmten Kanten des Querſchnitts; es wird zum Aufreißen der Nietreihen beim Montieren der Eiſenkonſtruktionen gebraucht. *Mörſch.*

Wurzelſchneidmaſchine, eine Zerkleinerungsmaſchine für rohe Wurzeln und Knollen, hauptſächlich zu dem Zweck, ſie allein oder mit andern Futtermitteln gemiſcht beſſer verfüttern zu können.

Die Wurzelſchneidmaſchinen beſtehen aus einem Trichter zur Aufnahme der Wurzeln und einer vor dem Austritt derſelben rotierenden, mit Meſſern beſetzten Scheibe oder Trommel. Die Meſſer ſind derart geformt und auf der Scheibe oder Trommel angebracht, daß ſie von den Wurzeln Stücke abſchneiden und dieſe die Scheibe hindurchtreten laſſen. Die Leiſtung ſchwankt je nach Größe und Meſſerzahl zwiſchen 75 und 1700 kg pro Stunde, die Preiſe zwiſchen 40 und 135 *M.* *Wrobel.*

Wurzelzopf, ein in Waſſerleitungen entſtehendes, von dem Eindringen kleiner Faſerwurzeln herrührendes roßſchweifartiges Gewächs.

Sehr häufig hindert dasſelbe den Waſſerdurchfluß vollſtändig. Beſonders leicht bilden ſich Wurzelzöpfe in Tonrohrleitungen und Zementrohrleitungen, die an den Verbindungen mit Letten gedichtet oder unvollſtändig mit Mörtel vergoſſen ſind, in der Nähe von Bäumen u. ſ. w. Bei Tonrohrleitungen ſchützt eine gute Aſphaltdichtung; Schutzmittel bei Drainagen (f. Bd. 3, S. 51).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

X

Xantorrhöaharz, ſ. Akaroidharz.

Xenon, von Ramſay neu entdecktes gasförmiges Element.

Xenotim, Ytterſpat, Mineral, phosphorſaures Yttrium $= YPO_4$ mit 38,5 % P_2O_5 und 61,5 % Y_2O_3, nebſt größerem Gehalt an Erbium.

Kriſtalliſiert tetragonal, derb, oft mit Zirkon verwachſen; braun und rot, fettglänzend, undurchſichtig. Härte 4,5; ſpez. Gew. 4,5. Umſchmelzbar vor dem Lötrohr und in Säuren unlöslich. In Graniten und als Korn in Goldſeifen von Brindletown in Nordkarolina und Clarksville in Georgia. Wichtig wegen der ſeltenen Erden (ſ. Bd. 3, S. 490). Radioaktiv. *Leppla.*

Xerotine, ſ. Sikkative.

X-Gurtung, bei Fachwerkträgern einfachen Syſtems mit Vertikalen (Ständerfachwerken), ſ. Bd. 3, S. 550; Bd. 1, S. 526; Bd. 2, S. 162; Bd. 7, S. 22, 35, 54.

X-Strahlen, ſ. Roentgenſtrahlen.

Xylektipom, Verfahren (D.R.P.) der Holzverzierung mittels des Sandſtrahlgebläſes (ſ. d.).

Durch den auf das Holz aufgeblaſenen Sand werden die Jahresringe weniger angegriffen als das zwiſchen ihnen befindliche Holz. Mit Anwendung von Schablonen laſſen ſich auf dieſe Weiſe wirkungsvolle Muſter auf Holz erzeugen. *A. Widmaier.*

Xylidin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 624.

Xylographie, ſ. Holzſchneidekunſt, Bd. 5, S. 123.

Xylol, ſ. Teer, S. 426.

Xylolin, ſ. Papierſtoffgarne.

Xylolith (Steinholz), eine von O. Sening & Co. in Potſchappel bei Dresden unter hohem Druck hergeſtellte chemiſche Verbindung von Sägemehl und Mineralien zu einem zähen, die Wärme ſchlecht leitenden, wetter- und feuerbeſtändigen Material vorwiegend holzartiger Natur. Zugfeſtigkeit 160 – 270 kg, Druckfeſtigkeit 700—900 kg, Dichtigkeit 1,55. *L. v. Willmann.*

Xylometer (Holzmeſſer), eine Vorrichtung zur Ermittlung des Kubikinhaltes von Holzſtücken unregelmäßiger Geſtalt.

Die Stücke werden in Waſſer getaucht und an einer Skala am Gefäß der Kubikinhalt des verdrängten Waſſers (= dem des Holzes) abgeleſen.

Y

In der Chemie Zeichen für Yttrium.

Yacht heißen im beſonderen kleinere Segel- ſowie Dampfſchiffe — Segelyacht, Dampfyacht — für Sport- und Vergnügungszwecke (ſ. a. Schiffbau und Segelſchiffstypen.) *T. Schwarz.*

Yard, engliſches Maß, insbeſondere für Langwaren = 3 engl. Fuß oder 91,438 cm. 1 Quadratyard = 0,8361 qm, 1 Kubikyard = 0,764334 cbm.

Yen. Der Goldyen mit 0.75 g Feingold bildet nach dem Geſetz vom 1. Oktober 1897 die Münzeinheit in Japan. Sein Wert beträgt 2,0925 *M.* Eingeteilt wird er in 100 Sen zu 10 Rin. Geprägt werden Goldſtücke zu 20, 10 und 5 Yen (0,900 fein), Silberſtücke zu 50, 20, 10 Sen (0,800 fein), Nickelſtücke zu 5 Sen und Bronzeſtücke zu 2 und 1 Sen und 5 Rin. *Plato.*

Ylang-Ylangöl (Canangaöl), aus den Blüten von Cananga odorata durch Deſtillation gewonnen. Verwendung in der Parfümerie.

Ytterbit, ſ. v. w. Gadolinit (ſ. d.).

Ytterbium (Neoytterbium) *Yb*, Atomgew. 172, ſeltenes Element der Yttriumgruppe.

Yttrium *Y*, Atomgew. 89, ſeltenes, im Gadolinit vorkommendes Metall. Das Yttriumoxyd Y_2O_3 iſt neben Thoriumoxyd ein weſentlicher Beſtandteil mancher Strümpfe für Auerſches Gasglühlicht. *Moye.*

Yukkafaſer, ſ. Spinnfaſern, S. 195.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

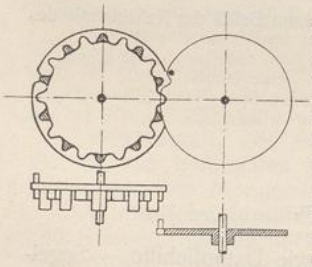
Z

Zähflüffigkeit (Fluidität, Zähigkeit, Viskofität), f. Reibung, innere, Bd. 7, S. 396.

Zähler, in der Mathematik, f. Bruch.

Zählwerke dienen zur Feftftellung, wie oft eine fich immer in gleicher Weife vollziehende Bewegung wiederholt hat.

Als wefentliche Teile befitzen fie eine Anzahl von Zahlenfcheiben, je mit den Ziffern 0 bis 9 bezeichnet. Von jeder Scheibe ift immer nur eine Ziffer fichtbar und die Gefamtheit der in einer Geraden angeordneten fichtbaren Ziffern bildet die Ablefungszahl. Da die Ziffern entfprechend ihrer Stellung Einer, Zehner, Hunderter u. f. w. bedeuten, fo werden die betreffenden Zahlenfcheiben als Einer-, Zehner- u. f. w. Scheibe bezeichnet. Bei jeder zu regulierenden Bewegung muß die Einerfcheibe um $^1/_{10}$ ihres Umfangs gedreht werden; fie wird zu diefem Zweck als Schaltrad ausgebildet, und ihre Verdrehung erfolgt mit Hilfe einer hin und her fchwingenden Schaltklinke (f. Schaltmechanismen) oder mittels einer Schaltklinke, die an dem fchwingenden Hebel auf das Schaltrad einwirken. Die Bewegung des Zehnerrads darf immer nur erfolgen, wenn das Einerrad den Wechfel der Ziffer 9 zu 0 vornimmt; dasfelbe ift der Fall beim Hunderterrad u. f. w. Diefe Bewegung wird in folgender Weife hervorgebracht (vgl. die Figur): Das fchaltende Rad trägt einen Stift, der zwifchen die zwei Zähne eines 20zahnigen Zahnrads eintritt und diefes um $^1/_{10}$ feines Umfangs verdreht. Um eine Sperrung des gefchalteten Rades vorzunehmen und feine Bewegung nur während des Wechfels der Ziffer 9 zu 0 beim treibenden Rad zu ermöglichen, ift jeder zweite Zahn der Zähne des zu fchaltenden Rades um eine Zahnbreite verlängert; in dem Spielraum zwifchen zwei aufeinander folgenden verlängerten Zähnen liegt das treibende Rad mit feinem Rand, fo daß das zu fchaltende Rad gefperrt ift. Seine Bewegung um $^1/_{10}$ feines Umfangs beim Wechfel der Ziffer 9 zu 0 beim treibenden Rad wird dadurch ermöglicht, daß die Scheibe des treibenden Rades am Rande einen Einfchnitt befitzt, in dem bei der Schaltung der gegen die treibende Scheibe fich bewegende Zahn Platz findet. — Zu den Zählwerken kann man auch die Tourenzähler (vgl. Bd. 4, S. 434) rechnen. Sie beftehen gewöhnlich aus Schnecke und Schneckenrad. Die Schnecke wird in Verbindung mit der Welle gebracht, deren Umdrehungszahl gemeffen werden foll. Das Schneckenrad befitzt eine Teilung, die mit Hilfe eines feftftehenden Zeigers die Umdrehungszahl abzulefen geftattet. Es gibt auch Kombinationen von Arretieruhren mit Zählwerken, fo daß Zeitdauer und Umdrehungszahl gleichzeitig abgelefen werden können.



A. Widmaier.

Zähnezahl wird beim Entwurf von Zahnrädern frei gewählt.

Räder mit nur einem treibenden Zahne kommen in Zählwerken vor. Zwei Zähne hat das Griffon-Getriebe (Bd. 4, S. 63.). In Wagenwinden benutzt man vierzähnige, aus dem Vollen gefräfte Triebe von Schmiedeeifen, durch Einfetzen gehärtet. An Handwinden wählt man (10), 11 oder 12 Zähne für die Triebe. In laufenden Getrieben fteigt die zuläffig kleinfte Zähnezahl mit der Umfangsgefchwindigkeit u, etwa als $u + 10$ bei abfätzigem, $2\,(u + 10)$ bei ftändigem Betrieb (befonders für Ueberfetzungen ins Schnelle), weil fich Zähne von größerer Anzahl und dementfprechend größerem Raddurchmeffer beim Angriff weniger ftemmen, weniger reiben und weniger abnutzen. An Elektromotoren hat man Räder von 12 bis 20 Zähnen, bei Transmiffionen 24 Zähne, bei Waffenadvorgelegen 36–54 Zähne als Mindeftzahl. Meift ift die Zähnezahl ein Vielfaches der Armzahl (f. a. Ueberfetzungsverhältnis). *Lindner.*

Zängen, Zänghammer, -mühlen, -preffe, -walzwerk, die Bearbeitung der Schweißeifenluppen (f. Schweißeifen) nach ihrer Entnahme aus dem Frifchfeuer bezw. Puddelofen, in einem Verdichten der Luppen beftehend, um

die einzelnen Eiſenpartikel miteinander zu verſchweißen und die zwiſchen ihnen befindliche Schlacke auszuquetſchen. Weiteres ſ. Luppe. *A. Widmaier.*

Zaffer, ſ. Kobaltſafflor.

Zahlen, Mengen von Einheiten ein und derſelben Art. Die Lehre von den Zahlen (Zahlentheorie) beherrſcht gegenwärtig faſt die geſamte reine Mathematik und drückt verſchiedenen Zweigen derſelben (z. B. der Algebra, Funktionentheorie, Geometrie) ihr beſonderes Gepräge auf.

Zu den zunächſt gegebenen poſitiven ganzen Zahlen treten durch Subtraktion die negativen (die Grenze beider bildet die Null); durch Diviſion die gebrochenen Zahlen. Zwiſchen dieſe rationalen Zahlen ſchieben ſich, die Zwiſchenräume ſtetig erfüllend, die irrationalen Zahlen ein. Dieſe ſind teils algebraiſch (d. h. Wurzeln von Gleichungen mit rationalen Koeffizienten), z. B. $1+\sqrt{2}$, teils tranſzendent, z. B. π, e. Dieſen einfachen Zahlen ſtehen endlich die aus mehreren Haupteinheiten zuſammengeſetzten gegenüber, unter welchen die gewöhnlichen komplexen Zahlen von der Form $a+b\sqrt{-1}$ die wichtigſten ſind.

Die Zahlentheorie beſchäftigt ſich zunächſt mit den ganzen Zahlen, insbeſondere mit der Teilbarkeit derſelben. Eine Zahl, welche außer der Einheit und ſich ſelbſt keinen Teiler hat, heißt (abſolute) Primzahl, z. B. 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29...; Zahlen, welche keinen gemeinſamen Teiler haben, heißen relative Primzahlen, z. B. 35 und 48. Eine Zahl, die keine Primzahl iſt, kann nur auf eine Art als Produkt von Potenzen von Primzahlen dargeſtellt werden, z. B. $360=2^3\cdot 3^2\cdot 5$. Es gibt unendlich viele Primzahlen. Ob eine Zahl n eine Primzahl iſt, kann nur durch Verſuche, d. h. durch Diviſion mit allen Primzahlen, die kleiner als $\sqrt{n}$ ſind, entſchieden werden. Die Zahl der relativen Primzahlen zu n, welche poſitiv und nicht größer als n ſind, iſt $\varphi(n)=n\left(1-\frac{1}{p_1}\right)\left(1-\frac{1}{p_2}\right)\ldots$, wenn $n=p_1^{\alpha}p_2^{\beta}\ldots$ die Zerlegung von n in ſeine Primfaktoren iſt. Eine Zahl heißt vollkommen, wenn ſie gleich der Summe ihrer ſämtlichen Teiler (ſie ſelbſt natürlich ausgenommen) iſt, z. B. $28=1+2+4+7+14$. Zwei Zahlen heißen befreundet (amikabel), wenn jede gleich der Summe ſämtlicher Teiler der andern (die Zahlen ſelbſt ausgenommen) iſt, z. B. 220 und 284. Es iſt nämlich $220=1+2+4+71+142$; $284=1+2+4+5+10+11+20+22+44+55+110$. Zwei Zahlen, a und b, welche bei Diviſion mit m denſelben Reſt geben, heißen kongruent in bezug auf den Modul m. Man ſchreibt dies $a\equiv b \pmod m$ und nennt dieſe Formel eine Kongruenz. Z. B. iſt $22\equiv 40 \pmod 9$. Fermatſcher Satz: Iſt p eine Primzahl, a durch dieſelbe nicht teilbar, ſo iſt $a^{p-1}\equiv 1 \pmod p$, z. B. $2^6=64\equiv 1 \pmod 7$. Wilſonſcher Satz: Iſt p eine Primzahl, ſo iſt $1\cdot 2\cdot 3\ldots(p-1)\equiv(p-1) \bmod p$, z. B. $1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot 5\cdot 6=720\equiv 6 \pmod 7$. Eine Zahl n wird in bezug auf den Modul m als quadratiſcher Reſt oder Nichtreſt bezeichnet, je nachdem die Kongruenz $x^2\equiv n \pmod m$ lösbar iſt oder nicht, d. h. je nachdem es eine ganze Zahl x gibt, die dieſer Kongruenz genügt. Die Zahl -1 iſt quadratiſcher Reſt von jeder Primzahl von der Form $4R+1$ und Nichtrest von jeder Primzahl $4R+3$. Reziprozitätsgeſetz von Legendre: Hat wenigſtens eine der beiden Primzahlen p und q die Form $4R+1$, ſo ſind entweder beide quadratiſche Reſte (z. B. 5 und 31) oder Nichtreſte (z. B. 5 und 7) voneinander. Haben aber beide die Form $4R+3$, ſo iſt eine Reſt, die andre Nichtreſt der andern (z. B. 11 iſt Reſt von 7, 7 Nichtreſt von 11).

Weitere Teile der (höheren) Zahlentheorie ſind die Lehre von den homogenen Formen, insbeſondere von den binären quadratiſchen Formen $ax^2+2bxy+cy^2$, wobei a, b, c ganze Zahlen ſind. Mit dieſen Unterſuchungen hängt die ganzzahlige Löſung der unbeſtimmten ſogenannten Pellſchen Gleichung $x^2-Dy^2=1$ zuſammen. Hieran ſchließt ſich die Lehre von den höheren Potenzreſten und den höheren Kongruenzen, von den Kreisteilungsgleichungen, von den ſogenannten algebraiſchen Zahlkörpern (d. h. dem Inbegriff aller Zahlen, welche rationale Funktionen gegebener algebraiſcher Zahlen ſind), von den gewöhnlichen und höheren komplexen Zahlen, endlich von den ſogenannten Idealen, d. h. ſolchen Syſtemen algebraiſcher Zahlen $\alpha_1\alpha_2\ldots$, bei welchen alle linearen Kombinationen derſelben $\lambda_1\alpha_1+\lambda_2\alpha_2+\ldots$ ($\lambda_1\lambda_2\ldots$ ganze Zahlen) wieder dem Syſtem angehören.

Literatur. Von den angeführten Werken eignen ſich [2], [6], [14] und vor allem [24] beſonders zur Einführung; [12] iſt ſtreng wiſſenſchaftlich gehalten; [18]—[21] ſind Tabellenwerke; [1] Schwarz, Elemente der Zahlentheorie, Halle 1855. — [2] Wertheim, Elemente der Zahlentheorie, Leipzig 1887. — [3] Tchebycheff, Theorie der Kongruenzen, deutſch von Schapira, Berlin 1889. — [4] Lucas, Théorie des nombres, Paris 1891. — [5] Weber, Elliptiſche Funktionen und algebraiſche Zahlen, Braunſchweig 1891. — [6] Bachmann, Zahlentheorie, Bd. 1, Die Elemente der Zahlentheorie, Leipzig 1892, Bd. 2, Die analytiſche Zahlentheorie, Leipzig 1894, Bd. 3, Die Lehre von der Kreisteilung, Leipzig 1872, Bd. 4, Die Arithmetik der quadratiſchen Formen I, Leipzig 1898. — [7] Scheffler, H., Beiträge zur Zahlentheorie, insbeſondere zur Kreis- und Kugelteilung, Leipzig 1892. — [8] Derſ., Die quadratiſche Zerfällung der Primzahlen, Leipzig 1892. — [9] Speckmann, Beiträge zur Zahlentheorie, Oldenburg 1893. — [10] Dedekind, Was ſind und was ſollen die Zahlen? 3. Aufl., Braunſchweig 1893. — [11] Legendre, Zahlentheorie, deutſch von Maſer, 3. Aufl., Bd. 1 u. 2, Leipzig 1893. — [12] Lejeune-Dirichlet, Vorleſungen über Zahlentheorie, 4. Aufl., herausgegeben von Dedekind, Braunſchweig 1894. — [13] Tannery, J., Introduction à l'étude de la théorie des nombres et de l'algèbre supérieure, Paris 1895. — [14] Stieltjes, Essai sur la théorie des nombres, Paris 1895. — [15] Minkowski, Geometrie der Zahlen, Bd. 1, Leipzig 1895. — [16] Hilbert, Die Theorie der algebraiſchen Zahlkörper, Jahresbericht der deutſchen Mathematikervereinigung, Bd. 4, Berlin 1897. — [17] Kronecker, Vorleſungen über

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mathematik, Bd. 3, Vorlefungen über Zahlentheorie, herausgegeben von Henfel, Leipzig 1901. — [18] Burckhardt, Tables des diviseurs pour tous les nombres du 1., 2. et 3. million, Paris 1817. — [19] Glaisher, J., Factor table for the 4., 5. and 6. million, London 1879–83. — [20] Dafe, Faktorentafeln für alle Zahlen der 7., 8. und 9 Million mit den darin vorkommenden Primzahlen I—III, Hamburg 1862—65. — [21] Reufchle, C. G., Tafeln komplexer Primzahlen, welche aus Wurzeln der Einheit gebildet find, Berlin 1875. — [22] Bachmann, Niedere Zahlentheorie I, Leipzig 1902. — [23] Klein, Vorlefungen über Zahlentheorie I—II, Leipzig 1895—97. — [24] Wertheim, Anfangsgründe der Zahlentheorie, Braunfchweig 1902. — [25] Bachmann, Grundlehren der neueren Zahlentheorie, Leipzig 1907. — [26] Sommer, J., Vorlefungen über Zahlentheorie, Leipzig 1907.

Wölffing.

Zahn, 1. vorftehender, zahnähnlicher Mafchinenteil: Zahn der Zahnräder, Sperräder, Klauenkupplungen (vgl. Verzahnungen); 2. fchneidender Zahn, Schneidzahn oder Meffer zur Erzeugung eines Gewindeganges an Schrauben und Muttern; der Schneidzahn ift entweder im Schneidzeuge (f. Bd. 7, S. 766, Fig. 2) oder wird als Drehftichel benutzt. Der Schneidzahn wird auch im Rohr- und Rundftangenabfchneider (f. Bd. 7, S. 497, Fig. 6) verwendet. † *E. Dalchow.*

Zahnbreite, die Breite des Zahnkranzes, ift mehr durch die Rückficht auf Abnutzung als auf Feftigkeit beftimmt.

Man bezieht die Breite b auf die Teilung t (f. Zahnftärke) oder den Modul $\tau = t/\pi$ und kann im allgemeinen nach der Umfangsgefchwindigkeit u der Räder $b/t = 2\sqrt[3]{u}$ fetzen. Im befondern wählt man $b = 2t$ oder 6τ für unbearbeitete Zähne in Gußeifen oder Stahlguß, die bis $u = 2$ m/sec benutzt werden; für gefchnittene Zähne ebenfo $b = 2t$ für langfamen Gang bis 2 m/sec, $2{,}5\,t$ bis $3\,t$ bei 2—5 m/sec, für normale Triebwerks- und Wechfelräder $b = 10\,\tau$, für Holz-Eifenräder $3\,t$ bei 2,5—5 m/sec, $4\,t$ bei 5—7,5 m sec, und $5\,t$ bei 7,5–10 m/sec; Bronze auf Stahl mit $4\,t$ läuft mit 6—9 m/sec, wenn die Schmierung durch einen Oelftrahl im Gehäufe erfolgt; Rohhauttriebe mit $4\,t$ bis $5\,t$ und mehr erreichen 6—12 m/sec; Pfeilzahnräder (Bd. 7, S. 94) erhalten $3{,}5\,t$ bis $4{,}5\,t$, Schneckenräder (Bd. 7, S. 756) $1{,}5\,t$, Räder in Zähl- und Uhrwerken $0{,}5\,t$ bis $1\,t$.

Lindner.

Zahneifen, 1. Eifen des Zahnhobels (f. Hobeln); 2. Eifen des Böttcherzahnhobels (f. Böttcherei); 3. Werkzeug des Graveurs zur Erzeugung feiner Furchen; es befitzt auf einer Längsfeite feine parallele Rinnen, fo daß durch das Anfchleifen am einen Ende feine Zähne entftehen; 4. Werkzeug des Bildhauers; Meißel mit fechs oder acht Spitzen oder breiten Zähnen, zum Abtrennen kleiner Teile vom Stein dienend; 5. Werkzeug der Steinhauer: fcharfer, im Längsfchnitt fpitz zulaufender Meißel.

A. Widmaier.

Zahnexzentrik ift ein in Fig. 1 fchematifch dargeftellter Mechanismus, der zwei in einem Gliede 1 gelagerte und im Eingriff befindliche Zahnräder 2, 5 enthält, von denen das Zahnrad 2 durch eine Achfe 23 mit dem ftangenförmigen Gliede 3 drehbar verbunden und das Zahnrad 5 durch die Achfe 45 an eine auf 3 gleitende Hülfe 4 drehbar angefchloffen ift [1]. Wird das ftangenförmige Glied 3 als feft betrachtet, dann heißt diefer Mechanismus ein Zahnexzentrikgetriebe.

Das Zahnrad 2 dreht fich bei diefem Getriebe in dem feften Gliede 3 um die feite, exzentrifche Achfe 23; dadurch wird das Glied 1, in welchem fich die Räderachfen 12, 15 befinden, und das Zahnrad 5 nebft der mit demfelben einftückig verbundenen Stange 15-A in Bewegung verfetzt, durch welche eine fchwingende Bewegung der auf 3 gleitenden Hülfe 4 bewirkt wird. Bei der in Fig. 2 dargeftellten Anordnung ift das um die feite, exzentrifche Achfe 23 rotierende Zahnrad 2 ein Hohlrad, in welchem das Zahnrad 5 läuft.

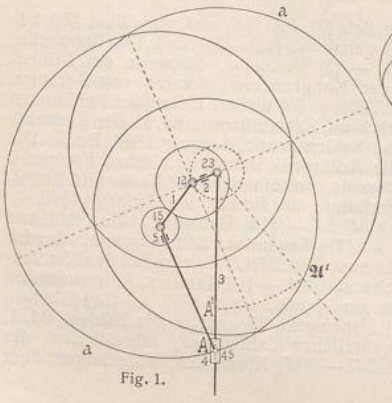


Fig. 1.



Fig. 2.

Um in Fig. 1 die komplizierte fchwingende Bewegung des Gliedes 4 auf der Stange 3 zu veranfchaulichen, betrachten wir einftweilen das Zahnrad 2 als feft und denken uns das Glied 1 um die jetzt feite Achfe 12 gedreht; dann befchreibt der mit dem umlaufenden Rade 5 verbundene Punkt A, der mit dem Achfenpunkt 45 identifch ift, eine zyklifche Kurve (f. Bd. 6, S. 17), die im betrachteten Falle eine verfchlungene Epizykloide a ift und von zwei rechtwinkligen Geraden fymmetrifch geteilt wird. Die Stange 3 rotiert hierbei um die feite Achfe 23. Stellen wir jetzt wieder das Glied 3 feft und denken wir uns die Epizykloide a mit dem um die feite, exzentrifche Achfe 23 rotierenden Zahnrade 2 verbunden, dann bewegt fich der Schnittpunkt A, welchen die

bewegte Epizykloide a mit der feſten Geraden 3 bildet, ebenſo wie die Hülſe 4 auf der Stange 3. Dreht ſich z. B. das Zahnrad 2 mit der Epizykloide a in dem Sinne $\mathfrak{A}^1 A^1$ um den Winkel $\mathfrak{A}^1$-23-A^1, ſo wird, wenn 23-A^1 = 23-$\mathfrak{A}^1$ gemacht iſt, der Punkt A während dieſer Drehung nach A^1 bewegt. So vielmal wie der mit dem Radius 23-A^1 um 23 beſchriebene Kreis die Epizykloide a ſchneidet, ſo oft wird der Punkt A während einer Umdrehung des Rades 2 an die Stelle A^1 gelangen [2]. In Fig. 1 iſt beiſpielsweiſe für das Verhältnis der Rollkreisradien der Zahnräder 5, 2 das einfache Verhältnis 1 : 2 gewählt. Wenn dieſes Verhältnis weniger einfach iſt, dann wird der Schwingungsvorgang der Hülſe 4 noch viel komplizierter. In Fig. 2 iſt ebenfalls das Verhältnis der Rollkreisradien des Vollrades 5 und des Hohlrades 2 gleich 1 : 2 angenommen. Denken wir uns auch in dieſem Falle einſtweilen das Zahnrad 2 feſtgeſtellt, dann würde der mit dem Rade 5 verbundene Punkt A eine Hypozykloide beſchreiben, die bei dieſem Verhältnis eine Ellipſe mit dem Mittelpunkt 12 iſt (vgl. Cardaniſche Kreiſe). Wenn wir dann wieder das Glied 3 als feſt betrachten und uns dieſe Ellipſe mit dem rotierenden Rade 2 verbunden denken, dann wird durch dieſelbe in gleicher Weiſe wie durch jene Epizykloide a in Fig. 1 der Schwingungsvorgang der Hülſe 4 veranſchaulicht [3].

Literatur: [1] Reuleaux, Zahnexzentrik, Zivilingenieur, Bd. 4, S. 4, 1858. — [2] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 524, Leipzig 1888. — [3] Rittershaus, Unterſuchung dieſes in andrer Geſtaltung bei der Wanzerſchen Nähmaſchine angewandten Mechanismus, Zivilingenieur, Bd. 26, S. 27, 1880. *Burmeſter.*

Zahnformen, Zahnprofile, ſ. Verzahnungen.

Zahnkränze werden auf Radſternen, an Waſſerrädern, in Drehſcheiben u. ſ. w. angeſchraubt, bei großen Abmeſſungen mehrteilig zuſammengeſetzt.

Zahnkupplung, ſ. v. w. Klauenkupplung (ſ. d.).

Zahnleiſten, ſägeförmig angeordnete Teile der inneren Einrichtung von Schränken zur Aufbewahrung von Hausrat, Wäſche, Büchern u. dergl.

Zahnradbahn, ſ. Zahnſtangenbahn.

Zahnräder unterſcheidet man nach Form, Verzahnung und Material.

Stirnräder ſind als Vollräder (Fig. 1—3) außen, als Hohlräder (ſ. d.) innen verzahnt. Etagenräder (Fig. 4) mit zwei um die halbe Teilung verſetzten Zahnkränzen und dazwiſchengegoſſenem halbhohem Bordring erſetzt man lieber durch Pfeilzahnräder (ſ. d.). Beſonders behandelt ſind

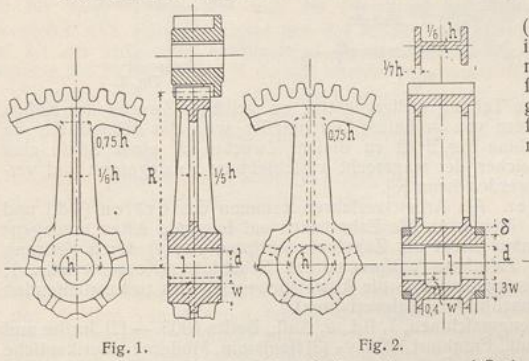


Fig. 1. Fig. 2.

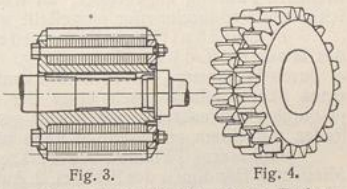


Fig. 3. Fig. 4.

Kegel- und Hyperbelräder, Schrauben- und Schneckenräder ſowie Holz-Eiſenräder und Holzzähne mit Kranzform (Bd. 5, S. 128). S. a. Verzahnungen, Zahnſtärke.

An gewöhnlichen gußeiſernen Rädern (Fig. 1) erhält der Radboden die Stärke 0,5 t bis 0,6 t oder 2 τ. Die Nabenwandſtärke w beträgt, wenn die Wellenſtärke d dem Moment M, entſprechend $d = \sqrt[3]{M/40}$, angepaßt iſt, $w = {}^3/_8\, d + 1$ cm, bei erweiterter Bohrung D aber $w = {}^1/_8\, D + {}^1/_4\, d + 1$ cm. Die Nabenlänge $l = b + 0{,}05\, R$ wird bei großen Abmeſſungen nach Fig. 2 ausgeſpart. Schwindringe an der Nabe werden etwa $\delta = 0{,}2\, d + 1$ cm dick und breit. Die Armzahl ſei $i = \sqrt[4]{0{,}12\, Z\, D}$ für Z Zähne und D cm Raddurchmeſſer. Unter der Annahme, daß ein Viertel der Radarme (ſ. Bd. 7, S. 335) das Moment übertrage, berechnet man die Armhöhe h und Armbreite b für den bis ins Zentrum verlängerten Arm aus der Biegungsformel $M = {}^1/_4\, i \cdot {}^1/_6\, b\, h^2 s$, für kreuzförmigen Querſchnitt. Mit $b = 0{,}2\, h$ und $s = 300$ folgt $h = \sqrt[3]{M/2{,}5\, i} = \tau \sqrt[3]{80\, Z/i}$. Die Nebenrippe erhält ${}^1/_6\, h$ als Stärke und eine der Nabenlänge und Kranzbreite angemeſſene Höhe. Bei I–I-förmigem Querſchnitt, deſſen Steg in der Achſenrichtung liegt, tragen die beiden Flanſchen, wobei $b = 2$ mal ${}^1/_7\, h$ iſt, und daher h nur ${}^8/_9$ ſo groß wird wie nach voriger Berechnung. Elliptiſcher Querſchnitt an ſchwachen Rädern erhält für $M = {}^1/_4\, i \cdot {}^1/_{10}\, b\, h^2 s$ mit $b = 0{,}5\, h$ die Höhe $h = \tau \sqrt[3]{50\, Z/i}$. Nach außen verjüngt ſich der Arm auf 0,75–0,80 der für die Mitte berechneten Armhöhe. Innen am Kranz ſetzen ſich die Hauptrippen mit 0,3 h Höhe fort. Das Gewicht eines gußeiſernen Stirnrades gibt die aus Tabellen abgeleitete Formel $G = 0{,}01\, D\, b\, \tau^2 (8 + i - 15\, i : Z)$; hierin iſt Z die Zähnezahl, i die Armzahl, D der Teilkreisdurchmeſſer, alle Maße in Zentimeter. Kegelräder wiegen 0,9 G; Holzkammräder 1,0 G; Eiſenräder in Holz-Eiſengetrieben 0,8 G; Stahlräder 1,13 G.

Der Preis für Rohguß beträgt 70—27 ℳ/dz, und zwar 70 ℳ/dz für Stücke von 10—20 kg, 33 ℳ/dz bei 100 kg. Kegel- und Schneckenräder 5 ℳ/dz mehr; geteilte Räder 10 % mehr, ebenſo Triebe mit beiderſeitigen Bordſcheiben. Das Einſchneiden von Zähnen in vollgegoſſene Kränze (oder mit eingegoſſenen Lücken bei Teilungen über 45 mm) koſtet 0,07 $Z\, b\, \tau + 1$ ℳ.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fertig bearbeitete Stirnräder haben einen Einheitspreis von $300/\sqrt{\pi}\sqrt[4]{Z}\,\mathcal{M}$/dz, etwa 125 für kleinere, 75 für große Räder. Kegel-, Schnecken- und geteilte Räder koſten 10—15% mehr.

Rohhauträder (Fig. 3) beſtehen aus vielen runden Scheiben von Rohhaut, die auf einer Nabenhülſe zwiſchen tiefer gezahnten Stirnplatten feſt zuſammengeſpannt und am Umfang ausgefräſt ſind. Sie vertragen weder Hitze noch Näſſe und ſind mit Leinöl zu tränken, im Betriebe nicht zu ſchmieren. Aehnlich gebaut ſind Räder aus Vulkanfiber und die von Otto Zedlitz in Hannover vertriebenen Räder aus Unicapapierſtoff. *Lindner.*

Zahnräderherſtellung. Die Herſtellung der Zahnformen kann entweder durch Gießen oder durch Spanabnahme geſchehen. Bei den durch Spanabnahme gebildeten Zahnformen wird bei gießbaren Metallen bisweilen die Zahnform annähernd vorgebildet.

a) Gegoſſene Zahnräder. Zur Herſtellung der Form (ſ. Eiſengießerei) verwendet man bei kleineren Rädern ganze Modelle und bei Maſſenfabrikation Formmaſchinen mit Durchzugsplatte. Das Modell wird nach dem Aufſtampfen des Formmaterials durch eine den Zahnumriſſen entſprechend ausgeſchnittene (Durchzugs-) Platte mittels einer mechaniſchen Vorrichtung hindurchgezogen; da das Formmaterial ſich hierbei auf die Durchziehplatte aufſtützt, ſo kann es nicht zwiſchen den Zähnen des Modells hängen bleiben, die Form wird alſo beim Ausziehen des Modells nicht beſchädigt. — Für mittelgroße und ſehr große Zahnräder benutzt man wegen der großen Koſten und der Ungenauigkeit der Modelle nur ein aus einem oder mehreren Zähnen beſtehendes Segment in Verbindung mit einer Räderformmaſchine nach Fig. 1 und 2. Das Zahnſegment befindet ſich an einem ſenkrecht verſchiebbaren Schlitten, deſſen Führung an einem Ausleger angebracht iſt. Iſt die Form eines Zahns mittels des Zahnſegmentmodells hergeſtellt, ſo wird dieſer aus der Form herausgehoben und bei Rädern von kleinerem Durchmeſſer hierauf der Formkaſten um eine Teilung weitergedreht, zu welchem Zwecke der Kaſten auf einem Drehtiſch aufruht; bei Rädern von größerem Durchmeſſer wird das Modell um die Teilung weitergedreht. Bei der Maſchine Fig. 2 iſt zu dieſem Zwecke auf einer Säule eine drehbare Führung angeordnet, an welcher der wagerecht verſchiebbare Auslegerarm auf verſchiedene Raddurchmeſſer eingeſtellt werden kann [3].

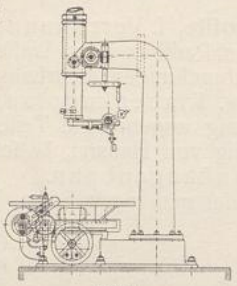


Fig. 1.

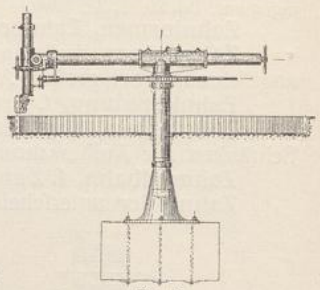


Fig. 2.

b) Geſchnittene Zahnräder. Als Arbeitsverfahren kommen das Fräſen (ſ. d.) und das Hobeln (ſ. d.) zur Anwendung. Man kann die Zahnlücken auf folgende Arten erzeugen: α) durch Werkzeuge, deren Schnittkanten direkt der Zahnlücke entſprechen; β) durch Führung eines Schneideſtahls nach einer der Zahnform entſprechenden Schablone (Kopierverfahren); γ) durch ein Werkzeug, welches in geeigneter Weiſe die Abwälzbewegung des zu bearbeitenden Rades mit einem erzeugenden Rade nachbildet (Wälzverfahren).

Literatur: [1] Fiſcher, Die Werkzeugmaſchinen, 1. Bd., 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Jurthe und Mietſchke, Handbuch der Fräſerei, 2. Aufl., Frankfurt 1903. — [3] Benjamin, Moderne amerikaniſche Werkzeugmaſchinen, Leipzig 1908. — [4] The Fellows Gear Shaper Comp., Springfield, Vermont.

Zahnreibung entſteht durch das Gleiten zweier Zahnflanken aneinander, und wird als Bruchteil der übertragenen Umfangskraft berechnet.

Für eine Verzahnung, welche durch die Eingrifflinie [5] oder die Zahnkurven [6] gegeben iſt, läßt ſich die Reibungsarbeit für eine beliebige Stellung eines Zahnpaares für eine unendlich kleine Bewegung berechnen aus dem wirkſamen Zahndruck und dem Unterſchied der dabei zur Berührung kommenden Flankenſtrecken beider Zähne mit dem Reibungskoeffizienten $\mu = 0{,}1—0{,}3$. Die auf den Teilkreisweg bezogene Reibungskraft R wächſt bei Evolventen proportional der Entfernung von der Zentralen, bei Cykloiden ein wenig mehr. Für die Bogenlänge e iſt $R = P\,\mu\,\pi\,(1:Z_1 + 1:Z_2)\,2e:t$. Nimmt man e als das Eingriffbogenſtück vor der Zentralen und zugleich als das hinter der Zentralen an, ſo iſt $2e:t = \varepsilon$ die Eingriffdauer. Für den Fall $\varepsilon = 2$ findet ſich in [2] eine tabellariſche Ausrechnung, nach der ein Reibungsverluſt von etwa 2—5% zu gewärtigen iſt. Liegt ε zwiſchen 1 und 2, ſo findet ſich der Mittelwert der Reibung [3] zu $R_{1-2} = P\,\mu\,\pi\,(1:Z_1 + 1:Z_2)\,(\varepsilon^2 : 2 - \varepsilon + 1)$. Je weniger ε über 1—1,5 hinausgeht, um ſo günſtiger ſind die Reibungsverhältniſſe. Für Zahnſtangen iſt $Z = \infty$, bei Hohlradverzahnung $(1:Z_1 - 1:Z_2)$ ſtatt + zu ſetzen, wobei $Z_1 < Z_2$ iſt. Die Abnutzung der Zahnflanken kann durch die auf jeden Punkt der Flankenſtrecke entfallende Reibungsarbeit beurteilt werden ([5] und [6]). Sie iſt am Teilkreiſe am geringſten und wächſt nach außen, beſonders aber nach innen, ſo daß ſie z. B. am Grundkreiſe der Evolventen unendlich groß wird. Bei der Abnutzung des Fußes kommt der Kopf des Gegenzahnes auch mit den tiefer liegenden Teilen der Fußflanke in Berührung, wobei ſich die Abnutzungsſtrecke weiter ausdehnt. S. a. Verzahnungen und Zahnſtärke.

Literatur: [1] Grashof, Theoret. Maſchinenlehre, Bd. 2, S. 277 f., Hamburg u. Leipzig 1883. — [2] Ernſt, Hebezeuge, Berlin 1903. — [3] Hütte, S. 243, Berlin 1908. — [4] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 168—170; ſ. a. 1182—87. — [5] Ebend. 1895, S. 1114—16. — [6] Ebend. 1896, S. 459—465 u. 1516. — [7] Ebend. 1902, S. 159—284. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zahnſchnitt iſt ein tragender Teil des ioniſchen und korinthiſchen Kranzgeſimſes, beſtehend aus vierkantigen, ſtark vortretenden Köpfen mit ebenfalls rechtwinkligen, etwas kleineren Zwiſchenräumen.

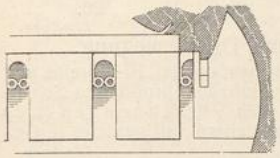


Fig. 2. Vom Tempel des Jupiter Tonans.

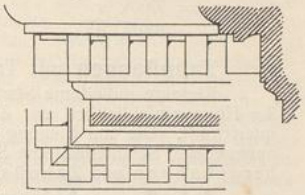


Fig. 1. Vom Forum Trajanum.

Der Zahnſchnitt befindet ſich als Zwiſchenglied zwiſchen dem Frieſe und unterhalb der Tragſteine und der Hängeplatte und wird durch einen Eierſtab oder ein lesbiſches Kymation begrenzt (ſ. Hauptgeſims, Bd. 4, S. 788, Fig. 1). Die Unterſicht der Zwiſchenräume zeigt zumeiſt eine breite vortretende Leiſte; die kräftige Schattenwirkung des Zahnſchnitts wird an den Geſimſen der römiſchen Kaiſerzeit durch eine raffinierte tiefe Unterſchneidung (ſ. Fig. 1 und 2) auf geſchickte Weiſe erhöht. *Weinbrenner.*

Zahnſtärke, im Teilkreis gemeſſen, wird unter Rückſicht auf Feſtigkeit und Abnutzung nach dem Zahndruck berechnet.

Die Stärke a eines Zahnes beträgt für geſchnittene (gefräſte oder gehobelte) Zähne nahezu 0,5 t, für rohe Zähne 19/40 $t = 0{,}475\ t$, für Holzeiſenräder (Bd. 5, S. 113) 0,56 t und 0,41 t, für Einzelräder mit ſtarker Ueberſetzung 0,6 t und 0,4 t (ſ. Verzahnungen, Fig. 6).

Zur Berechnung der Teilung denkt man ſich den zu übertragenden Zahndruck P am äußerſten Kopfende des Zahnes in tangentialer Richtung wirken, im Abſtande h von der Zahnwurzel am Fußkreis, wo der Zahn die Stärke a_1 und die Breite b hat. Dafür gilt mit der Spannung s die Formel $Ph = {}^1/_6\, b\, a_1^2\, s$. Indem man die Abmeſſungen auf die Teilung t oder die Stichzahl $\tau = t/\pi$ bezieht, kann man ${}^1/_6\,(a_1/t)^2\, s/(h/t) = k$ ſetzen und erhält unter mittleren Verhältniſſen mit $h = 2{}^1/_6\,\tau = 0{,}68\ t$ und $a_1 = 0{,}52\ t$ die Zahl $k = s/15$, ſonſt auch $s/10$ bis $s/20$. Damit läßt ſich die Gleichung umformen in $P = k\, b\, t = k\,(b/t)\, t^2$ neben $P = (b/t)\, t^2\, s/15$. Hieraus ergibt ſich der Modul $\tau = t/\pi = \sqrt{1{,}5\, P/s\,(b/t)}$. Man hat zunächſt s und b/t der Erfahrung entſprechend je nach der Umfangsgeſchwindigkeit u anzunehmen. Während die Zahnbreite (ſ. d.) mit wachſender Geſchwindigkeit größer zu wählen iſt, paſſend im Verhältnis $b/t = 2\sqrt[3]{u}$, muß die Spannung wegen der Abnutzung und in Rückſicht auf die ſtärkeren Stöße der ſchnellaufenden Maſſen abnehmen. Die Zahnräderfabrik von Friedrich Stolzenberg & Co. legt ihren Berechnungen Spannungen zugrunde, die ſich durch $s = 450 - 75\sqrt{u}$ oder $k = 30 - 5\sqrt{u}$ ausdrücken laſſen, wogegen die Angabe $k = 20 - \sqrt{n}$ für Gußeiſen, gültig bis $n =$ rund 250 U/Min. für dasjenige Rad, das hinſichtlich Abnutzung und Erwärmung als maßgebend angeſehen wird, ſehr ſichere Werte liefert. Mittlere Werte gibt die Beziehung $s = s_1/\sqrt[3]{u}$, worin s_1 den normalen, für $u = 1$ m/sec zuläſſigen Wert bedeutet; ſie iſt von Reuleaux angegeben und z. B. in einer von der Eiſen- und Stahlgießerei von Otto Gruſon in Magdeburg-Buckau herausgegebenen Tafel zur Zahnradbemeſſung benutzt. In Verbindung mit $b/t = 2\sqrt[3]{u}$ führt ſie auf die einfache Formel $\tau = \sqrt{0{,}75\, P/s_1}$ oder $\tau = \sqrt[3]{1{,}5\, M/z s_1}$ für das Moment von M cmkg oder $\tau = \sqrt[3]{108000\, N/n z s_1}$ für N PS. Sie gilt für die gewöhnlichen Betriebsverhältniſſe mit mäßigen Geſchwindigkeiten, insbeſondere für die Räder von Gußeiſen und Stahlguß, deren Anwendungsgebiet nur gelegentlich über 5 m/sec hinausgeht. Nebenbei genügt die Rechnung mit dieſer Formel auch für den Fall, daß der Druck nicht über die ganze Breite gleichmäßig verteilt iſt, ſondern nur nahe an einer Stirnſeite wirkt, wobei der Zahn über Eck in einer ſchrägen Bruchfläche von etwa 2 t Breite abbrechen könnte.

Die zuläſſige Spannung beträgt für Gußeiſen 300 kg/qcm, Holz 150, Meſſing 240, Rotguß 400, Phosphorbronze 500, Stahlguß 600, Deltametall gegoſſen 750, geſchmiedet 800, Maſchinenſtahl 900, Gußſtahl 1000. Bei ſtändigem Betrieb geht man, zur Erhöhung der Lebensdauer, auf zwei Drittel bis drei Viertel der Werte herab. Bei den ſchrägſtehenden Zähnen der Schnecken- und Pfeilzahnräder rechnet man mit 450 ſtatt 300, bei Getrieben mit ſtoßendem Gang oder großen Schwungmaſſen mit 100 bis 50. Bei mehrfachen Vorgelegen ſetzt man die Spannung verſchieden, z. B. an Winden für die Räder an der Trommelwelle 400—500, für das vorliegende Paar 300—400, für das Ritzel der Handkurbelwelle 200—300, ſo daß ſeine Teilung $8\pi \sim 10\pi$ mm wird; ähnliche Werte finden ſich an den Vorgelegen der Drehbänke.

Bei hohen Geſchwindigkeiten iſt es ratſam, die Spannung in ſtärkerem Maße abfallen zu laſſen, etwa $s = s_1\sqrt[3]{u^2}$ zu ſetzen und $\tau = \sqrt{0{,}75\, P\sqrt[3]{u}/s_1}$, weil hier die Abnutzung mehr in Betracht kommt. Dieſe iſt proportional dem bei der Eingriffdauer e durchſchnittlich wirkſamen Druck P/e und der Umlaufszahl n, die für die Häufigkeit des Zahnangriffs maßgebend iſt, im Verhältnis zur Breite b und der Zahnhöhe oder der Teilung t, ſo daß $A = Pn/ebt$ wird. Mit Rückſicht darauf, daß für höhere Geſchwindigkeiten größere Zähnezahlen gewählt werden, kann man $e = 1{,}3\sqrt[3]{u}$ ſchätzen; ſetzt man dabei $b/t = 2\sqrt[3]{u}$, $s = s_1\sqrt[3]{u^2}$ und $u = \pi D n/60$ für D m Raddurchmeſſer, ſo ergibt ſich $A = s_1/D$. In einem hiernach berechneten Getriebe werden ſich alle Triebe und Räder gleichen Durchmeſſers in einer beſtimmten Zeit um gleich viel an den Flanken abnutzen. Wenn die Holz- oder Rohhautzähne ſtärker als die eingreifenden Gußzähne angenommen werden, kann man die Teilung mit $s_1 = 300$ berechnen, für Bronze mit Stahl 500 kg/qcm, ſo daß z. B. für $u = 8$ m/sec $s = 15$ $k = 75$ bezw. 125 wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

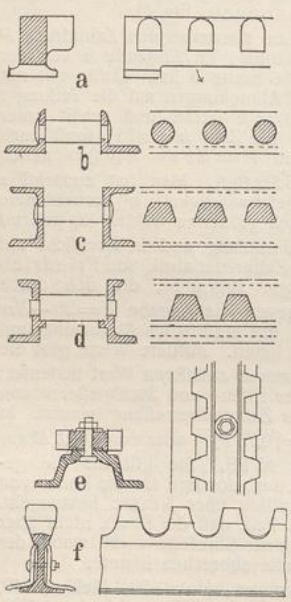
Umfangsgeſchwindigkeit $u = 0 \sim 1/2$	1	2	3	5	8	12 m/sec
$b/t = 2\sqrt[3]{u}$	$= \leq 2$	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$s = 300/\sqrt[3]{u}$	$= 400$	300	240	210	175	150	130
$s = 300/\sqrt[3]{u^2}$	$= 450$	300	200	150	100	75	60.

Lindner.

Zahnſtangen mit Trieb vermitteln eine gerade und Drehbewegung.

Kleinere gußeiſerne Stangen für Werkzeugmaſchinen u. a. haben normal $10\,\tau$ Breite und $9\,\tau$ Höhe einſchließlich der Zahnhöhe für $\tau\pi$-Teilung; größere erhalten profilierten Schaftquerſchnitt. Die auf Biegung wirkenden Seitendrucke ſind bei den Verzahnungen (ſ. d.) angegeben. Schmiedeeiſerne Stangen werden gefräſt oder als Zahnleitern kalt genietet (ſ. Gebirgsbahnen und Zahnſtangenbahnen). *Lindner.*

Zahnſtangenbahnen (Zahnradbahnen) ſuchen mit möglichſt geringen Anlagekoſten bei Anwendung leichter Dampflokomotiven und geringer Fahrgeſchwindigkeit ſehr ſtarke Steigungen auf einem leichten Oberbau zu überwinden, wobei die Fortbewegung eines Zuges durch Eingreifen eines von der Lokomotive bewegten Zahnrades in eine in der Mitte des Gleiſes liegende und mit demſelben verbundene Zahnſtange bewirkt werden muß, da hierzu die gewöhnliche Reibung zwiſchen Rad und Schiene nicht mehr ausreicht.



a Syſtem Blenkinſop, 1812 (Gußeiſen).
b „ Marſh 1858
c „ Riggenbach 1871
d „ Biffinger & Kloſe 1887 (Fluß- oder Gußſtahl).
e „ Locher 1885 (Fluß- oder Gußſtahl).
f „ Strub 1896 (Fluß- oder Gußſtahl).

Die Fortbewegung des Zuges wird unter Fortfall des Hebens eines großen Teiles der Motorlaſt ermöglicht, während bei der Talfahrt die **Zahnſtange** als Stütze zum Anhalten des Zuggewichtes dient. Dieſe Verhältniſſe geſtalten ſich noch günſtiger, wenn ſtatt der Lokomotive ein leichterer elektriſcher Motorwagen verwendet wird, welcher keine Betriebsvorräte mitzuführen hat und gleichzeitig zur Beförderung der Nutzlaſt eingerichtet werden kann. Nachdem ſich die urſprünglich für den Touriſten- und Induſtrieverkehr hergeſtellten Zahnſtangenbahnen bewährt hatten, ging man daran, die Zahnſtange auch für den durchgehenden Perſonen- und Güterverkehr zu benutzen, und ſo entſtanden die Eiſenbahnen des ſogenannten gemiſchten Syſtems, bei denen Reibungsſtrecken mit Zahnſtangenſtrecken, je nach den Steigungsverhältniſſen, abwechſeln und die Zugkraft von ein und derſelben Maſchine ausgeübt wird (vgl. a. Gebirgsbahnen). Die allmähliche Entwicklung des Oberbaues iſt in *a*—*d* (ſ. die Figur) dargeſtellt; vgl. a. [1] und [2]. Abt [3] iſt 1882, von der Leiterſtange ganz abweichend, zur urſprünglichen Form der Zahnſtange, nämlich Zahn und Steg aus einem Stück beſtehend, zurückgekehrt. Als Abänderung der Abtſchen Zahnſtange iſt die vereinzelt auf der San Elloro-Saltino-Bahn bei Florenz verwendete Zahnſtange von Telfne, zu erwähnen, bei welcher zwei mit dem Rücken verbundene verſtärkte Winkeleiſen, eventuell noch durch dazwiſchen geſchobene Flacheiſen in ihren aufrecht ſtehenden Teilen nach der Abtſchen Weiſe gezahnt ſind, während die horizontalen Schenkel zur Befeſtigung auf dem Sattel bezw. direkt auf der Querſchwelle dienen [4]. — Für ganz außerordentliche Steigungen bis 48 % hat Locher bei der Pilatusbahn eine weitere, aus einer Lamelle beſtehende Form (ſ. *e* in der Figur) angewendet; dieſe iſt jedoch liegend angeordnet und beiderſeits verzahnt zum Eingriff von zwei wagerechten, einander gegenüberliegenden Zahnrädern. Das Syſtem wurde aber nur einmal angewendet, da ſo bedeutende Steigungen nur äußerſt ſelten beanſprucht werden [5]. — Das neueſte Syſtem iſt jenes von Strub, das bei der Jungfraubahn zur Anwendung gelangen wird; deſſen Zahnſtange (ſ. *f* in der Figur) iſt von bisher unerreichter Einfachheit, hat einen koniſchen Kopf, wodurch es ermöglicht wird, Sicherheitszangen anzuwenden, die den Auftrieb des Fahrzeuges und ſeitliches Abgleiten des Zahnrades verhindern und jedem Krümmungshalbmeſſer leicht angepaßt werden können [6].

Die Zahnſtangenbahnen können entweder normal- oder ſchmalſpurig, ein- oder zweigleiſig hergeſtellt werden; ihre **Bahnanlage** unterſcheidet ſich grundſätzlich nicht von den ökonomiſch hergeſtellten Reibungsbahnen mit möglichſter Anſchmiegung an das Gelände. Bisher wurde größtenteils die Meterſpur angewendet: die geringſte in Verwendung gelangte Spurweite war 0,60 m. Die Steigungen variieren von 45 ‰ bis 377 ‰ bei ſtehenden Verzahnungen und bis 480 ‰ bei liegenden; allgemein dürfen 200—300 ‰ bei ſtehenden Verzahnungen als Sicherheitsgrenze für den Zahneingriff angenommen werden. Die zuläſſigen Krümmungshalbmeſſer ſchwanken von 30 m bis 120 m; Bahnkrümmungen mit großen Halbmeſſern ſind jedoch ebenſo vorteilhaft wie bei gewöhnlichen Bahnen. — Der Stahloberbau beſteht aus den beiden Fahrſchienen, zwiſchen welchen in der Mitte des Gleiſes die Zahnſtange liegt; die Fahrſchienen ſind mittels Klemmplatten und Fußſchrauben auf eiſernen Querſchwellen befeſtigt und an den Stößen mit Winkellaſchen verbunden. Die flußeiſerne oder ſtählerne Leiterſtange, die durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchnittlich aus 2—3 m langen Segmenten beſteht, wird entweder unmittelbar auf eiſerne Querſchwellen, oder, wenn eine große Höhenlage erforderlich, auf Sattel gebracht und an den Stößen verlaſcht; das Gewicht einer eiſernen Querſchwelle beträgt 35 kg, und jenes eines kompletten Oberbaugeſtänges 150 kg pro Meter. Die aus Flußſtahl hergeſtellten Zahnſtangen haben je nach der Steigung verſchiedene Lamellenſtärken. Das Gewicht einer zweiteiligen Stange beträgt 30—50 kg pro Meter. Die Zuſammenſetzung der einzelnen, auf Stühlen ruhenden Zahnſtangenelemente erfolgt erſt bei Verlegung auf den Schwellen. Die Fahrſchienen ſind gewöhnlich Vignolesſchienen von 20—23 kg Gewicht pro Meter. Zur Verhinderung des Wanderns des Oberbaues iſt derſelbe bei den meiſten Bahnen derart verankert, daß vor den Schwellen Winkeleiſen in Abſtänden von etwa 100 m im Unterbau befeſtigt ſind. — Spurerweiterungen und Uebergangskurven können wegen der geringen Fahrgeſchwindigkeit entweder ganz entbehrt oder weſentlich beſchränkt werden; dagegen iſt die Ueberhöhung des äußeren Schienenſtranges auf die Hälfte der ſonſt üblichen zuläſſig. Von großer Wichtigkeit iſt zur Vermeidung von Entgleiſungen die Ausrundung der Gefällwechſel, und zwar mit Bögen von 500 m Halbmeſſer bei den konkaven und mit 100 m Halbmeſſer bei den konvexen Gefällwechſeln. — Der Uebergang der Züge von einem Gleiſe auf das andre wird mit Schiebebühnen, beweglichen und feſten Zahnſtangenweichen bewirkt. Die Zahnſtangeneinfahrten bei dem gemiſchten Syſtem, Zahnſtangen und Reibungsbahnen, beſtehen aus einem elaſtiſch gelagerten, eigentlichen Einfahrtsſtück von etwa 3 m Länge, das mit ſeinem rückwärtigen Teile an die feſte Zahnſtange anſchließt [7].

Die allgemein gültigen und bewährten Regeln werden auch bei den **Zahnradlokomotiven** angewendet, bei welchen aber mit wenig Gewicht eine ſehr hohe Zugkraft zu erreichen geſucht wird. Bei den neueren Zahnſtangenbahnen wird in der Regel die Reibungswirkung der Maſchine nicht ausgenutzt. Die Lokomotiven Abtſchen Syſtems ſind in der Schweizeriſchen Bauztg. 1898 beſchrieben. Andre neuere Lokomotiven ſ. [15].

Zahnſtangenbahnen Syſtem R. Abt.

Bezeichnung	Spurweite	Länge		Steigung		Minimaler Radius		Gebaut	Lokomotiven					Zuggewicht
									Konſtruktion		Anzahl	Gewicht	Zugkraft	
		Zahnſtange	Total	Adhäſion	Zahnſtange	Adhäſion	Zahnſtange		nur Zahnrad	Adhäſion und Zahnrad				
	mm	km	km	‰	‰	m	m					t	t	t
Harzbahn, Braunſchweig	1435	7,5	30,5	25	60	180	200	1884/86	—	A. und Z.	11	56	13	135
Lehеſten, Thüringen	1435	1,3	2,7	35	80	150	150	1885	—	„ „ „	2	23	6	50
Oertelsbruch, Thüringen	690	0,7	5,0	50	135	35	100	1885	—	„ „ „	2	6	2	7
Puerto Cabello—Valenzia, Venezuela	1067	3,8	3,8	—	80	—	125	1886	Z.	—	3	42	9	60
Bolan-Paß, Indien	1676	11,2	20,0	20	60	300	300	1887	—	A. und Z.	2	56	12,5	130
Viſp—Zermatt, Schweiz	1000	7,5	35,0	28	125	80	100	1889/90	—	„ „ „	8	29	9	45
Generoſo, Schweiz	800	9,0	9,0	—	220	—	60	1889/90	Z.	—	6	15	5,4	10
Sarajevo—Konjica, Bosnien	760	19,5	56,0	15	60	125	125	1890	—	A. und Z.	23	37	8,5	100
Eiſenerz—Vordernberg, Steiermark	1435	14,5	20,0	25	71	150	180	1890	—	„ „ „	18	56	12	120
Manitou—Pike's Peak, Colorado	1435	15,0	15,0	—	250	—	115	1890	Z.	—	7	23	10	18
Transandino, Südamerika	1000	28,0	75,0	25	80	115	200	1890/95	—	A. und Z.	5	42	9	60
Diakophto—Kalavryta, Griechenland	750	3,6	23,0	35	145	30	50	1890/91	—	„ „ „	4	16	5	16
Rothhorn, Schweiz	800	8,0	8,0	—	250	—	60	1891	Z.	—	4	17	7	9
Glion—Naye, Schweiz	800	8,0	8,0	—	220	—	80	1891	Z.	—	8	17	7	10
San Domingo, Zentralamerika	765	6,4	36,0	40	90	50	100	1891	—	A. und Z.	6	25	7	50
Mont Salève, Savoyen (elektriſch)	1000	9,0	9,0	—	250	—	35	1891	Z.	—	14	7	2,5	10
Usui, Toge, Japan	1067	8,5	11,0	25	67	—	260	1891/92	—	A. und Z.	19	36	10	100
Aix-les-Bains—Revard, Savoyen	1000	9,2	9,2	—	210	—	75	1891/92	Z.	—	7	18	7	10
Montſerrat, Spanien	1000	8,0	8,0	—	150	—	80	1891/92	Z.	—	5	17	6	20
Schafberg, Oeſterreich	1000	6,0	6,0	—	255	—	100	1892/93	Z.	—	6	17	7	9
Beyrut—Damaskus, Syrien	1050	32,0	140,0	25	70	100	120	1893/94	—	A. und Z.	10	43	10	100
Travnik—Bugojno, Bosnien	760	6,3	42,0	15	45	125	125	1893/94	—	„ „ „	8	36	8	90
Rimamurany—Sálgo Tarján, Ungarn	635	0,2	3,2	35	146	8	8	1895	—	„ „ „	3	3	2,5	12
Snowdon, England	800	7,3	7,3	—	183	—	80	1895	Z.	—	5	18	7	16
Tiszolcz—Zólyom brézo, Ungarn	1435	6,0	42,0	22	50	180	200	1895	—	A. und Z.	4	71	14	175
Mount Lyell, Auſtralien	1067	7,6	23,3	21	63	150	200	1896	—	„ „ „	4	24	5	50
Schneeberg, Oeſterreich	1000	10,0	10,0	—	200	80	—	1896	Z.	—	6	17	7	15
Gornergrat, Schweiz	1000	10,0	10,0	—	200	80	—	1896/97	Z.	—	5	10	6	14
Hernadtal, Ungarn	1435	0,3	1,3	20	100	120	150	1896	—	A. und Z.	2	15	5	32
Silberminen, Peñoles, Mexiko	760	3,0	10,0	30	150	50	60	1897	—	„ „ „	4	20	6	15
Goldminen, Mount Morgan, Auſtral.	1067	2,3	2,3	—	60	75	75	1897/98	—	„ „ „	3	24	5	50
Ville de Laon, Frankreich	1000	1,0	3,0	40	125	50	80	1898	—	„ „ „	3	10	2,8	12
Brohltal, Preußen	1000	4,0	24,0	25	50	70	120	1899	—	„ „ „	5	30	7	100
Nilgiri, Indien	1000	19,3	45,5	25	80	100	100	1897/99	—	„ „ „	12	33	7,5	50
Lyon—St. Juſt, Frankreich	1000	1,0	3,5	35	195	50	50	1899	—	„ „ „	6	10	2,5	20
Bex—Gryon—Villars, Schweiz	1000	5,5	12,5	—	200	—	60	1899	Z.	—	4	14,5	6,8	18
Aigle—Leyſin, Schweiz	1000	6,8	6,8	—	230	—	60	1899/1900	Z.	—	4	14,5	6,8	15
Santiago, Chile	1000	0,5	0,5	—	110	—	50	1899	Z.	—	2	9	1,5	12
Wilanower Bahn, Rußland	800	0,7	2,7	19	40	50	50	1899/1900	—	A. und Z.	1	22	6	100
Eulengebirgsbahn, Preußen	1435	5,0	18,8	25	60	180	180	1900	—	„ „ „	3	36	12,5	135
Schulau, Hamburg	600	0,5	2,0	40	100	25	50	1900	—	„ „ „	2	6	1,5	8
Tannwald—Grüntal, Oeſterreich	1435	5,5	7,5	22	56	180	200	1901/02	—	„ „ „	3	66	14	160
Schleuſingen—Ilmenau, Preußen	1435	6,3	31,4	25	60	180	200	1903	—	„ „ „	5	36	12,5	125
Görlitz—Krifcha, Preußen	1435	1,6	22,4	25	46	180	180	1904	—	„ „ „	3	33	7,5	100
Central Nordbahn, Argentinien	1000	10,1	16,5	14	60	150	250	1904	—	„ „ „	3	60	14,5	150
Albbruck, Baden	1435	0,4	2,0	15	70	100	100	1905	—	„ „ „	2	16	5	40
Boppaw—Caſtellaun, Preußen	1435	5,6	37,0	20	60	180	200	1905/07	—	„ „ „	2	56	12,5	125
Chilian—Tianſandine, Chili	1000	18,0	43,0	25	80	65	120	1905/07	—	„ „ „	7	83	20	140
Ozd, Eiſenwerk, Ungarn	1435	0,7	3,0	20	105	90	300	1906	—	„ „ „	3	32	9	50
Sawah—Loen Pandjang, Sumatra	600	1,4	5,0	25	130	20	50	1907	—	„ „ „	7	5	1,6	8
Montreux—Glion, Schweiz	800	2,5	2,5	—	130	—	60	1907/08	Z.	—	2	14	6	40
Karánfeber—Habszeg, Ungarn	1435	5,4	76,0	25	50	200	250	1908	—	A. und Z.	7	72	14	160
Arica—La Paz, Chile	1000	36,0	425,0	30	60	100	120	1909	—	„ „ „	5	64	14,5	150

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die **Perſonenwagen** bei Touriſtenbahnen ſind in der Regel Ausſichtswagen mit halboffenem Oberteil des Wagenkaſtens und von möglichſt leichter Bauart, was nur bei einer Wagenklaſſe und mit einfachſter Ausſtattung vollkommener erreicht wird. Dieſelben ſind teils zwei- oder vierachſig auf Drehgeſtellen und unterſcheiden ſich von den gewöhnlichen Wagen nur durch die Bremsanordnung, welche aus einem Bremszahnrad und zugehörigem Hebelwerk beſteht; ſie haben je nach Größe 48—60 Sitzplätze. Das Eigengewicht des leichteſten Wagens beträgt 75 kg pro Sitzplatz.

Die **Güterwagen** haben 6 t Tragkraft bei 2—5 t Eigengewicht. Die Wagen für Reibungs- und Zahnradbetrieb ſind den vorerwähnten Wagen ähnlich, nur iſt wegen des durch die beweglichen Weichen veranlaßten kontinuierlichen Zahneingriffes nur ein Zahnrad erforderlich, welches unter dem Drehzapfen eines Drehgeſtelles liegt und die zuſammengehörigen Bremszahnräder mit Bremsrollen trägt. Zeichnungen und Beſchreibungen von Wagen, ſowohl für reine Zahnſtangenbahnen als auch für das gemiſchte Syſtem finden ſich in [15].

Die **Fahrgeſchwindigkeit** bei Touriſtenbahnen mit großen Steigungen beträgt 5—7 km, bei mittlerer Steigung 8—10 km; auf Bahnen für den allgemeinen Verkehr mit gut konſtruierter Zahnſtange 12—15 km und auf den zugehörigen Reibungsſtellen bis 18 km pro Stunde, während jene mit getrennten Mechanismen ſich wie gewöhnliche Lokomotiven von gleichem Raddurchmeſſer bewegen. — Aus Betriebsſicherheitsrückſichten wird der Zug in der Bergfahrt von der Maſchine geſchoben, in der Talfahrt befindet ſich dieſelbe an der Spitze des Zuges; die Wagen werden bei der Fahrt mit der Maſchine nicht zuſammengekuppelt. Das Einfahren in die Zahnſtange beim gemiſchten Syſtem geſchieht ohne jedes Anhalten.

Touriſtenbahnen haben gewöhnlich nur Sommerbetrieb. Bei den gemiſchten Bahnen, die während des ganzen Jahres regelmäßig verkehren, ergaben ſich erfahrungsgemäß zur Winterszeit keine ernſtlichen Schwierigkeiten. Bei reinen Zahnſtangenbahnen, die gewöhnlich kurz ſind, können die Fahrbetriebsmittel bei geringer Fahrgeſchwindigkeit nicht genügend ausgenutzt werden, wodurch die Betriebskoſten, auf das Kilometer reduziert, ziemlich hoch ſind; ebenſo ſind die Bahnerhaltungskoſten pro Bahnkilometer, insbeſondere wegen Schmierung der Zahnſtange, höher als bei gewöhnlichen Reibungsbahnen. — Zahnſtangenbahnen können auch mit Benutzung von Fahrſtraßen ausgeführt werden (St. Gallen—Gais), f. [8]. Zahnſtangenbahnen werden auch elektriſch betrieben, z. B. die doppelgleiſige Barmener Bergbahn [9], die Bahn auf den Mont Salève [10], Salgo-Tarjan [11], Gornergratbahn [12].

Die Anlagekoſten der Zahnſtangenbahnen bewegen ſich zwiſchen 64000 und 640000 ℳ pro Kilometer; dieſelben werden nur zum geringſten Teil von dem Syſtem beeinflußt. Die von der Zahnſtangeneinrichtung der Lokomotiven herrührenden Mehrkoſten betragen 48000 bis 56000 ℳ pro Kilometer; die übrigen Koſten ſtehen mit dem Syſtem in keinerlei unmittelbarem Zuſammenhang [13]. — Mit Ende 1897 waren auf der geſamten Erde 71 Zahnſtangenbahnen in der Geſamtlänge von 887,8 km im Betriebe, darunter 32 reine Zahnſtangenbahnen. Von den Bahnen hatten je 1 die Zahnſtangen von Biffinger, Locher und Telfner, je 2 Bahnen das Syſtem Marſh und Klofe, 53 Bahnen das Syſtem Abt, wie aus der Zuſammenſtellung S. 963 zu entnehmen iſt, ferner 35 Bahnen das Syſtem Riggenbach und für Touriſtenbahnen das Syſtem Strub bei der Jungfraubahn, der Trieſt—Opcinabahn, der Mendelbahn in Tirol und der Veſuvbahn angewendet [14], [15].

Literatur: [1] Chemins de fer à fortes pentes et à crémaillère, système Riggenbach, Zürich 1889; Zwick, H., Die Rigieiſenbahn mit Zahnradbetrieb, Leipzig 1873; Abt, R., Die drei Rigibahnen und das Zahnradſyſtem, Zürich 1871; Kronauer, J. H., Schweizeriſche polytechniſche Zeitſchr., Zürich 1870; Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, Wiesbaden 1870 u. 1871; Deutſche Bauztg., Berlin 1872; Schweizeriſche Bauztg. 1891 u. 1893; Müller, Grundzüge des Kleinbahnweſens, Berlin 1895. — [2] Biffinger, Die Zahnſtange und Zahnſtangenoberbau der Höllentalbahn, Archiv für das Eiſenbahnweſen, Berlin 1887; Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1887. — [3] Abt, Betriebsergebniſſe auf Adhäſion und Zahnſtange, Luzern 1896; Abts Zahnradbetrieb, Zahnſtange und Zahnradlokomotive, Wiesbaden 1888; Abt, Ein neues Zahnradſyſtem, Zeitſchr. f. Eiſenbahnen und Dampfſchiffahrt, Wien 1888; Derſ., Mitteilungen über neuere Zahnradbahnen, ebend. 1891; Zwei neue elektriſche Bergbahnen mit Abtſcher Zahnſtangen- und Reibungsſtrecke, Schweizeriſche Bauztg., Bd. 39, 1896; Die Entwicklung des Zahnradſyſtems Abt während der letzten 10 Jahre in Oeſterreich-Ungarn, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., Wien 1898, Nr. 19 u. 20. — [4] Walloth, K., Zahnradbahnen, Kalender für Eiſenbahntechniker, Wiesbaden 1898. — [5] Pilatusbahn, Rölls Enzyklopädie, Bd. 6, Wien 1894; Die Pilatusbahn, Zentralbl. der Bauverwalt., Berlin 1890. — [6] La voie et la crémaillère du chemin de fer de la Jungfrau, Revue générale des chemins de fer, Paris 1897; Strub, E., Der Oberbau der Jungfraubahn, Schweizeriſche Bauztg., Zürich 1897, Bd. XXIX, Nr. 13; Ueber die Jungfraubahn im Berner Oberland und die Eiſenbahnprojekte auf den Montblanc, Mitteil. des Ver. für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens, 12. Heft, 1903. — [7] Abts Zahnradſyſtem, Rölls Enzyklopädie, Bd. 1, Wien, Wien 1890; Rackrail, Locomotives for the Sumatra State Railway, Engineering, London 1897, S. 281; Snowdon Mountain Railway, ebend. 1896, S. 427; Seligmann, Die Erzbergbahn, Zeitſchr. für Eiſenbahnen und Dampfſchiffahrt, Wien 1892, Nr. 19 u. 20; Ingoviz, A., Eiſenbahn Eiſenerz—Vordernberg, Zahnradbahn kombiniert mit Adhäſionsbahn, Wien 1892; Reibungsbahnen und Bahnen gemiſchten Syſtems, ein Vergleich ihrer wirtſchaftlichen Verhältniſſe, Zeitſchr. für Bauweſen 1903; Schneider, Die Zahnradbahnen und ihre Anwendung auf den Harz, Berlin 1889; Derſ., Erfahrungen im Bau und Betrieb von Zahnradbahnen, Berlin 1894; Kuntze, A., Die ſchmalſpurige Eiſenbahn von der Lahn nach der Grube bei Oberlahnſtein; Gemiſchte Adhäſion und Zahnradbahn, Leipzig 1883; Pfeuffer, Ueber den Bau und Betrieb der bosniſch-herzegowiniſchen Staatsbahnen, insbeſondere der Zahnradbahn zwiſchen Serajewo und Konyica, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., Wien 1892

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kombinierte Adhäſion und Zahnradbahn von Blankenberg nach Tanne, Deutſche Straßen- und Kleinbahnztg., Berlin 1896, Nr. 40; Mayer, M. J., Le chemin de fer de Viège à Zermatt à voie de 1 m et à système mixte adhérence et crémaillère, Paris 1891; Böck, F., und Abt, Das Syſtem Abt für kombinierte Adhäſions- und Zahnradbahnen, Wien 1888. — [8] Goering, A., Eine Straßenbahn mit Zahnſtrecken (St. Gallen—Gais), Berlin 1892; Martin, F., et Clarard, L., Monographie d'un chemin de fer routier à voie de 1 m à adhérence et à crémaillère avec déclivités maxima de 92 m et rayons minima de 30 m; Port, M., Le chemin de fer à crémaillère à Sumatra, Haye 1892; Chemin de fer de Saint Gall à Gais, Paris 1891. — [9] Die elektriſche Zahnradbahn in Barmen, Oeſterr. Eiſenbahnztg., Wien 1898, XXI. Jahrg.; Die elektriſche Bergbahn in Barmen, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1895; Daubner, Die Barmer Bergbahn, Zeitſchr. Deutſch. Ing. 1902. — [10] Chemin de fer électrique du Salève, La Révue technique, Paris 1897. — [11] Wilczek, Graf Ed., Die Bergbahn Tiszolcz—Erdököz in Ungarn, Zeitſchr. für Eiſenbahnen und Dampfſchiffahrt, Wien 1897, 7. Heft, S. 109; Kritiſche Beſchreibung der bis jetzt gebauten Zahnradlokomotiven für gemiſchten Betrieb, Glaſers Ann. 1903. — [12] Dreiphaſenwechſelſtrombahn Zermatt—Gornergrat, Zeitſchr. für Elektrotechnik, Wien 1898; Chemin de fer électrique à courant triphasés de Zermatt au Gornergrat (Suisse), Le Génie Civil, Paris 1898; Die elektriſche Zahnradbahn auf den Gornergrat, Schweizeriſche Bauztg., Bd. XXXI, Nr. 16 u. 18, Zürich 1898; Gornergratbergbahn in der Schweiz, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898 u. 1899. — [13] Birk, F. A., Die Zahnradbahnen und ihre Lokomotiven, Wien 1881; Ziffer, E. A., Die Zahnradbahn von Monte Carlo nach La Turbie, Mitteil. des Ver. für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens, Wien 1896; Le chemin de fer de Beyrouth à Damas, à voie de 1,05 m et à système mixte (adhérence et crémaillère), La Révue technique, Paris 1896, Bd. XVII, Nr. 15; Berg, S. J., The St. Gotthard Mountain Railway and the Stanzerhorn Cable-Railway; Collett, Alf, The Monistrol-Montserrat Rack Railway; Pownall, Ch. Assheton Whately, The Usni Mountain Railway, Japan, Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, London 1895, Bd. CXX, mit einer Zuſammenſtellung über die verſchiedenen Zahnſtangenbahnen und deren Konſtruktion, ſowie vielen Literaturangaben; Von der Eiſenerz—Vordernberger Lokalbahn, Oeſterr. Eiſenhahnztg., Wien 1894; Die Straßen- und Zahnradbahnen, Supplementband VIII zum Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, Wiesbaden 1882; Der Eiſenbahnbau der Gegenwart, 2. Abſchnitt, Wiesbaden 1897; Strub, Emil, Bergbahnen der Schweiz, Reine Zahnradbahnen, Wiesbaden 1901; Die Nilgiri-Bergbahn, The Railway Engineer Nr. 4, 1901; Die mechaniſche Ausſtattung der Snowdon Bergbahn, ebend., Nr. 5, 1901; Die Jungfraubahn, Mitteil. des Ver. für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens, Heft 12, 1903; Eröffnung der 3. Teilſtrecke der Jungfraubahn Rotſtock—Eigerwand, Schweizeriſche Bauztg. 1903; Die Veſuvbahn, ebend. 1903; Strub, Emil, Die Mendelbahn, ebend. 1903; Jordan, Karl, Die Mendelbahn, Zeitſchr. für Elektrotechnik 1903; Die elektriſche Bahn von Trieſt nach Opcina, Oeſterr. Wochenſchrift für den öffentl. Baudienſt 1903. — [14] Roth, M., Die Schneebergbahn, Oeſterr. Eiſenbahnztg., XXI. Jahrg., Wien 1898, mit einer Zuſammenſtellung der ausgeführten Zahnradbahnen und deren Hauptverhältniſſe. Ueber Zahnradbahnen ſ. Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils, Paris 1906, Nr. 3; Urbach, Die Reibungs- und Zahnſtangenbahn von Ilmenau nach Schleuſingen, Zeitſchr. f. Bauweſen 1906, Heft 4—6; Lévy-Lambert, A., Les chemins de fer à crémaillère, Mémoire et compte rendu de la Société des Ingénieurs Civils de France, Paris 1906; Dolezalek, C., Zahnradbahnen, in Eiſenbahntechnik der Gegenwart, herausg. von Blum, v. Borries und Barkhauſen, Bd. 4, 1. Abt., Wiesbaden 1905. — [15] Brückmann, Eugen, Neuere Zahnradbahnen, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing., Bd. XLII, Nr. 7—18, Berlin 1898; Mitteilungen über einige indiſche, auſtraliſche und ſchweizeriſche Zahnſtangenbahnen und deren Betriebsſyſteme und Vergleich mit Reibungsbahnen, The Railway Engineer 1901; Kritiſche Beſchreibung der bis jetzt gebauten Zahnradlokomotiven für gemiſchten Betrieb, Glaſers Ann. 1903, Nr. 632; Zwei elektriſch betriebene weſtſchweizeriſche Bergbahnen mit Abtſcher Zahnſtange, Schweizeriſche Bauztg. 1902; Les chemins de fer montagne, Paris 1900; Zahnſtangenbahn von Vayet—Saint Gervais 1901, Mitteil. des Ver. für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnweſens 1901; The Nilgiri Mountain Railway, Engineering 1901; Elektriſche Bergbahnlokomotive der Ouest—Lyonnaiseiſenbahn, Zeitſchr. für Elektrotechnik Heft 18, 1901; Die elektriſche Bergbahn Trieſt—Opcina, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903; Zahnradlokomotive über die Anden, Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1907, Heft 12. *Ziffer.*

Zain, 1. in Formen gegoſſene flache Metallſtäbe; 2. bei der Münzenherſtellung, ſ. d., Bd. 6, S. 527; 3. die für die Senſenfabrikation vorgeſchnittenen Stahlſtäbe.

Zak, altes holländiſches Getreidemaß, das aber heute noch in Holland und zum Teil auch in den deutſchen Oſtſeehäfen zur Qualitätsbeſtimmung des Getreides dient, die nach holländiſchen Troypfund im Zak geſchieht = 27,874 l.

Zampelſtuhl, ſ. Weberei.

Zange, in der Zimmerung, auf Zug beanſpruchte Hölzer, die dem Schube der Sparren oder Streben eines Dachſtuhls entgegenwirken ſollen.

Es ſind einfache, oft auch Doppelzangen, die an den betreffenden Dachhölzern angeblattet oder eingekämmt oder durch Schraubenbolzen verbunden werden (vgl. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 513, Holzdachſtühle, 10. Zangen, Fig. 4, 5, 7—14). *Weinbrenner.*

Zangen, Werkzeuge zum Erfaſſen und Feſthalten ſowie zum Durchtrennen von Materialien.

Die verſchiedenen Arten von Zangen kann man einteilen in a) Zangen zum Feſthalten von Materialien, um ſie transportieren, drehen, biegen u. ſ. w. zu können. Hierher

gehören: 1 Blockzangen zum Transport der Blöcke in Hüttenwerken u. f. w. Fig. 1 selbſtſchließende Zange für hängende Blöcke. Fig. 2 Blockzangen für liegende Blöcke beſitzen eine mechaniſche Vorrichtung, um die Zangenſchenkel gegeneinander zu preſſen. 2. Blechzangen oder -zwingen (Fig. 3). Das Blech klemmt beim Anheben ſich durch ſein eignes Gewicht mittels der beiden auf ſchrägen Bahnen verſchiebbaren Klemmbacken feſt. 3. Schmiedezangen. Die gebräuchlichen ſind in den Fig. 4—6 dargeſtellt. Fig. 7 zeigt eine Zange mit Wolfsmaul, die ein gutes Erfaſſen der Arbeitsſtücke geſtattet. 4. Rohrzangen (ſ. d.). 5. Drahtzangen zum Biegen von Draht; Fig. 8



Fig. 1.



Fig. 3.

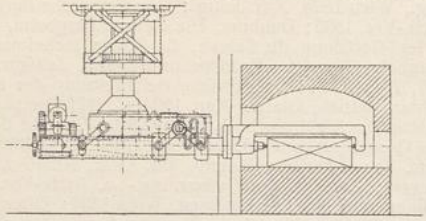


Fig. 2.

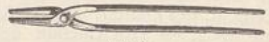


Fig. 4.

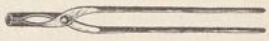


Fig. 5.

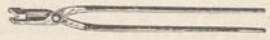


Fig. 6.

Flachzange, Fig. 9 Rundzange, Fig. 10 Parallelrundzange. 6. Nagelzangen zum Ausziehen von Nägeln. Dieſe Zangen ſind entweder gewöhnliche Beißzangen (ſ. d.) oder nur für Nagel-



Fig. 7.



Fig. 8.

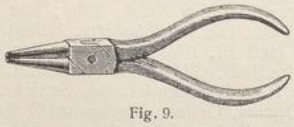


Fig. 9.



Fig. 10.

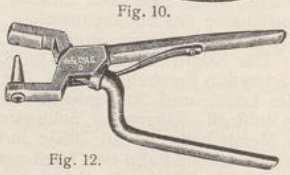


Fig. 12.



Fig. 11.

ausziehen beſtimmt, wie z. B. die Zangen (Fig. 11), die zur Erleichterung des Ausziehens eine Hebelüberſetzung beſitzen. 7. Ziehzangen für Ziehbänke, ſ. Drahtfabrikation, Rohrherſtellung. 8. Federzangen, Kornzangen, ſ. Pinzette. b) Zangen zum Durchtrennen. Hierher gehören: 1. Beißzangen und Draht(zwick-)zangen (ſ. Beißzange). 2. Lochzangen

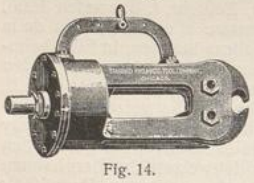


Fig. 14.

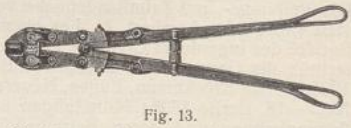


Fig. 13.

(Fig. 12). Zu dieſen Zangen ſind ferner die folgenden zu rechnen: 3. Bolzenzange oder Bolzenabſchneider (Fig. 13). Eine Bolzenzange mit Druckluftbetrieb iſt in Fig. 14 dargeſtellt. c) Zangen zur Formänderung durch Preſſen. Zu dieſen gehören insbeſondere die Plombierzangen (ſ. d.). d) Zangen zum Meſſen der Dicke der Drähte, Drahtzange, ſ. Meßwerkzeuge. — S. a. Greifzeuge.

A. Widmaier.

Zapfen, ſ. Verzapfung und Bruſtzapfen, Bd. 2, S. 372, Figur.

Zapfen, im Maſchinenbau, ein Gelenkbolzen oder der in einem Lager drehbare Teil einer Achse (ſ. Gabel-, Kamm-, Kurbel- und Spurzapfen); über Trag- und Stirnzapfen ſ. Zapfenberechnung und Zapfenreibung.

Zapfenberechnung berückſichtigt die Feſtigkeit, den Flächendruck und die Abnutzung ſowie das Heißlaufen.

Der das Ende einer Achſe bildende Stirn- oder Tragzapfen iſt nur durch den radial wirkenden Lagerdruck beanſprucht, während zufällige Längskräfte durch die Anläufe, zwiſchen denen die Lagerſchalen mit Spielraum liegen, aufgenommen werden. Die Höhe des Anlaufes wird paſſend nach Fig. 1 bemeſſen.

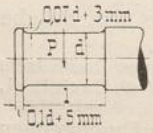


Fig. 1.

Der Berechnung auf Feſtigkeit legt man die Annahme zugrunde, daß der Lagerdruck P gleichmäßig verteilt ſei, ſo daß die Reſultierende in der Mitte der Zapfenlänge l wirke, wonach für die Zapfenwurzel das Moment $P\,l/2 = 0{,}1\,d^3\,s$ auf Biegung wirkt. Man nimmt das Längenverhältnis $l : d$ vorläufig an und findet die Zapfenſtärke $d\ \mathrm{cm} = \sqrt[3]{5\,P\,l/d\,s}$. Dabei ſetzt man im Mittel $l : d = 1{,}75$ für Stahl, 1,5 für Schmiedeeiſen, 1,3 für Gußeiſen, 1,25 für Kurbelzapfen, 1,0 bei beſonders beſchränkter Länge, 0,5 für Zapfen an Kettenrollen mit zeitweiliger Benutzung. Die zuläſſige Spannung s beträgt für Stahl 500 kg/qcm, für Schmiedeeiſen 400, für Stahlguß 350, für Gußeiſen 250 kg/qcm.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Flächendruck wird in einfacher Weise durch $p = P/l\,d$ ausgedrückt. Hierfür gelten als Grenzwerte: $p_1 = 150$ kg/qcm für Zapfen und Pfannen von gehärtetem Tiegelstahl, 90 für gehärteten Tiegelgußstahl auf Bronze; 60 für Stahl auf Bronze oder Weißmetall; 30—40 für Schmiedeeisen, je nach feiner Glätte und nach dem Lagermetall; 25—30 für Gußeisen auf Lagermetall; 25 für Schmiedeeisen auf weichem Gußeisen; 25 für Eisen oder Metall auf Pockholz mit Wasserschmierung; 16 für Kurbelwellenlager; 60 bezw. 80 für Kurbel- und Kreuzkopfzapfen. Nicht andauernd laufende Zapfen dürfen bis zur doppelten Höhe belastet werden, z. B. die Druckzapfen an Scheren und Stanzen bis 200 kg/qcm.

Ueberschreitet die Reibungsarbeit am Zapfen ein gewisses Maß, so liegt die Gefahr des Warmlaufens und zu starker Abnutzung nahe. Rechnet man die Reibung zu $P\mu$ (s. Zapfenreibung), so ist die sekundliche Arbeit der Reibung am Zapfenumfang $P\mu u$ mit $u\,m/s = \pi\,d\,n/60 \cdot 100$. Auf 1 qcm der in Richtung der Kraft und Abnutzung als tragend angenommenen Fläche $l\,d$ entfällt die Arbeit $a = P\mu u/l\,d = p\,\mu\,u$. Dieser Wert darf $^1/_2$ bis 1 mkg/sec an gewöhnlichen Lagern betragen, 1 bis 2, auch 3 bei Lagern mit Druckwechsel und Luftkühlung (s. Kurbelzapfen). Setzt man für p und u ihre Ausdrücke ein und $\mu = 0{,}05$, so folgt $a = P\,n/40\,000\,l$. Wären für a bestimmte Erfahrungszahlen gegeben, so könnte man hiernach l berechnen oder das Produkt $p\,u$ bemessen, so daß der Flächendruck mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt. Es scheint zutreffend, an Stelle von $p = a/\mu\,u$ zu setzen $p = (1{,}5$ bis $2)\,p_1/(1 + u)$, wobei p_1 die oben angegebenen Zahlen für den Flächendruck bei verschiedenen Zapfenlagern mit entsprechender Schmierung ausdrückt, die wohl für die übliche Geschwindigkeit von 0,5 bis 1 m/sec gelten mögen.

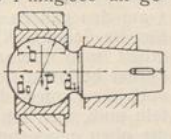


Fig. 2.

Kugelzapfen werden nur verwendet, wo eine Ablenkung in verschiedenen Richtungen oder eine Verdrehung möglich sein soll. Früher brauchte man sie öfter als Kurbelzapfen (Fig. 2), um Ungenauigkeiten auszugleichen. Aus der Biegungsformel $P\,b/2 = 0{,}1\,d_1{}^3\,s$ folgt mit $b = 0{,}7\,d_0$, $d_1 = 0{,}65\,d_0$ und $s = 500$ kg/qcm $d_0 = \sqrt{P/40}$. Für $a < 1$ soll $n < 750/d_0$ sein. ***Lindner.***

Zapfenbohrer, Uhrmachergerät zum Bohren von Zapfenlöchern.

Sie entsprechen dem in Bd. 2, S. 187, Fig. 1, dargestellten Bohrgerät und werden zwischen einer Vertiefung am Schraubstock und der Uhrplatte oder einem im Hand- oder Stielkloben gehaltenen Stück Messingdraht (aus dem das Futter für das ausgelaufene und aufgeriebene Zapfenloch hergestellt wird) eingespannt und mit dem Schnurbogen in beiden Richtungen hin und her gedreht. Größere Zapfenbohrer bestehen aus dem Schaft, der nahe dem rechten konischen Ende die Schnurrolle und am linken Ende den Bohrer trägt. Zapfenbohrer für Taschenuhren sind aus dünnem Stahldraht hergestellt und gehärtet, während die Schnurrolle dicht am konischen Ende sitzt. † *E. Dalchow.*

Zapfengelenk, s. Auflager, Bd. 1, S. 354, 359.

Zapfenmaß (Zirkel-, Spindelmaß), s. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Zapfenreibung bestimmt den Widerstand gegen Drehung eines Zapfens in seinem Lager im Verhältnis zur Zapfenbelastung, sie richtet sich aber nach dem Normaldruck zwischen Zapfenumfläche und Schale, von dem im allgemeinen nur eine Komponente den Belastungsdruck ausgleicht.

Die Theorie unterscheidet den neuen, eingelaufenen uud ausgelaufenen Zapfen. Im ersten Fall wird angenommen, daß der Zapfen, mit einem kleinen Spielraum von 0,01—0,20 mm für die Schmierschicht, mit gleichmäßig verteiltem Flächendruck p satt anliegt. An einem Tragzapfen mit halbzylindrischer Schale (vgl. Fig. 3) ist hierbei die tragende Komponente $P = \int p\,l\,r \cos\beta\,d\,\beta$ von $\beta = -90$ bis 90^0, d. i. $P = p\,l\,d$; aber die Reibung $R = \mu_0\,p\,l\,\pi\,d/2 = P\,\mu_0\,\pi/2$, daher die Zapfenreibziffer $\mu = R/P = \mu_0\,\pi/2 = 1{,}57\,\mu_0$. Für den ebenen Ringfpurzapfen ist der axiale Druck $Q = p\,\pi\,(r_2{}^2 - r_1{}^2)$, und die Reibung $R = \mu_0\,Q$ wirkt an dem Hebelarm $^2/_3\,(r_2{}^3 - r_1{}^3)/(r_2{}^2 - r_1{}^2)$, wie aus der Betrachtung eines schmalen Sektors mit außen breiterer Reibfläche hervorgeht.

Der eingelaufene Zapfen liegt mit ungleichem Flächendruck an, der nach Reye [6] so berechnet wird, daß die Abnutzung, bestimmt durch das Produkt aus Flächendruck und Gleitgeschwindigkeit, für die Richtung der Kraft in allen Punkten gleich groß ist und seine Gesamtkomponente die Kraft ausgleicht. Hierbei nimmt am Tragzapfen (Fig. 3) der Flächendruck von $p_0 = P\,4/\pi\,l\,d$ in der Kraftrichtung $\beta = 0$ nach beiden Seiten mit $\cos\beta$ ab; der Mittelwert des Flächendruckes ist $P\,8/\pi^2\,l\,d$ und die Reibung $R = P\,\mu_0\,4/\pi$, also $\mu = 1{,}27\,\mu_0$. Wenn der Druck des Lagerdeckels zu der Belastung P hinzukommt, so ist er mit seinem doppelten Betrage zu P zu addieren, weil er sowohl an der oberen wie unteren Hälfte des Zapfens wirkt.

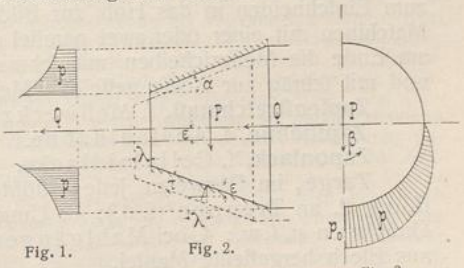


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Wenn die Schale nicht halbzylindrisch, sondern beiderseits nur bis zu einem Winkel $\beta_1 < 90^0$ am Zapfen anliegt, wie es bei Eisenbahnachsen und Walzwerken allgemein üblich ist, so erfahren die schmaleren Schalen wohl einen höheren Flächendruck, sind aber hinsichtlich Reibung und Abnutzung gegenüber den vollen Schalen im Vorteil. Nach den Untersuchungen von Reuleaux [1] gelten folgende Verhältnisse:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Halber Winkel der Schale $\beta_1 =$	90	75	60	45	30	$22\frac{1}{2}^0$
Flächendruck: $P/l\,d$	1,00	1,04	1,15	1,41	2,00	2,62
Größter Flächendruck: p_0	1,00	1,01	1,06	1,23	1,63	2,10
Reibung: $P\,\mu_0\,4/\pi$	1,00	0,97	0,92	0,87	0,81	0,80.

Am ebenen Ringſpurzapfen nimmt der Flächendruck hyperboliſch von $p_1 = P/2\pi(r_2 - r_1)\,r_1$ bei r_1 nach außen auf das r_1/r_2-fache ab (Fig. 1) und $R = \mu_0 Q$ wirkt am Hebelarm $(r_2 + r_1)/2$.

Als allgemeiner Fall ſei hier ein Kegelſtumpf (Fig. 2) mit den Radien r_1 bis r_2 und der Mantellänge m für gleichzeitige Belaſtung durch die Seitenkraft P und den Axialdruck Q behandelt. Die Abnutzung erfolgt unter Querverſchiebung der Zapfenmitte um ε und Eindringung um λ, ſo daß die normal zu m gemeſſene Abnutzungstiefe $\tau = \varepsilon \cos\alpha \cos\beta + \lambda \sin\alpha$ geſetzt werden kann. Dieſer Wert ſoll nach dem Einlaufen für jedes Flächenelement $df = r\,d\beta\,dm$ proportional $\mu_0\,p\,r\,\omega\,t$ und für eine gewiſſe Zeit $= p\,r$ ſein. In axialer Richtung wirkt $Q = \iint p \sin\alpha\,df$ mit Beziehung von ε auf den halben Umfang von $\beta = -90$ bis 90^0 und von λ auf den ganzen Umfang; das gibt $Q = 2\,m\,\varepsilon \sin\alpha \cos\alpha + 2\pi\,m\,\lambda \sin^2\alpha$. Ebenſo findet man für die Seitenkraft $P = \iint p \cos\alpha \cos\beta\,df = {}^1/_2\,\pi\,m\,\varepsilon \cos^2\alpha$. Unter Ausſcheidung von ε und λ erhält man hiernach den Flächendruck aus $p\,r\,m\,2\pi \sin\alpha = Q - 4\,P \operatorname{tg}\alpha/\pi + 4\,P \operatorname{tg}\alpha \cos\beta$. Ferner beſtimmt ſich das Reibungsmoment zu $M = \int \mu_0\,p\,r\,df = \mu_0\,Q\,(r_1 + r_2)/2 \sin\alpha$, wobei Q auch für Zapfen, die nur durch eine Seitenkraft belaſtet werden ſollen, mindeſtens $= 4\,P \operatorname{tg}\alpha/\pi$ ſein muß, weil ſonſt der Zapfen aus dem Lager gleiten würde. Aus dieſen Formeln laſſen ſich die oben angegebenen Reſultate und andre Sonderfälle ableiten.

In einem ausgelaufenen Traglager mit reichlichem Spielraum ringsum legt ſich der Zapfen im äußerſten Fall auf einen ſchmalen Flächenſtreifen unter dem Reibungswinkel ϱ ſeitwärts von der Kraftrichtung, wobei ſich die Reibung auf $P \sin\varrho$ ermäßigt [2]. In ähnlicher Weiſe verſchiebt ſich übrigens auch bei dem eingelaufenen Zapfen der größte Druck von faſt $2\,P/l\,d$ ein wenig ſeitwärts aus der Kraftrichtung mit ſtarkem Abfall nach den Rändern der Schale; außerdem ſinkt der Druck an den Enden der Schale, wo das Oel austreten kann [7].

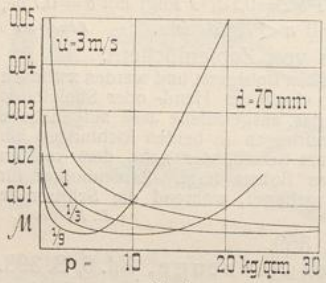


Fig. 4.

Die Zapfenreibziffer μ hängt weſentlich von der Schmierung ab (ſ. d., Bd. 7, S. 751). Sie beträgt bei guten Lagern etwa 0,010, z. B. in Eiſenbahnachslagern mit Weißmetall, und 0,014 bei Bronze; bei im Oelbad laufenden Zapfen ſinkt die Zahl auf 0,001—0,002, wie bei den Kugellagern (ſ. Bd. 7, S. 506). Ringſchmierlager zeigen beim Anlaufen aus der Ruhelage für Gußeiſenſchalen 0,140, für Weißmetall 0,240, doch fällt die Zahl ſchnell auf einen Mindeſtwert von 0,002—0,004 und ſteigt mit zunehmender Geſchwindigkeit wieder an. Mit dem Flächendruck ändert ſich der Reibungswert faſt hyperboliſch, bei großen Umfangsgeſchwindigkeiten über 1 m/sec, ſteigt aber bei kleinen mit dem Druck (Fig. 4) wieder an, weil hierbei weniger Oel zugebracht wird. Nebenher ſinkt die Zahl mit ſteigender Lagertemperatur und entſprechender Dünnflüſſigkeit des Oeles [3]—[5]. Bei gewöhnlichen Wellenlagern mag 0,020—0,030 gelten, während abſätzig laufende und mäßig geſchmierte Lager 0,050—0,080 erreichen [8].

Literatur: [1] Reuleaux, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 932—937. — [2] Camerer, ebend. 1901, S. 1501—03. — [3] Stribeck, ebend. 1902, S. 1341—1470. — [4] Laſche, ebend. 1902, S. 1881—1971. — [5] Heimann, ebend. 1905, S. 1161—1228. — [6] Reye, Civilingenieur 1860, S. 295. — [7] v. Bach, Maſchinenelemente, 10. Aufl., Stuttgart 1908. — [8] „Hütte", 20. Aufl., Berlin 1908.

Lindner.

Zapfenſchneidmaſchine, Holzfräsmaſchine, an deren ſenkrechter Spindel oben eine oder zwei in entſprechendem Abſtande einſtellbare Meſſerſcheiben zum Einſchneiden in das Holz zur Bildung eines Zapfens ſitzen. Es gibt auch Maſchinen mit einer oder zwei parallel gelagerten wagerechten Spindeln, welche am Ende die Meſſerſcheiben mit ſchmalen Sägeblättern an der vorderen Seite und mit ſchräg zur Achſe geſtellten Meſſern dahinter tragen. † *E. Dalchow.*

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

Zapfhähne, ſ. Auslaufhähne.

Zaponlack, ſ. Celluloidlacke.

Zarge, im Bauweſen jede erhöhte Einfaſſung, namentlich 1. an Türen (ſ. d.); 2. an Treppen (ſ. d.); 3. Umrahmung von Steinflächen oder Tafeln, Gußplatten u. ſ. w.; 4. bei Mahlgängen, der die Mahlſteine umhüllende, meiſt aus Blech hergeſtellte Mantel.

Zaum, Pronyſcher, ſ. Dynamometer, Bd. 3, S. 196.

Zaun, nicht dichte, ſondern durchſichtige Einfriedigung (ſ. Bd. 3, S. 235 ff.).

Der Zaun wird gebildet a) als lebendiger Zaun, Hecke von harten Geſträuchern (Schlehen, Hainbuche, Fichte, Stechpalme u. ſ. w.), die mittels der Zaunſchere zugeſchnitten werden, wodurch eine regelmäßige Form ſowie auch eine Kräftigung des Gezweigs erreicht wird; b) als toter Zaun, gebildet aus Ruten von Hafel, Weiden, Erlen u. dergl.; c) Pfahlzaun mit ſtärkeren Pfoſten in Entfernungen von 2—3 m, auf denen zwei oder drei wagerechte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Querhölzer den aufrecht stehenden Stangen oder Planken Halt und Befestigung geben; d) Palifaden (s. Festungsbau, Bd. 3, S. 737 ff.); e) Lattzaun (s. Einfriedigung, Abb. 6, Bd. 3, S. 236); f) Korbzaun, Flechtzaun (s. Bd. 4, S. 81). *Weinbrenner.*

Zeche, s. Grubenbetrieb.

Zechstein (Zechsteinformation), die oberste und jüngste der paläozoischen Formationen, unter dem Buntsandstein und über dem Rotliegenden lagernd oder letzteres vertretend.

In der Hauptsache eine kalkig-mergelige Meeresablagerung mit untergeordneten Zwischenlagen von Schieferton, Sandstein und Konglomerat. Vielfach sind die Kalksteine dolomitisch und aus Korallen zusammengesetzt. — Die Schichtengruppe umgibt die alten paläozoischen Gebirgsmassen Mitteleuropas (nicht der Alpen) als schmale Bänder (Harz, Thüringer Wald, Rheinisches Schiefergebirge, Odenwald u. s. w.), meist in flacher und wenig gestörter, selten gefalteter (nördlich vom Harz) Lagerung. Viele Kalke eignen sich zur Zementbereitung oder dienen bei oolithischer und poröser Beschaffenheit als Hochbaumaterial. Dolomite in lockerer, sandiger Beschaffenheit dienen als Düngemittel (Dolomitasche). Besonders wichtig ist an der unteren Grenze der Formation der sogenannte Kupferschiefer (s. Bd. 5, S. 781) oder Kupferletten, ein bis 0,5 m mächtiger schwarzer, bituminöser Mergel mit Kupfererzen (Kupferkies, -glanz u. s. w.) und einem mittleren Kupfergehalt von 5%. Bedeutender Bergbau in der Umgebung von Mansfeld am Harz. Nicht minder technisch wichtig und fast auf der Erde einzig dastehend und durch zahlreiche Tiefbohrungen erschlossen ist die mehrere hundert Meter mächtige Einlagerung von Gips, Steinsalz und Kalisalzen in der oberen Abteilung der Formation in Thüringen, Hessen, Hannover, Meklenburg, Westfalen, Provinz Sachsen, Mark Brandenburg, Posen u. s. w.

Literatur: Beyschlag u. Everding, Zur Geologie der deutschen Zechsteinsalze, in Deutschlands Kalibergbau, Berlin, Geolog. Landesanstalt, 1907; für Kupferschiefer: Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten, Leipzig 1904—06, Bd. 2. *Leppla.*

Zeeman-Effekt (-Phänomen), s. Spektralanalyse, S. 171.

Zeichnen, technisches, bildliche Darstellung von technischen Aufnahmen oder Entwürfen auf einer ebenen Fläche, meist auf Papier, auf Tafeln, Wandflächen u. s. w. Sie erfolgt entweder bloß schematisch mit einfachen Linien und vereinbarten Bezeichnungen verschiedener Einzelheiten (vgl. z. B. die Art. der Elektrotechnik) bezw. skizzenhaft (d. h. nur so weit ausgeführt, als es die allgemeine Uebersicht erfordert ohne Eingehen auf Details) oder ausführlich (mit Grundriß, Draufsicht, Aufriß und Durchschnitten, Perspektiven u. s. w. derart verdeutlicht, daß auch alle Details neben dem ganzen Objekte zur Geltung kommen). Zwischen diesen Grenzen gibt es dann in jedem Zweige der Technik je nach dem besonderen Zwecke der Zeichnung konventionelle Darstellungsweisen, die übrigens in verschiedenen Ländern voneinander abweichen.

Allgemeines. Aufnahmen sind Darstellungen vorhandener Objekte; in der Geodäsie und Geologie geltende Methoden s. Bergzeichnung, Croquis, Handriß, Horizontalkurven, Karte (geometrische, topographische, geographische, geologische), Kartenprojektion, Kartierung, Kataster, Markscheidekunde, Plan, Stückvermessung u. s. w. Die Aufnahme rein technischer Objekte erfolgt entweder durch Photographie (s. d.), auch mit Hilfe der Camera obscura (s. d.), meist aber mit Hilfe der darstellenden Geometrie (s. Bd. 4, S. 390, ferner Abbildung, Beleuchtungskonstruktionen, Projektion, Projektionslehre).

Die Entwürfe (abgesehen von schematischen Figuren und Skizzen) werden ausschließlich auf dem letztgenannten Wege hergestellt. Dabei erfolgt die Darstellung entweder schwarz in Strichmanier (Bleistiftzeichnung, Federzeichnung, Kohlenzeichnung), vgl. [1], S. 100, oder farbig (vgl. Aquarellmalerei). An Stelle des Bemalens tritt häufig eine Behandlung mit farbiger Kreide (s. Bleistiftfabrikation). Zur Verdeutlichung der abgebildeten Objekte wird auch vielfach Schattierung erforderlich (s. Beleuchtungskonstruktionen), wobei die Abtönung bei farbigen oder getuschten Darstellungen durch Lavieren mit dem Pinsel, bei Kreidezeichnungen durch Wischen erfolgt. — Werden die Gegenstände auf ihre Projektionen in natürlicher Größe dargestellt, so bedarf die Zeichnung keiner eingeschriebenen Maße. Bei Darstellungen in kleinerem Maßstabe (letzterer ist sowohl durch Benennung als durch Zeichnung auf der Darstellung anzugeben) sind eingeschriebene Maße in weitestgehender Ausdehnung unbedingte Notwendigkeit; ohne dieselben ist es ganz unmöglich, einen Entwurf exakt zur Ausführung zu bringen, da das Abgreifen von Maßen auf dem Zeichenpapier bezw. den Pausen stets ungenaue Resultate ergibt. Eine saubere und klare Darstellung ist bei allen technischen Zeichnungen von der größten Wichtigkeit. Niemals kann die Beschreibung eines Baugegenstandes die Zeichnung ersetzen. Legenden sind dagegen auf jeder Zeichnung erforderlich; saubere Schrift [2], welche die Bedeutung des geplanten Objektes erläutert und Grundriß, Draufsicht, Aufriß, gedachte Durchschnitte u. s. w. hervorhebt, bildet einen Schmuck für jeden Entwurf. — Die Erfahrung lehrt, daß schön ausgearbeitete und klare richtige Zeichnungen in vielen Fällen die Entschließung für Ausführung der durch sie dargestellten Entwürfe wesentlich fördern und umgekehrt. Klarheit und Richtigkeit verhüten außerdem Streitigkeiten beim Bauvollzuge.

Kopien. In der Regel genügt es nicht, für einen Entwurf nur eine Zeichnung anzufertigen; meist müssen mehrere unter sich völlig gleiche Ausfertigungen (Kopien) geliefert werden. Heutzutage stellt man dieselben meist als Lichtpausen (s. d.) her, bei welchen man die beruhigende Gewißheit für die unveränderte Wiedergabe des Originals durch die Kopie hat. Das Original

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist dabei am besten selbst eine Pause, die entweder von dem projektierenden Techniker persönlich (besonders empfehlenswert, wenn die Urzeichnung in Bleistift ausgeführt wurde) oder durch einen Zeichner (wenn die Urzeichnung ausgezogen, beschrieben und bemalt ist) gefertigt wird. Ueber die Herstellung solcher Pausen s. [1], S. 94. Es ist übrigens (nach einer Mitteilung von Regierungsbaumeister Siegel in Stuttgart) auch möglich, Urzeichnungen auf ganz dickem, hell durchscheinendem, auf der Rückseite unbeschriebenem Zeichenpapier ohne vorherige Anfertigung einer Originalpause rein mechanisch zu kopieren, wenn man über helles Sonnenlicht, einen pneumatischen oder Arcuslichtpausapparat sowie reichliche Belichtungszeit verfügt und nach der negativen Methode arbeitet: erste Kopie mit braunem Grund (man nimmt dazu Braunblitzlichtpauspapier, s. Lichtpausen), zweite Kopie mit blauen, braunen oder schwarzen Strichen auf hellem Grund. Beidemal muß die Strichseite der Zeichnung auf der lichtempfindlichen Seite des Lichtpauspapiers dicht aufliegen. Weiteres betreffs Ausziehen, Anlegen, Bemalen, Schraffieren u. s. w. von Zeichnungen s. in [1]. — Werden für die Kopien Verkleinerungen oder Vergrößerungen (s. d.) gegenüber dem Original erforderlich, so bedient man sich des Quadratnetzes (s. d.), des Reduktionszirkels (s. Reißzeug), des Pantographen (s. d.) oder der Photographie (s. d.); für massenhaft durch Druck anzufertigende Kopien von Strichzeichnungen werden Klischees (s. d.) hergestellt; vgl. a. Hochätzkunst und die dort zitierten Artikel.

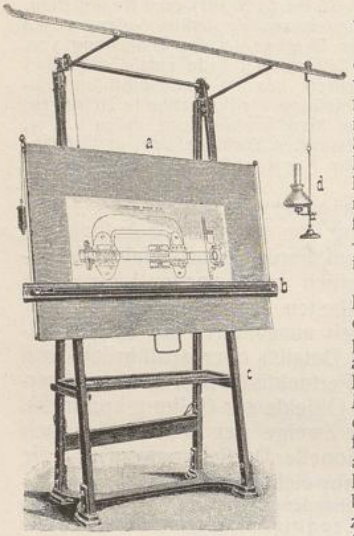


Fig. 2. Mechanische Zeichentafel. *a* Reißbrett. *b* Reißschiene. *c* Gestell. *d* Bewegliche Lampe.

Während bei den Architekten und vielfach auch bei den Bauingenieuren die zeichnerische Behandlung der Entwürfe sich mehr oder weniger individuell (künstlerisch) gestaltet (vgl. Architekturmalerei), hat sich im Maschineningenieurwesen, der Elektrotechnik, dem Schiffbau (vgl. a. Schiffszeichnungen) eine besondere zweckentsprechende Darstellungsmethode ausgebildet; die üblichen Gepflogenheiten sollen weiter unten eingehender besprochen werden, nachdem zunächst die Hilfsmittel zum Zeichnen erledigt sind. Die schwierigste Aufgabe des technischen Zeichnens — zugleich die für den leitenden Techniker wichtigste — ist das Skizzieren von Zeichnungen.

Hilfsmittel zum Zeichnen. Indem wir bezüglich der Hilfsmittel zur künstlerischen Ausstattung von Zeichnungen, die auf Holz, Leinwand, Mauerputz u. s. w. hergestellt werden, auf die Art. Freskomalerei, Holzmalerei, Kunstgewerbe, Malerei, Sgraffito u. s. w. sowie auf Farben und die daran anschließenden Besprechungen verweisen, sollen im folgenden nur die Hilfsmittel zum technischen Zeichnen auf Papier, Pausleinwand u. s. w. mit Ausnahme der Reproduktionstechnik bei den graphischen Künsten (s. d.) besprochen werden. Zu den Urzeichnungen (Originalzeichnungen) kommen gut geleimte, glatte und rauhe Papiersorten und von Pappesorten (s. d.), Kartons verschiedener Art zur Verwendung; vielfach auch auf Leinwand aufgezogenes Papier, selten dagegen Pergament (s. d.); für rasch anzufertigende Zeichnungen verwendet man Papier, auf welchem Quadrate von 1 oder 2 mm Seitenlänge in leichten Linien vorgezeichnet sind (Millimeterpapier). Das Zeichenpapier wird entweder mit Reißnägeln (Heftzwecken, Heftstiften), Fig. 1, die mit Schutzkapseln gegen das Durchdrücken der Stifte versehen sind und mit besonderer Ausziehgabel wieder entfernt werden, auf einem in der Regel aus Pappelholz gefertigten Brett (dem Reißbrett) befestigt oder auf diesem Brette aufgespannt. Dabei kann das Reißbrett liegend und von Hand auf einem Tische oder an besonderen Gestellen (s. z. B. Fig. 2) beweglich sein; letztere sind in außerordentlicher Mannigfaltigkeit in den Schreib- und Zeichenmaterialienhandlungen vorhanden, auf deren Kataloge wir verweisen. Beim Aufspannen wird das Papier vorher auf der Rückseite angefeuchtet; sodann bestreicht man die Ränder der angefeuchteten Seite mit Klebestoff (s. Klebemittel, Leim) und klebt sie auf das Brett (vgl. a. [1], S. 74), worauf sich das Papier glatt zieht und besonders für das Anlegen (Bemalen) größerer Flächen mit Wasserfarben gut vorbereitet ist.



Fig. 1.

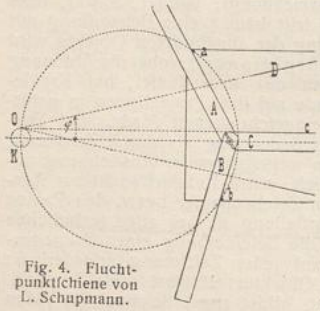


Fig. 4. Fluchtpunktschiene von L. Schupmann.



Fig. 3. Reißschienen.

Zum Ziehen der Linien auf dem Papier benutzt man gerade und Kurven-Lineale sowie Dreiecke (Winkel). Gerade Lineale (Reißschienen) sind entweder, wie in Fig. 2 abgebildet, geführt oder frei beweglich (vgl. a. Lineal). An gewöhnlichen Reißbrettern, deren Kanten senkrecht aufeinander stehen und glatt abgehobelt sind, benutzt man entweder Reißschienen mit beweglichem (*a*) oder solche mit festem (*b*) Schenkel (Fig. 3); letztere dienen zum Zeichnen von horizontalen oder vertikalen, erstere zum Zeichnen von beliebig geneigten Linien. Flucht-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

punktschienen (Perspektivschienen s. a. Perspektograph) haben drei Schenkel (Zungen) und dienen zum Zeichnen von perspektivischen Ansichten. In Fig. 4 ist die Schupmannsche Fluchtpunktschiene abgebildet. Nachdem die beiden Stifte in beliebigen Punkten eingeschlagen sind, werden die Schienen *A* und *B* an die Stifte *a* und *b* angedrückt und die Schiene *C* so gelegt, daß die Kante *c* den Horizont deckt. Dann wird das Instrument gegen die Stifte gestützt, bis zur gegebenen Linie *D* geschoben und nachgesehen, ob auch diese Linie durch die Kante *c* gedeckt wird. Hat hier die Schiene *C* eine zu starke Neigung, so muß der Winkel, welchen die Schienen *A* und *B* bilden, vergrößert, im entgegengesetzten Falle verkleinert werden. Bei dem anliegenden Lineale gehen die konvergierenden Linien nicht genau durch den Punkt *O*, sondern tangieren den kleinen Kreis *K*; der deshalb entstehende Maximalfehler beträgt ca. 1 mm und kommt, da er gewöhnlich viel kleiner ist, bei den andern Fehlerquellen des perspektivischen Zeichnens nicht in Frage, falls der Divergenzwinkel φ der zu zeichnenden Linien 40° nicht überschreitet. Bei größerer Divergenz ist der Fluchtpunkt leicht so zu legen, daß er direkt erreicht werden kann. Die Kurvenlineale (vgl. a. Odontograph) dienen zum Ziehen gebogener Linien; die einfachsten und praktisch brauchbarsten haben die Parabelform

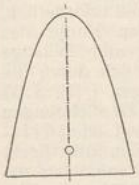


Fig. 5a. Parabelkurvenlineal.



Fig. 5b und 5c. Eisenbahnkurvenlineale.

(Fig. 5a) oder die Kreisform (Fig. 5b und 5c). Letztere sind insbesondere für Eisenbahningenieure wichtig; Eisenbahnkurvenlineale haben entweder oben und unten den gleichen Radius (Fig. 5b) oder sie sind mit verschiedenen Radien hergestellt (Fig. 5c). Im übrigen sind in Fig. 6 andre handelsübliche Kurvenlineale abgebildet. — Lineale der seither genannten Arten werden in der Regel aus Birnbaumholz hergestellt; man verwendet aber auch Eschenholz, Mahagoni mit Ebenholzeinfassung, Aluminium, Zink, Eisen, Hartgummi, Celluloid u. s. w. Die Dreiecke (Winkel) dienen zum Ziehen gerader Linien unter verschiedenen Winkeln, von welchen stets einer 90° beträgt. Man unterscheidet Böschungsdreiecke für einfüßige, anderthalbfüßige und zweifüßige Böschung; Kreisdreiecke (Bingscher Kreiswinkel), deren längere Katheten sich zu den Hypothenusen verhalten wie $(0{,}25 \cdot \pi)^{\frac{1}{2}} : 1$, vgl. [3]; Oktogondreiecke, entsprechend den Winkeln zum Zeichnen eines Achtecks: Weichendreiecke mit Winkeln, welche den Verhältnissen 1 : 8, 1 : 9, 1 : 10 u. s. w. entsprechen.



Fig. 6. Kurvenlineale von Gebrüder Wichmann, Berlin.

Für den gewöhnlichen Bedarf verwendet man Dreiecke mit den Winkeln: zweimal 45° und einmal 90° oder 30°, 60° und 90°. Die Seitenlängen sind sehr verschieden; die größte Kathetenlänge geht bei den im Handel befindlichen größten Dreiecken bis zu 60 cm und beträgt bei den kleinsten Dreiecken etwa 7 cm. In Fig. 7 sind die üblichen Dreiecke, die zwei oberen (*a*), wie sie in Holz, die zwei unteren (*b*), wie sie in Stahl mit Messingknopf im Handel üblich sind, dargestellt; ebenso in Fig. 7c zwei Weichendreiecke. Aehnlich den Holzdreiecken sind die mit Emaillack behandelten leichten Aluminiumdreiecke von Terrot-Cannstatt. Glasdreiecke, welche die Zeichnung nicht verdecken, also sehr zweckmäßig wären, hat man wiederholt einzuführen versucht; doch vermochten sie sich ihrer Zerbrechlichkeit und des hohen Preises wegen nicht zu halten [1], S. 1; an ihrer Stelle verwendet man Dreiecke von durchsichtiger Celluloidmasse.

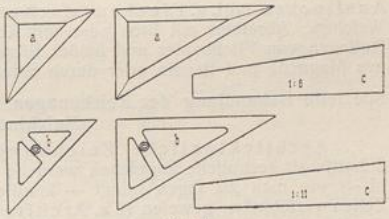


Fig. 7.

Besondere Hilfsmittel beim Zeichnen sind: Maßstäbe; Parallellineale (s. d.), Transporteure und Schraffierapparate sowie das Reißzeug (s. d.). Am häufigsten werden Transversalmaßstäbe benutzt (Fig. 8), die auf starkem Whatman-Papier oder Karton, aber auch auf Buchsholz, Eisen, Messing, Neusilber u. s. w. hergestellt, im Handel für die meist gebrauchten Verjüngungsverhältnisse zu haben sind (vgl. Maßstab). Reduktionsmaßstäbe zeichnet man sich am besten selbst auf Millimeterpapier in Form eines rechtwinkligen Dreiecks auf, um auf Grund ähnlicher Dreiecke ein verkleinertes oder vergrößertes Maß mit dem Zirkel abzugreifen; schneller geht die Reduktion mit dem Reduktionszirkel (s. Reißzeug). Die Mauermaße von Soennecken-Bonn, Clement-Berlin sowie die Millimeterstecher verschaffen dem Zeichner Erleichterung beim Abstechen häufig vorkommender Maße; wir verweisen auf [1],

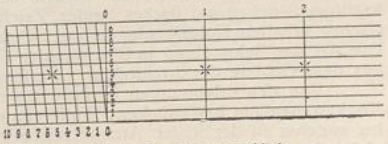


Fig. 8. Transversalmaßstab.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 54, und die Kataloge der genannten Geschäfte. Zum Messen der Längen von krummen Linien verwendet man Kurvenmesser und Kurvenrädchen, wie sie in den Art. Rektifizierinstrumente und Meßwerkzeuge (Bd. 6, S. 396, Fig. 1) beschrieben sind, sofern es nicht einfacher ist, direkt mit dem Zirkel zu messen. Flächenmesser s. Planimeter. Transporteure (Winkelmesser) dienen zum Uebertragen von Winkeln. Man unterscheidet Halbkreis- und Vollkreis- sowie Alhidadentransporteure; letztere sind in der Regel aus Neusilber hergestellt, erstere vielfach auf Whatman-Papier, Pausleinwand und durchsichtiger Celluloidmasse, alle in Grade eingeteilt, auf deren Teilstriche man von dem Mittelpunkte aus Strahlen zieht, die dem Winkel entsprechen. Auch der sogenannte Dreispitzzirkel ([1], S. 50) gehört hierher. Selbstverständlich kann man alle diese Instrumente ersetzen durch Aufzeichnen eines rechtwinkligen Dreiecks, in welches man den Winkel aus Verhältniszahlen einträgt. Im übrigen verweisen wir auf [1] u. [3]; vgl. a. Meßwerkzeuge. — Schraffierapparate sind in den mannigfaltigsten Formen im Handel; sie dienen zu Strichzeichnungen, erfordern aber einige Uebung und werden nicht in großem Umfange verwendet. Fig. 9 zeigt ein solches Instrument von E. O. Richter & Co., Chemnitz. Zur Handhabung desselben ist ein einziger Finger der linken Hand erforderlich, der den Niederdruck auf den Knopf des beweglichen Hebels ausführt und so lange festhält, bis die Linie gezogen ist. Die verschiedenen Weiten der Linien lassen sich durch die den Hebel führende Schraube bemessen. Ueber andre diesbezügliche Vorrichtungen s. [1], S. 61 sowie die Kataloge der Spezialgeschäfte für Zeichenbedarf. — Die Ausführung aller Urzeichnungen erfolgt zunächst in Bleistift; man unterscheidet mit Holz bekleidete Bleistifte (vgl. Bleistiftfabrikation) und Schraubstifte (Künstlerstifte), bei welchen die Bleimine in einem Rohr steckt und nach Gutfinden durch Schraubung verschoben und festgeklemmt werden kann. Für die holzbekleideten Stifte bestehen Bleispitzer: oben und unten gespaltene Blechhülsen, welche durch Federkraft oder übergeschobene Ringe kleine Holzstiftreste festhalten, die man ohne diese Einrichtung nicht mehr gebrauchen könnte. Die Beseitigung auf Papier gezogener Bleistiftlinien ist um so leichter, je weicher die Bleimine und je weniger tief der Eindruck derselben ist; sie erfolgt durch Radiergummi, der in den verschiedensten Sorten (s. [1], S. 24) im Handel zu haben ist (vgl. a. Gummiwarenfabrikation). Bei Zeichnungen mit Kohle wird zum Auslöschen Feuerschwamm verwendet. Zur Entfernung der in beiden Fällen entstehenden Krümel bedient man sich des Handfegers (eines kleinen Kehrwisches aus weichen Borsten). Zur Befestigung der Bleistift- und Kohlezeichnungen auf dem Papier verwendet man sogenannte Fixative: Schellack in Weingeist gelöst, farblose Ochsengalle, Milch, schwarzer Kaffee, Wasserdampf u. s. w.; s. [1], S. 42. Soll die Bleistiftzeichnung ausgezogen werden, so geschieht dies mit der Reißfeder oder der gewöhnlichen Zeichenfeder und mit angeriebenen Wasserfarben oder mit Ausziehtuschen (s. Aquarellmalerei, Bd. 1, S. 262, technische Farben). In der Regel werden die ausgezogenen Urzeichnungen koloriert; Kohle- oder Kreidezeichnungen werden mit Wischern (Estamper), aus grauem Papier, gelbem Leder oder Kork hergestellten zugespitzten Rollen, abschattiert und in den Schnittflächen mit farbigen Kreidestrichen versehen. In vielen Fällen wird es erforderlich, auf die Zeichnungen gelangte Flecken wieder zu entfernen; dieses Ausflecken (vgl. a. Fleckausmachen) erfolgt entweder rein mechanisch durch Radieren, Waschen, Abreiben mit Brot oder mit Abfalleder u. dergl., oder — bei Fettflecken — durch Auflegen von Fließpapier und heißes Bügeln, Auftragen eines Bolusbreies oder eines solchen aus Magnesia und Benzin oder durch Erhitzen.

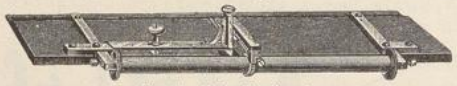


Fig. 9. Schraffierlineal.

Spezielle Behandlung der Zeichnungen in der Architektur, dem Bauingenieur- und dem Maschineningenieurwesen.

Architektonische Zeichnungen können nur bezüglich der Grundrisse und Schnitte als technische angesehen werden; die Behandlung der Ansichten, Perspektiven u. s. w. ist — wie man zu sagen pflegt — künstlerisch ungebunden und (wie die „Mode") zu allen Zeiten verschieden gewesen (s. a. Architekturmalerei). Grundrisse und Schnitte werden in der Regel von dem entwerfenden Architekten fertig mit Bleistift gezeichnet; von diesen Urzeichnungen wird eine Originalpause gefertigt, die dann zu Lichtpausen dient, da in der Regel für die Bauausführung mehrere Exemplare erforderlich werden. Nur dann, wenn es sich wie bei Konkurrenzen u. s. w. um eine besonders exakte und elegante Ausführung handelt, werden auch Grundrisse und Schnittzeichnungen zum Vornherein mit Tusche und Reißfeder ausgeführt und schon in der Urzeichnung entweder schwarz oder mit in Farbe angelegten Schnittflächen hergestellt. Dasselbe geschieht mit Zeichnungen, die dazu bestimmt sind, als Vorlagen in Schulen oder als Ausstellungsobjekte zu dienen, in Archiven aufbewahrt zu werden u. s. w. Detailzeichnungen (vgl. Bauplan) werden als Arbeitszeichnungen in großem Maßstab mit festen, kräftigen Strichen auf starkes Papier, Zeichenleinwand oder Pausleinwand gefertigt; die Schnittflächen erhalten Kolorit oder farbige Schraffierung. Hauptsache sind hier eingeschriebene Maße. Die Art der Behandlung in Strichmanier ist im übrigen in den im Lexikon enthaltenen Artikeln aus dem Gebiete der Architektur zu ersehen; allgemeines s. in [4].

Von den Zeichnungen im Bauingenieurwesen erhalten im allgemeinen wohl nur die Konkurrenzpläne bei Brücken, Wasserbauten u. s. w. eine sogenannte künstlerische Ausstattung, bei welcher in der Regel Architekten mitwirken. Gebäudegrundrisse, Schnitte u. s. w. werden gleich behandelt, wie bei den Architekten. Die Hauptsache bei allen Zeichnungen des Bauingenieurs ist das Zusammenstimmen aller Maße und die Wahl eines genügend großen Maßstabes für die Darstellung der Einzelheiten eines Entwurfes. Objekte maschinentechnischer Natur werden genau so gezeichnet wie im Maschineningenieurwesen (s. unten), sofern nicht eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

spezielle Behandlung durch den Maschineningenieur vorbehalten ist. Im letzteren Falle erfolgt die Aufzeichnung rein schematisch, so daß aus derselben nur die Hauptmaße und die allgemeine Anordnung hervorgehen. Alle Maße in den Zeichnungen des Bauingenieurs sind liegend (wagerecht) einzuschreiben, weil sie so am besten abgelesen werden können. Hinsichtlich Kolorit der Flächen in Grundrissen, Querschnitten u. s. w. besteht ebenfalls — je nach dem Objekte — Uebereinstimmung mit den Gepflogenheiten der Architekten und Maschineningenieure. Eine besondere Art von Zeichnungen im Bauingenieurwesen sind die zum Nachweis genügender Dimensionierung der Bauobjekte gelieferten: z. B. bei Brücken die Beanspruchungen der als Linien gezeichneten Stäbe, Ketten, Seile u. s. w., bei Betonbauten oder Betoneisenkonstruktionen, Wasserbauten, Gewölben die graphostatischen Berechnungen (Drucklinien) u. s. w. Die Art der Behandlung ist aus den Einzelartikeln im Lexikon zu ersehen.

Die Zeichnungen des Maschineningenieurs sind von besonderer, durch Uebereinkommen entwickelter Art und können eingeteilt werden in Werkzeichnungen, Zusammenstellungs(Montage-)zeichnungen, Fundamentpläne, Projekt- und Offertzeichnungen.

Die Entwürfe von neu anzufertigenden Gegenständen fertigt der Konstrukteur. Er muß genaue Kenntnis von der Herstellungsweise in der Werkstatt besitzen und zeichnet die Maschinenteile in Bleistift mit allen Angaben und Maßen genau auf. Darauf wird die Bleistiftzeichnung vom Zeichner auf Pauspapier oder Pausleinen mit schwarzer Ausziehtusche durchgezeichnet und von dieser Pause eine oder mehrere Lichtpausen angefertigt. Diese Lichtpausen für die Werkstatt sind meist Blaupausen, bei denen Zeichnung und Schrift weiß auf blauem Grunde erscheinen. Für Projekt- und Offertzeichnungen werden auch Lichtpausen mit dunkeln Linien auf weißem Grund angefertigt. Die Blaupausen für die Werkstatt klebt man meist auf starkes Packpapier, lackiert sie zum Schutz gegen Staub und spannt sie in einen Holzrahmen, damit der Arbeiter die Zeichnung bei der Benutzung vor sich hinstellen kann. Die Zeichnungen werden zur Erleichterung des Einordnens und Auffindens mit Zeichen und Nummern versehen. Gewöhnlich gibt man den Zeichnungen zu einer Maschine ein gleiches Zeichen, z. B. S.M. 15 Nr. 1 oder S.M. 15 Nr. 7. Dabei ist S.M. eine Abkürzung (schnellaufender Motor), die Zahl dahinter, 15, gibt die Leistung und die Nr. die betreffende Zeichnung an. Meist werden auf den Zeichnungen die anzufertigenden Gegenstände in geraden Projektionen dargestellt, wobei die einzelnen Ansichten und Schnitte eine ganz bestimmte Stellung zueinander haben müssen. Ueblich ist dabei, die einzelnen Lagen dadurch zu bestimmen, daß man sich den darzustellenden Körper selbst gedreht denkt, wie den in Fig. 10 gezeichneten Gegenstand, zu dessen eindeutiger Bestimmung drei Ansichten nötig sind, wie die drei Pfeile zeigen. In Fig. 11 ist die Ansicht I die dem Pfeil 3 entsprechende in Fig. 10. Dreht man den Körper in Fig. 11 um 90° nach oben, so erhält man Ansicht II, entsprechend dem Pfeil I und durch Drehen dieser Ansicht um 90° nach rechts erhält man Ansicht III entsprechend dem Pfeil 2. Die erste Ansicht kann willkürlich angenommen werden, die übrigen liegen aber damit mehr oder weniger fest. So ist in Fig. 12

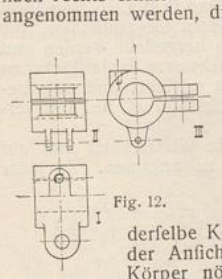


Fig. 12.

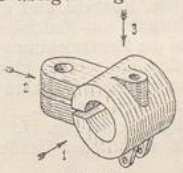


Fig. 10.

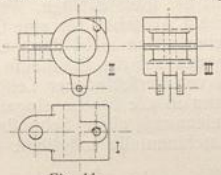
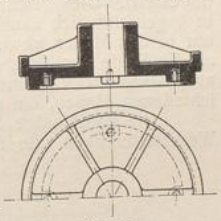


Fig. 11.


Fig. 13.

derselbe Körper noch einmal gezeichnet, mit andrer Lage der Ansichten. Zuweilen sind auch Schnitte durch den Körper nötig; wie in Fig. 13; gleichzeitig ist dort die Ansicht von oben unter dem Schnitt nur zur Hälfte gezeichnet, was bei solchen symmetrischen Körpern zulässig ist. Die Schnittflächen werden als solche gekennzeichnet durch Anlegen; bei kleineren Flächen ganz schwarz, mit Lichtrand links und oben (Fig. 13), sonst durch Schraffieren (Fig. 15—18). Durch die Art der Schraffur kann man gleichzeitig das zu verwendende Material bezeichnen (Fig. 17 und 18). Bei Werkzeichnungen geschieht das Anlegen der Schnitte gewöhnlich mit Buntstiften auf der für die Werkstatt bestimmten Blaupause. Auf Offert- und Projektzeichnungen wird häufig mit Wasserfarben angelegt. Die Materialfarben dafür sind: Schmiedeeisen, blau; Gußeisen, grau; Stahl, violett; Messing, hellgelb; Bronze, dunkelgelb; Kupfer, karmin; Holz, braun; also meist ähnlich der Farbe des Materials selbst. Jedoch ist mit Farbe eine eindeutige Bestimmung des Materials nicht möglich, und deshalb ist stets in der Stückliste der Zeichnung eine besondere Materialangabe erforderlich (s. Erklärung zu Fig. 17). In einen Schnitt fallende Rippen werden niemals geschnitten gezeichnet, wenn auch die Schnittebene mitten durch sie hindurchgeht (Fig. 13). Die sichtbaren Umrißlinien werden stark und glatt ausgezogen. Verdeckte, also unsichtbare Linien zeichnet man gestrichelt, neuerdings vielfach dünn (Fig. 13, 15—17). Die Maßlinien werden am besten fein und glatt ausgezogen und die Maßzahl (immer in Millimetern) senkrecht zur zugehörigen Linie eingeschrieben. Für die Maßlinien sind zuweilen Hilfslinien, fein gestrichelt, erforderlich, und dann muß jeder Gegenstand Mittellinien, fein strich-punktiert, erhalten, auf welche sich stets die Maße zurückführen lassen müssen, weil der Modelltischler, der Vorreißer und die meisten

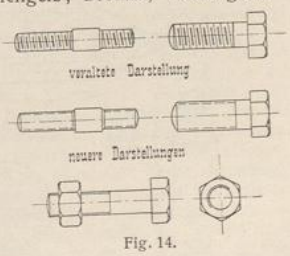


Fig. 14.

Bearbeiter des Gegenftandes in der Werkftatt diefe Mittellinien aufzeichnen und von ihnen aus meffen. Solche Gegenftände, welche gewöhnlich fertig bezogen und in Spezialfabriken hergeftellt werden, wie Schrauben, Zahnräder, Kurbeln, Handräder, Griffe u. dergl., zeichnet man abgekürzt, auch braucht man dafür keine Maße anzugeben, wenn nur in der Stückliffe oder fonft auf der Zeichnung bemerkt ift, daß diefe Gegenftände fertig zu beziehen oder vom Lager zu nehmen find. Gewinde an Schrauben wurden früher mit kurzen dicken und langen feinen Strichen abwechfelnd (Fig. 14) gezeichnet; heute bezeichnet man fie aber meift durch geftrichelte oder ausgezogene Linien (Fig. 14). Die Art des Gewindes wird in der Stückliffe befonders angegeben.

In Fig. 15 ift die Zufammenftellungszeichnung für einen Kreuzkopf und, weil derfelbe zur wagerechten Mittellinie fymmetrifch ift, die obere Hälfte im Schnitt, die untere in Anficht dargeftellt. Solche Zufammenftellungen vermeidet man für die Anfertigung und zeichnet lieber die einzelnen Teile für fich, mit Rückficht auf die Arbeitsteilung, und weil fich dann die Maße beffer einfchreiben laffen; oder man macht auf die Werkftattzeichnung auch eine Zufammenftellung, zeichnet aber die Einzelheiten noch einmal befonders (Fig. 17).

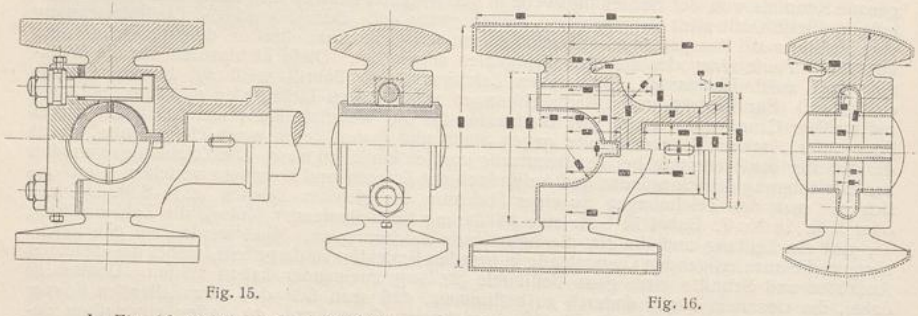


Fig. 15.

Fig. 16.

In Fig. 16 ift das vordere Gußftück zu dem Kreuzkopf nach Fig. 15 gezeichnet mit fämtlichen notwendigen Maßen und der Angabe der am Gußftück zu bearbeitenden Flächen (Hobeln, Drehen, Stoßen) in Geftalt der Linie aus Kreuzen. Auf Blaupaufen gibt man diefe Arbeitsflächen meift mit Rotftift an. Sie zeigen dem Modelltifchler, daß für die darauf bezüglichen Maße am Gußmodell Zugaben zu machen find. Die Maßzahlen find in Fig. 16 abgedeckt (blockiert). Dies gefchieht bei Riemfcheiben, Wellen, Kurbeln und andern Gegenftänden, die in gegenfeitig fich ähnlichem Ausfehen für eine Gruppe von Mafchinen hergeftellt werden und nur in den Maßen abweichen. Man klebt dann auf die Pauszeichnung fchwarze Papierftückchen an die Stelle der Zahl, fo daß auf der Blaupaufe dort ein weißer Fleck entfteht, und man benutzt dann für Mafchinen von verfchiedener Leiftung immer diefelbe Zeichnung, nur mit verfchiedenen Maßen, die dann in die Flecke eingefchrieben werden.

Die vollftändige Zeichnung einer Schubftange zeigt Fig. 17. In Wirklichkeit find auf Werkzeichnungen alle Mafchinenteile möglichft in natürlicher Größe zu zeichnen. Zu jeder

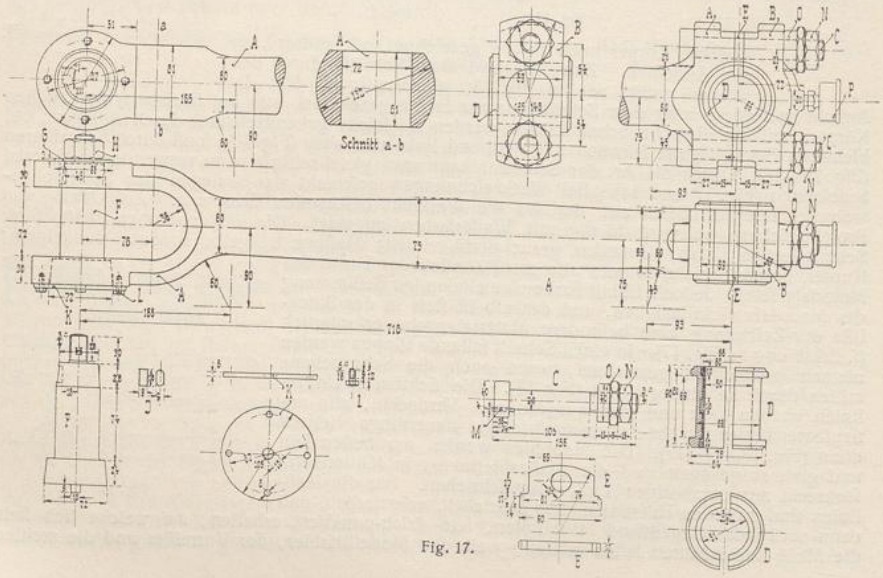


Fig. 17.

derartigen Zeichnung muß eine Stückliſte angefertigt werden, zu welchem Zweck die verſchiedenen Teile der Schubſtange mit Buchſtaben *A, B, C* ... bezeichnet ſind. Für Fig. 17 lautet dieſe Stückliſte:

Stückliſte zur Schubſtange Zeichnung Nr. . .

Zeichen	Gegenſtand	Stückzahl	Material	Bemerkungen
A	Schubſtange	1	Siemens-Martin-Stahl	Im Gabelende Keilnut.
B	Verſchlußſtück	1	" " "	
C	Bolzen	2	Schmiedeeiſen	Mit $^3/_4$"-Gewinde und je zwei Muttern *O* und *N* nebſt Sicherung *M*.
D	Lagerſchalenhälfte	2	Bronze	Neues Modell, ausgießen mit Lagermetall.
E	Zwiſchenlagen	2	Meſſing	
F	Kreuzkopfbolzen	1	Stahl	Mit $^3/_4$"-Gewinde und Keilnut.
G	Scheibe	1	Schmiedeeiſen	
H	Mutter	1	"	$^3/_4$"-Gewinde.
J	Keil	1	Stahl	
K	Scheibe	1	Schmiedeeiſen	
L	Kopfſchrauben	4	"	$^5/_{16}$"-Gewinde.
M	Sicherungsſchraube	2	Stahl	} S. a. *C*.
N	Mutter	2	Schmiedeeiſen	
O	"	2	"	
P	Schmierbüchſe	1	Meſſing	Fertig bezogen, Nr. 4.

Zur Erleichterung des Zuſammenbaues der Maſchinen und auch für Projekt- und Offertzeichnungen führt man Zuſammenſtellungszeichnungen aus (Fig. 18). Auf dieſen werden nur die Hauptabmeſſungen angegeben, und falls ſolche Zeichnungen für den Zuſammenbau in der Werkſtatt benutzt werden ſollen, gibt man zweckmäßig die Einzelzeichnungen an, auf denen die Teile beſonders dargeſtellt ſind. Bei größeren Maſchinen ſind ſolche Zuſammenſtellungszeichnungen zu unüberſichtlich; ſie werden dann nur von beſonders ſchwierigen Teilen angefertigt.

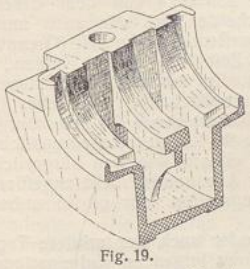
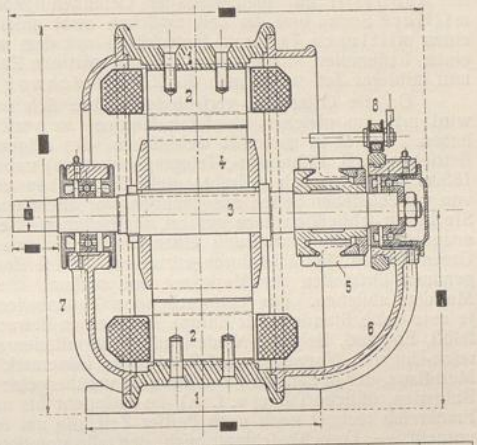


Fig. 19.



Zeichen	1	2	3	4	5	6	7	8
Gegenſtand	Joch	Pole	Welle	Anker	Kollektor	Lager	Lager	Bürstenträger
Nach Zeichnung	GM 5,1	GM 5,1	GM 5,3	GG 4,6	GG 4,7	GM 5,4	GM 5,5	GM 5,2

Fig. 18.

Für die Aufſtellung (Montage) der Maſchinen werden Aufſtellungspläne (vgl. z. B. Bd. 2, S. 210, Fig. 6 und 7, oder Pumpen) angefertigt, nach denen die Fundamente gemauert und die Rohrleitungen verlegt werden. Bei Patentzeichnungen, ferner bei mechaniſchen Apparaten, elektriſchen Einrichtungen u. dergl. iſt häufig eine Zeichnung in Parallelperſpektive zweckmäßig, weil ſich hierbei viel deutlicher der Zuſammenbau und die Wirkungsweiſe erkennen läßt. Auch bei Gußſtücken mit verwickelten Formen (Fig. 19) benutzt man, wie namentlich auch in der Gießereitechnik (Anfertigung der Modelle, Formen, Kerne u. ſ. w.) heute gerne zur Erläuterung der Form neben der geraden Projektion die Parallelperſpektive (Fig. 10).

Literatur: [1] zur Megede, A., Wie fertigt man techniſche Zeichnungen?, 4. Aufl., Berlin 1894. — [2] Geiſendörfer, L., Schriftvorlagen für Techniker aller Fächer, 14. Aufl., München o. J.; Klims, K., Zierſchriften, Frankfurt a. M. 1866; Supp, O., Alphabete u. Ornamente, München o. J.; Soennecken, F., Rundſchriftheſte, Bonn o. J. — [3] Fiſcher, E., Beiträge zur Geſchichte, Theorie und Praxis der Zeicheninſtrumente, Dingl. Polyt. Journ. 1885, S. 188 ff. — [4] Blanc, Ch., Grammaire des arts du dessin, Paris 1867; Edel und Schnabel, Die Staffage, Berlin 1898; Flinzer, Lehrbuch des Zeichenunterrichts, 5. Aufl., Leipzig 1896; Oltmann, J., Form und Farbe, Hamburg 1901; Schmidt, C., Die zeichneriſche Ausführung der Bauzeichnungen mit Bezug auf die farbige Darſtellung und die Schraffierung, Leipzig 1886; Schulze-Naumburg, Technik der Malerei, Leipzig 1900. — [5] Riedler, A., Das Maſchinenzeichnen, Berlin 1896; Krauſe, R., Techniſches Zeichnen aus der Vorſtellung und mit Rückſicht auf die Herſtellung in der Werkſtatt, Berlin 1906; Volk, C., Skizzieren von Maſchinenteilen in Perſpektive, Berlin 1906; Keiſer, K., Skizzieren ohne und nach Modell, Berlin 1904.

R. Krauſe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Z-Eifen, f. Normalprofile für Walzeifen.

Zeit, hier das aus aftronomifchen Beobachtungen gewonnene Maß für die Aufeinanderfolge von Ereigniffen.

Ortszeit ift ganz allgemein die Angabe einer richtig gehenden Uhr. Nicht an allen Orten der Erde herrfcht im gleichen Moment diefelbe Zeit, fondern diefe unterfcheidet fich nach der zwifchen den einzelnen Orten beftehenden Längendifferenz; die Längendifferenz gibt direkt den Unterfchied der Ortszeiten an. Orte, die auf gleichem Meridian liegen, haben die gleiche Ortszeit. Die Zeitangaben richten fich entweder nach der Stellung der Sonne oder der der Fixfterne, und man unterfcheidet demgemäß **Sonnenzeit** (als wahre und mittlere Sonnenzeit) und **Sternzeit.** Als wahre Sonnenzeit bezeichnet man direkt den Stundenwinkel des Sonnenzentrums, d. h. die Anzahl der Stunden, Minuten und Sekunden, welche im Beobachtungsmoment feit dem Durchgang des Sonnenzentrums durch den Meridian des betreffenden Ortes verfloffen find. Die Sternzeit in einem beftimmten Moment ift dagegen gleich dem Stundenwinkel des Frühlingsanfangspunktes. Im bürgerlichen Leben rechnet man allgemein nach Sonnenzeit, in der Aftronomie aber vielfach nach Sternzeit. Da die Erde fich aber nicht in einem Kreis um die Sonne bewegt, fondern in einer Ellipfe, fo muß fie gemäß dem zweiten Keplerfchen Gefetze mit ungleichförmiger Gefchwindigkeit in ihrer Bahn fortfchreiten; daher kommt es, daß die wahre Sonnenzeit kein gleichförmiges Zeitmaß fein kann. Die einzelnen aufeinander folgenden Meridiandurchgänge der Sonne werden daher nicht um gleiche Zeitdifferenzen auseinander liegen, ihre Vergleichung mit künftlichen Zeitmeffern, den Uhren, die zweckmäßigerweife nur für gleichförmigen Gang gebaut werden können, wird daher nicht unmittelbar möglich fein, und Unterabteilungen würden fich nur fchwer angeben laffen. Man denkt fich daher an die Stelle der wahren Sonne eine andre, fingierte Sonne gefetzt, die ihren fcheinbaren Umlauf um die Erde im Aequator mit gleichförmiger Gefchwindigkeit ausführt; diefe Sonne nennt man die mittlere Sonne und die Zeit zwifchen zwei aufeinander folgenden Kulminationen derfelben einen mittleren Tag (zum Unterfchied mit dem wahren Tag) und ihren Stundenwinkel für einen beftimmten Moment und Ort die **mittlere** Zeit. Den Unterfchied zwifchen wahrer Zeit und mittlerer Zeit nennt man die Zeitgleichung (f. d.).

Da die Ortszeiten verfchiedener Orte fich um deren Längendifferenzen unterfcheiden, wird man im gleichen abfoluten Moment an verfchiedenen Orten verfchiedene Zeitangaben haben. Das ift in manchen technifchen, der Allgemeinheit weiterer Ländergebiete dienenden Betrieben (z. B. Eifenbahn-, Telegraphenbetrieb) unbequem. Deshalb hat man fchon feit den 1880er Jahren danach geftrebt, diefe Zeitangaben zu vereinheitlichen. Solche Vorfchläge find von verfchiedenen Seiten ausgegangen, vor allem von dem Amerikaner Fleming (Toronto) [1]. Sie haben fchließlich dazu geführt, für beftimmte Gebiete der Erde Einheits- oder Zonenzeiten anzunehmen (die Einführung einer für die ganze Erde gültigen Einheitszeit, etwa der Greenwichzeit, ift nicht durchgedrungen). Diefe Zonenzeiten find derart gewählt, daß fie den genauen Ortszeiten für Meridiane entfprechen, die um je $15^0 = 1^h$ von dem Greenwicher Meridian abftehen. Die entfprechenden Zonenzeiten unterfcheiden fich alfo auch immer um je eine volle Stunde. Für Europa kommen in Betracht die weßeuropäifche Zeit (Greenwichzeit felbft, England, Belgien, Niederlande); die mitteleuropäifche Zeit (Deutfchland, Italien, Oeßerreich-Ungarn, Norwegen und Schweden, Dänemark u. f. w.), fie entfpricht der Ortszeit eines Meridians, der in der Nähe von Stargard vorübergeht; die oßeuropäifche Zeit (weßliches Rußland, Bulgarien, öftliche Türkei u. f. w.), fie entfpricht bis auf eine Minute genau der Petersburger Zeit. Frankreich rechnet noch nach Pariſer Zeit, die um fehr nahe $9^m\ 21^s$ der weßeuropäifchen Zeit vorgeht. — Dem Vorfchlag, auch den aftronomifchen Tag ebenfo wie den bürgerlichen um 12^h mitternachts beginnen zu laffen, hat der größte Teil der Aftronomen nicht zugeftimmt, da fonft die doch zumeift in die Nachtzeit fallenden Beobachtungszeiten fehr oft in unbequemer Weife ein verfchiedenes Datum tragen müßten.

Als **Einheit** für alle **Zeitmeffungen** gilt der Sterntag oder auch der mittlere Tag, denn das Zeitintervall, welches verftreicht zwifchen zwei aufeinander folgenden Kulminationen desfelben Punktes am Himmel (alfo, wenn auch nicht ganz ftreng, zwifchen zwei Kulminationen desfelben Fixfternes), ift, foweit man bisher hat nachweifen können, konftant. Der Zeitabfchnitt eines Tages ift aber für die Meffung langer Zeiträume zu kurz, d. h. man müßte diefe nach vielen Taufenden von Tagen angeben, und für fehr kleine Zeitintervalle zu lang. Man faßt deshalb eine gewiffe Anzahl von Tagen (7) wieder zu Wochen, 30 refp. 31 zu Monaten und 365 refp. 366 zu dem Intervall eines Jahres zufammen. Und anderfeits teilt man die Stunde in 60 Minuten zu 60 Sekunden. (Früher unterfchied man auch noch fogenannte Tertien, die aber wieder ganz zugunften der dezimalen Teilung der Sekunde abgekommen find.) Der Begriff des Jahres und in gewiffer Weife auch der des Monats decken fich im allgemeinen nicht ganz mit einer ganzen Anzahl von Tagen, weil wir unter einem Jahr zunächft das Zeitintervall verftehen, während deffen fich die Erde einmal um die Sonne bewegt hat, und unter Monat auch wohl die Zeit von einem Neumond bis zum nächften (fynodifcher Monat). Wegen der näheren Erläuterung der Begriffe Jahr und Monat muß aber hier auf die betreffenden Artikel verwiefen werden. Die Zeitrechnung bei den verfchiedenen Völkern ift fehr verfchieden und damit auch die Datierung derfelben Tage im Laufe der Zeit. Es mag hier nur an die Kalenderrechnung der Ruffen, der Juden, der moflemitifchen Völker u. f. w. erinnert werden. Angaben über die fynonymen Bezeichnungen für die gleichen Tage finden fich in den Kalendern und in den aftronomifchen Jahrbüchern. Die Grundfätze, nach denen diefe verfchiedenen Datierungen erfolgen, lehrt die Kalenderwiffenfchaft, die Chronologie, f. [2]—[4]. Als zweckmäßig gewähltes Zwifchenglied für die Umwertung der einzelnen Kalenderrechnungen ineinander benutzt man die fogenannte Julianifche Periode. So nennt man die Feftfetzung nach Jofeph Scaliger,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der $19 \times 28 \times 15 = 7980$ Jahre so nannte (diese Zahlen entsprechen bestimmten, in der Chronologie eine Rolle spielenden Jahresperioden) und das erste Jahr dieser Periode auf das Jahr 76 — (9×532) ansetzte. Das entspricht dem Jahr — 4712 oder 4713 v. Chr., so daß alle Daten, die sich noch irgendwie auf historische Ereignisse beziehen, nach dem Beginn dieser Periode fallen. Der 1. Januar 1900 entspricht dem 2415021. Tage und der 1. Januar 1910 dem 2418673. Tage der Julianischen Periode. — Die Bestrebungen zwecks Einführung der Dezimalteilung des Tages haben noch wenig Anklang gefunden und dürften gegenwärtig noch viel weniger Aussichten auf allgemeine Einführung haben, wie die schon für viele Zwecke eingeführte Dezimalteilung des Quadranten, obgleich in beiden Fällen die Zweckmäßigkeit besonders für die Technik des Rechnens unverkennbar ist und auch kaum mehr bestritten wird. Es sind rein praktische Erwägungen oder eine direkte Abneigung gegen solche Neuerungen, die der allgemeinen Einführung noch im Wege stehen.

Mit der Festlegung bestimmter Zeitmomente und mit der Kontrolle der dazu dienenden Uhren (Pendeluhren, Chronometer, Taschenuhren u. s. w.) hat sich die Theorie und Praxis der **Zeitmessung** zu beschäftigen. Es wird im allgemeinen Sache der Astronomen sein, genaue Bestimmungen der in einem gegebenen Moment geltenden Zeit auszuführen, denn nur mittels Beobachtungen an Gestirnen oder wohl auch der Sonne lassen sich in direkter Weise solche Bestimmungen ausführen. Es gibt aber auch eine Anzahl einfacher Instrumente und gewisse Methoden, die erhebliche astronomische Kenntnisse nicht voraussetzen. Dahin gehören die Beobachtungen an Sonnenuhren, die, wenn sie richtig gebaut sind, sofort die wahre Sonnenzeit W und sodann mit Hilfe der Zeitgleichung Z die mittlere Zeit M nach der Beziehung $M = W + Z$ liefern. Da die Kurve der scheinbaren täglichen Bewegung der Fixsterne zum Meridian symmetrisch ist, so werden gleichen Höhen der Gestirne über dem Horizont (oder gleiche Zenitdistanzen) auch gleichen Abständen vom Meridian vor und nach der Kulmination, also gleichen Stundenwinkeln entsprechen. Hat man also nach einer Uhr mit Hilfe eines Chronodeiks oder ähnlicher einfacher Instrumente oder mittels eines Sextanten oder Universalinstruments die Momente solcher gleicher Höhen ermittelt, so wird die halbe Summe der beiden Zeitangaben t_1 und t_2 dem Moment entsprechen, wenn das Gestirn den Meridian passierte; dabei ist nur vorausgesetzt, daß die Uhr während der Zwischenzeit einen gleichmäßigen Gang hatte. Im Moment des Meridiandurchganges muß aber eine richtig nach Sternzeit gehende Uhr so viel anzeigen, als der beobachtete Stern Rektaszension (α) besitzt. Kann man also diese aus einem Jahrbuche (Ephemeride) entnehmen, so ist der Fehler der Uhr Δu bestimmt durch die einfache Gleichung $\Delta u = \alpha - (t_1 + t_2) : 2$. Diese Methode der Zeitbestimmung, die man in der Astronomie mit dem Namen der „korrespondierenden Höhen" bezeichnet, ist auch bei sorgfältiger Beobachtung mit guten Instrumenten einer großen Genauigkeit fähig, und sie ist vor allem deshalb von großer Bedeutung, weil sie keinerlei Kenntnis andrer Elemente, namentlich nicht die der geographischen Breite des Beobachtungsortes erfordert. Auch auf die Sonne läßt sie sich anwenden, nur muß dann der Veränderung der Deklination der Sonne während der Zwischenzeit der beiden Beobachtungen Rechnung getragen werden. Das geschieht mit Hilfe der sogenannten „Mittagsverbesserung" (sind die beiden Beobachtungen nicht am Vor- und Nachmittag, sondern am Nach- und Vormittag gemacht, so tritt an die Stelle des Mittags die Mitternachtsverbesserung, die sich von der ersteren nur durch den konstanten Faktor $f = (12 - \tau) : \tau$ unterscheidet) — wo τ das Supplement der halben Zwischenzeit zu 12 Stunden bedeutet. Die Mittagsverbesserung hat die Form

$$\Delta t_0 = -\frac{1}{15}\Delta\delta\left(\frac{t}{\sin t}\cdot\operatorname{tg}\varphi - \frac{t}{\operatorname{tg} t}\operatorname{tg}\delta\right) = -\Delta\delta\,(A\operatorname{tg}\varphi - B\operatorname{tg}\delta),$$

wo $\Delta\delta$ die stündliche Veränderung der Sonnendeklination, φ die geographische Breite, δ die Deklination und A und B die von dem Stundenwinkel abhängigen Größen $t : 15 \sin t$ resp. $t : 15 \operatorname{tg} t$ bedeuten. Die letzteren Größen sind in dieser oder ähnlicher Form in vielen astronomischen Tafelsammlungen mit t als Argument gegeben [5].

Ganz ohne Instrumente, aber allerdings mit Aufwendung erheblicher Rechenarbeit, kann man Zeitbestimmungen dadurch vornehmen, daß man den Durchgang eines Gestirnes durch zwei etwa durch zweckmäßig aufgehängte Fäden bestimmte Vertikalebenen oder den mehrerer Gestirne durch eine solche Ebene [6] oder eines Sternes durch eine Ebene von bestimmtem Azimut beobachtet [7]. Diese Methoden sind sehr schön, sie werden aber nur zur Anwendung gelangen, wenn andre Möglichkeit, eine Zeitbestimmung zu erhalten, nicht gegeben ist. Auch die Beobachtungen der Uhrzeiten, zu denen verschiedene Sterne die gleichen Höhen erreichen, liefern gute Zeitbestimmungen und sind, abgesehen von dem Gaußschen Problem der drei gleichen Höhen, in neuerer Zeit mehrfach zur Anwendung gelangt [8]. Stehen bessere Instrumente zur Verfügung, so können Zeitbestimmungen mittels Messungen von Zenitdistanzen von Gestirnen mit Vorteil ausgeführt werden. Wenn bei den bisher genannten Methoden die Teilungen an Kreisen keine Rolle spielten, so ist das bei diesen Messungen aber der Fall und ihre Resultate sind von der Güte der Teilungen abhängig und auch von der Güte der Instrumente im allgemeinen, da die Messungen in beliebigen Zenitdistanzen erfolgen können (innerhalb durch die Praxis gebotener Grenzen, etwa zwischen 25 und 70°), s. Höhenwinkelmessung. Aus den Zenitdistanzen z findet sich dann der Stundenwinkel t des beobachteten Gestirns nach den Formeln $\cos t = \dfrac{\cos z}{\cos\varphi\cos\delta} - \operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}\delta$, oder für logarithmische Rechnung bequemer

$$\operatorname{tg}{}^1\!/_2\, t = \sqrt{\frac{\sin(s-\varphi)\cdot\sin(s-\delta)}{\cos s\cdot\cos(s-z)}},\quad \text{wo } s = {}^1\!/_2\,(\varphi+\delta+z) \text{ ist.}$$

Ist t gefunden, so hat man für die Uhrkorrektion Δu wieder die Beziehung: $\Delta u = \alpha + t - U$, wo dann U die zu der gemessenen Zenitdistanz gehörige Uhrangabe ist. — Ist der Stern im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oſten des Meridians beobachtet, rechnet man t zweckmäßig negativ. Für genauere Beſtimmungen beobachtet man natürlich nicht nur ein z, ſondern 4—6, aber es iſt durchaus zweckmäßig, die t einzeln zu berechnen.

Die genaueſte Methode der Zeitbeſtimmung iſt aber die aus Meridiandurchgängen, welche an einem transportablen oder feſtaufgeſtellten Durchgangsinſtrument ausgeführt werden. Iſt das Durchgangsinſtrument (ſ. d.) ſo aufgeſtellt, daß ſeine Abſehnslinie ſehr nahe im Meridian liegt, ſo werden die Durchgänge einer Anzahl (zwei würden ausreichen) richtig ausgewählter Geſtirne genügen, die Abweichung der Abſehnslinie vom Meridian und die Uhrangabe für den Durchgang durch den Meridian ſelbſt ſcharf zu beſtimmen, wenn anderweitig die Neigung der Umdrehungsachſe gegen den Horizont und der Winkel zwiſchen dieſer Achſe und der Abſehnslinie (der Kollimationsfehler $+90^0$) beſtimmt ſind, was durch Meſſungen an irdiſchen Objekten bezw. durch die Libelle oder den Queckſilberhorizont geſchehen kann. Zwiſchen der Uhrangabe U, dem Fehler der Uhr Δu, und der Rektaſzenſion eines beobachteten Geſtirns beſteht dann wieder die einfache Relation $\Delta u = \alpha - U_{ick}$, wo U_{ick} die wegen der Fehler des Inſtruments korrigierte Uhrangabe, alſo diejenige ſein wird, welche man an einem vollkommen berichtigten Inſtrument beobachtet haben würde. (Es iſt hierzu das über die Mayerſche Formel im Art. Durchgangsinſtrument Geſagte zu vergleichen.) In einem ſolchen Inſtrument iſt dann nicht nur ein Faden, ſondern eine ganze Anzahl ausgeſpannt, um dadurch genauere Angaben zu erhalten.

Die Genauigkeit, welche mit ſolchen Inſtrumenten einer Zeitbeſtimmung gegeben werden kann, beträgt durchſchnittlich $\pm$ 0,02 Sekunden; ſie iſt weniger abhängig von der Größe des Inſtruments als vielmehr von der Sicherheit ſeiner Aufſtellung und vor allem von der Sorgfalt und Geſchicklichkeit des Beobachters, mit der er die jeweiligen Fehler des Inſtruments zu beſtimmen vermag. Bei der Ausführung ſolch genauer Beobachtungen ſpielen ſehr viele Umſtände, auf die man ſonſt nicht zu achten braucht, eine Rolle, beſonders auch Fehler, die durch die Unvollkommenheit unſrer Sinne herbeigeführt werden (phyſiologiſche Fehler). Dahin gehört z. B. der Unterſchied in der Auffaſſung eines Sterndurchganges durch einen Faden im Geſichtsfeld des Inſtruments durch das Auge und der Wahrnehmung der Schläge der Beobachtungsuhr durch das Ohr oder der Abgabe des den Durchgang auf einem Chronographen (ſ. d.) markierenden Zeichens durch die Hand. Auch die verſchiedene Helligkeit der Geſtirne bedingt ſolche Auffaſſungsfehler. Man hat durch Einführung beſtimmter Beobachtungsmethoden und beſonders konſtruierter Mikrometer (Repſoldſches unperſönliches Mikrometer) dergleichen Fehler zu eliminieren verſucht, und bis zu einem gewiſſen Grade iſt das auch gelungen. Auch die Beſtimmung des wirklichen Betrages ſolcher Fehler (perſönliche Gleichung) iſt von Intereſſe, um ihre Konſtanz beurteilen und eventuell ihren Einfluß in Rechnung ziehen zu können [9].

Auch außerhalb des Meridians laſſen ſich mit Hilfe der Durchgangsinſtrumente zweckmäßigerweiſe Beobachtungen zur Zeitbeſtimmung anſtellen (Beobachtungen im Vertikal des Polarſternes [10]), auf die aber hier nicht weiter eingegangen werden kann; es muß dieſerhalb auf die Lehrbücher der ſphäriſchen Aſtronomie von Chauvenet, Brünnow, Herr u. a. verwieſen werden. — Der Laie und auch der Aſtronom iſt nicht in jedem Moment in der Lage, eine direkte Zeitbeſtimmung auszuführen. Es müſſen demnach Mittel vorhanden ſein, auch indirekt, mit Bezug auf eine gute Uhr, deren Stand und Gang ſo oft als möglich aſtronomiſch kontrolliert wird, ſcharfe Zeitangaben zu erhalten. Die genaue Prüfung ſolcher Uhren ſowie ihre ſichere Aufſtellung iſt Sache der Sternwarten und Aſtronomen. Für transportable Uhren, ſpeziell Schiffsuhren, beſtehen in allen ausgedehnte Seefahrt treibenden Staaten beſondere Inſtitute zu ihrer Prüfung und Auswahl für die Schiffe. In Deutſchland z. B. die Deutſche Seewarte, Abteilung IV. — Von ſolchen Inſtituten oder von beſtimmten Sternwarten werden an vielen Orten, namentlich Hafenſtädten, zu beſtimmten Zeiten (Greenwich Mittag oder 0 Uhr Ortszeit) verabredete Signale abgegeben, durch deren Beobachtung dann jedermann ſeine Uhr kontrollieren kann (Zeitballſtationen, Signalſchüſſe u. ſ. w. Ein genaues Verzeichnis über ſolche Signalſtationen mit allen zugehörigen Angaben enthält z. B. das Nautiſche Jahrbuch, herausgegeben vom Reichsamt des Innern, und andre ähnliche nautiſche Ephemeriden und Tafelſammlungen).

Uebertragungen von Uhrſignalen werden einmal zur Regulierung des Standes von Uhren an verſchiedenen Orten ausgeführt, dann aber werden ſie bei geodätiſchen Arbeiten zur Beſtimmung des Längenunterſchiedes benutzt (ſ. oben). Man kann derartige Uebertragungen durch optiſche und elektromagnetiſche Signale mit Vorteil bewirken, z. B. werden ſolche Signale von Berlin aus jeden Tag allen Telegraphenämtern zu beſtimmter Stunde gemeinſam gegeben. Auch die Hamburger Sternwarte hat in neueſter Zeit einen ſolchen für Private nutzbaren automatiſchen Zeitſignaldienſt eingerichtet [11]. — Zu Arbeiten dieſer Art hat man neuerdings auch die drahtloſe Telegraphie verwendet und zwar, wie die Verſuche von Th. Albrecht vom Kgl. Geodätiſchen Inſtitut auf der Strecke Potsdam—Brocken bewieſen haben, mit ſehr gutem Erfolge. Auch die Fernregulierung eines ganzen Syſtems von Uhren in größeren Städten kann auf elektriſchem oder auch pneumatiſchem Wege eingerichtet werden und zwar ſo, daß jede Minute, jede Stunde oder auch alle Sekunden ein Regulieren der Nebenuhren erfolgt (ſogenannte ſympathetiſche Uhren oder Zifferblätter) [12]. — Werden die Zeitbeſtimmungen, wie es für ſolche von großer Genauigkeit nötig iſt, mit Hilfe der Beobachtungen von Fixſternen ausgeführt, ſo erhält man daraus faſt ſtets den Fehler einer nach Sternzeit gehenden Uhr. Für alle Zwecke des bürgerlichen Lebens benutzt man aber Uhren, die nach mittlerer Zeit gehen. Es iſt deshalb nötig, die Sternzeitangaben in ſolche nach mittlerer Zeit zu verwandeln. Dazu bedarf es nur der Kenntnis, wieviel in einem beſtimmten Zeitintervall, etwa dem einer mittleren Stunde, Sternzeitſekunden verſtreichen. Dieſes Verhältnis läßt ſich leicht finden, wenn man bedenkt, daß in einem Jahre genau ein Sterntag mehr ſein muß als mittlere Tage. Deren ſind es aber

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

im Jahre 365 · 2422, alfo 366 · 2422 Sterntage. Daher ift das Verhältnis der Dauer einer Sternzeitfekunde zu einer mittleren Zeitfekunde gleich 365 · 2422 : 366 · 2422 oder wie 1 : 1.00273972, oder umgekehrt, die Dauer einer mittleren Zeitfekunde verhält fich zu der einer Sternzeitfekunde wie 1 : 0.99726957. Die aftronomifchen Jahrbücher und die Tafelfammlungen enthalten zweckmäßig eingerichtete Tafeln, die geftatten, auf fehr einfache Weife ein in Sternzeit gemeffenes Zeitintervall in mittlerem Zeitmaß auszudrücken und umgekehrt. Will man aber die für einen beftimmten Moment gültige mittlere Zeit kennen, wenn diefer in Sternzeit angegeben ift, oder will man die Sternzeit für einen beftimmten Moment mittlerer Zeit kennen lernen, fo ift dazu noch nötig, zu wiffen, wieviel es um 0 Uhr mittags (mittlere Zeit) an dem betreffenden Tag Sternzeit war. Diefe Angabe enthalten die aftronomifchen Jahrbücher für den Beginn jeden Tages, aber für 0 Uhr mittlere Zeit desjenigen Meridians, für welchen das Jahrbuch berechnet ift. Für andre Orte muß die Sternzeit im mittleren Mittag oder die Rektafzenfion der mittleren Sonne für deren Meridiandurchgang an diefem Orte erft berechnet werden und zwar auf Grund der Ueberlegung, daß die Aenderung der Rektafzenfion der mittleren Sonne in 24 Stunden mittlerer Zeit den 365·2422. Teil diefer Zeit felbft, nämlich $3^m\,56^s.56$ oder pro Stunde $9^s.86$ beträgt; 1 mittlerer Tag (gleich 24^h mittlere Zeit), ift alfo gleich 1 Sterntag $+\ 3^m\,56^s.56$ Sternzeit, 1 Sterntag (gleich 24^h Sternzeit) ift alfo gleich 1 mittlerer Tag $-\ 3^m\,55^s.91$ mittlere Zeit. Die „Connaissance des Temps“ gibt z. B. für den 7. Oktober 1909 als Sternzeit im mittleren Mittag für Paris $13^h\,1^m\,56^s.30$; daraus findet man die Veränderung der Sternzeit für den mittleren Mittag desfelben Tages für Göttingen $= \frac{30^m.4 \times 9^s.86}{60} = 5^s.00$ und die Sternzeit felbft für den mittleren Mittag des 7. Oktober für Göttingen gleich $13^h\,1^m\,56^s.30 - 5^s.00 = 13^h\,1^m\,51^s.30$, weil Göttingen fehr nahe $30^m.4$ öftlich von Paris liegt. Wollte man die Sternzeit für $6^h\,3^m\,50^s$ mittlere Zeit Göttingen für diefen Tag wiffen, fo hätte man noch die feit dem mittleren Mittag verftrichenen, in mittlerer Zeit ausgedrückten $6^h\,3^m\,50^s.0$ in Sternzeit zu verwandeln und diefen Betrag zur Sternzeit im mittleren Mittag zu addieren, man findet alfo:

$$13^h\,1^m\,51^s.30 + 6^h\,3^m\,50^s.0\left(\frac{366\cdot2422}{365\cdot2422}\right) = 13^h\,1^m\,51^s.30 + 6^h\,3^m\,50^s.0 \times 1.00273791 =$$
$$13^h\,1^m\,51^s.30 + 6^h\,4^m\,49^s.63 = 19^h\,6^m\,40^s.93 \text{ Sternzeit.}$$

(Die Verwandlung der $6^h\,3^m\,50^s.0$ in Sternzeit ift mit den erwähnten Hilfstafeln gemacht.) — Umgekehrt würde man erhalten für 1909 Oktober 10 $18^h\,0^m\,0^s$ Sternzeit als Angabe in mittlerer Ortszeit wiederum für Göttingen:

Ortsfternzeit	18^h	0^m	$0^s.00$,	
Sternzeit im mittleren Mittag	13	13	40.96	(= $13^h\,13^m\,45.96$ [Paris] − $5^s.00$),
Differenz	5	46	19.04	= verfloffene Zeit feit dem mittleren Mittag, ausgedrückt in Sternzeitintervallen,
Reduktion auf mittlere Zeit .		—	56.74	(aus den Tafeln genommen),
Mittlere Zeit	5	45	22.30.	

Alfo $18^h\,0^m\,0^s$ Sternzeit entfpricht am Oktober 10 für Göttingen $5^h\,45^m\,22^s.30$ mittlere Zeit.

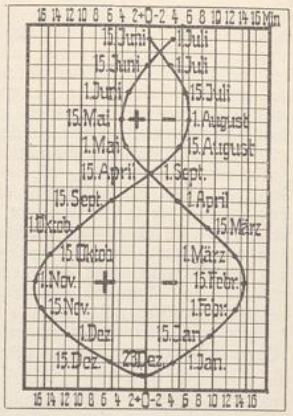
Literatur: [1] Fleming, S., Uniform now local Time (Terrestrial Time), London 1878, u. Papers on Time, reckoning and the selection of a prime Meridian, Report of the United States Nat. Mufeum f. 1886; Förfter, W., Ortszeit und Weltzeit, Berlin 1884; Hammer, E., Meridian und Weltzeit, Hamburg 1888. — [2] Wislicenus, W., Aftronom. Chronologie, Leipzig 1895. — [3] Ginzel, F. K., Handbuch der mathem. und techniſchen Chronologie, Bd. 1, Leipzig 1906; Neuausgabe von L. Idelers Handbuch gleichen Namens, Berlin 1825 und 1826. — [4] Schram, R., Hilfstafeln zur Chronologie, Wien 1883. — [5] Albrecht, Th., Formeln und Hilfstafeln zur geographifchen Ortsbeftimmung, 4. Aufl., Leipzig 1909; Ambronn-Domke, Aftronom.-geodätifche Hilfstafeln, Berlin 1909. — [6] Harzer, P., Ueber geographifche Ortsbeftimmung ohne Inftrumente, in Petermanns Mitteilungen, Gotha 1896, Ergänzungsheft 123. — [7] Wislicenus, W., Handbuch der geographifchen Ortsbeftimmungen, Leipzig 1891; über die mit einfacheren Inftrumenten auszuführenden Zeitbeftimmungen ift auch befonders nachzufehen: Jordan, Grundzüge aftronom. Zeit- und Ortsbeftimmung, Berlin 1885, fowie auch die Lehr- und Handbücher der fphärifchen Aftronomie. — [8] Stechert, C., Die Zeitbeftimmung aus gleichen Höhen, Hamburg 1898; aus dem Archiv der Deutfchen Seewarte. — [9] Die bezüglichen Inftrumente zur Beftimmung der perfönlichen Gleichung find ausführlich befchrieben in Ambronn, Handbuch der aftronomifchen Inftrumentenkunde, Berlin 1898. Neuerdings find die unperfönlichen Mikrometer auch wieder mit geeigneten Uhrwerken verfehen worden von Fr. Cohn (früher Königsberg); vgl. Königsberger Beob., Abt. 42 (1909) und Aftr. Nachr., Bd. 157, S. 357. — [10] Zeitbeftimmung mittels des tragbaren Durchgangsinftr., zwei Abhandlungen von Döllen, 1863 und 1874. — [11] Mitteilung über ein von der Hamburger Sternwarte abgehendes Zeitfignal, Aftronom. Nachr., Nr. 4355 (Bd. 182, Nr. 11), 1909. — [12] Ambronn, l. c., Bd. 1, Kap. Uhren, S. 163 ff. *Ambronn.*

Zeitgleichung ift der Unterfchied zwifchen der wahren und der im gleichen Moment herrfchenden mittleren Sonnenzeit.

Wie im Art. Zeit auseinandergefetzt, ift der Zeitraum zwifchen zwei aufeinander folgenden Kulminationen der wahren Sonne nicht ftets derfelbe, fondern ändert fich im Laufe eines Jahres, weil die Erde die Sonne nicht in einem Kreife, fondern in einer Ellipfe umkreift. Um gleiche Intervalle, die für die Praxis allein brauchbar find, für je einen bürgerlichen Tag zu erhalten, denkt man fich für die wahre Sonne eine fingierte — mittlere — Sonne gefetzt; die jeweilige Rektafzenfionsdifferenz diefer beiden Sonnen, verwandelt in mittlere Zeit, ift die Zeitgleichung für den betreffenden Moment. In den aftronomifchen Jahrbüchern findet fich die Zeitgleichung für jeden mittleren oder auch wahren Mittag des Jahres für den Meridian des Jahrbuches

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

angegeben und außerdem daneben die Veränderung der Zeitgleichung für 1 Stunde, so daß man ihren Betrag leicht für jeden Moment und jeden Ort ausrechnen kann. — Dadurch, daß man sich die fingierte Sonne auch zugleich im Aequator statt wie die wahre in der Ekliptik umlaufend denkt, kommt es, daß die Zeitgleichung im Jahre nicht zweimal, sondern viermal gleich Null wird; dies erfolgt zwischen dem 15. und 16. April, zwischen dem 14. und 15. Juni, dem 1. und 2. September und zwischen dem 24. und 25. Dezember; während die Extreme erreicht werden nahezu am 11. Februar mit $-14^m 25^s$, am 14. Mai mit $+3^m 50^s$, am 26. Juli mit $-6^m 18^s$ und am 3. November mit $+16^m 21^s$. — Die nebenstehende Kurve läßt den Verlauf im einzelnen gut erkennen. Man findet solche oder ähnliche Kurven häufig auf Sonnenuhren mit verzeichnet. *Ambronn.*



Jährlicher Verlauf der Zeitgleichung.

Zeitübertragung, s. Längenbestimmung.

Zeitzähler, s. Elektrizitätszähler.

Zelle (Zellenspeicher), s. Silospeicher.

Zellenschalter, s. Akkumulatorenschaltungssysteme und Fernspannungsregulierung.

Zellhorn, Zellstoff, s. v. w. Cellulose (s. d.).

Zellstoffgarne, s. Papierstoffgarne.

Zelt, ein aus wasserdichter Leinwand über rundem Grunde, also kegelförmig, oder in langer Form erbautes Dach, das über Stangen errichtet und durch Seile an Pflöcken bezw. am Boden befestigt ist.

Schon in frühester Zeit bildet das leicht zu errichtende und schnell abzubrechende Zelt die Wohnstätte der wandernden Hirtenvölker wie auch die Schlafstellen der Krieger. Im Altertum und Mittelalter boten besonders im Orient Prachtzelte den Herrschern das Mittel zur Entfaltung ihres Reichtums an farbigen Teppichen u. s. w. Ueber die Festzelte assyrischer Könige und solche aus alexandrinischer Zeit s. [1]. Gegenwärtig findet das Zelt weitgehende Verwendung zu Kriegs- und Ausstellungszwecken; im ersten Falle für die Unterkunft der Offiziere, Mannschaften und Pferde und für Kriegslazarette, bei den Ausstellungen vorübergehender Art als Stallungen, Wirtschafts- und Maschinenhallen, Gabentempel u. s. w. Ferner dient das Zelt als Garten- oder Jagdzelt, Musikpavillon in einfachster oder reichster Ausstattung [2].

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Frankfurt a. M. 1860, Bd. 1, S. 308. — [2] L. Stromeyer & Co., Konstanz, Zelte, Baracken und transportable Gebäude (Katalog mit Abb.). *Weinbrenner.*

Zement, ein hydraulisches Bindemittel, dessen Grundbestandteile Ton und Kalk sind (s. a. Mörtelprüfung).

Zement im weiteren Sinne nennt man auch die mit Aetzkalk (s. Kalk) zu vermischenden hydraulischen Zuschläge, z. B. Puzzonale (das sind durch Glühen aufgeschlossene Aluminiumsilikate (s. d.), die in der Natur als Santorinerde in Griechenland, als Puzzolane in Italien und Frankreich vorkommen), Traß (s. d.), Ziegelmehl, gemahlene Hochofenschlacke u. s. w. Zu den eigentlichen Zementen zählen die in Bd. 6, S. 455, unter 2—6 genannten und beschriebenen Produkte; unter diesen ist das in der Technik bevorzugteste der Portlandzement [1] — ein meist blaugraues Pulver —, das im Mittel 60% Kalk, 23% Kieselsäure, 7,5% Tonerde, 3,5% Eisenoxyd und zur Regulierung der Abbindezeit u. s. w. noch andre Stoffzusätze (z. B. Gips) enthält. Zusätze von Traß, Hochofenschlackenmehl u. s. w. gelten als keine Verbesserung, sondern nur als eine unvorteilhafte Beschwerung von Portlandzement. Bei der Portlandzementfabrikation (vgl. [1]—[3]) werden homogene Mischungen von Kalk und Ton entweder naß (durch Zusammenschlämmen) oder trocken (durch Zusammenmahlen) wie Ziegel geformt, in Oefen (s. Bd. 6, S. 746 ff.) bis zur vollständigen Sinterung gebrannt, zerkleinert (durch Kollergänge, Steinbrecher, Walzen u. s. w.) und möglichst fein gemahlen. Nach einem neuen patentierten Verfahren (Wassereinstäubung) von Collosus läßt sich Schlackenzement wesentlich verbessern. Natürlich vorkommende, zur direkten Erzeugung von Portlandzement geeignete Gesteine sind selten; es finden sich solche bei Perlmoos in Tirol und bei Gartenau in Salzburg. Untersuchungen der Zemente s. Mörtelprüfung. Portlandzement wird jetzt fast ausschließlich in ganzen, halben und viertel Fässern (180 kg, 90 kg und 45 kg brutto) in den Handel gebracht. Zu erwähnen ist noch der durch Brennen eines Gemenges von Kalkstein und Kaolin unter Zusatz von Feldspat hergestellte weiße Zement, der zum Ausfugen u. s. w. Verwendung findet. — Die Anwendung der Zemente s. unter Mörtel und Beton. Erwähnt sei noch, daß neuerdings zu wasserdichten Zementverputzen eine Zugabe von fein geschlämmtem Ton zum Mörtel mit Erfolg verwendet wird.

Literatur: [1] Büsing und Schumann, Der Portlandzement und seine Anwendung im Bauwesen, Berlin 1899. — [2] Weidner, H., Die Portlandzementfabrik, ihr Bau und Betrieb, Berlin 1909; Naske, C., Die Portlandzementfabrikation, 2. Aufl., Leipzig 1909. — [3] Zwick, Hydraulischer Kalk und Portlandzement, 3. Aufl., Wien 1909.

Zementation, die Gewinnung von Kupfer aus Grubenwässern durch Ausfällen mittels Eisen als metallisches Kupfer oder mittels Schwefelwasserstoff als Schwefelkupfer.

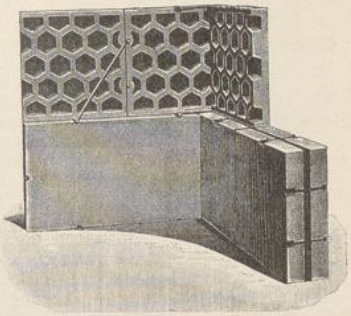
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zementwäſſer erzeugen ſich in verlaſſenen, erſoffenen Kupfererzgruben. Wäſſer, welche 100 g Kupfer in 1 cbm enthalten, können mit Vorteil verarbeitet werden, jedoch iſt ein etwaiger Gehalt an Eiſen und Zink ſtörend.

Literatur: Buddäus, W., Die Verarbeitung der kupferhaltigen Grubenwäſſer in Schmöllnitz, Berg- und Hüttenmänniſche Ztg. 1904, S. 13. *Treptow.*

Zementdächer, ſ. unter Holzzement.

Zementdielen (Zementbretter), von Otto Böklen in Lauffen a. N. 1892 erfundener Kunſtſtein aus Portlandzement und Bimsſteinſand in patentierter Form mit glatter Vorder- und zellenförmiger Rückſeite.



Die Erfindung zeigte ſich geeignet für Decken- und Wandbildungen ſowie zur Herſtellung von kleinen Barackenbauten und fand ihre weitere Ausbildung als Zementhohldielen durch J. Wygaſch in Beuthen.

Literatur: Höffer, O., Die Verwendung von Zementdielen u. ſ. w. im Hochbau, Breslau 1895. *Weinbrenner.*

Zementeſtrich (Zementgußboden), fugenloſe, ſehr harte und widerſtandsfähige Fußbodenbildung; ſ. a. Eſtriche, Bd. 3, S. 517.

Der Zementeſtrich beſteht aus zwei Schichten von verſchiedener Zubereitung. Die ſtärkere Unterlage von 6—15 cm Dicke, je nach den Zwecken des Bodens, beſteht aus einer Miſchung von grobem Kies oder Steinſchlag mit Sand und Zement, welch letzterer den 5. bis 20. Teil der Maſſe, je nach ſeiner Bindefähigkeit, ausmachen kann. Der zweite Auftrag, aus 1 Teil Zement und 1 Teil Sand gemiſcht, unter Zuſatz von wenig Waſſer, bildet die Oberfläche in Stärke von 2—3 cm. Die Unterlage wird durch Stampfen mit dem Stößel bearbeitet, bis Schwitzwaſſer austritt, die Ober- oder Glättſchicht aber mit einer Eiſenwalze gewalzt oder mit der Stahlkelle geglättet. Die Erhärtung erfolgt raſch. — Der Auftrag geſchieht in beiden Fällen nicht in breiten Flächen, ſondern in Bahnen von ca. 1 m Breite, welche zwiſchen Latten oder Eiſenſchienen eben geſtrichen werden, oder aber in abgegrenzten Flächen von ca. 1 qm Größe, wodurch den Rißbildungen der Oberfläche vorgebeugt wird. Die Farbe iſt meiſt das natürliche Grau oder rötlich. Verwendung: bei Küchen, Waſchküchen und ſonſtigen Arbeitsräumen, Speichern, Stallungen und Gehwegen. *Weinbrenner.*

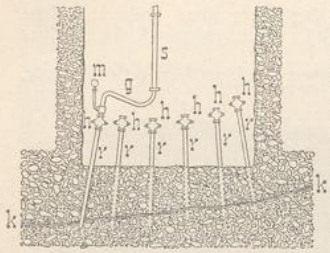
Zementieren, Zementſtahl (Blaſenſtahl). Zementieren bezeichnet im Eiſenhüttenweſen die Herſtellung von Stahl (Zementſtahl) aus gewöhnlichem, d. h. nicht härtbarem), ſchmiedbarem Eiſen durch Kohlung (ſ. d.) in feſtem, rotglühendem Zuſtand des Eiſens.

Als Rohmaterial benutzt man Schweißeiſenſtäbe von etwa 10—20 mm (und darüber) Stärke und 50—100 mm Breite, die in gemauerte, von außen geheizte Käſten von 2,75—3,5 m Länge, 0,8—1,2 m Höhe und 0,8—1,0 m Breite zwiſchen geſiebte Holzkohle von Nuß- bis Erbſengröße eingelegt werden. Die Dauer der Beheizung des luftdicht vermauerten Kaſtens hängt von dem gewünſchten Kohlenſtoffgehalt des Stahls ab; ſie beträgt etwa 8—10 Tage, wozu für das Abkühlen noch etwa 5—8 Tage kommen. Die Stahlſtäbe zeigen an ihrer Oberfläche Blaſen, die von einer Gasentwicklung durch Reduktion der in dem Schweißeiſen enthaltenen Schlacke herrühren; der rohe Zementſtahl wird deshalb auch als Blaſenſtahl (engl. blister-steel) bezeichnet. Der Vorgang beſteht bei dem Zementieren wohl nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, in einer Wanderung des Kohlenſtoffs, ſondern wahrſcheinlich in einer Bildung von CO und deſſen Zerfallen nach der Gleichung $2\,CO = C + CO_2$. Die Kohlenſäure CO_2 wird ſich in dem Holzkohlenbett wieder in CO zurückverwandeln, die wieder in das Eiſen eindringt u. ſ. w. — Ein dem Zementieren im Prinzip gleicher Vorgang iſt das Oberflächenhärten (ſ. d.). Dieſes Verfahren wird für Eiſenſtücke aus weichem (nicht härtbaren) Schmiedeeiſen angewendet, um ſie nur an ihrer Oberfläche oder nur an einzelnen Teilen derſelben in einer mehr oder weniger tiefen Schicht in Stahl umzuwandeln. Man verwendet hierzu kohlenſtoffhaltige Subſtanzen und zwar feſte Körper (ſ. Bd. 4, S. 745) oder gasförmige, wie z. B. Leuchtgas bei der Panzerplattenherſtellung. *A. Widmaier.*

Literatur: Lehrbücher über Eiſenhüttenkunde.

Zementieren. Beim Schachtabteufen in feſtem, aber von waſſerführenden Klüften durchzogenem Gebirge iſt zuerſt von Wiede [1] in Reinsdorf das Abſperren des Waſſers durch Ausfüllen der Klüfte mit Zement angewendet worden. Da auch Portier in Courrières zur Verbreitung des Zementierens beigetragen hat, ſpricht man wohl auch vom Portier-Verfahren.

Nähert man ſich beim Schachtabteufen der waſſerführenden Zone, ſo wird das Gebirge ſtets durch einige Vorbohrlöcher unterſucht, welche dem Abteufen 2—3 m vorangehen. Wird eine waſſerführende Kluft angetroffen, ſo wird im Schachtquerſchnitte eine größere Anzahl Vorbohrlöcher hergeſtellt (Figur S. 982) und durch Gasrohre r mit Hanfumwicklung, die mit einem Dreiwegehahnen h verſehen ſind, wieder verſchloſſen. Mittels Manometer m mißt man den Waſſerdruck, baut dann ein Standrohr s im Schachte ein und richtet in entſprechender Höhe über dem Abteufen eine Bühne für die Miſchung des Zementbreies und zum Einführen des letzteren in das



Zementieren waſſerführender Klüfte.

Standrohr her. Dabei iſt zu berückſichtigen, daß das ſpezifiſche Gewicht eines Gemiſches von 6 Raumteilen Waſſer und 5 Raumteilen Zement = 1,48, von 3 Raumteilen Waſſer und 5 Raumteilen Zement = 1,79 iſt. Es iſt zweckmäßig, einen langſam bindenden Zement zu wählen. Das Standrohr wird jedesmal durch einen Gummiſchlauch *g* mit einem Gasrohre verbunden. Man ſtellt dann den Dreiwegehahn zunächſt ſo, daß die in dem Standrohre enthaltene Luft entweichen kann, dann dreht man ihn und läßt den Zementbrei ſo lange in die Klüfte einfließen, als er aufgenommen wird. Das Gasrohr wird dann gezogen, das Bohrloch mit einem trockenen Holzſpund zugeſchlagen und das Gasrohr ſorgfältig ausgeſpült. Auf dieſe Weiſe verfährt man mit ſämtlichen Vorbohrlöchern. Es kommt nicht ſelten vor, daß ſich der Zementbrei von einem Vorbohrloche ſo weit verbreitet hat, daß ein oder mehrere benachbarte Löcher Zementbrei nicht mehr aufnehmen. Man läßt das Schachtabteufen 2—3 Tage ſtehen und findet dann beim weiteren Abteufen, daß die Klüfte durch den abgebundenen Zement geſchloſſen ſind. Am ſchwerſten ſind die feinſten Klüfte zu verſchließen. Es macht ſich zuweilen nötig, in der Richtung dieſer Klüfte beſondere Bohrlöcher zu bohren und das Verfahren nochmals zu wiederholen. Auch Hohlräume hinter dem Schachtausbau oder hinter Verdämmungen hat man auf dieſe Weiſe — im Salzgebirge unter Anwendung von Magneſiazement — ausgefüllt [2]. Der natürliche Druck kann auch durch eine Druckpumpe erſetzt werden.

Literatur: [1] Wiede, Alfred, Die Waſſerabdämmung beim Abteufen des Pöhlauer Schachtes der Gewerkſchaft Morgenſtern in Reinsdorf durch Verſteinung der natürlichen Waſſeradern, Sächſiſches Jahrbuch für Berg- und Hüttenweſen 1901, S. 66; Georgi, F. M., Waſſerverdämmung und Betonausbau im König-Georg-Schachte des K. Steinkohlenwerkes Zauckeroda, ebend. 1904, S. 97, mit Koſtenberechnung. — [2] Gräfe, Abteufarbeiten auf Schacht Hildeſia, Zeitſchr. f. angewandte Chemie 1907, S. 1027.

Treptow.

Zementſtahl, ſ. Zementieren.

Zementwaſſer, ſ. Kupfervitriol, Zementation.

Zengelſtange (Zenkelſtange), ſ. Floß.

Zenit nennt man den Punkt des Himmels, in dem die Richtung des Lotes die oberhalb des Beobachters gelegene Himmelshalbkugel trifft; nach unten verlängert trifft dieſe Linie den ſogenannten Nadir, den Gegenpunkt des Zenits.

Bei geodätiſchen und aſtronomiſchen Vertikalwinkelmeſſungen bezieht man die Richtung nach dem Objekt (Geſtirn) mit Vorteil auf das Zenit, d. h. man mißt Zenitdiſtanzen (ſ. d.). An den Vertikalkreiſen der aſtronomiſchen Meßinſtrumente nennt man Zenitpunkt denjenigen Punkt, den man an den Nonien oder Mikroſkopen ableſen würde, wenn die Abſehnslinie des Fernrohres genau nach dem Zenit gerichtet ſein würde. An größeren Inſtrumenten, namentlich feſtaufgeſtelliten, benutzt man als Referenzpunkt für die Vertikalwinkel häufig den Nadirpunkt ſtatt des Zenitpunktes, weil dieſer ſich leichter bei ſolchen Inſtrumenten direkt beſtimmen läßt, durch Benutzung eines Queckſilberhorizontes. — Im allgemeinen erhält man den Zenitpunkt aus der halben Summe zweier Ableſungen des Kreiſes in entgegengeſetzten Lagen (Fernrohr rechts und Fernrohr links) bei Richtung der Abſehnslinie nach dem gleichen feſten Objekt. — Die Verbindungslinie Zenit-Nadir geht im allgemeinen wegen der ſphäroidiſchen Geſtalt der Erde nicht durch deren Mittelpunkt (nur am Aequator und am Pol iſt das der Fall), ſondern die Richtung nach dem Zentrum der Erde ſchließt mit der Aequatorialebene einen andern Winkel ein als die Lotlinie. Den erſteren nennt man die geozentriſche (φ'), den letzteren die geographiſche Breite (φ) des Beobachtungsortes (ſ. Geographiſche Koordinaten). Zwiſchen geozentriſcher und geographiſcher Breite beſteht die einfache Beziehung $\operatorname{tg}\varphi' = \frac{b^2}{a^2}\operatorname{tg}\varphi$, wo a und b die beiden Halbachſen der Erdellipſe ſind. Ueber weitere Beziehungen ſind die Handbücher der mathematiſchen Geographie zu vergleichen.

Ambronn.

Zenitdiſtanz iſt derjenige Winkel, welchen die Richtung nach einem beſtimmten Punkte hin mit der Lotrichtung am Beobachtungspunkt einſchließt.

Die Zenitdiſtanz iſt die Ergänzung des Höhenwinkels (der Elevation) zu 90°. In der praktiſchen Meßkunde mißt man mit Vorteil die Zenitdiſtanz, da dieſe ſich ohne Rückſicht auf die Lotlinie ſelbſt finden läßt, aus der Differenz der beiden Ableſungen an einem Höhenkreis, die man bei Fernrohr rechts und Fernrohr links erhält unter der alleinigen Vorausſetzung, daß die Lage der Nullpunktlinie der Ableſevorrichtungen gegenüber dem Horizont konſtant geblieben iſt. — Bei cöleſtiſchen Meſſungen unterſcheidet man ſcheinbare und wahre Zenitdiſtanz. Die erſtere iſt um die Wirkung der Strahlenbrechung (Refraktion, ſ. d.) kleiner und um den Betrag der Parallaxe (ſ. d.) größer als die wahre Zenitdiſtanz, d. h. als die auf den Erdmittelpunkt bezogene. — Die Meſſung von Zenitdiſtanzen von Geſtirnen wird in der Aſtronomie zur Beſtimmung der Koordinaten des Beobachtungsortes viel benutzt.

Ambronn.

Zentner, Gewicht, früher in Deutſchland = 100 Pfund, zurzeit 1 Doppelzentner (dz) = 100 kg, 1 engl. Zentner = 50,802 kg, 1 Zentner der Verein. Staaten = 45,36 kg.

Plato.

Zentralachſe der Kräfte. Dieſelbe wurde von Poinſot in die Mechanik eingeführt (ſ. Poinſot, Eléments de statique, 9me édit., Paris 1848, S. 360). Heutzutage hat dieſelbe

eine allgemeine Bedeutung für jedes Streckenſyſtem gewonnen. Es gibt nicht bloß eine Zentralachſe der Kräfte, ſondern auch eine Zentralachſe der Bewegung, die Momentanachſe (ſ. Aequivalenz der Kräfte, Bd. 1, S. 87 unten). Ueber die allgemeine Zentralachſe eines Streckenſyſtems ſ. Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 52.

Zentralamt für den internationalen Eiſenbahntransport, auf Grund des Internationalen Uebereinkommens über den Eiſenbahnfrachtverkehr (ſ. Bd. 3, S. 280) vom Schweizeriſchen Bundesrat in Bern errichtet, um die Ausführung des Uebereinkommens zu erleichtern und zu ſichern. Das Zentralamt gibt u. a. die „Zeitſchrift für den internationalen Eiſenbahntransport“ heraus. *Cauer.*

Zentralbau, ein um einen Mittelpunkt gruppiertes Gebäude, bei dem der mittlere Teil den Hauptbau, meiſt eine Kuppel, bildet, um die ſich die Seitenteile, nach den Hauptachſen geordnet, anſchließen.

Die Grundrißform iſt eine runde oder vieleckige, mit Umgängen oder Kreuzarmen. Urſprünglich waren die Tauf- und die Grabkirchen [1] ſo gebildet; in ſpäterer Zeit ſchaffen der Renaiſſance- und Barockſtil bedeutſame Beiſpiele [2].

Literatur: Vgl. die unter Kuppel, Bd. 5, S. 791, ſowie [1] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 3, Heft 1, Holtzinger, Altchriſtliche und byzantiniſche Baukunſt, 3. Aufl., Leipzig 1909. — [2] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 6, Heft 2, v. Geymüller, Baukunſt der Renaiſſance in Frankreich, Stuttgart 1901. *Weinbrenner.*

Zentralbewegung. Geht die Richtung der Beſchleunigung eines in Bewegung begriffenen Punktes fortwährend durch einen feſten Punkt O hindurch, und iſt ihre Größe nur von der Entfernung des Punktes von O abhängig, ſo heißt die Bewegung des Punktes eine Zentralbewegung und O das Zentrum derſelben.

Wählt man O zum Pol eines Polarkoordinatenſyſtems der r, ϑ, ſo iſt die Komponente der Beſchleunigung ſenkrecht zum Radiusvektor r gleich Null, und es gelten die beiden Gleichungen (ſ. Beſchleunigung, Bd. 1, S. 717 unten) $\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = -\varphi$ und $\frac{1}{r}\frac{d}{dt}\left(r^2\frac{d\vartheta}{dt}\right) = 0$, wobei die Beſchleunigung φ poſitiv nach dem Zentrum hin gerichtet iſt. Die letztere Gleichung gibt $r^2\,d\vartheta : dt = C$, wo die Konſtante C durch die Anfangsbedingungen der Bewegung zu beſtimmen iſt. Es iſt aber $\frac{1}{2}r^2\,d\vartheta : dt = dS : dt$ die Sektorengeſchwindigkeit des Radiusvektors (ſ. Bd. 3, S. 592), und dieſe iſt mithin für die Zentralbewegung eine Konſtante $\frac{1}{2}C$. Iſt der Abſtand p der Tangente vom Pol O, ſo iſt $dS = \frac{1}{2}p\,ds$, wenn ds das Bogenelement und daher $v = ds : dt$ die Geſchwindigkeit iſt, alſo $pv = C$, d. h. für jede Zentralbewegung iſt das Moment der Geſchwindigkeit in bezug auf den Pol konſtant, oder die Geſchwindigkeit des Punktes iſt ihrem Abſtande vom Pol umgekehrt proportional. Die Bahn des Punktes iſt für jede Zentralbewegung eine ebene Kurve, deren Ebene das Zentrum enthält, denn die Beſchleunigung φ fällt in die Schmiegungsebene, und dieſe enthält mithin ſtets das Zentrum. Sie iſt aber die Ebene zweier aufeinander folgender Tangenten, und es fallen daher alle Schmiegungsebenen in eine zuſammen, da jede von ihnen durch eine Tangente und das Zentrum beſtimmt iſt. Eliminiert man aus beiden obigen Gleichungen das Zeitelement, ſo gelangt man zur Differentialgleichung der Bahn in Polarkoordinaten. Setzt man $1 : r = u$, ſo wird dieſelbe $\left(\frac{d^2u}{d\vartheta^2} + u\right)u^2 = \varphi : C^2$. Iſt die Bahn bekannt und etwa $u = f(\vartheta)$ ihre Gleichung, ſo dient dieſe Gleichung zur Beſtimmung der Beſchleunigung φ als Funktion von u oder ϑ. In rechtwinkligen Koordinaten x, y, deren Urſprung der Pol O iſt, ſind die Differentialgleichungen der Zentralbewegung $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{x}{r}\varphi = 0$, $\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{y}{r}\varphi = 0$. Außer dem Prinzip der Flächen (Bd. 7, S. 237) gilt für die Zentralbewegung auch das Prinzip der lebendigen Kraft (Bd. 7, S. 239). Beide Prinzipe liefern die beiden erſten Integrale der Bewegungsgleichungen $r^2\frac{d\vartheta}{dt} = C$ und $\frac{1}{2}v^2 = U + h$, wenn U die Kräftefunktion bezeichnet und $v^2 = \frac{1}{2}C^2\left[u^2 + \left(\frac{du}{d\vartheta}\right)^2\right]$. Man erhält hiermit als zweite Integrale $t - t_0 = \int_{r_0}^{r}\frac{r\,dr}{\sqrt{2r^2(U+h) - C^2}}$, $\vartheta - \vartheta_0 = \int_{r_0}^{r}\frac{C\,dr}{r\sqrt{2r^2(U+h^2) - C^2}}$.

Eine der wichtigſten Zentralbewegungen iſt die Planetenbewegung, welche dem Newtonſchen Geſetze $\varphi = \frac{\mu}{r^2}$ entſpricht (ſ. Keplers Geſetze, Bd. 5, S. 431). Für ſie gelten die Gleichungen $U - U_0 = -\int_{r_0}^{r}\frac{\mu}{r^2}\,dr = \frac{\mu}{r} - \frac{\mu}{r_0}$, $r^2\frac{d\vartheta}{dt} = C$, $\frac{1}{2}v^2 = \frac{\mu}{r} + \frac{1}{2}v_0^2 - \frac{\mu}{r_0} = \frac{\mu}{r} + \frac{1}{2}H$, wo $H = v_0^2 - \frac{2\mu}{r_0}$. Die Differentialgleichung der Bahn liefert, wenn ψ den Winkel bezeichnet, den der Radiusvektor r mit dem kleinſten Radiusvektor r_0 bildet, $r = \frac{p}{1 + \varepsilon\cos\psi}$, wo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\varepsilon = \left[1 + \left(\frac{C}{\mu}\right)^2 H\right]^{\frac{1}{2}}$, $p = \frac{C^2}{\mu}$. Dies iſt die Gleichung eines Kegelſchnittes, deſſen einer Brennpunkt das Zentrum O, deſſen Parameter $2p$ und deſſen numeriſche Exzentrizität ε iſt. Derſelbe iſt eine Ellipſe, Parabel oder Hyperbel, je nachdem v_0^2 kleiner, gleich oder größer als $2\mu : r_0$ iſt. Die weitere Entwicklung dieſer Theorie liefert die Koordinaten r, ψ als Funktionen der Zeit t (Keplerſches Problem) mit Hilfe der exzentriſchen Anomalie.

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 373—387; Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1898, T. 1, S. 354—376: Routh, Treatise on dynamics of a particle, Cambridge 1898, S. 197—303. *(† Schell) Finſterwalder.*

Zentralellipſe, ſ. Trägheitsellipſe.

Zentralellipſoid, ſ. Trägheitsmoment.

Zentrierapparate, -maſchinen, -werkzeuge. Zentrieren bezeichnet 1. das Aufſuchen und Anzeichnen der Lage der Drehachſe eines Arbeitsſtücks; 2. ein Arbeitsſtück nach einer Drehachſe einſpannen; 3. ein kegelförmiges Loch (Körner) in ein Arbeitsſtück in der Richtung der Drehachſe bohren, damit es zwiſchen Spitzen (ſ. d.) eingeſpannt werden kann.

1. Zum Aufſuchen und Anzeichnen der Lage der Drehachſe eines Arbeitsſtücks verwendet man Zentrierwinkel (Mittelfucher, ſ. d.); die beiden Schenkel des Zentrierwinkels legt man an die Mantelfläche eines zylindriſchen Arbeitsſtücks an und zieht auf der Endfläche an dem Lineal entlang einen Durchmeſſer und wiederholt dieſes Verfahren in einer zweiten Lage. Der Schnittpunkt der beiden Durchmeſſer iſt der Mittelpunkt. Demſelben Zweck dienen die Ankörnapparate (ſ. Fig. 1 und Bd. 1, S. 218, ferner Futter, Bd. 4, S. 228, Fig. 20).

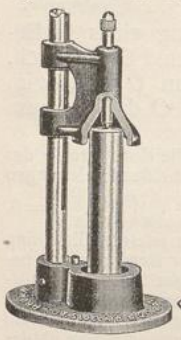


Fig. 1.

2. Zum zentriſchen Einſpannen von Arbeitsſtücken (ohne vorherige Beſtimmung der Drehachſe) verwendet man ſelbſtzentrierende Einſpannvorrichtungen (ſ. Futter, Bd. 4, S. 227).

3. Beim Bohren der Körner (ſ. d.) in ein Arbeitsſtück, um es z. B. zwiſchen den Spitzen einer Drehbank aufſpannen zu können, iſt zu beachten, daß das Loch dem Konus der Körnerſpitze entſprechend koniſch fein ſoll und daß ſich an das koniſche Loch noch ein zylindriſches anſchließen muß, damit eine kleine Oelkammer entſteht und das Arbeitsſtück nicht an der Spitze des Körners anliegt. Man verwendet hierfür Bohrer der in Fig. 2—4

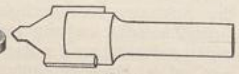


Fig. 2.



Fig. 3.

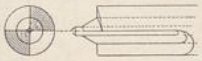


Fig. 4.

dargeſtellten Geſtalt. Der Bohrer Fig. 4 (Droop & Rein in Bielefeld) beſteht aus drei ineinander ſteckenden Werkzeugen. Dieſe Bohrer erfordern eine Bohrmaſchine oder einen Bohrapparat mit nur einer Spindel. Für das Zentrieren von Wellen größeren Durchmeſſers benutzt man vielfach transportable Apparate, die zentriſch an dem Arbeitsſtück befeſtigt werden. Man kann aber auch das Loch mit zwei Bohrern herſtellen; dann iſt indeſſen eine zweiſpindlige Zentriermaſchine notwendig; die eine Spindel trägt einen Spiralbohrer, die andre einen Verſenkbohrer. Das Arbeitsſtück wird in einem auf der Maſchine feſten Zentrierfutter eingeſpannt. Um das Arbeitsſtück nicht einſpannen zu müſſen, werden die Spindeln der Zentriermaſchinen in einem ſchwingenden Spindelbock gelagert, ſo daß die beiden Bohrer nacheinander zur Wirkung gebracht werden.

Zentrieren der Richtungs- bezw. Winkelmeſſung, ſ. Triangulierung.

Zentrifugalbeſchleunigung, die entgegengeſetzt genommene Zentripetalbeſchleunigung (ſ. Bd. 1, S. 717).

Zentrifugalkraft iſt das Produkt aus der Maſſe m eines eine gegebene Bahn gezwungen durchlaufenden Punktes und der Zentrifugalbeſchleunigung.

Zentrifugalmoment, ſ. Trägheitsellipſe.

Zentrifugalſichtmaſchine, eine in der Müllerei gebrauchte Sichtvorrichtung, die ſich durch ein zylindriſches, mit Gaze beſpanntes Geſtell kennzeichnet, das langſam um eine wagerechte Achſe umläuft und in deſſen Innern eine Gruppe von Schleuderleiſten mit hoher Umdrehungszahl (etwa 250) kreiſt, wodurch das Sichtgut ſcharf gegen die Gazeummantelung geworfen wird (ſ. Sichterei).

Zentrifugen, mit hoher Umdrehungszahl umlaufende zylindriſche Behälter (Trommel, Keſſel), innerhalb deren Materialien der verſchiedenſten Art der Wirkung der Zentrifugalkraft ausgeſetzt werden.

Man zentrifugiert Materialien aus verſchiedenen Gründen, z. B. um ihnen Feuchtigkeit zu entziehen oder um ſie zu imprägnieren, zu waſchen, zu beizen, zu färben oder zwecks Trennung in Produkte verſchiedenen ſpezifiſchen Gewichts innerhalb der Trommel oder zum Klären von Flüſſigkeiten, zum Scheiden von Flüſſigkeiten verſchiedenen ſpezifiſchen Gewichts u. ſ. w. — Der Antrieb der Zentrifugentrommel geſchieht entweder mittels einer mit ihr feſt verbundenen Spindel oder (ſeltener) iſt die Trommel auf einer feſtgelagerten Spindel auf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehängt. — Bei den meiſten Zentrifugen liegen der Antrieb und die Lager der Spindel unterhalb der Trommel, wodurch dieſe leicht zugänglich wird; bei Zentrifugen mit obenliegendem Antrieb muß darauf geachtet werden, daß keine Beſchädigung des Zentrifugeninhalts durch abtropfendes Oel oder durch Roſt eintreten kann. Die Spindeln der Zentrifugen ſind entweder feſtgelagert oder, um Erzitterungen bei ungleichmäßiger Verteilung der Materialien innerhalb der Trommel zu vermeiden, nachgiebig (unter Verwendung von Gummipolſtern) gelagert. Ueber die zum gleichen Zwecke angewandten Gleichgewichtsregulatoren an Zentrifugen vgl. [1]. — Um die Zentrifugen ohne Stöße in Umdrehung verſetzen zu können, werden bei Transmiſſionsantrieb Reibungskupplungen angewendet; häufiger werden indeſſen die Zentrifugen mit einem beſonderen Antriebsmotor (Dampfmaſchine mit Geſchwindigkeitsregulator, Elektromotor oder Waſſerturbine) verſehen. Zum raſchen Stillſetzen der Trommel iſt in der Regel eine Bremſe vorhanden. — Zum bequemen Entleeren der Trommeln werden die Trommeln entweder aushebbar angeordnet oder Untenentleerung angewendet. Für letzteren Zweck wird entweder der ganze Trommelboden nach abwärts geſenkt oder der Trommelboden iſt mit Durchbrechungen verſehen, die mittels einer Haube oder mittels Radialſchlitzen überdeckt werden können. Um das aus der Trommel weggeſchleuderte Material aufzufangen, ſind die Zentrifugen mit einem Schutzmantel verſehen, an den ſich in der Regel Leitungen u. ſ. w. zur Förderung des ausgeſchleuderten Materials anſchließen. — Die Trommeln beſtehen je nach dem zu zentrifugierenden Material aus Stahl, Schmiedeeiſen, Gußeiſen, Kupfer, Bronze, Meſſing, Aluminium, Nickel, Porzellan, Ton u. ſ. w. oder ſind mit einem Ueberzug aus Hartgummi, Email, Zinn, Blei, Silber u. ſ. w. verſehen. — Der Mantel wird bisweilen als Doppelmantel zum Heizen oder Kühlen des Trommelinhalts ausgebildet; auch werden die Zentrifugen derart ausgeführt, daß ſie vollſtändig luftdicht verſchloſſen werden können und das Zentrifugieren im Vakuum oder unter Druck ſtattfinden kann. Ueber Milchzentrifugen ſ. Molkerei.

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maſchinenmechanik, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunſchweig 1896. — [2] Parnicke, Maſchinelle Hilfsmittel der chemiſchen Technik, 3. Aufl., Leipzig 1905.

Zentripetalbeſchleunigung, ſ. Beſchleunigung, Bd. 1, S. 717; — zuſammengeſetzte, ſ. Coriolis' Satz von der relativen Beſchleunigung eines Punktes, Bd. 2, S. 477.

Zeolithe, Mineralgruppe von waſſerhaltigen Tonerde-, Kalk-, Natronſilikaten von verſchiedener Zuſammenſetzung.

Meiſt gut kriſtalliſiert, farblos, durchſichtig, ſtark glänzend; Härte 5; ſpez. Gew. 2,2—2,3. Ziemlich leicht ſchmelzbar und von Salzſäure zerſetzbar. Vorwiegend in baſiſchen Eruptivgeſteinen auf Klüften und in Mandeln (Diabas, Melaphyr, Baſalt). Hierher gehören Chabaſit (Kalk-Tonerde-Silikat), Desmin (Kalk-Natron-Tonerde-Silikat), Harmoton oder Kreuzſtein (Baryt-Tonerde-Silikat), Meſotyp oder Natrolithe (Natron-Tonerde-Silikat) u. a. Die Aluminatſilikate (Desmin, Stilbit, Chabaſit) ſind nach Rümpler (Deutſche Zuckerinduſtrie 1901) und Gans befähigt, den Alkali- und Betaingehalt der Melaſſe gegen ihren Kalkgehalt einzutauſchen, die Melaſſe zu reinigen und größere Mengen Zucker auskriſtalliſieren zu laſſen; ſie befördern weiter nach Gans den Austauſch der Pflanzennährſtoffe im Boden bei der Düngung.

Literatur: Gans, R., Zeolithe und ähnliche Verbindungen, ihre Konſtitution und Bedeutung für Technik und Landwirtſchaft, Jahrbuch der geol. Landesanſtalt für 1905, S. 179, und 1906, S. 63, Berlin 1905 u. 1906. *Leppla.*

Zephyr (Vapeur), die feinſten, locker gewebten, leinwandartigen Baumwollſtoffe (Muſſelinarten), doch verſteht man in einzelnen Gegenden auch darunter ein feines, dünnes, ſchafwollenes Gewebe in der Art der Damentuche; dickere derartige tuchartige Gewebe werden dann Halbtuch, Dreiviertelтuch und Dicktuch genannt (ſ. Weberei). *E. Müller.*

Zephyrgarne, ſ. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 325.

Zerfaſerung, ſ. Holzſtoff, Papierfabrikation.

Zerkleinern, Zerkleinerungsmaſchinen. Die zum Zerkleinern ſpröder Materialien, wie Erze, Kohle u. ſ. w., dienenden Maſchinen ſind ſehr verſchiedenartig eingerichtet. Ihr Bau hängt in erſter Linie davon ab, ob eine Zerkleinerung in mehr oder weniger große Stücke oder in Sande oder in Mehl gewünſcht wird. Ihrer Wirkungsweiſe und Konſtruktion nach kann man die Zerkleinerungsmaſchinen einteilen:

1. in ſolche, welche das Material zerdrücken, und zwar *α*) zwiſchen Brechbacken: Steinbrecher, ſ. S. 282 mit Figur; Sektorator (der bewegliche Brechbacken bildet einen Sektor, der eine Wälzbewegung ausführt [1]); *β*) zwiſchen einer horizontalen Unterlage und rollenden Gewichten: Kollergang (ſ. Mühlen, Bd. 6, S. 523, Fig. 1); *γ*) zwiſchen einem Mantel und innerhalb desſelben laufenden, durch die Zentrifugalkraft an den Mantel angepreßten Kugeln (Horizontalkugelmühle von Gebrüder Pfeifer in Kaiſerslautern [1], vertikale Rollmühle von Nagel & Kämp [1] oder Walzen (Propfemühle [1]); *δ*) zwiſchen einem Mantel und einem oder mehreren an ſeiner inneren Fläche herumgeführten kegel- oder walzenförmigen Rollkörpern (Pendelmühlen [1], [2] und Bd. 6, S. 524); *ε*) zwiſchen Walzenpaaren (deren Walzen je nach dem Zweck geriffelt oder gezahnt oder glatt ſind): Walzenmühle (ſ. d. und [1], [2]) und Walzenſtuhl;

2. in ſolche, welche das Material zerſchlagen, und zwar *α*) durch Kugeln, welche auf das Mahlgut herunterfallen: Mahltrommel (zylindriſche oder elliptiſche u. ſ. w. Trommel, in die durch eine während des Betriebs geſchloſſene Füllöffnung das Mahlgut eingebracht wird; bei ihrer

Umdrehung werden die Kugeln von ihr emporgehoben und fallen auf das Mahlgut herunter): Kugelmühle (ſ. Bd. 6, S. 524, Fig. 2 und [1], [2]); Rohrmühle [1]; β) durch Schlagſtifte, welche an einer Scheibe (Trommel) ſitzen und die das Mahlgut entweder gegen feſtſtehende Schlagſtifte (wie bei den Dismembratoren [2]) oder gegen rippenbeſetzte Wände (wie bei den Diſſipatoren) oder gegen die Stifte einer entgegengeſetzt rotierenden Trommel werfen (wie bei den Desintegratoren, ſ. Bd. 6, S. 525, Fig. 4); die allgemeine Bezeichnung für dieſe Zerkleinerungsmaſchine iſt Schleuder- oder Schlagſtiftmühle; γ) durch Stempel, welche auf das Mahlgut herabfallen; Poch- oder Stampfwerke, ſ. Bd. 7, S. 162 mit Figur, und [1], [2];

3. in ſolche, welche das Material zerſchneiden (abſcheren): Glockenmühle (Konusmühle), ſ. Bd. 4, S. 574, Fig. 1 und 2; Exzelſiormühle, ſ. Bd. 3, S. 523; Schraubenmühle, ſ. Bd. 6, S. 525, Fig. 3. Hierher gehören ferner die Mahlgänge, ſ. Bd. 6, S. 282, Fig. 1 und 2, Glaſurmühlen, Bd. 4, S. 558, Fig. 1 und 2, Farbenreibmaſchinen, Bd. 3, S. 616, Fig. 1.

Literatur: [1] Parnicke, Maſchinelle Hilfsmittel der chem. Technik, 3. Aufl., Leipzig 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Aufl., 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunſchweig 1896. *A. Widmaier.*

Zerklüftung, ſ. Lithoklaſen, Bd. 6, S. 176.

Zerreißmaſchinen, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Förderſeile.

Zerreißverſuch, ſ. Zugverſuch.

Zerſtäubungsvorrichtungen, wie der im Art. Strahlapparate beſchriebene und dort in Fig. 1 dargeſtellte Drofophor, dienen dazu, Flüſſigkeiten als feine ſtaubförmige oder nebelartige Tröpfchen in atmoſphäriſcher Luft, Dämpfen oder Gaſen zu verteilen. Die Flüſſigkeit kann entweder durch einen kräftigen Dampfſtrahl oder Druckluftſtrahl zerſtäubt werden, oder kann, wenn ſie unter genügendem Drucke ſteht und mit kräftigem Strahle ausſtrömt, ſich ſelbſt zerſtäuben.

Als Zerſtäuber der erſten Klaſſe können die im Art. Strahlapparate beſchriebenen Luftſtrahlwaſſerpumpen und Dampfſtrahlwaſſerpumpen (Injektoren) dienen, da ſie das in ihnen entſtehende Gemiſch aus angeſaugter oder zugefloſſener Flüſſigkeit mit Luft, oder aus Flüſſigkeit und zum Teil noch gasförmigem, zum Teil kondenſiertem Dampfe in Nebelform fortſchleudern. Auch die im Art. Luftpinſel beſchriebenen Luftſtrahlapparate gehören hierher. — Handelt es ſich um das Zerſtäuben flüſſiger Brennſtoffe zu Dampfkeſſelfeuerungen u. dergl., ſo wird damit meiſt eine teilweiſe Verdampfung oder Vergaſung verbunden. Iſt dieſe ſehr weitgehend, ſo ſollten ſolche Vorrichtungen zwar eigentlich nicht mehr Zerſtäuber genannt werden, doch hat man dieſen Namen für ſie beibehalten. Von den ſehr zahlreichen zu Feuerungen mit flüſſigem Brennſtoffe dienenden Zerſtäubern führen wir nur die folgenden beiſpielsweiſe an (ſ. a. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 12):

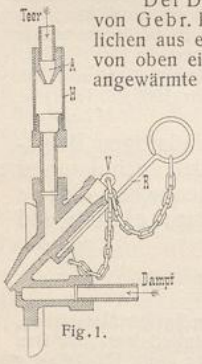


Fig. 1.

Der Dampfſtrahlzerſtäuber für dickflüſſige Brennſtoffe von Gebr. Körting A.-G. in Hannover (Fig. 1) beſteht im weſentlichen aus einem ſchräg abwärts gerichteten Rohre, aus welchem die von oben eintretende, vorher zum Zwecke des Dünnflüſſigwerdens angewärmte Flüſſigkeit wie Teer u. dergl., in dünner Schicht ausfließt und dabei durch einen in entſprechendem Winkel daraufſtoßenden Dampfſtrahl in ſtaubförmige Tröpfchen zerteilt und, mit atmoſphäriſcher Luft gemiſcht, in den Verbrennungsraum geſchleudert wird. Die Dampfausſtrömung erfolgt durch einen flachen Schlitz, ſo daß kein Brennſtoff unzerſtäubt herunterfallen kann. Der Zufluß des Brennſtoffs wird durch die Düſe *A* reguliert, die nach Bedarf mehr oder weniger aufgebohrt wird. Durch Siebe in dem darüber ſtehenden Brennſtoffbehälter werden Unreinlichkeiten zurückgehalten, ſo daß eine Verſtopfung der Düſe *A* nur ſelten eintritt. Um ſie in ſolchen Fällen reinigen zu können, ohne den Apparat abnehmen zu müſſen, wird die Hülſe *H* hinaufgeſchoben und die Düſe *A* mit einer Nadel von unten gereinigt, oder auch, behufs Reinigung des darüber liegenden Rohres, herausgeſchraubt. Der eigentliche Zerſtäuber kann während des Betriebes nach Wegnahme des Pfropfens *V* vermittelſt der Nadel *R* raſch gereinigt werden, falls dort eine Verſtopfung eintritt, die ſich durch geringere Stärke der Flamme ſofort kundgibt.

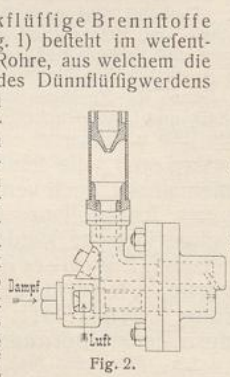
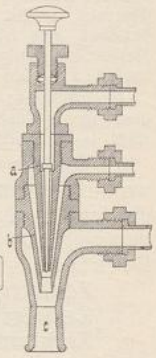


Fig. 2.


Fig. 3.

Gebr. Körtings Zerſtäuber mit Comprimeur (Fig. 2) für dünnflüſſige Brennſtoffe unterſcheidet ſich von dem ſoeben beſchriebenen dadurch, daß das Brennſtoffausflußrohr horizontal liegt und nur ſeine Ausflußöffnung ſchräg nach unten gerichtet iſt. Der darunter horizontal durchſtrömende Dampf ſaugt zunächſt durch eine Dampfſtrahlluftpumpe (ſ. Strahlapparate) Luft an und verdichtet ſie. Das ſich hierbei bildende Gemiſch von komprimierter Luft und Dampf ſtrömt durch einen flachen Schlitz aus, trifft mit dem ſchräg abwärts austretenden Brennſtoff zuſammen und zerſtäubt ihn. Durch das Anſaugen und Verdichten von Luft wird an Dampf geſpart und die nötige Verbrennungsluft in das Gemiſch gebracht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zerſtäubungsvorrichtung von W. G. Armſtrong, Whitworth & Co. (Fig. 3) hat drei teleſkopartig ineinander angeordnete Düſen; durch die innerſte Düſe *a* wird der Brennſtoff unter Druck eingeführt. Dieſe iſt von der Düſe *b* umgeben, durch welche Dampf ſtrömt, der den durch *a* ſtrömenden Brennſtoff teilweiſe verdampft oder vergaſt und ſich bei deſſen Austritt aus *a* mit ihm vermiſcht. Durch die dritte Düſe *c* ſtrömt heiße Luft zu, welche die Vergaſung vervollſtändigt und den zur Verbrennung nötigen Sauerſtoff liefert.

Um die Beimiſchung von Dampf zu dem zerſtäubten flüſſigen Brennſtoffe zu vermeiden, haben Gebr. Körting A.-G. in Hannover einen Zerſtäuber (Fig. 4) konſtruiert, dem das Oel in überhitztem Zuſtande unter Druck durch eine Röhre *a* zugeführt wird. Nachdem die Flüſſigkeit ſich bei *c* durch eine enge regulierbare Oeffnung gepreßt hat, tritt ſie in die verhältnismäßig weite Kammer *e*. Vermöge der ſtarken Druckminderung verdampft hier ein Teil der Flüſſigkeit und infolge der Expanſion dieſes und des beim Austritte aus der Mündung *b* ſich weiter entwickelnden Dampfes wird der Flüſſigkeitsſtrahl in Dampf und nebelförmigen Staub aufgelöſt. Da hier der Flüſſigkeitsſtrahl den ihn zerſtäubenden Dampfdruck ſelbſt erzeugt, bildet dieſe Vorrichtung einen Uebergang zur zweiten Klaſſe der Zerſtäuber.

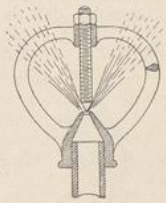


Fig. 6.



Fig. 7. Fig. 5.

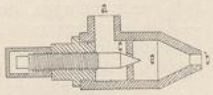


Fig. 4.

Bei den Zerſtäubungsvorrichtungen der zweiten Klaſſe wird der unter ſtarkem Drucke mit großer Geſchwindigkeit austretende Flüſſigkeitsſtrahl durch die ihm ſelbſt innewohnende lebendige Kraft zerſtäubt, und zwar geſchieht dies wiederum auf zweierlei Art, entweder durch Aufſchlagen des Strahles auf einen Prallkörper, indem der Strahl gegen eine Spitze, eine Kante oder eine Fläche des letzteren prallt, oder dadurch, daß man die geradlinig fortſchreitende Bewegung des Strahles in eine ſchraubenförmige Drehung um ſeine Längsachſe verwandelt, was zur Folge hat, daß die Flüſſigkeitsteilchen nach ihrem Austritte aus der Mündung des Apparates durch ihre Zentrifugalkraft auseinander getrieben werden und den Strahl in feinſte Tröpfchen auflöſen. — Die bekannteſte Vorrichtung der erſten Art iſt die Gartenſpritze, bei welcher der aus dem Mundſtück (Fig. 5) austretende Waſſerſtrahl in ſchräger Richtung gegen die ebene Fläche oder die Kante einer verſtellbaren Klappe prallt und dadurch in Tropfen aufgelöſt wird.

Eine feinere Zerteilung der Flüſſigkeit nach allen Seiten hin erreicht man, wenn man ſie in dünnerem Strahle unter ſtärkerem Druck gegen eine Spitze prallen läßt, die relativ zum Mundſtück feſtgehalten iſt. Bei ſolchen ſogenannten Streudüſen oder Zerſtäubungsbrauſen wird meiſt darauf ausgegangen, den austretenden Flüſſigkeitsſtrahl möglichſt wenig mit den Haltern der Prallfläche in Berührung zu bringen (Fig. 6); die Firma Paul Lechler in Stuttgart dagegen ſtellt derartige Vorrichtungen mit ſo kurz gehaltener Prallfläche her, daß auch die Schneiden der Halter als Prallflächen voll zur Geltung kommen (Fig. 7). Solche Zerſtäuber ſind beſonders dann vorzuziehen, wenn auf geringen Luftwiderſtand Wert gelegt wird, wie z. B. in Luftbefeuchtungsrohren und Kanälen u. ſ. w.

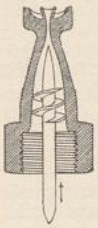


Fig. 8.

Bei den Streudüſen der zweiten Art wird von Gebr. Körting in Hannover die in der Achſenrichtung des Mundſtückes eintretende Flüſſigkeit durch einen in ſeinem Inneren befeſtigten Schraubengang in Drehung um die Längsachſe verſetzt (Fig. 8); bei den Zerſtäubungsbrauſen der Firma Paul Lechler in Stuttgart wird dagegen die drehende Bewegung des austretenden Flüſſigkeitsſtrahles dadurch bewirkt, daß man ihn möglichſt tangential zur zylindriſchen Innenfläche der Ausſtrömbüchſe in dieſe eintreten läßt. Soll der Sprühſtrahl in der Richtung des Zuleitungsrohres austreten, ſo trifft man die in Fig. 9 dargeſtellte Anordnung. Noch vollkommener und einfacher wird aber der genannte Zweck von der Firma Paul Lechler in Stuttgart durch die Anordnung Fig. 10 erreicht, bei welcher der Sprühſtrahl rechtwinklig zur Richtung des Zuleitungsrohres austritt und die Flüſſigkeit vollkommen tangential zur Innenfläche der Ausſtrömbüchſe in dieſe eintritt.

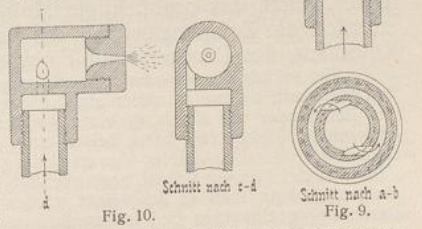


Fig. 10. Fig. 9.

Zerſtäubungsbrauſen, die nach dieſem Prinzip konſtruiert ſind, haben ſich vorzüglich bewährt: Zur Verhütung der Kohlenſtaubentwicklung in Bergwerken, Kohlenladehallen, Kohlenſeparationstrommeln u. ſ. w., zum Niederſchlagen von Staub in Staubkammern und Staubabſaugeleitungen in Brikettfabriken, Sägereien und an Hadernſchneidmaſchinen u. ſ. w. ſowie zum Niederſchlagen kochender Flüſſigkeiten und des Schaumes an Papiermaſchinen, zum Befeuchten der Luft ſowie vieler Rohmaterialien und Fabrikate in Spinnereien, Webereien, Papier- und Pappdeckelfabriken, Mälzereien, chemiſchen Fabriken u. ſ. w., zum Befeuchten der Reinigungsmaſſe in Gaswerken, zum Benetzen des Formſandes in Gießereien, zum Decken des Zuckers (Auswaſchen des Sirups) in den Zentrifugen der Zuckerfabriken, zum feinen Zerteilen von Flüſſigkeiten in chemiſchen Fabriken und in der atmoſphäriſchen Luft als Erfriſchungsmittel in induſtriellen Etabliſſements im allgemeinen, zum Kühlen

von Feuerroſten ſowie von heißen Gaſen, zum Reinigen von Hochofengaſen und zur Ausſcheidung ſchädlichen Staubes aus abziehenden Rauchgaſen, zur Kondenſation von Dämpfen und Dünſten, zur billigen Warmwaſſerbereitung durch Miſchen des zerſtäubten Waſſers mit Abdampf, zur Rückkühlung des zur Kondenſation benutzten Waſſers, indem man es in einem Kühlturme, über einem Baſſin oder über einem Kanal in der Luft zerſtäubt, wobei es ſich ſofort abkühlt und es wieder ſammelt, zum Beſprengen von Pflanzen mit Kupfervitriollöſung oder andern Flüſſigkeiten, zum Auswaſchen kleiner Gefäße u. ſ. w.

Zur Befeuchtung von Stoffen und zu ähnlichen Zwecken benutzt man Streudüſen mit $^1/_2$ bis $1^1/_2$ mm Bohrung des Mundſtücks bei einem Waſſerdruck von $^2/_3$ bis 3 Atmoſphären und mehr. Zur Verhütung des Kohlenſtaubes in Bergwerken u. dergl. erhält das Mundſtück der Brauſe 3 mm und mehr Bohrung. Bei mindeſtens 3 Atmoſphären Waſſerdruck wird durch den aus der Brauſe geſtoßenen Waſſerſtaub die Wettergeſchwindigkeit erhöht, die Luft auf eine Entfernung von etwa 20 m mit Feuchtigkeit geſättigt, dadurch von Kohlenſtaub gereinigt und werden Kohlenſtaubexploſionen verhindert. — Wird in ein Staubſaugerohr eine Streudüſe ſo eingeſetzt, daß ſie den Sprühſtrahl in der Richtung des Luftſtromes ausſtößt, ſo wird auch hier der Luftzug verſtärkt, die ſtaubige Luft gewaſchen und der Staub in Form von Schmutzwaſſer abgeführt. — Soll zu feinſtem Nebel zerſtäubte Flüſſigkeit in einem Raume verteilt werden, ſo läßt man den Sprühſtrahl noch gegen eine ſenkrecht ſtehende Prallſcheibe ſtoßen, an der die nicht ganz feinen Tröpfchen, ſofern ſie nicht weiter zerſtäubt werden, ſich niederſchlagen, herabfließen und durch eine Rinne weggeleitet werden. — Die eingangs erwähnten Luftpinſel, Farbenzerſtäuber oder Preßluftſpritzapparate ſind ähnlich wie der Armſtrongſche Zerſtäuber (Fig. 3) konſtruiert, jedoch nur mit zwei ineinander geſteckten Düſen, wovon die innere ſtreichfertige Anſtrichfarbe, die äußere Preßluft nach der Mündung hinführt, wo die Zerſtäubung erfolgt. In ſeiner äußeren Form (Fig. 11) macht man den Apparat einer Piſtole ähnlich, um ihn bequem nach beliebigen Stellen hin richten zu können. Er iſt auf dieſe Weiſe nicht nur ſehr handlich, ſondern geſtattet auch ſparſames, glattes Auftragen ſelbſt dickflüſſiger Oel- und Lackfarben auf beliebig geformte Gegenſtände aus jedwedem Material, um ſie vollkommen oder auch nur teilweiſe zu färben. Um gelatinöſe Subſtanzen, z. B. Leimlöſungen, gleichmäßig flüſſig zu erhalten, während man ſie mit dem Apparat aufträgt, ſtattet man dieſen mit einer Wärmevorrichtung aus. Bei älteren Konſtruktionen des Apparates wirkte die Preßluft durch den Farbenbehälter; bei den neuen der Minimaxapparatebaugeſellſchaft in Berlin und Wien findet der Austritt der Farbe aus der inneren Düſe unmittelbar vor der Ausſtrömung der Preßluft ſtatt, wodurch eine viel feinere Zerteilung der Farbe erreicht und ein weitaus reinlicheres Arbeiten ermöglicht wird.

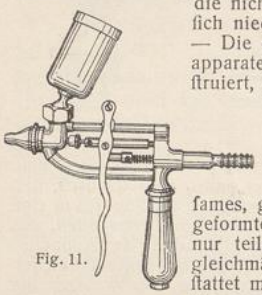


Fig. 11.

Literatur: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 207; 1900, S. 1800; D.R.P. Kl. 24, Nr. 87544, 95211, 97505, 105063, 124801, 139214, 158492, 175129, 198604, 202463. *Th. Beck.*

Zettel, ſ. Weberei.

Zeug, 1. ſ. v. w. Bierhefe; 2. ſ. v. w. Schriftmetall, auch die unbrauchbar gewordenen Typen; 3. Halbzeug, Ganzzeug, ſ. Papierfabrikation; 4. ſeemänniſch ſ. v. w. Takelung.

Zeugbaum, Zeugringel, ſ. Weberei.

Zeugdruck bezweckt die farbige Geſtaltung von Geweben in einer den Erzeugniſſen der Buntweberei ähnlichen Wirkungsweiſe mittels ein- oder mehrfacher, durch das beabſichtigte Muſter beſtimmter und begrenzter Färbung und erfordert das Zuſammenwirken des komponierenden Künſtlers, des Graveurs, des Koloriſten, des Druckers und Färbers.

Die mittels ebener oder walzenförmiger Druckformen auf das Gewebe zu übertragende Farbflüſſigkeit, welche entweder eine Löſung des Farbſtoffes bezw. Farbbildners oder eine ſolche der Beize oder die Miſchung eines gelöſten oder ungelöſten Farbſtoffs mit der Beiz- bezw. Fixierungsflüſſigkeit ſein kann, bedarf eines Verdickungsmittels, durch das ſie zur ſogenannten Druckfarbe wird. Dieſes Verdickungsmittel muß neutraler Natur ſein, damit es die Fähigkeit des Gewebes nicht beeinträchtigt, ſich mit den Beſtandteilen der Druckfarbe zu vereinigen; ſodann muß es ſich leicht wieder von dem Gewebe entfernen laſſen. Die in dieſer Beziehung geeignetſten Subſtanzen ſind die verſchiedenen natürlichen Gummiarten, Gummi arabicum, Gummi Senegal, Tragantgummi, ferner der Leim, das Weizenmehl, die Weizenſtärke ſowie die Umwandlungsprodukte der Kartoffel-, Weizen- und Maisſtärke: das Leiogomme, die licht- und dunkelgebrannte oder geröſtete Stärke, das Dextrin, British Gum, Gommelin, Ly-chô, ſchließlich Ton und Chinaclay. Ihre Anwendung hängt ſowohl von der Natur der zu bedruckenden Faſer wie des aufzudruckenden Farbſtoffs bezw. der Beize ab. Im Seidedruck bedient man ſich des arabiſchen, beſonders aber des billigeren Senegalgummis, da es ſich hier vielfach um Erzielung zarter Farbeneffekte handelt und die Gummiarten bei ihrer vollkommenen Waſſerlöslichkeit, ihrer Farbloſigkeit und Indifferenz ohne den geringſten Einfluß auf die herzuſtellende Farbe ſind. Bei dunkeln Farben wird der in Waſſer unlösliche, darin aber aufquellende und dann eine ſchleimige Maſſe bildende Tragantgummi oder das British Gum angewendet. Im Wolldruck dient als Verdickungsmittel vornehmlich der Senegalgummi, aber auch Tragantgummi, Dextrin, Leim und Weizenſtärke. Der Baumwolldruck macht von allen genannten Subſtanzen mit Ausnahme des zu koſtſpieligen arabiſchen Gummis Gebrauch. Ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verdickungsmittel besonderer Art ist das Albumin, insofern es auch fixierend auf die Farben wirkt. Wird die Mischung eines unlöslichen farbigen Körpers (Zinnober) mit der Lösung reinen Eialbumins oder minder reinen, aber billigeren Blutalbumins auf einen Stoff gedruckt und dann der Wirkung von Wasserdampf ausgesetzt, so gerinnt das Albumin und befestigt, auf dem Gewebe fest haftend und den farbigen Körper umhüllend, diesen mit der Faser. — Die physikalische Beschaffenheit, d. h. die größere oder geringere Konsistenz der Druckfarbe, hängt von der Größe des zu erzeugenden Musters ab. Ist dasselbe ein schweres, d. h. nimmt es eine verhältnismäßig große Fläche ein, so pflegt man sie zähflüssiger zu halten, als wenn ein leichtes, d. h. kleines Muster vorliegt. Der Platsch- oder Klotzprozeß, wie er auf der Klotzmaschine (s. d.) oder mittels der Walzendruckmaschine ausgeübt wird, bei dem es sich um ein einseitiges bezw. beiderseitiges vollständiges Bedecken des Gewebes mit der Druckfarbe, also um ein möglichst vollständiges Auslaufen der letzteren handelt, bedient sich ganz dünner Farbflüssigkeiten.

Die Zusammensetzung einer Druckfarbe richtet sich nach den farbigen Wirkungen, welche erzielt werden sollen, nach den Farbstoffen und Farbbildnern bezw. Beizen, welche zu fixieren sind, und nach der Natur des Gewebes, welches dem Druck unterliegt. Es lassen sich in dieser Hinsicht im allgemeinen folgende sieben Arten unterscheiden:

1. Die Druckfarbe besteht wesentlich aus anorganischer Körperfarbe oder Farblack und aus Albuminlösung. Die Fixierung erfolgt durch Dämpfen (Anwendung im Baumwolldruck).

2. Die Druckfarbe enthält als wesentlichen Bestandteil einen organischen Farbstoff. Ist er ein substantiver und wasserlöslich, so sind neben der Verdickung nur Substanzen wie Essigsäure und Glyzerin vorhanden, welche seine Löslichkeit und seine Vereinigung mit der Faser befördern. Nach dem Aufdruck führt ein Dämpfprozeß die Fixierung mit dem Gewebe herbei (Anwendung im Woll- und Seidedruck). Ist der Farbstoff unlöslich und besitzt er keine Affinität zur Faser, wie Indulin oder Indigo, so ist die Druckfarbe mit einem Lösungsmittel (Acetin) oder das zu bedruckende Gewebe mit einem Reduktionsmittel (Traubenzucker) zu versehen, das während eines Dämpfprozesses seine lösende Wirkung auf ihn ausübt und ihm in die Faser einzudringen ermöglicht (Anwendung im Baumwolldruck).

3. Die Druckfarbe enthält neben der Verdickung eine farbbildende organische Substanz, die im Moment des Aufdruckens die Farbe hervorruft (Diazoverbindung auf mit Naphthol grundiertem Baumwollgewebe) oder erst durch Oxydation die Farbe liefert, weshalb das Oxydationsmittel der Druckfarbe beigefügt ist (Anilinschwarz aus Anilinsalz. Im Baumwolldruck angewendet).

4. Die Druckfarbe enthält die Beize. Nach deren Fixierung und nach Entfernung der Verdickung führt die Ausfärbung im Bade eines Beizenfarbstoffes zur Bildung farbiger Muster an den von der Druckfarbe vorher bedeckten Stellen (Kombination von Druckerei und Färberei, Herstellung gemusterter Färbeware im Kattundruck).

5. Die Druckfarbe enthält eine Mischung von Beize und Farbstoff. Die Fixierung erfolgt beim Verhängen an der Luft oder beim Dämpfen, wobei entweder die Bildung des unlöslichen Farblackes stattfindet, oder, wenn ein solcher bereits vorhanden ist, dieser in Lösung geht und von der Faser aufgenommen wird, um nach Verflüchtigung des Lösungsmittels unlöslich in der Faser zu bleiben (Genre vapeur et application, Anwendung im Baumwolldruck).

6. Die Druckfarbe enthält teils mechanisch wirkende, wie Harze, Fette, Ton, Bleisulfat, teils chemisch wirkende Substanzen, wie Zinkoxyd, Rhodankalium, Calciumacetat, Kupfersulfat und -nitrat, Bleinitrat, Zinnsalz, Kaliumsulfid, welche das Eindringen des Farbstoffes oder des Beizmittels in das ungefärbte oder gefärbte Gewebe an denjenigen Stellen verhindern, welche von ihnen bedeckt sind (Reserve, Schutzpapp. Anwendung des Reservagedrucks im Baumwoll- und Seidedruck. s. Reservage).

7. Die Druckfarbe enthält Substanzen, die dazu dienen, einem bereits gefärbten oder gebeizten Gewebe den Farbstoff oder die Beize auf chemischem Wege durch Ueberführung in lösliche Form stellenweise zu nehmen (wegzuätzen). Gegenüber Beizen, die meist Metalloxyde sind, benutzt man Alkalisalze schwacher, die Faser nicht angreifender Säuren, wie Zitronen-, Oxal-, Weinsäure; gegenüber Farbstoffen oxydierende Agentien, wie Kaliumbichromat (mit Schwefelsäure), rotes Blutlaugensalz (mit Natronlauge), oder reduzierende Substanzen, wie Zinnsalz, Zinnoxydulnatron, Zinkstaub, Formaldehydsulfoxylat (Rongalit c). (Aetze, Enlevage, Anwendung im Baumwoll-, Woll- und Seidedruck, s. Aetzfarben.)

Bereitung der Verdickungen und Druckfarben s. in [2], [10], [14], [18], [19], [21].

Die Uebertragung der Druckfarbe auf das Gewebe wird gegenwärtig hauptsächlich auf dreierlei Weise bewirkt. Beim Handdruck mittels des Holzmodels, welcher das Muster oder Teile desselben (bei mehrfarbigen Mustern bedarf es ebenso vieler Model) in erhabener Form, teils aus Holz, teils aus Metall hergestellt, trägt und nach dem Benetzen mit der Druckfarbe diese durch die Hand des Druckers dem Gewebe übermittelt, welches sich auf dem elastischen Drucktisch in gespanntem Zustande befindet. Der Perrotinedruck (Perrot, 1834) bedient sich ähnlicher, aber der Breite des Gewebes entsprechend längerer Druckformen, auf welchen das Muster durch geformte Messingstifte erhaben wiedergegeben ist und die meist zu drei abwechselnd mit mäßigem Federdruck gegen das Zeug schlagen, nachdem sie durch Farbwalzen mit Druckfarbe versehen sind, währenddessen das Gewebe jedesmal um die Breite einer Form vorrückt. Der jetzt weitaus am meisten ausgeübte Walzendruck benutzt kupferne oder messingene Walzen, in die das Muster eingraviert ist. Die Walzen werden durch andre, tuchüberzogene Walzen mit der Druckfarbe gespeist und durch elastische Stahlschneiden (Abstreichmesser), welche sich dicht an die Walzen anlegen, von aller an deren Oberfläche haftender Farbe befreit, so daß nur die in den das Muster bildenden Vertiefungen haftende Farbe durch starken Druck auf das Zeug übertragen wird. Es werden ein- bis zwölffarbige Walzendruckmaschinen (Rouleaux) gebaut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Baumwolldruck (s. Bd. 1, S. 589).

1. Anwendung der Beizenfarbstoffe. Dieselben bilden die so geschätzten widerstandsfähigen Farben erst mit Tonerde-, Chrom- und Eisenbeizen, häufig unter Zuhilfenahme von Kalk- bezw. Zinnpräparaten. Da diese erst in der Wärme als Dampffarben entstehen, so kann man die Beizenfarbstoffe in der Kälte mit den betreffenden Beizen mischen. Neben dem Verdickungsmittel enthalten die Druckfarben alle zur Lackbildung notwendigen Ingredienzien in geeigneter Form, mit Ausnahme von Fettsäureverbindungen, die fast immer durch vorherige Behandlung des Stoffes mit Türkischrotöllösungen appliziert werden, ferner gewisse Substanzen, meist freie organische Säuren, darunter als wichtigste die Essigsäure, welche die Verbindung des Farbstoffes mit der Beize bei gewöhnlicher Temperatur verhindern. Den Farbstoff enthalten die Druckfarben entweder in gelöster Form oder meist als fein verteilten Teig. Ist der Aufdruck erfolgt, so ist es namentlich für schwere Alizarinmuster von Vorteil, zunächst durch eine Passage durch den mit Dampf erfüllten Mather-Plattschen Dämpfapparat den Ueberschuß der flüchtigen Säuren wegzuschaffen, dann erst die Ware zu dämpfen. Dies geschieht entweder in liegenden zylindrischen Dämpfapparaten, welche die Ware, samt einer Unterlage zu einem breiten Bande aufgewickelt, auf einem wagenartigen Gestell hängend, aufnimmt, während ca. 1 Stunde bei ca. 1 Atmosphäre Druck, oder in Continuedämpfern, mit Dampf angefüllten Hängen, durch welche mit Hilfe von Leitrollen und Leitstangen die Ware in breitem Zustande geführt wird. Hierauf gibt man der Ware zur Abstumpfung des Restes der Säure und zur Vervollständigung der Fixation der Farblacke auf zwei Rollenständern die Kreidepassage (in 1 l Wasser von 80° 10 g Schlemmkreide enthaltend), wäscht am Clapot, malzt zur Entfernung der Stärkeverdickung und zur Reinigung des Weiß im Kuhkotmalzbade (auf 300 l Wasser von 75° 2 kg Kuhmist und 1 kg Malz enthaltend) und seift in gleicher Absicht und zur Belebung der Farben auf der Färbekufe mit Marseiller Seife (3—5 g Seife pro 1 l Wasser von 70°, Dauer $^1/_2$—1 Stunde). Um das Weiß des Musters, welches nach dem Seifen und Waschen meist getrübt erscheint, rein erscheinen zu lassen, wird die Ware gechlort. Man unterscheidet ein Dampfchlor und ein Trockenchlor. Bei ersterem werden die Stücke auf der Klotzmaschine mit einer schwachen Chlorkalklösung imprägniert, worauf sie einen mit Wasserdampf gefüllten Kasten passieren. Beim Trockenchlor läuft die mit Chlorkalklösung befeuchtete Ware direkt über die Trommeln einer Trockenmaschine. Die fertigen Farben werden zuweilen weiß geätzt, z. B. der Türkischrotlack durch Aufdruck einer sehr konzentrierten Lösung von Natronlauge und darauffolgendes Dämpfen aufgelöst (s. Aetzfarben).

2. Anwendung der Tanninfarbstoffe. Ihre Befestigung auf der Faser beruht darauf, daß sie mit Gerbsäuren Salze zu bilden vermögen. Bei der Bereitung einer tanninhaltigen Druckfarbe macht man von der Eigenschaft der Tanninfarblacke Gebrauch, in Essigsäure löslich zu sein, die man der verdickten Mischung von Tannin und Farbstoff hinzufügt. So können beim Druckprozeß die nun in Lösung befindlichen Körper, Tannin und Farbstoff, in die Poren des Gewebes eindringen. Die Essigsäure entweicht teils schon beim Trocknen, vollständig aber beim Dämpfen, und der Tanninlack bleibt unlöslich auf dem Gewebe zurück. Dieser besitzt jedoch noch keine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Seife, und es ist daher nötig, der Ware die Brechweinsteinpassage (3 g Brechweinstein und 15 g Schlemmkreide pro 1 l Wasser von 70°) zu geben mit dem Erfolg, daß nun der mit Antimonoxyd verbundene Farblack unlöslich der Faser anhaftet. Die Brechweinsteinbäder enthalten wegen der Antimonoxyd lösenden Wirkung des sich bildenden sauern Kaliumtartrats ein Gemisch von Brechweinstein und Kreide, demnach auch unlösliches basisches Antimonsalz, welches aber durch das saure Kaliumtartrat fortwährend gelöst wird. Nach der Behandlung in der Antimonlösung wird die Ware gewaschen und kalt geseift. Die meisten Tanninfarbstoffe gewinnen an Lebhaftigkeit, wenn sie auf Gewebe gedruckt werden, welches durch Klotzen in einer mit Kasein nebst Borax verdickten Lösung von zinnsauerm Natron präpariert ist. In dieser Weise werden sie in Kombination mit Säurefarbstoffen und verschiedenen Metallsalzen bei der Herstellung des Lucca-Artikels, einer Imitation der indischen Schals, auf der Faser fixiert. Tanninfarben lassen sich durch Vordruck einer Antimonsalzreserve reservieren und teilweise durch Aufdruck starker Natronlauge und Glukose oder eines Gemisches von Blutlaugensalz und Chloraten und nachfolgendes Dämpfen ätzen (s. Aetzfarben).

3. Anwendung der Küpenfarbstoffe. Bezüglich der Anwendung des Indigo s. Indigodruck. — Das Indanthren der Badischen Anilin- und Sodafabrik gibt mit Natronlauge und einem geeigneten Reduktionsmittel, am besten Natriumhydrosulfit, eine blaue Lösung, eine Art Küpe, aus welcher Baumwolle den Farbstoff direkt aufnimmt, ohne daß, wie bei Indigo, ein Vergrünungsprozeß stattfindet; es entsteht sofort eine blaue Färbung, welche sich, aus dem Färbebad an die Luft gebracht, nicht merklich verändert. Indanthren liefert recht wirksame Töne von großer Lebhaftigkeit und Schönheit, wie sie bisher in ähnlicher Echtheit auch nicht annähernd erreicht werden konnten. Es kann im Zeugdruck auf zweierlei Weise fixiert werden. Einmal durch Aufdruck von Indanthren *S* mit Natronlauge und Zinnoxydul und nachheriges Dämpfen, sodann durch Aufdruck von Indanthren *S* mit Eisenvitriol und Zinnsalz und darauffolgende Passage durch Natronlauge. Indanthren *S* eignet sich auch vorzüglich für Reserveartikel. Man bedruckt den Stoff mit einem Schutzpapp aus British-Gum-Verdickung, Natriumchlorat und Weinsäure, trocknet bei 50°, überdruckt mit Indanthren *S*-Druckfarbe (Eisenvitriol und Zinnsalz), trocknet ein zweites Mal, zieht durch Natronlauge von 20° Bé bei 70°, wäscht und säuert nach dem Kallefchen D.R.P. Nr. 167 077 zweckmäßig in verdünnter Oxalsäurelösung, weil auf diese Weise stets lebhafte Drucke und ein reines Weiß erzielt werden. — Das bei einer geringen Modifikation der Darstellungsweise des Indanthrens entstehende Flavanthren, welches in der Küpe blaue Farbe, aber als Farbstoff selbst, auf der Faser durch Autoxydation an der Luft ein reines und sehr echtes Gelb liefert, wird in gleicher Weise wie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Indanthren fixiert. Dem Uebelſtand, daß das Weiß bei der Paſſage durch Natronlauge zuweilen ſtark anblutet, begegnet man bei beiden Farbſtoffen nach einer Erfindung der Höchſter Farbwerke dadurch, daß man 15% der Farbſtoffe mit 12% Hydroſulfit in ſtark Natronlauge enthaltender Verdickung aufdruckt und dämpft. Sowohl nach dem Natronlaugeverfahren als auch nach dem Dämpfprozeß laſſen ſich ſehr echte graue Töne mit Melanthren erzielen, während Violanthren *CD*, in entſprechender Weiſe angewendet, dem Alizarineiſen ähnlich, aber lebhaftere Töne von großer Echtheit liefert. Die genannten Farbſtoffe laſſen ſich miteinander kombinieren. — Thioindigorot *B* eignet ſich zur Herſtellung bläulichroter Töne in hervorragender Weiſe wegen der Leichtigkeit, mit der es ſich fixieren läßt und wegen der hohen Echtheitseigenſchaften. Zur Fixierung wird die den Farbſtoff und Aetznatron enthaltende Druckfarbe auf den Stoff gedruckt und nach dem Trocknen kurze Zeit bei 106—108° in dem in den D.R.P. Nr. 109800 und 126596 beſchriebenen Dämpfapparat gedämpft. Hierbei wird der Farbſtoff reduziert und in Form ſeiner Leukoverbindung auf der Faſer fixiert. Beim Auswaſchen der Stücke entwickelt ſich dann durch Reoxydation das Thioindigorot.

4. Anwendung der Entwicklungsfarben. Die Anwendung der auf der Faſer entwickelten Azofarben iſt dieſelbe wie in der Färberei. Man präpariert das Gewebe mit Betanaphthol, trocknet und druckt mit der verdickten Löſung des diazotierten Amins (ſ. Entwicklungsfarben). Betreffs Kombinationen mit Paranitranilinrot ſ. Rotblauartikel. — Ueber Anwendung des Anilinſchwarz ſ. d. Die im Baumwolldruck auf der Faſer entwickelten Mineralfarben ſind dieſelben, die auch zum Glattfärben verwendet werden. Ueber ihre Anwendung ſ. Eiſenchamois, Kaliblau, Manganbiſter. Für Chromgelb wird meiſt ein Gemiſch von eſſig- und ſalpeterſauerm Blei entſprechend verdickt aufgedruckt, nach dem Trocknen durch eine kalte Ammoniaklöſung paſſiert und dann in einer Löſung von Kaliumbichromat behandelt. Zur Erzeugung des Chromorange wird das fixierte Chromgelb orangiert, indem man die Ware in einem heißen Kalkbade behandelt.

5. Anwendung der Albuminfarben. Eine Reihe von Mineralfarben, wie Zinnober, Chromgelb, Chromorange, Chromgrün, Ultramarin, Ockerarten, ferner Ruß, Farblacke, werden mit Albumin verdickt aufgedruckt, und infolge Gerinnung des Albumins wird ihre Fixierung durch Dämpfen bewerkſtelligt. Aber auch Löſungen von Farbſtoffen wie Fuchſin und Methylviolett werden in dieſer Weiſe befeſtigt. Die Gleichmäßigkeit der Druckfarbe wird dadurch erreicht, daß man dieſelbe auf Kegelmühlen ſorgfältig mahlt. Die Albuminfarben werden vorwiegend zur Herſtellung farbiger Aetzmuſter auf indigoblauem Grunde benutzt.

6. Anwendung des Reſervagedrucks. Dieſes Verfahren bezweckt, die Aufnahme bezw. die Entwicklung einer Farbe, die durch Klotzen oder Färben auf den Stoff gebracht wird, durch vorherigen Aufdruck gewiſſer Subſtanzen (ſ. Reſervagen) an den bedruckten Stellen zu verhindern. Die wichtigſten Reſerveartikel ſind die gemuſterten Indigofärbeartikel (ſ. Blaudruck), Anilinſchwarzartikel (Prudhommes Aetzverfahren, ſ. Anilinſchwarz), die mehrfarbigen Alizarinrot- und Alizarinviolettartikel (ſ. Alizarin) und die mehrfarbigen Azoartikel (ſ. Rotblauartikel).

7. Anwendung des Aetzdrucks. Dieſe geſtattet, mit dem vorhandenen Walzenmaterial die Zahl der Artikel bedeutend zu vermehren, indem mit derſelben Walze, die ein buntes Muſter in weißem Grunde drucken würde, umgekehrt ein weißes Muſter in farbigem Grunde durch Zerſtörung reſp. Löſung der Farbe oder Beize hervorgerufen wird. Indem man der Aetzfarbe einen Farbſtoff hinzufügt, welcher von dieſer nicht verändert wird, und den man dann auf dem Gewebe fixiert, oder indem man mit der Aetze eine Beize aufdruckt, nach deren Fixierung man die Farbe durch ſpäteres Ausfärben entwickelt, gelingt es, auch andre Farben als Weiß zum Vorſchein zu bringen (ſ. Aetzfarben).

8. Gemuſterte Färbeartikel. Die Herſtellung derartiger, ſtets Weiß im Muſter enthaltender Ware, welcher zum Teil auch die durch Reſervieren und Aetzen fabrizierten Artikel zuzurechnen ſind, beſteht in einer Kombination von Druckerei und Färberei, inſofern eine oder mehrere Beizen auf das Gewebe aufgedruckt und nach deren Fixieren die Farbe durch Ausfärben mit Beizenfarbſtoffen entwickelt wird. (Näheres ſ. unter Alizarin und Alizarinfarbſtoffe.)

Wolldruck.

Das örtliche Färben wollener Zeuge iſt im allgemeinen eine einfachere Operation als das Bedrucken der Baumwolle, da die Befeſtigung der Farbſtoffe, als welche hauptſächlich Säurefarbſtoffe dienen, infolge größerer Verwandtſchaft dieſer zu der Wollfaſer leichter zu bewerkſtelligen iſt. Sie erfolgt durch bloße Anwendung von Waſſerdampf. Die mit Gummi, British Gum, Dextrin verdickten, unter Zuſatz einer organiſchen Säure, meiſt Eſſigſäure, zuweilen auch Glyzerin, bereiteten Druckfarben werden entweder durch Handdruck (bei ſehr breiter Ware) oder durch Walzendruck auf das Gewebe übertragen. Letzteres muß ſehr ſorgfältig gereinigt, unter Umſtänden auch (mit Waſſerſtoffſuperoxyd und Natriumbiſulfit) gebleicht ſein (ſ. Wollwäſche und Bleichen). Nach einer Beobachtung von Mercer fallen die meiſten Farben viel voller aus, wenn die Wolle vor dem Bedrucken gechlort worden iſt. Dies geſchieht zweckmäßig in einer verdünnten Löſung von unterchlorigſauerm Natron und Schwefelſäure, bei deren Gebrauch jedoch vorſichtig zu verfahren iſt, da die Wolle ſonſt gelb und rauh wird. Die Aufnahmefähigkeit der Wolle für Farbſtoffe wird ferner dadurch erhöht, daß man ſie mit Zinn präpariert, ſie ſtannatiert. In der Regel vereinigt man beide Präparationen in der Weiſe, daß man die Ware erſt mit einer Löſung von zinnſauerm Natron imprägniert und dann chlort. Auch im Wolldruck laſſen ſich die ſo beliebten Aetzeffekte in mannigfacher Weiſe verwerten. Als Aetzen dienen Zinkſtaub und Biſulfit bezw. Formaldehydnatriumſulfoxylat (Rongalit *c*) für Weißätzen, Zinnſalz für Buntätzen. Leicht ätzbar ſind die meiſten Azofarbſtoffe, als Buntätzen geeignet ſind die meiſten Tanninfarbſtoffe, die Eoſine und die Säurefarbſtoffe der Triphenylmethanreihe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seidendruck.

Derfelbe arbeitet mit denfelben Hilfsmitteln wie der Wolldruck; er geftaltet fich infofern noch einfacher, als ein Präparieren des zu bedruckenden Materials fich erübrigt. Die Aetzartikel werden wie im Wolldruck fabriziert; zum Unterfchied von letzterem werden einige Artikel durch Refervieren mit Fettreferven und Ausfärben hergeftellt.

Literatur: [1] Badifche Anilin- und Sodafabrik, Die Anwendung der Alizarinfarben, Ludwigshafen a. Rh. 1898. — [2] Benade und Storck, Der Zeugdruck, Artikel in Karmarfch und Heerens Technifchem Wörterbuch, Prag 1890. — [3] Bregha, L., Handbuch des gefamten Baumwollzeugdruckes, Leipzig 1881. — [4] Leopold Cassella & Cie., Die Diaminfarben, Frankfurt a. M. 1895/96; Die Druckerei von Baumwollgeweben, Frankfurt a. M. 1905. — [5] Crookes, A practical handbook of dyeing and calico-printing, London 1874. — [6] Dépierre, Traité de la teinture et de l'impression des matières colorantes artificielles, Paris 1892. — [7] Duerr, Bleaching and Calico-Printing, London 1896. — [8] Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Cie., Die Farbftoffe auf dem Gefamtgebiete der Druckerei, Elberfeld 1896; Die bafifchen Farbftoffe der Farbenfabriken, ihre Anwendung auf dem Gebiet der Druckerei und Färberei, Elberfeld 1899; Die Beizenfarbftoffe der Farbenfabriken auf dem Gebiet der Druckerei und Färberei, Elberfeld 1901. — [9] Farbwerke vorm. Meifter, Lucius & Brüning, Die Farbftoffe der Farbwerke, Höchft 1896; Die auf der Faser erzeugten unlöslichen Azofarben, Höchft 1898; Die Teerfarbftoffe der Farbwerke Höchft auf dem Gebiete der Baumwolldruckerei, Höchft 1907. — [10] v. Georgiewics, Lehrbuch der chemifchen Technologie der Gefpinftfafern, Leipzig und Wien 1908. — [11] Joclét, Woll- und Seidendruckerei, Wien 1879. — [12] Kertész, Die Anilinfarbftoffe, Braunfchweig 1888. — [13] v. Kurrer, Gefchichte des Zeugdrucks, Nürnberg 1840; Lehrbuch der Färberei und des Kattundrucks; Das Neueffe in dem Gebiet der Färberei und des Kattundrucks, Berlin 1861. — [14] Lauber, Handbuch des Zeugdrucks, Leipzig 1901/05. — [15] Lehne, Tabellarifche Ueberficht über die künftlichen organifchen Farbftoffe und ihre Anwendung in Färberei und Zeugdruck, Berlin 1893, Ergänzungsband, Berlin 1898/99. — [16] Möhlau, Organifche Farbftoffe, welche in der Textilinduftrie Verwendung finden, Dresden 1890. — [17] Noelting und Lehne, Anilinfchwarz und feine Anwendung in Färberei und Zeugdruck, Berlin 1904. — [18] Perfoz, Traité théorique et pratique de l'impression des tissus, Paris 1846. — [19] Sansone, Der Zeugdruck, Berlin 1890. — [20] Schützenberger, Traité des matières colorantes comprenant leurs applications à la teinture et à l'impression, Paris 1867; Die Farbftoffe mit befonderer Berückfichtigung ihrer Anwendung in der Färberei und Druckerei, Berlin 1873. — [21] Stein, Bleicherei, Druckerei, Färberei und Appretur der baumwollenen Gewebe, Braunfchweig 1883. — [22] Zipfer, Geräte u. Mafchinen der Wäfcherei, Bleicherei, Färberei u. Druckerei, Wien 1894. *R. Möhlau.*

Z-Gurtung, bei Fachwerken einfachen Syftems mit Vertikalen (Ständerfachwerken), f. Bd. 3, S. 550; Bd. 1, S. 526; Bd. 2, S. 162; Bd. 7, S. 22, 35, 54.

Zibeline (franz. Zobelfell), ganzwollener Stoff, der diefes Fell durch eingeftreute Mohair-(Angora-), Cachemirehaare nachahmt.

Ziegel, im allgemeinen alle zu Bauzwecken verwendeten, in den folgenden Artikeln befchriebenen Tonwaren: Backfteine, Biberfchwänze, Blendftein, Dachziegel, Falzziegel, Faffadenziegel, Firftziegel, Fliefen, Flurziegel, Formziegel, Gewölbefteine, Gratziegel, Hartbrandfteine, Hohlziegel, Kaminfteine, Kehlziegel, Keilziegel, Klinker, Mettlacher Platten, Pflafterklinker, Steine, feuerfefte, Steinprüfung, Ziegelfabrikation. — Ueber **Ziegeldach** f. ferner Dachdeckung, Hohlziegeldach, Italienifches Dach, Pfannendach.

Ziegelerz, ein Gemenge von Rotkupfererz mit Brauneifenerz; ziegelrot bis rötlichbraun, erdig. Verwendung wie Rotkupfererz zur Kupferdarftellung.

Ziegelfabrikation (Ziegelmafchinen), die Herftellung der Ziegel und andrer Baumaterialien durch Brennen aus Tonen oder tonigen Erden, wie Lehm, Schieferton, Letten u. f. w.

1. **Das Rohmaterial und deffen Vorbehandlung.** Die reine Tonfubftanz ift ein kiefelfaures Aluminiumoxyd mit 2 Molekülen Hydratwaffer, die fich in der Natur nicht unvermifcht vorfindet; fie ift aber der plaftifche Beftandteil der Tone (f. d.) und verleiht letzteren die Eigenfchaft der Bildfamkeit. Beim Brennen erlangt fie eine bedeutende Feftigkeit. Die Tonfubftanz ift es auch, welche im fcharf gebrannten Zuftande den Einflüffen der Witterung einen faft unbegrenzten Widerftand entgegenfetzt; fie zeigt außerdem eine außerordentlich hohe Feuerfeftigkeit, eignet fich aber für fich allein nicht zur Verarbeitung. Durch Aufnahme von Waffer quillt fie ftark, wobei fie die hohe Plaftizität und ftarke Kittkraft erlangt, beim Trocknen und Brennen aber wieder ein kleineres Volumen einnimmt als im plaftifchen, feuchten Zuftand. Durch diefes Zufammentrocknen (Schwinden), welches naturgemäß an den Kanten und Ecken früher ftattfindet als im Innern der Waren, kann eine ungleichmäßige Spannung und ein Reißen derfelben eintreten. Um dies zu vermeiden, werden der Tonfubftanz Magerungsmittel zugefetzt, foweit die Tone nicht fchon von Haus aus folche befitzen.

Je nach den beabfichtigten Zwecken find Magerungsmittel von verfchiedener Befchaffenheit und Eigenfchaften zu wählen. Die gebräuchlichften Magerungsmittel find natürlich vorkommender oder für diefen Zweck durch Mahlen hergeftellter Quarzfand, Schamotte, Ziegelmehl, Graphit fowie Kohlenklein, Sägefpäne u. dergl. Die letztgenannten Stoffe werden nicht nur als eigentliche Magerungsmittel, fondern zu dem Zweck zugefetzt, um porige, leichtere Waren zu erhalten. — Andre Stoffe, welche den Tonen noch zugefetzt werden (wenn fie nicht von Hauſe fchon darin enthalten find), find Flußmittel, welche die hohe Feuerfeftigkeit der reinen Ton-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſubſtanz herabſetzen: Kieſelſäure in hinreichend feinem Zuſtand, Glimmer, Feldſpate und ähnliche Silikate, Schlacken, Mergel, Kalk, Mangan- und Eiſenverbindungen und verſchiedene lösliche Salze. Von großem Einfluß auf die Güte des zur Ziegelfabrikation verwendeten Tons ſind die färbenden Beſtandteile, beſonders Eiſenverbindungen, welche der betreffende Ton enthält. Je nach der Menge des Eiſengehaltes nehmen die Tone beim Brand Farben an vom ſchwachen Gelb durch Rot bis zu einem dunkeln Braun. Etwas aufgehoben wird dieſe färbende Wirkung der Eiſenverbindungen durch die Flußmittel, namentlich durch kohlenſauern Kalk; ſolche Tone nehmen dann keine rote, ſondern eine gelbe Brandfarbe an, die bei ſcharfem Brand in Gelblichgrün übergeht.

In vielen Tonen ſind Beſtandteile enthalten, welche die daraus hergeſtellten Fabrikate verderben oder doch minderwertig machen: gröbere Beimengungen organiſchen Urſprungs, wie Wurzeln und andre Pflanzenteile, Gerölle, namentlich kohlenſaure Kalkſtücke, ferner die verſchiedenen Schwefelkieſe und ſchwefelſauern Salze, wie z. B. Gips. — Die ſchädlichen Beſtandteile zu entfernen, notwendige fehlende Stoffe zuzuſetzen ſowie die Maſſe für die jeweilige Verformung in beſter Weiſe herzurichten, iſt die Aufgabe der Vorbereitung der Tone. Dieſe hat ſchon bei der Gewinnung der Tone einzuſetzen. Hier ſind die gröberen Kieſe auszuleſen, ebenſo wie größere Kalkſtücke, Wurzeln u. ſ. w. Das Reinigen der Maſſen kann am beſten durch Schlämmen bewirkt werden. Zu dieſem Zweck werden die Tone unter Beigabe von viel Waſſer aufgeſchlämmt und die Verunreinigungen durch Abſieben zurückgehalten. Die Tonſchlämme wird dann nach Abſitzbecken geleitet, in welchen ſich der Tonſchlamm zu Boden ſetzt. Das obenſtehende Waſſer wird von Zeit zu Zeit abgelaſſen. Für Maſſenfabrikation von Ziegeln muß die weitere Anſteifung der Witterung überlaſſen werden; für feinere Waren wird der Tonſchlamm durch Filterpreſſen (ſ. d.) entwäſſert. Die Schlämmapparate, durch welche der Ton aufgelöſt wird, beſtehen aus größeren Behältern, in welchen mit eggenartigen Armen verſetzte Schlagarme um eine ſenkrechte Achſe bewegt werden. Ein wichtiger Teil der Vorbereitung iſt das Zerkleinern der Rohmaterialien. Die Tone finden ſich in der Natur in einem wenig plaſtiſchen Zuſtande vor, dabei ſind dieſelben ſchichtenweiſe gelagert und meiſt nicht ſo homogen, daß ſie gleich den Formmaſchinen übergeben werden könnten; die meiſten müſſen vorher mehr oder weniger gelockert werden, was durch Einwirkung der Atmoſphärilien oder durch entſprechende Maſchinen erfolgen kann. Da die erſtere Art der Zerkleinerung eine längere Zeitdauer erfordert, um den gewünſchten Erfolg zu erzielen, ſo werden vielfach auch Zerkleinerungsmaſchinen benutzt, welche teils durch Zertrümmerung des Materials, teils durch Zerreibung, teils durch Vereinigung dieſer beiden Methoden wirken. Je nachdem die Zerkleinerung im trockenen, halbtrockenen oder feuchten Zuſtande geſchieht, ſind entſprechende Maſchinen zu wählen. Man benutzt hauptſächlich Brech- oder Glattwalzwerke (Feinwalzwerke), letztere mit Steinausſonderungsmaſchinen (vgl. [8], S. 5). Die Brechwalzwerke (Buffer-Desintegrator-, Nocken-, Riffel-, Ringel-, Stachel-, Vorwalzwerke, vgl. [4], S. 15, [6a], S. 4, [8], S. 5, [9], [10], [11], S. 11, [12], Bl. 167) dienen für ſteinigen, feſten, ſtückigen, ungewinterten Ton; Feinwalzwerke haben glatte, zylindriſche oder koniſche Walzen eventuell mit Differentialgeſchwindigkeit und jedenfalls mit einſtellbarer Spaltweite. Abbildungen und Beſchreibungen in den am Schluſſe des Artikels angegebenen Katalogen. An Stelle der Brechwalzwerke treten, beſonders für Ziegelbruch und andre feſte Materialien (Kalk, Kokes, Dinasſandſteine u. ſ. w.), die ſogenannten Tonmühlen bezw. die Desintegratoren (ſ. d. und [6a], S. 52, [7], [8], S. 8, [9], [10], S. 22), Glockenmühlen (ſ. d. und [7]), Kollergänge (ſ. d., Mühlen und [4], S. 13, [6a], S. 40, [7], [8], S. 123, [9], [10], S. 16), Kugelmühlen (ſ. Mühlen und [6a], S. 40, [7], [8], S. 132, [9]), Mahlgänge (ſ. d. und [7], [10], S. 24), Pochwerke (ſ. d. und [6a], S. 38, [7]), Pulveriſatoren ([6a], S. 56, [7], [8], S. 144), Schlagmühlen ([8], S. 149), Schraubenmühlen ([6a], S. 39, [7], [9], [10], S. 14), Sektoratoren ([8], S. 119), Steinbrecher (ſ. d. und [6a], S. 36, [7], [8], S. 117, [9], [10], S. 8), Trommelmühlen [4], S. 10, [6], S. 34, [7], [9]), Walzenmühlen ([7], [8], S. 121). Zugehörige Siebvorrichtungen (ſ. d. und [6], S. 62, [7], [10], S. 48, [12], Bl. 155.) Ueber Miſchquirle vgl. [4], S. 33, Naßkollergänge [10], S. 20, Trommelnaßmühlen [4], S. 20, für Naßzerkleinerung. Der Ton mit etwaigen Zumengungen iſt zu einer homogenen Maſſe zu verarbeiten, die in der Regel gleichmäßig durchfeuchtet und ſo weich ſein ſoll, daß die friſchen Fabrikate der Ziegelpreſſe ſich eben noch hantieren laſſen, ohne Deformation zu erleiden. Zugehörige Maſchinen ſind: Knetmaſchinen ([4], S. 41, [13], Miſchkollergänge, Miſchtrommeln [9], Miſchſchnecken [10], S. 44, [12], Bl. 173, 174), Schneckenpreſſen ([6b], S. 7), Tonmiſcher und Walzenſpeiſer ([6b], S. 52), Vorknetapparate ([9]), beſonders aber die Tonſchneider ([4], S. 18, [6c], S. 43, [8], S. 15, 22, [11], S. 14, [12], Bl. 150, 151, 173), die in der Regel zwiſchen Walzwerk und Ziegelpreſſe angeordnet werden und eine innige Miſchung mehrerer Materialien bei einmaligem Durchgange ermöglichen. — Werden Ziegelſteine durch Trocken- oder Halbtrockenpreſſung hergeſtellt [5], ſo ſind für die Vorbereitung des Materials Teil- und Miſchmaſchinen, Syſtem Jochum [7], empfehlenswert.

2. **Das Formen der Ziegel.** Wenn durch die Vorbereitungsarbeiten eine möglichſte Gleichmäßigkeit der Maſſe erreicht iſt, erfolgt das Formen des weichen bezw. des halbtrockenen und trockenen Materiales. Beim Formen mit weichem Ton (Naßformen) liefern Maſchinen ein beſſeres Fabrikat als der ſogenannte Handſtrich, bei welchem der Arbeiter die Form füllt, abſtreicht und entleert. Die Größe der Form muß jedenfalls mit Rückſicht auf das Schwinden des Ziegelgutes bemeſſen werden, das bei verſchiedenen Materialien wechſelt (ſ. [1]—[3]). — Fig. 1 gibt nach [6] ein Bild der verſchiedenen Prozeduren, welche der Ton gewöhnlich in einer Dampfziegelei durchmacht, bis er aus der Ziegelpreſſe (Naßpreſſe, Strangpreſſe) als geformter Mauerſtein in den Elevator *K* bezw. zu den Trockenräumen *L* gelangt, von welchen aus er in den Ringofen *M* (vgl. Bd. 6, S. 751) gebracht wird. *A* iſt der aus der Grube kommende Tonwagen, *B* die Aufzugbrücke, *C* der Aufzug, *D* das Brechwalzwerk, *E* der Transportwagen für

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das auf *D* gebrochene Material zur Sümpfe *F*; von dieſer gelangt der Ton in den Tonſchneider *G*, ſodann in das Feinwalzwerk *H* und endlich in die Ziegelpreſſe *J*; *N* iſt die Betriebsdampfmaſchine mit Dampfkeſſel *O*. Eine moderne Anlage von Schlickeyſen ſ. [14]. — Die wichtigſte Maſchine iſt die Naßpreſſe bezw. Ziegelpreſſe; Fig. 2 zeigt Längenſchnitt und Querſchnitt einer Strangpreſſe von Schlickeyſen, Berlin, mit Erklärung der Einzelteile. An der Meſſerwelle *M* im Innern des Preßzylinders befinden ſich die ſchraubenförmig angeordneten Meſſer zum Zerſchneiden und Vorſchieben des Ziegelgutes gegen den

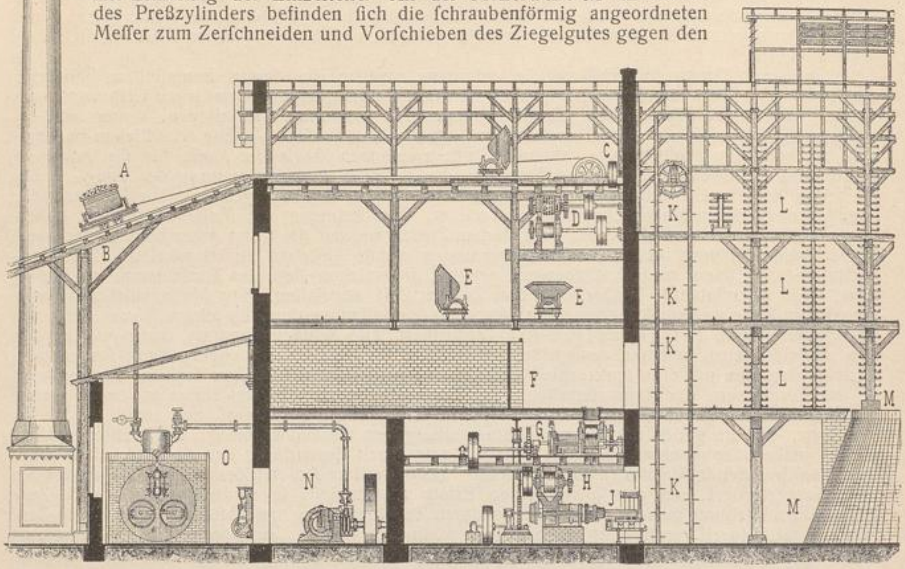


Fig. 1.

Preßkopf *F*, vor den die Preßformen für Voll- oder Hohlziegel geſchraubt werden. Die Ziegelpreſſen werden liegend und ſtehend in verſchiedenſter Form gebaut; vgl. [4], S. 19, [6 b], S. 7, 17 (Schneckenpreſſen und Walzenpreſſen), [8], S. 26, [9], [10], S. 46, [12], Bl. 144, 148, 168. Vor den Ziegelpreſſen befinden ſich die Abſchneidetiſche, wie aus Fig. 1 zu erſehen; verſchiedene Anordnungen ſ. in [6 b], S. 35, [8], S. 48, [12], Bl. 175. Von den Dachziegeln wird ein Teil in Strangpreſſen geformt, ähnlich wie die Mauerſteine; komplizierter geſtaltete Falzziegel, Krampziegel u. ſ. w., werden dagegen mit beſonderen Preſſen aus Tonſtücken — Blätter, Kuchen —, die von den Vorbereitungsmaſchinen kommen, geformt. Die Kuchen müſſen ein größeres Tonvolumen enthalten als der gepreßte Ziegel; der Ueberſchuß wird während des Preſſens zwiſchen oberer und unterer Arbeitsform abgeſtoßen, hinterläßt aber am friſchgepreßten Ziegel einen Grat, der abgeputzt werden muß. Die Arbeitsformen ſind in der Regel aus Gußeiſen, mit Gips ausgekleidet. Man unterſcheidet kleine Falzziegelpreſſen (Fig. 3), Handpreſſen oder Maſchinenpreſſen ([6 c], S. 9, [8], S. 79, 83, 84, [12], Bl. 139), bei welchen die untere Arbeitsform *B* unter die obere *A* geſchoben und zurückgezogen werden muß, und Revolverfalzziegelpreſſen, ([6 c], S. 12,

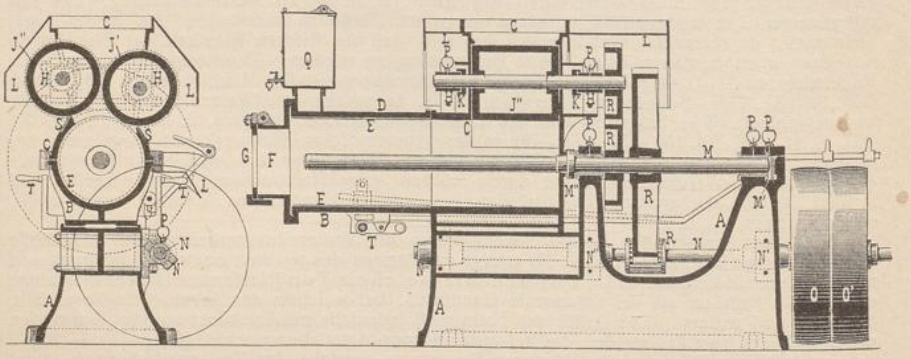


Fig. 2. *A* Maſchinenuntergeſtelle. *B* Untere Zylinderhälfte. *C* Trichter. *D* Zylinderdeckel. *E* Futterblech zum Auswechſeln. *F* Preßkopf. *G* Platte zum Anſchrauben der Preßform. *H H* Walzenlager. *J' J''* Erſte und zweite Walze. *K* Schutzringe der Walzenlager. *L* Schutzdecken der Räder und Lager. *M* Meſſerwelle von Stahl. *M'* Spurlager der Meſſerwelle. *M''* Reſervegegenlauf der Meſſerwelle. *N* Riemſcheibenwelle. *N' N'' N'''* Lager der Riemſcheibenwelle. *O O'* Riemſcheibe. *P P P* Selbſtöler. *Q* Waſſerkaſten zum Bewäſſern der Schluppenform. *R R* Stirnräder. *S S* Walzenſchaber. *T T* Ausrücker.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[8], S. 74, [9]), bei welchen die unteren Arbeitsformen auf den Flächen eines axial drehbaren Prismas ſitzen, das jedesmal mit einer Teildrehung eine neue Unterform unter die Oberform bringt (Fig. 4). Hierher gehören auch die Schraubenpreſſen mit Handbetrieb [8], S. 81, die Spindelpreſſen für Platten [12], Bl. 171, und die Stempeldruckpreſſen [12], S. 178. Metallformen müſſen, damit ſich der Ziegel leicht löſe, geölt werden. — Dem ſogenannten Nachpreſſer werden die zu preſſenden Formſteine, Verblender, Klinker, Keilziegel, Plättchen u. ſ. w., durch-

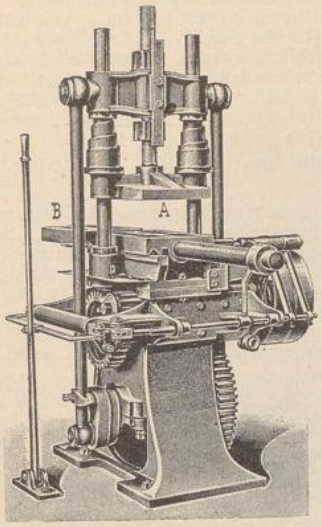


Fig. 3. Falzziegelpreſſe von Th. Groke, Merſeburg.

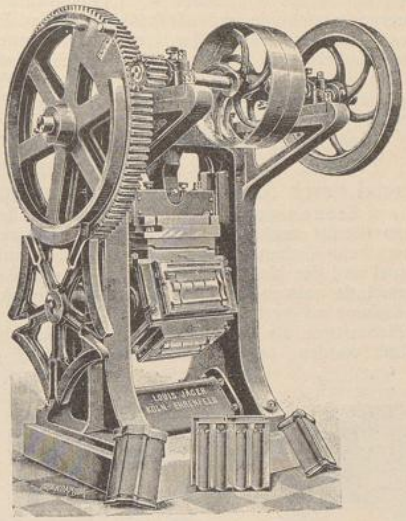


Fig. 4. Dampfpreſſe (Revolverpreſſe) mit fünf rotierenden Formen zur ſelbſttätigen Herſtellung von Falz- und Firſtziegeln von Louis Jäger, Cöln-Ehrenfeld.

gearbeitet, homogeniſiert und vorgeformt übergeben, um hier eine beſtimmte Faſſon zu erhalten. Preßformen, Preßſtempel bezw. Einlageplatten müſſen entweder geölt oder die zu preſſenden Objekte mit trockenem Staub (Kohlenſtaub u. ſ. w.) überzogen werden; diesbezügliche Maſchinen nebſt Beſchreibung in [6], S. 58, [8], S. 98, 102. — Bei Strangfalzziegeln, die aus Strangpreſſen (mit beſonderen Mundſtücken [6], S. 14) hervorgehen, beſtehen beſondere Schneidapparate ([6c], S. 46 ff., ebenſo Falzziegelputzapparate [6c], S. 18. Ueber Naßpreſſen für Muffenrohre ſ. [6c], S. 54, [8], S. 110, [12], Bl. 143; fetter, von allen Steinchen befreiter Ton iſt bei der Röhrenfabrikation erſte Bedingung. — Beim Trockenformen (vgl. Brikettieren) werden Ziegel aus vorgeformten lederharten Blättern oder aus gepulverter Maſſe mittels Schablonen in Kaſtenformen gepreßt; vielfach werden auch gefärbte Maſſen (ſ. Farben, keramiſche) verwendet. Für die Herſtellung der Steine iſt hoher Druck erforderlich (ſ. Mettlacher Platten). Ueber die zugehörigen Trockenpreſſen ſ. [4], S. 46, [5], [12], Bl. 177, Prägwerke, Stanzmaſchinen und [15]. Die in [5] beſchriebenen Dorſtener Steinpreſſen beruhen auf dem Prinzip des freien Falles und arbeiten mit Luftabführung des Materiales, zu deſſen Vorbereitung Pulveriſatoren (ſ. S. 993) u. ſ. w. verwendet werden. — Mittels Handſtrichs formt ein Arbeiter ca. 200—300 Mauerziegel pro Stunde; eine Strangpreſſe (Naßpreſſe) formt dagegen bis zu 4000. Die erforderliche Betriebskraft hängt von der Beſchaffenheit des Tones ab; iſt derſelbe rein und von Natur gleichmäßig befeuchtet, ſo ſind für 20000 Ziegel Tagesproduktion ca. 10 PS., iſt er ſteinig und verſchiedener Vorbereitung bedürftig, bis zu 40 PS. erforderlich. Bei Falzdachziegelpreſſen (ſ. Bd. 3, S. 599) mit Handbetrieb können pro Stunde 100—120, bei Revolverpreſſen 400—600 Steine erzeugt werden. — Eine Dorſtener Trockenpreſſe [5] liefert mit vier Stempeln bis zu 3000 Mauerziegel pro Stunde.

3. **Das Trocknen der naßgeformten Ziegel** erfolgt bei einfachen Anlagen an freier Luft, in Dampfziegeleien auf Trockenſchuppen, welche möglichſt über den Brennöfen angeordnet werden (vgl. Fig. 5).

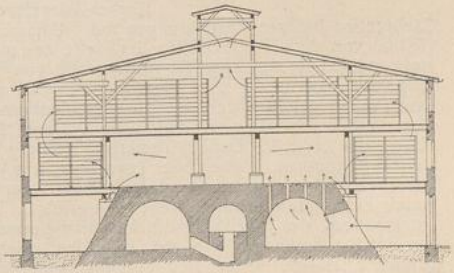


Fig. 5.

4. **Das Brennen der lufttrockenen Ziegel** (ſ. Bd. 6, S. 746). Der ſogenannte Feldbrand liefert unanſehnliche Steine bei vielem Abfall. Zur billigen Maſſenfabrikation dient zumeiſt der Ringofen. Für Verblendſteine, Dachziegel, Röhren, Schamotte u. ſ. w. werden ſogenannte Kammerringöfen, Gasringöfen u. ſ. w. benutzt. Vgl. Backſteine, Engobe, Enkauſtieren, Glaſuren, Glaſurmühlen, Glaſuröfen, Kunſtſteine, Steine, feuerfeſte, Terrakotten, Tonwaren, Ziegel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Zwick, H., Die Natur der Ziegeltone und die Ziegelfabrikation der Gegenwart, 2. Aufl., Wien 1893. — [2] Bock, O., Die Ziegelfabrikation, Weimar 1894. — [3] Dümmler, K., Handbuch der Ziegelfabrikation, Halle 1897/98; Derf., Die Ziegel- und Tonwareninduſtrie in den Vereinigten Staaten, Halle 1894. — Ferner iſt Bezug genommen auf die Kataloge der Firmen: [4] Dorſt, G., Oberlind-Sonneberg. — [5] Dorſtener Eiſengießerei, Dorſten, Weſtfalen. — [6] Groke, Th., Merſeburg: a) Zerkleinerungsmaſchinen; b) Maſchinen zur Ziegelfabrikation; c) Dachziegelfabrikation mittels Maſchinen. — [7] Gruſonwerk Magdeburg-Buckau; Spezialkataloge über Zerkleinerungsmaſchinen und ſelbſttätige Teil- und Miſchmaſchinen, Syſtem Jochum. — [8] Jäger, L., Ehrenfeld-Köln. — [9] Pfeiffer, Gebr., Kaiſerslautern. — [10] Polyſius, G., Deſſau, Maſchine zur Hartzerkleinerung u. ſ. w. — [11] Rheiniſche Maſchinenfabrik Duisburg, Ziegeleimaſchinen. — [12] Schlickeyſen, G., Berlin. — [13] Werner u. Pfleiderer, Cannſtatt. — [14] Uhlands techniſche Rundſchau, Ausgabe für Bauinduſtrie, Jahrg. 12, Heft 1, 1898. — [15] Deutſche Töpfer- und Zieglerztg. 1893, Nr. 37.

Dümmler.

Ziehbank, -eiſen, ſ. Ziehen und Drahtfabrikation.

Ziehen, in der Metallbearbeitung eine Reihe von Verfahren, bei denen das Material durch Matrizen hindurchgezogen wird.

a) Ziehen von Blechen zwecks Herſtellung von Hohlkörpern. Als Werkzeuge dienen hierfür zunächſt Ziehſtempel und Matrize. Da indeſſen bei größerer Tiefe des Hohlkörpers beim Ziehen Falten am Rande der Blechſcheibe auftreten und dieſe ſich zwiſchen den Stempel und die Matrize einklemmen, ſo daß das Blech zerreißen würde, ſo iſt es für tiefere Gegenſtände notwendig, die Faltenbildung durch Auflegen eines Blechhalters (Fig. 1) während des Ziehens zu verhindern. Dieſer Blechhalter kann (Fig. 2) gleichzeitig in Verbindung mit der Ziehmatrize als Schnittwerkzeug zum Ausſchneiden der zu ziehenden Blechſcheiben ausgebildet werden; ferner können die Unterſeite des Ziehſtempels und die Matrize bezw. der

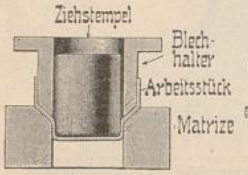


Fig. 3.

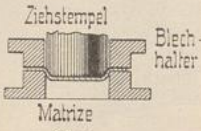


Fig. 1.

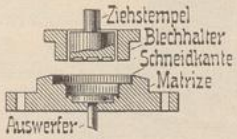


Fig. 2.

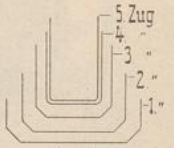


Fig. 4.

Auswerfer mit Verzierungen (ſ. Fig. 2) verſehen werden, um eine Hohlprägung des Bodens der Arbeitsſtücke vorzunehmen. Um längere Hohlkörper von kleinerem Durchmeſſer aus kürzeren von größerem Durchmeſſer herzuſtellen (Weiterziehen oder -ſchlagen) verwendet man die in Fig. 3 dargeſtellten Ziehwerkzeuge, wobei das Verfahren den Verhältniſſen entſprechend mehrmals wiederholt werden muß (Fig. 4),

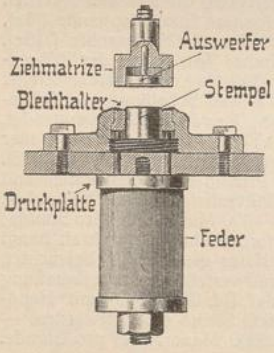


Fig. 5.

um von der Blechſcheibe unter Herſtellung von Zwiſchenſtufen zu dem Endprodukt zu gelangen. Da durch das Ziehen das Blech hart und ſpröde wird und ſich nicht mehr ziehen läßt, ſo muß es ausgeglüht werden, um ihm wieder die nötige Geſchmeidigkeit zu geben. Das Ziehen erfolgt mit Hilfe von Preſſen. Sie ſind entweder einfach wirkende, d. h. mit nur einem Schlitten (Stößel) arbeitende oder doppelt wirkende (ſ. unten). Um auf erſteren einen Blechhalter anwenden zu können, benutzt man Werkzeuge mit Federvorrichtung (Gummizylinder oder Stahlfeder), Fig. 5; der als Ring ausgebildete Blechhalter ſtützt ſich durch eine Anzahl Druckſtäbe auf eine gegen die Feder ſich legende Druckplatte. Der Ziehſtempel iſt in den das Schnittwerkzeug bildenden Führungsring für den Blechhalterring eingeſchraubt. Die Ziehmatrize, welche ebenfalls eine Schneidkante beſitzt und einen Auswerfer trägt, iſt am Schlitten der Preſſe befeſtigt und vollführt alſo die Bewegung. Das Arbeitsſtück wird in die Ziehmatrize mit dem Boden nach oben hineingezogen, wobei der unter Federdruck ſtehende Blechhalterring nach abwärts gedrückt wird. — Die einfach wirkenden Preſſen ſind gewöhnlich entweder Kurbel- oder Exzenterpreſſen (ſ. Preſſen). Die doppelt wirkenden Ziehpreſſen beſitzen Einrichtungen zur ſelbſtändigen Bewegung des Blechhalters, die bisweilen (ſelten) von dem Hauptſchlitten der Preſſe aus mit Hilfe von Leitkurven erfolgt. Da die beiden notwendigen Bewegungen (1. Annäherung von Blechhalter und Ziehmatrize und 2. eigentliche Ziehbewegung) je auf zwei Werkzeuge verteilt werden können, ſo können vier Kombinationen von Preſſen gebildet werden. Die verſchiedenen Ziehpreſſen unterſcheiden ſich weiterhin durch den Antrieb (Exzenter-, Kurbel- oder hydrauliſche Preſſen), ferner durch die Form des Geſtells, durch die Lage des Geſtells (ſenkrecht, ſchräg oder wagerecht), ferner durch ſelbſttätige Zuführvorrichtungen (Walzen oder Revolver u. ſ. w.) voneinander; ferner dadurch, ob die Bewegung des Blechhalters durch unrunde Scheiben unter direkter Einwirkung auf ſeinen Schlitten oder durch Einſchaltung eines Kniegelenks erfolgt. Die letztere Anordnung wird gewählt, um eine Rückwirkung des Blechhalterdrucks auf die unrunden Scheiben und eine Abnutzung dieſer und der auf ihr laufenden Rolle zu vermeiden. Ueber die verſchiedenen Ausführungen von Ziehpreſſen ſ. [1]—[8]. Ueber den Vorgang beim Ziehen der Bleche und über das Kalibrieren der Werkzeuge ſ. [6], [8].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Ziehen von Blechſtreifen zwecks Herſtellung von Profilierungsleiſten für Geſimſe. Der Blechſtreifen wird zwiſchen zwei Matrizen, von denen die eine verſchiebbar iſt, hindurchgezogen. Der Blechſtreifen wird von einer Zange erfaßt, die mit einer Zahnſtange verbunden iſt.

c) Ziehen von Stangen, Stäben, Wellen u. ſ. w. Der Zweck beſteht teils darin, die Stange mit einer blanken Oberfläche zu verſehen, ohne ſie durch Spanabnahme bearbeiten zu müſſen oder Stäbe von ſolchem Profil herzuſtellen, die durch Walzen nicht hergeſtellt werden können oder durch irgend ein Verfahren hergeſtellte Stäbe auf genaue Abmeſſungen zu bringen. Beiſpiele hierfür ſind gezogene Wellen für Transmiſſionen, Spindeln, Zierleiſten u. ſ. w. Bei komplizierten Profilen iſt es in der Regel notwendig, durch Anwendung feſtſtehender Hobelmeſſer zunächſt durch Materialwegnahme das gewünſchte Profil annähernd vorzubilden und dann durch eine oder mehrere Züge das Profil vollends auszubilden. Als Werkzeug iſt ein auf einer Schleppzangenziehbank befindliches Zieheiſen erforderlich, durch das die Metallſtangen hindurchgezogen werden; dieſe werden von einer auf einem kleinen Wagen ſitzenden Zange erfaßt; die Bewegung des Wagens erfolgt entweder durch Kupplung der Zange mit einer endloſen Gallſchen Kette (vgl. Bd. 3, S. 24, Fig. 14) oder hydrauliſch.

d) Ziehen von Röhren, Geſchoſſen, Patronenhülſen u. ſ. w. Während es ſich bei dem Ziehen von Blechen (ſ. oben) zwecks Herſtellung von Hohlbehältern nicht um eine Veränderung der Blechdicke handelt, findet hier eine Veränderung der Dicke der Wand des zu einem Rohr u. ſ. w. umzuwandelnden rohrförmigen Gebildes ſtatt. Das Material wird alſo in der Längsrichtung verdrängt. Als Werkzeuge dienen Ziehringe (Matrizen) und Dorne. Man kann zwei verſchiedene Verfahren unterſcheiden: 1. Ziehen mit dem Dorn: Der zu ziehende, am einen Ende geſchloſſene Hohlkörper (Napf) wird auf eine Dornſtange geſteckt und durch Druck auf das freie Ende der Dornſtange durch den Ziehring hindurchgedrückt; vgl. z. B. Rohrherſtellung. Die hierfür verwendeten Maſchinen ſind für kleinere Hübe Kurbelpreſſen, für größere Hübe dagegen Schraubenſpindelpreſſen (ſtehender oder liegender Anordnung) oder hydrauliſche Preſſen. 2. Ziehen über den Dorn: Das Rohr wird zwiſchen einen Ziehring und einen an einer Dornſtange befeſtigten feſtſtehenden Dorn hindurchgezogen. Das Ziehen erfolgt entweder auf Schleppzangenziehbänken oder auf Schraubenſpindelziehbänken. — Ueber Ziehen von Röhren bei der Herſtellung geſchweißter Röhren ſ. Rohrherſtellung.

e) Ziehen von Draht ſ. Drahtfabrikation.

Literatur: [1] Smith-Kannegießer, Das Preſſen, Stanzen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [2] Woodworth, J. V., Punches, Dies and Tools, New York 1907. — [3] Derſ., Dies their construction and use, New York 1903. — [4] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ing.- u. Maſch.-Mechanik, Bd. 3, 3. Abt., 2. Hälfte, 2. Aufl., Braunſchweig 1901. — [5] Cordon, C., Procédés de forgeage dans l'industrie, Paris 1897. — [6] Dinglers Polyt. Journ. (Muſiol, Das Ziehen auf Ziehpreſſen in Theorie und Praxis), Bd. 315, S. 428, 442. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1508 (Ziehpreſſen). — [8] „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 477 (Muſiol, Die Kalibrierung der Ziehpreſſenwerkzeuge); ebend. 1906, S. 329 (Fortſchritte im Ziehpreſſenbau).

Ziehklinge, Schaber des Tiſchlers, Stahlblatt von 0,6—2 mm Dicke, 10 bis 20 cm Länge und etwa 5 cm Breite, mit gerader, konkaver oder konvexer Schneidkante, zur Glättung des Holzes, zur Abnahme feiner Späne. Vgl. a. Schaben.

A. Widmaier.

Ziehpreſſe, -ring, -ſtempel, ſ. Ziehen.

Zierbrunnen, künſtleriſch ausgeführte laufende Brunnen, die entweder zur öffentlichen unentgeltlichen Abgabe von Trinkwaſſer (ſ. Bd. 2, S. 367) oder nur zum Schmucke öffentlicher Plätze, Gärten, Höfe u. ſ. w. dienen, manchmal hervorragende Kunſtdenkmale bilden ([1]—[4]) oder als ſogenannte Springbrunnen durch Mächtigkeit der Waſſermengen und Strahlhöhen große Wirkungen erzielen.

Wir erwähnen außer den verſchiedenen monumentalen Brunnen in den Städten die Springbrunnen in Kaſſel, Herrenhauſen, Karlsruhe, Stuttgart, Wiesbaden u. ſ. w., in Verſailles, Rom u. a. a. O. Näheres darüber in [5]. — Bei allen derartigen Anlagen muß jeder einzelne Waſſerſtrahl ſeine beſondere regulierbare Zuleitung haben, wenn eine richtig abgemeſſene Geſamtwirkung erzielt werden will. — In dieſen Zuleitungen ſoll die Waſſergeſchwindigkeit 1 m/sec nicht überſchreiten. Techniſch können mit entſprechenden Mundſtücken die Strahlen rund, flach oder zerſtäubt angeordnet, auch als Sprudel entwickelt werden. Für runde Strahlen eignen ſich Mundſtücke wie in der Figur, die auf die Strecke $h = 2 \cdot d$ kreiszylindriſch ſind und ſich gegen die Strahlröhren trompetenartig erweitern. Flache Strahlen werden nach Art der Orgelpfeifen angeordnet. Von vorzüglicher Wirkung ſind die Sprudel, weiß ſchäumende Waſſerſtrahlen, die mit geringen Waſſermengen erzielt werden, wenn großer Druck und ein angemeſſenes Waſſerbecken zur Verfügung ſteht, indem man einfach das Strahlmundſtück mehr oder weniger tief unter dem Spiegel des Beckens ausmünden läßt. Dieſelbe Wirkung erreicht man auch mit Strahlapparaten [6]. Sehr zu beachten iſt bei den Springbrunnen, daß die Größe des Beckens im richtigen Verhältnis zur Strahlhöhe ſteht, damit der Strahl nicht ſchon bei leichtem Winde über das Becken hinausgeworfen wird und die Umgebung verſumpft.



Die ſenkrechte Strahlhöhe s — alle Maße in Meter — berechnet ſich für Mundſtücke nach der Figur aus der Formel: $s = H : (s + \varphi H)$, in welcher H die Druckhöhe im Zuflußrohre, gemeſſen in Nähe des Auslaufes, jedoch an einer Stelle, an welcher die Geſchwindigkeit 1 m/sec noch nicht überſteigt und φ ein von der Weite des Mundſtückes abhängiger Koeffizient iſt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nämlich $\varphi = 0{,}00025 : (d + 1000 \cdot d^3)$. Bei geneigten Strahlröhren beſchreibt der Strahl eine Kurve, ähnlich der in Bd. 1, S. 533, Fig. 1 dargeſtellten. — Erwähnt ſei hier noch, daß ſchon ſeit längerer Zeit aus Springbrunnen auch beleuchtete Waſſerſtrahlen (Kaloſpinthechromokrene) entſendet werden [7]. Für kleinere Springbrunnen ſind zahlreiche Modelle aus Metall im Handel (Brunnenſchalen, Mundſtücke, Brunnenfiguren u. ſ. w.); wir verweiſen als Bezugsquellen auf Schäfer & Walcker, Berlin, Deutſche Waſſerwerksgeſellſchaft, Höchſt a. M., und andre Fabriken bezw. Inſtallationsgeſchäfte für Waſſerleitungsgegenſtände; vgl. a. Heronsbrunnen.

Literatur: [1] Schubert, C., Die Brunnen der Schweiz, Frauenfeld 1885. — [2] Bouſſard, Choix des fontaines décoratives, Paris 1879. — [3] Teirich, V., Ueber Brunnen und deren künſtleriſche Durchbildung, Gewerbehalle 1870, Heft 7. — [4] Handbuch der Architektur, Teil 4, Halbbd. 8, Abt. 8, Abſchn. 2, Kap. 3. — [5] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Abt. 2, S. 273 ff., Leipzig 1908. — [6] Fontänenmundſtücke, Journal f. Gasbeleuchtung u. Waſſerverſ. 1882, S. 148. — [7] Morton, Illuminated fountains, Frankl. Journ., 3. S., Bd. 59, 1870, S. 358.

Ziereiſen (Reliefeiſen), Walzeiſen, das ſich von den gewöhnlichen Walzprodukten entweder durch einen komplizierten Querſchnitt oder (und) durch Verzierungen auf der Oberfläche der Walzſtäbe unterſcheidet.

Solche Ziereiſen werden insbeſondere für architektoniſche Zwecke von dem Faſſoneiſenwalzwerk von Mannſtädt & Co., Kalk bei Cöln, hergeſtellt. Bei den auf der Oberfläche verzierten Walzſtäben ſind die Walzen entſprechend graviert. Ein hierhergehöriges Beiſpiel iſt auch das Klatteſche Kettenwalzwerk, ſ. Kette, Bd. 5, S. 449. *A. Widmaier.*

Ziervogelprozeß, ſ. Silber, S. 119.

Zifferblatt. Für Turmuhren iſt die Größe durch die Höhe über der Straße bedingt bezw. durch die Größe der Ziffern, die nicht über ein Sechſtel des Durchmeſſers ſein ſollten. Da nun nach Erfahrung bis auf eine Höhe von 12 m die Ziffern 0,15 m, bei einer Höhe von 12—20 m 0,22 m und bis 30 m Höhe 0,28 m lang ſein müſſen, um gut ſichtbar zu ſein, ſo iſt hiernach der Durchmeſſer zu beſtimmen. Zur beſſeren Erhaltung des Zifferblattes iſt der Regen, wenn tunlich, abzuhalten. — S. a. Uhr. *Weinbrenner.*

Zimalium, ſ. Zinklegierungen.

Ziment, ſ. Sinkwerksbau, S. 139.

Zimmer, ein heizbares Gemach. Hinſichtlich der Größe iſt zu geben 1. dem Wohnzimmer für jede Perſon 12 qm; 2. dem Schlafzimmer (ſ. d.) etwa 9 qm; 3. dem Kinderzimmer ſowie 4. dem Ankleidezimmer 6 qm; 5. dem Speiſezimmer für jeden Speiſenden 1,20—1,50 qm (ſ. Saal, 2.); 6. Sprechzimmer; 7. Spielzimmer, etwa wie 5. Weitere Zimmer ſind: Vorzimmer, als Zugang zu Wohn- und Feſträumen, Geſchäftszimmer u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Zimmerarbeit, jede Holzarbeit, bei der kein Leim verwendet wird.

Hierunter begreift man: Lehrbogen, Pfahl- und Schwellröſte, Verſetzgerüſte, Balkenlagen und Fachwerkwände, Dachſtühle, Türzargen, Brettſchalungen, Blindböden, Holztreppen u. ſ. w. Dieſe Arbeiten werden erſtellt auf dem Zimmer- oder Werkplatz, einem weiten, ebenen Hofraum, der zum Abbinden oder Zulegen der Balkenlagen ſowie des Werkſatzes für die Dachſtühle dient. Nötig iſt außerdem ein Werkſchuppen für kleinere Arbeiten und ein Stapelplatz für Vorräte u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Zimmergeräte, 1. ſämtliche Werkzeuge des Zimmermanns, als: a) Bund-, Schrot- und Trummſäge für zwei Mann und einhändige Handſäge; b) Beile und Aexte (ſ. Bd. 1, S. 655, und S. 423); c) Bohrer verſchiedener Größe (ſ. Holzbohrer, Bd. 2, S. 184); d) die Fugbank ſowie Hobel verſchiedener Art: Bank-, Schrob- und Schlichthobel (ſ. Hobeln, Bd. 5, S. 67 ff.); e) Stemmeiſen oder Stechbeutel, Hohleiſen und Gehreiſen (ſ. Stemm- und Stechzeug, S. 306); f) Schnitzer oder Schnitzeiſen; g) Zirkel und Winkeleiſen; h) Schnur und Lot mit Haſpel zum Abſchnüren (ſ. Schnurſchlag, Bd. 7, S. 770); i) Kantring (ſ. Bd. 5, S. 371); k) Hebegeſchirr oder Hebeſchrauben zum Heben großer Laſten, z. B. ganzer Gebälke, oder auch zum Fortbewegen und Verſetzen ganzer Häuſer [1], [4]. — 2. Das zur Ausſtattung eines Zimmers dienende Gerät, als Möbel, Vorhänge, Ofen, Wandſchmuck u. ſ. w.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, 1. Teil, Berlin 1893, Bd. 1, S. 106. — [2] Deutſche Bauztg., Berlin 1881. — [3] Baugewerkztg., Berlin 1884. — [4] Artingstall, Raising and moving of buildings bodily, 1883. *Weinbrenner.*

Zink *Zn*, Atomgew. 65,4, beſitzt auf dem friſchen Bruch eine bläulichweiße Farbe und metalliſchen Glanz; ſpez. Gew. etwa 7,1, kann aber durch Walzen auf 7,2—7,3 erhöht werden.

Bei gewöhnlicher Temperatur ſpröde, wird es bei 100—150° dehnbar und läßt ſich ziehen und bis Papierdicke auswalzen; bei 200° wird es wieder ſpröde; Schmelzpunkt etwa 420°. Bei heller Rotglut, nahe 930°, verdampft das Zink; die Dämpfe verdichten ſich durch Abkühlung entweder zu flüſſigem Zink oder, wenn die Abkühlungstemperatur unter dem Schmelzpunkt des Zinks liegt, zu ſtaubförmigem Zink, dem ſogenannten Zinkſtaub. An der Luft entzünden ſich die Dämpfe und verbrennen mit bläulicher Flamme zu fein verteiltem Zinkoxyd (Zinkblumen). An trockener Luft bleibt Zink unverändert; an feuchter überzieht es ſich mit einer dünnen weißlichen Schicht von waſſerhaltigem, baſiſchem Zinkkarbonat, welches das darunter liegende Metall vor weiterer Oxydation ſchützt. Zink zerſetzt Waſſer in der Rotglut und löſt ſich leicht in Salz- und Schwefelſäure ſowie in Alkalien, unter Freiwerden von Waſſerſtoff. Es fällt die meiſten ſchweren Metalle aus ihren Salzlöſungen. Das Zink iſt als ſolches erſt ſeit Anfang des 18. Jahrhunderts (in China ſeit dem 16. Jahrhundert) bekannt, während ſeine Legie-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rung mit dem Kupfer, das Meſſing, ſchon von den Alten benutzt wurde. — Die wichtigſten Zinkerze ſind: Zinkſpat, edler Galmei $ZnCO_3$ (faſt völlig abgebaut), Zinkblende ZnS, Kieſelzinkerz, Kieſelgalmei $Zn_2SiO_4 + H_2O$, Willemit Zn_2SiO_4. — Außerdem werden auch zinkhaltige Hüttenprodukte auf Zink verarbeitet.

Die Gewinnung des Zinks beruht auf Herſtellung von Zinkoxyd und Reduktion desſelben durch Kohlenſtoff. Da aber die Reduktionstemperatur des Oxyds höher liegt als der Schmelzpunkt des Metalls, ſo entweicht das Zink dampfförmig. Die zuerſt übergehenden und ſich zu Zinkſtaub verdichtenden Dämpfe ſind meiſtens kadmiumhaltig und dienen zur Gewinnung des Kadmiums, der ſpäter gebildete Zinkſtaub enthält noch Zinkoxyd, Arſen, Antimon u. ſ. w. Von den Erzen wird der Galmei in Schacht- oder Flammöfen zu Oxyd gebrannt (calciniert), die Blende aber ſowohl in Flamm- als in Gefäßöfen geröſtet, z. B. in den Liebig-Eichhornſchen Oefen (ſ. Bd. 7, S. 846 und [1]). Bei den erſteren Oefen enthalten die Röſtgaſe nur bis zu 2 Vol.-Proz. ſchwefliger Säure und müſſen entweder mittels ſehr hoher Eſſen oder durch Abſorption für die Umgebung der Fabriken unſchädlich gemacht werden. Die Gefäßöfen dagegen liefern 5—8 % ſchweflige Säure enthaltende Gaſe, ſo daß hier die ſchweflige Säure zur Darſtellung von Schwefelſäure oder zu andern Zwecken benutzt werden kann. Beim Röſten bildet ſich neben dem Oxyd auch Zinkſulfat, das erſt bei höherer Temperatur zerſetzt wird. Als Reduktionsmittel werden magere Steinkohle oder Koks verwendet. Die Reduktion und die Deſtillation werden heute, da man den engliſchen Prozeß der Deſtillation aus Tiegeln nach unten ganz verlaſſen hat, entweder nach dem belgiſchen oder ſchleſiſchen Prozeß oder nach einer Kombination beider Syſteme (in Weſtfalen) vorgenommen. Bei dem ſchleſiſchen Prozeß dienen als Reduktionsgefäße feuerfeſte tönerne Muffeln von 60—65 cm Höhe, 15—20 cm Breite im Lichten, 1—2,15 m Länge und einer Wandſtärke, die am Boden von vorn nach hinten von 20 auf 65 mm, in der Kappe von 20 auf 30 mm ſteigt. Die tönernen Vorlagen ſind von verſchiedener Geſtalt und werden mit Blechtuten zur Aufnahme der Vorlage verſehen. Die Muffeln (10—16 Stück) ſtehen zu beiden Seiten des Roſtes, von dem die Flamme aufſteigend die Muffeln umſpült, um die Feuergaſe durch die zur Eſſe führenden Kanäle entweichen zu laſſen. Statt der einfachen Roſtfeuerung benutzt man jetzt vielfach Treppenroſtfeuerung nach Boetius oder Siemensſche Regenerativfeuerung. Der ſchleſiſche Prozeß dauert etwa 24 Stunden. Bei dem belgiſchen Prozeß findet die Reduktion in feuerfeſten tönernen, ſchräg und reihenweiſe übereinander liegenden Röhren von 15—25 cm Weite im Lichten, 1—1,3 m Länge und 3 cm Wandſtärke ſtatt, welche durch Roſt- oder Gasfeuerung geheizt werden; Vorlage und Allonge ſind ähnlich wie beim ſchleſiſchen Prozeß. Wegen des kleineren Faſſungsraumes der Röhren dauert das belgiſche Verfahren nur etwa 12 Stunden. Näheres über beide Prozeſſe ſ. [1]–[3]. Die Einführung von Schachtöfen, welche wegen der ſtarken Verdünnung der Zinkdämpfe durch die Verbrennungsgaſe nur ſtaubförmiges Zink liefern, iſt nicht über Verſuche hinausgekommen. Ebenſo hat auch die Zinkgewinnung auf elektrolytiſchem Wege bisher keine großen praktiſchen Erfolge gezeitigt. Man hat ſowohl Zinklöſungen unter Benutzung von Erzen oder von Rohzink als Anoden als auch Zinklöſungen oder geſchmolzene Zinkſalze unter Benutzung unlöslicher Anoden auf elektrolytiſchem Wege zu behandeln verſucht. Gewiſſe Erfolge ſind dagegen bei der Trennung des Zinks von andern Metallen aus Legierungen mittels elektriſchen Stromes erzielt. Näheres ſ. [1] und [4]. Das durch Deſtillation gewonnene Roh- oder Werkzink enthält meiſt Blei, Eiſen und andre Verunreinigungen. Durch Umſchmelzen und Stehenlaſſen bei mäßiger Hitze oxydiert ſich ein Teil der Metalle, die mit Zinkoxyd als ſogenannte Zinkaſche von der Oberfläche abgezogen werden; die ſchweren Metalle (wie Blei und Eiſen) ſinken zu Boden, bilden das Bodenzink, von welchem das reine Zink abgeſchöpft wird. Als Raffinieröfen benutzt man Flammöfen mit etwas geneigter Sohle. — Zink dient zur Herſtellung von Blech- und Gußwaren, Bauzierat, Statuetten, Druckplatten, Theaterſchmuck, zu galvaniſchen Elementen, zum Verzinken von Eiſen („Galvaniſieren“), zum Entſilbern des Bleis, zur Darſtellung vieler Legierungen (ſ. Zinklegierungen) und der Zinkpräparate. Zinkſtaub wird gegebenenfalls auf Kadmium verarbeitet, dient ferner zu grauer Anſtrichfarbe und wird in Laboratorien und Fabriken als Reduktionsmittel benutzt. Zinkſalze ſind giftig.

Literatur: [1] Schnabel, Handbuch der Metallhüttenkunde, Bd. 2, S. 1, Berlin 1896. — [2] Oſt, Lehrbuch der chemiſchen Technologie, 6. Aufl., S. 706 ff., Hannover 1907. — [3] Fiſcher, Handbuch der chemiſchen Technologie, 14. Aufl., S. 323, Leipzig 1893. — [4] Borchers, Elektrometallurgie, 2. Aufl., S. 266, Braunſchweig 1896.

(Rathgen) Moye.

Zinkblende (Blende, Sphalerit), Mineral, Schwefelzink ZnS mit 67 % Zn und kleinen Mengen von Kupfer, Mangan, Silber, Zinn u. ſ. w.

Kriſtalliſiert regulär; derb, körnig; gelb, braun, ſchwarz oder grün; durchſichtig bis undurchſichtig. Strich gelb oder braun; fett- bis diamantglänzend; ſpaltbar und ſpröde; Härte $3^1/_2$—4; ſpez. Gew. 3,9—4,2; ſchwer ſchmelzbar. Löslich in Salzſäure. Verwittert leicht zu Zinkvitriol. Vielfach mit Bleiglanz, Schwefel- und Kupferkies. Vorkommen am Schneeberg bei Paſſeir, Bleiberg in Kärnten, Ungarn, Siebenbürgen u. ſ. w. Zinkblende wird zur Darſtellung von Zinkvitriol und Zink verwendet, dient auch als Körperfarbe. Verwandt ſind: Chriſtophit (Schwefel-Zink-Eiſen) und Feuerblende (Schwefelantimonſilber), beide, weil ſelten, techniſch unwichtig. *Leppla.*

Zinkchlorid (Chlorzink, Zinkbutter) $ZnCl_2$, eine weiche, weißgraue, ſtark hygroſkopiſche, in der Rotglut flüchtige Maſſe, durch Auflöſen von Zink in Salzſäure und Eindampfen der Löſung, ferner durch chlorierende Röſtung von Zinkblende ſowie durch Erhitzen von Zinkſulfat mit Kochſalz gewonnen.

Es wird zum Läutern von Oel, zur Herſtellung von Pergamentpapier und beſonders zur Konſervierung hölzerner Eiſenbahnſchwellen (ſ. Holzkonſervierung) benutzt. Seine kon-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zentrierte Löfung verkohlt Papier, Holz und andre organifche Stoffe ähnlich wie Schwefelfäure. Eine Doppelverbindung mit Salmiak $ZnCl_2 + 2\,NH_4Cl$ dient als Lötfalz. — Zinkoxychlorid, durch Mifchen von Chlorzinklöfung mit Zinkoxyd (1 : 1) erhalten, gibt eine plaftifche, bald erhärtende Maffe (Sorels Zahnkitt). Eine Löfung von Zinkoxyd in überfchüffiger ftarker Chlorzinklöfung foll Seide auflöfen. Zinkchlorid ift giftig. *Moye.*

Zinkchromat $ZnCrO_4$ bildet fich als gelber Niederfchlag, wenn man Löfungen von Kaliumbichromat und Zinkfulfat zufammenfügt, und findet in der Kattundruckerei als Ultramaringelb (fonft Name für Baryumchromat) Verwendung. Aehnlich das mit Kaliumchromat erhaltene bafifche Salz $Zn_4(OH)_6CrO_4$.

Zinkdach ift das am meiften zur Anwendung gebrachte Blechdach (f. d., Bd. 2, S. 47) und wird in fehr mannigfacher Deckungsweife ausgeführt.

a) Deckung mit ftehenden Falzen oder Wulft, nur für kleine Flächen und ftarke Neigungen geeignet. Die Seitenftöße find als Falze oder Wulfte gebildet, die durch Heftbleche (f. d., Bd. 5, S. 4) niedergehalten werden. Die Ueberdeckung der oberen Bahn gefchieht durch Lötung. b) Die Deckung mit überfchobenem Wulft dient ebenfalls für kleine Flächen. Jede Tafel wird feitlich abgebogen, gefälzt und durch gemeinfame Haften auf der Unterlage befeftigt. Ueber den Stoß wird ein rundlicher Wulft oder eine dreikantige Deckkappe, die von der Traufe bis zur Firft läuft, übergefchoben. c) Das belgifche oder rheinifche Leiftenfyftem ift das gebräuchlichfte und vollkommenfte. Dabei ift alle Lötung ausgefchloffen, und alle Verbindungen werden durch Fälzung, die Befeftigungen durch Heftbleche bewirkt. Auf die Schalung werden Holzleiften (Fig. 1 und 2) von quadratifchem oder trapezförmigem Querfchnitt aufgefchraubt, zwifchen die Leiften die umgefälzten Stöße der Blechtafeln eingepaßt und darüber Deckkappen gefchoben, die von der Traufe bis zur Firft reichen. — Für flache Dächer, die begehbar fein follen, find diefe in Abftänden von 60 cm überftehenden Leiften ftörend und unbequem. Oft werden dann Lattenböden übergelegt, die jedoch von kurzer Dauer find. Beffer dient in folchem Falle d) das Rinnenfyftem, mit tiefgelegten Rinnen, die als Kanäle das Tagwaffer ableiten. Hierbei reicht die Unterlage nur von Sparren zu Sparren (Fig. 3 und 4). Zur Abhaltung von Laub u. f. w. werden die oben offenen Rinnen durch eine eingefchobene Deckfchiene verfchloffen. e) Das Rautenfyftem wird fchuppenförmig eingedeckt mit 30 bis 70 cm großen quadratifchen Tafeln in Stärken von Nr. 10—13. Es kann nur für fteile Dächer verwendet werden (vgl. Fig. 5). Verwandte Formen find fechseckige Tafeln und Schuppenziegel. f) Das Blechfalzziegeldach (Syftem Klehe, D.R.P. Nr. 14835) [4]. Die einzelnen Tafeln find nach Art der Falzziegel (f. d., Bd. 3, S. 598) aus Blech geftanzt; fie werden auf der ca. 32 cm weiten Lattung aufgelegt und mittels angelöteter Haften feftgenagelt; für kleinere Zelt- und Kegeldächer brauchbar.

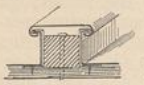


Fig. 1.

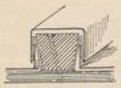


Fig. 2.

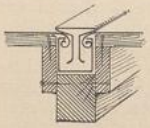


Fig. 3.

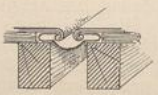


Fig. 4.

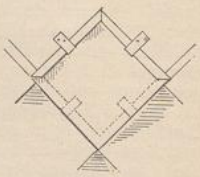


Fig. 5.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, 1. Teil, Berlin 1893, Bd. 1, S. 500 ff. — [2] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 5, S. 182, Darmftadt 1894. — [3] Mufterbuch der anonym. Gefellfchaft Vieille-Montagne (Altenberg), Lüttich 1883. — [4] Mufterbuch von Hermann Klehe in Baden-Baden. *Weinbrenner.*

Zinkgelb, aus Doppelfalzen von bafifch chromfauerm Zinkoxyd mit andern chromfauern Salzen, meiftens aber aus chromfauerm Zinkoxyd beftehende, lebhafte gelbe Körperfarbe.

Es wird dargeftellt durch Kochen von Zinkweiß mit einem Ueberfchuß von Natronlauge durch längere Zeit, wobei ein Teil fich löft, Zufügen von doppeltchromfauerm Kali, fo daß ein Ueberfchuß an diefem vorhanden ift. Man erhält die Farbe auch, wenn man eine Mifchung von 1 Aequivalent Zinkweiß = 40,2 Gewichtsteilen mit 1 Aequivalent Natron = 31,2 Gewichtsteilen kocht, nach dem Kochen mit 1 Aequivalent Zinkvitriol = 143,2 Gewichtsteilen verfetzt, wodurch das angewendete Aetznatron neutralifiert wird, und nun doppeltchromfaures Kali hinzufügt. — Gelbes Ultramarin, Permanentgelb, ift im wefentlichen ein Gemenge von bafifch chromfauerm Zinkoxyd mit chromfauerm Kalk. Diefe Sorte ftellt man her, indem man Zinkweiß mit Salzfäure kocht, bis es fich faft vollftändig aufgelöft hat, der Löfung Chlorcalcium zufügt und mit neutralem chromfauerm Kali ausfällt. Eine überaus fchöne, alle andern Zinkgelbe übertreffende gelbe Farbe erhält man dadurch, daß man Zinkweiß mit wenig konzentrierter Natronlauge verfetzt, verrührt, dann 12—15% Pikrinfäure mit ziemlich viel Waffer und hierauf einen Ueberfchuß von Alaun, um freies Natron zu neutralifieren, hinzufügt. Mit Blei gemifcht, liefert diefe Farbe fehr fchönes Grün und hat als Waffer farbe große Deckkraft. *Andés.*

Zinkhochätzung, im allgemeinen die Erzeugung von Buchdruckklifchees durch Aetzen von Zinkplatten, einerlei, welches Verfahren hierbei zur Aufbringung des Bildes auf die Metalltafel diente. Im befonderen jedoch, und zwar als Zinkotypie oder Chemigraphie, die Herftellung von Zinkklifchees ohne Zuhilfenahme der Photographie. Vgl. dagegen Autotypie und Phototypie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Zinkhochätzung handelt es sich darum, die Aetzflüssigkeit nur an den Stellen der Platte einwirken zu lassen, welche keinen Abdruck hinterlassen dürfen. Daher müssen die übrigen Partien, die Bildstellen, durch Aufbringen von Fetten oder Harzen vor der Säureeinwirkung geschützt werden. Nur selten, nämlich bei sehr grober Zeichnung, wird das Bild mit lithographischer Tusche (s. Lithographie) unmittelbar auf die Zinkplatte gezeichnet. Zumeist zieht man es vor, die Zeichnung auf besonders dazu vorgerichtetem Papier (s. Umdruckpapier) mit lithographischer Tusche und Feder oder mit fetter Kreide herzustellen und dann auf die Platte zu übertragen, indem das Zeichnungsblatt schwach gefeuchtet auf die Metallplatte gelegt, mit einer Schutzpappe bedeckt und durch die Walzen einer Art Satinierpresse hindurchgezogen wird. Das Papierblatt wird heruntergezogen und die auf der Uebertragung haftende Isolierschicht abgewaschen. Der Umdruck wird sodann „ätzfest" gemacht. Dies geschieht, indem zunächst die ganze Platte gummiert, hierauf „angerieben" (man überfährt die Fläche mit einem Gemenge von Gummi, versetzt mit wenig Phosphorsäure, und fetter Schwärze; hierbei lagert sich nur an den Bildstellen die Fettschwärze an) und mit Harzpulver (Asphalt-, Drachenblutstaub u. s. w.) bestäubt und erhitzt wird (das Harzpulver verschmilzt dadurch mit der fetten „Farbe" zu einer festen Kruste). Sehr häufig werden auch Steinradierungen oder -gravuren (s. Lithographie) umgedruckt, während direkte Uebertragungen von Buchdruckformen mangelhafte Klischees ergeben. Das Aetzen von Zinkklischees erfolgt am besten in Salpetersäurebädern verschiedener Konzentration. Wegen der sich entwickelnden schädlichen Gase müssen bei der Chemigraphie Aetzherde, die gegen den Arbeitsraum fast vollständig verschalt sind und einen Abzugskamin, eventuell mit Ventilator, besitzen, verwendet werden, weil hier viel größere Metallmengen gelöst werden müssen, als es z. B. beim Aetzen von Autotypieplatten (s. Autotypie) der Fall ist, denn die Zwischenräume zwischen den einzelnen Druckelementen sind viel breiter und tiefer. Zuerst wird die Anätzung, die nur eine geringe Freistellung des Druckbildes bewirkt, vorgenommen. Sodann muß, um ein seitliches Unterfressen der Druckkörper hintanzuhalten, das Bild mit Schwärze eingewalzt, mit Harzpulver überstäubt und die Platte erhitzt werden, bis das schmelzende Gemenge über die Kanten der Druckkörper hinunterläuft und die seitlichen Flächen schützt. Dies geschieht auch bei den mehreren Etappen der Tiefätzung. Dann erfolgt die Rundätzung zur Entfernung der Aetzstufen, deren oberste durch die Reinätzung endlich weggenommen wird. Durch Abdecken mit Asphaltlösung werden genügend tiefgeätzte Stellen vor weiterer Aetzung bewahrt. Große leere Metallstellen werden nicht herausgeätzt, sondern mittels sogenannter Rautingmaschinen herausgefräst; für kleinere Betriebe eignet sich sehr gut der Tschörnersche Fräser, der, in eine Kluppe gefaßt, durch eine biegsame Welle unmittelbar vom Anker eines Elektromotors angetrieben wird.

Literatur: Husnik, Jakob, Die Zinkätzung (Chemigraphie, Zinkotypie), 3. Aufl., Wien 1907, Toifel, Handbuch der Chemigraphie, 2. Aufl., Wien 1896; Mörch, Handbuch der Chemigraphie; Düsseldorf 1886. *A. W. Unger.*

Zinklegierungen. Die wichtigsten Legierungen sind die mit Kupfer (s. Messing) und die mit Kupfer und Nickel (s. Neusilber). Eine Legierung mit Aluminium und Magnesium ist das Zimalium. Ferner ist Zink ein Bestandteil der Kupfermünzen, vieler Bronzen und Lagermetalle. Von der Zinksilberlegierung macht man Gebrauch zur Abscheidung des Silbers aus Blei (s. S. 116). Die Legierung mit Eisen zeichnet sich durch ihre Härte (Hartzink) aus; sie bleibt nebst Blei als Bodenzink bei der Raffination des Zinks am Boden des Schmelzgefäßes zurück. Zinkamalgam dient als Ueberzug der Zinkplatten in galvanischen Elementen; auch das Amalgam des Reibzeuges bei der Elektrisiermaschine enthält Zink (2 Queckstber, 1 Zinn, 1 Zink). S. a. die Tabelle bei Zinnlegierungen. *(Rathgen) Moye.*

Zinkographie (Zinkflachdruck), Pressendruckverfahren, bei dem Zinkplatten ähnlich wie lithographische Steine (s. Lithographie) benutzt werden.

Einige der im Artikel „Lithographie" beschriebenen Verfahren können unter gewissen Aenderungen sehr gut mit Zinkplatten ausgeübt werden. Zunächst benutzt man sie häufig bei der Autographie (s. d.). Das Schriftstück wird umgedruckt, hierauf die Platte gummiert, angewalzt und mit einem Gemenge von Gummilösung, Gallus-, Salpeter- und Phosphorsäure geätzt. Behufs Neuverwendung der Platten wäscht man mit Terpentinöl, Lauge und Wasser und schleift oberflächlich mit Bimssteinmehl ab. Der Druck wird bei Autographien in den Kanzleien, Bauämtern u. s. w. gewöhnlich auf einfachen Walzenpressen oder lithographischen Handpressen (s. Steindruckmaschinen) vorgenommen. Um Korrekturen vornehmen zu können, behandelt man die Stellen mit Zitronensäure (vgl. Entsäuern im Artikel Lithographie). — In neuerer Zeit wird die Zinkographie jedoch auch schon sehr stark für den Druck sehr großer Auflagen auf besonderen Rotationsmaschinen (s. d. und Steindruckmaschinen) benutzt. Und zwar gelangt zumeist das von Otto und Hans Strecker ausgearbeitete Zinkdruckverfahren zur Anwendung. Das Schleifen der mitunter sehr großen (bis zu 1,5 qm) Platten geschieht in eignen Rüttelkästen, in denen die Metalltafeln mit Kugeln bedeckt liegen, die infolge der Schüttelung scheuernd wirken. Die Zinkplatten werden mit Feder und fetter Tusche, oder gekörnte Platten mit fetter Kreide bezeichnet oder durch Umdruck mit dem Bilde versehen, gummiert, zur Kräftigung mit einer Asphalttinktur ausgewaschen, dann eingewalzt und schließlich, nach Entfernen des Gummiarabikums und Einstauben mit Kolophoniumpulver, mit einer (für das Streckersche Verfahren wesentlichen, aus Gummi, Wasser und Salzen bestehenden) Aetz-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

flüſſigkeit behandelt. Die „Aetze“ bewirkt die Bildung einer als weißliche Schicht erkennbaren Zinkverbindung, die außerordentlich feſt haftet und großes Auffaugungsvermögen dem Waſſer gegenüber beſitzt. Daß ſelbſt bei ſehr hohen Auflagen ein Schmutzen (Tonen) des „Planiums“ (d. ſ. die druckfreien Stellen) nicht eintritt, ſoll angeblich auf elektrochemiſche Vorgänge (die Folge der beſonderen Aetzmethode) zurückzuführen ſein. Zur Vornahme von Retouchen wird mit Salzſäure behandelt.

Literatur: Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., 2. Aufl., Halle a. S. 1910; Blecher, H., Die Verwendung des Zinks für den lithographiſchen Druck nach dem Verfahren von Strecker, Halle a. S. 1906; Eder, J. M., Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik, Halle a. S. 1905 ff. *A. W. Unger.*

Zinkotypie, ſ. Zinkhochätzung.

Zinkoxyd *ZnO* findet ſich in der Natur als Rotzinkerz (ſ. d.); durch Verbrennen des Zinks an der Luft entſteht es in leichten weißen Flocken (Zinkblumen). Es wird entweder durch Verbrennen des Metalls oder durch Röſten der Zinkerze gewonnen und findet hauptſächlich unter dem Namen Zinkweiß Anwendung als Malerfarbe, da es nicht wie Bleiweiß durch Schwefelwaſſerſtoff geſchwärzt wird. Ferner wird es zur Darſtellung von Rinnmanns Grün (ſ. Kobaltgrün), von Zahnkitten (ſ. Zinkchlorid) u. ſ. w. benutzt. *Moye.*

Zinkoxyd, ſchwefelſaures, ſ. v. w. Zinkvitriol (ſ. d.).

Zinkſpat (Galmei, Smithſonit), Mineral, kohlenſaures Zink $ZnCO_3$ (64,8 % *ZnO*) mit Beimengungen von Kalk, Magneſia und Eiſenoxydul.

Kriſtalliſiert hexagonal rhomboedriſch; auch derb, faſerig bis dicht. Farblos, grün, grau oder braun (eiſenreich), ſtark glasglänzend, durchſcheinend bis undurchſichtig. Spröde; Härte 5; ſpez. Gew. 4,1—4,5; ſchwer ſchmelzbar; löslich in Salzſäure und Kalilauge. Vorkommen: Altenberg bei Aachen, Raibl in Kärnten, Tarnowitz in Schleſien und an andern Orten. Sehr wichtig für die Darſtellung von Zink. *Leppla.*

Zinkſulfat, ſ. Zinkvitriol.

Zinkſulfid, Schwefelzink *ZnS*, kommt in der Natur als Zinkblende vor; entſteht als weißlicher, waſſerhaltiger Niederſchlag, wenn eine Zinklöſung mit Schwefelammonium verſetzt wird. *Moye.*

Zinkvitriol (Galitzenſtein), Mineral, waſſerhaltiges, ſchwefelſaures Zink (28,22 % *ZnO*).

Kriſtalliſiert rhombiſch; körnig. Farblos bis hellgrau, glasglänzend, durchſichtig bis durchſcheinend; ſpaltbar. Härte 2½; ſpez. Gew. 2,0—2,1. Leicht löslich, widerlich ſchmeckend; ſchmilzt ſehr leicht. Vielfach aus Zinkblende ſich bildend. Wie künſtliches Zinkvitriol als Arzneimittel, zur Konſervierung, zu Lackfarben, Firniſſen, in der Zeugfärberei verwendet. *Leppla.*

Zinkvitriol, Zinkſulfat, ſchwefelſaures Zink, weißer Vitriol $ZnSO_4 + 7\,H_2O$, entſteht durch Verwittern oder durch Röſten der Zinkblende ſowie durch Auflöſen von Zink in Schwefelſäure; bildet rhombiſche, durchſichtige, in Waſſer leicht lösliche Kriſtalle. *Moye.*

Zinkweiß (Schneeweiß, Weißes Nichts, Zinkblumen), ausgezeichnet verwendbare, durch äußere Einflüſſe (wie Schwefelwaſſerſtoffgas, Schwefeldämpfe) unveränderliche, ſehr beſtändige weiße Farbe, als Oelfarbe ſehr geeignet, aber mehr Oel als Bleiweiß erfordernd.

Die Deckkraft des Zinkweiß iſt dem Gewichte nach mindeſtens ebenſo groß als jene des Bleiweiß. Als Waſſerfarbe iſt Zinkweiß weniger brauchbar. An feuchten Orten lagernd, ballt ſich Zinkweiß zuſammen, bildet Körner und Klumpen, die kaum wieder für den Anſtrich in Oel zerrieben werden können, auch ſoll es bei längerem Lagern die Deckkraft verlieren. Die Fabrikation des Zinkweiß ſ. in [1]. Nach der Theorie ſollten 32,2 Teile Zink 40,2 Teile Zinkweiß liefern, aber in der Praxis erhält man aus käuflichem Zink viel weniger, weil dieſes viel beigemengte Kohle enthält. Verfälſchtes Zinkweiß oder, beſſer geſagt, Fabrikate der Hütten, welche unter der beſtimmten Bezeichnung „Zinkweiß“ von den letzteren abgegeben werden und neben Zinkoxyd (ſ. d.) noch Zuſätze andrer Körper enthalten, ſind nach [2] und [3] bis jetzt nicht angetroffen worden, wohl aber werden im Handel vielfach mit Schwerſpat vermiſchte Zinkweißſorten vertrieben. Reines Zinkweiß muß ſich in Salzſäure und verdünnter Schwefelſäure vollſtändig löſen, alſo den ſchwefelſauern Baryt (Schwerſpat) zurücklaſſen.

Literatur: [1] Berſch, Fabrikation der Mineral- und Lackfarben, 2. Aufl., Wien 1894. — [2] Gentele, Lehrbuch der Farbenfabrikation, 2. Aufl., Braunſchweig 1880. — [3] Mierczinski, Die Erd-, Mineral- und Lackfarben, 4. Aufl., Weimar. — [4] Zerr und Rübencamp, Handbuch der Farbenfabrikation, 2. Aufl., Dresden 1909. *Andés.*

Zinn *Sn*, Atomgewicht 119, hat eine ſilberweiße Farbe und ſtarken Metallglanz, iſt nächſt Blei das weichſte Metall, beſitzt kriſtalliniſche Struktur, die ſich beim Biegen einer Zinnſtange infolge Aneinanderreibens der Kriſtalle durch eigentümliches Geräuſch (Zinngeſchrei) ſowie beim Anätzen, z. B. von Weißblech, durch eisblumenartige Bildungen (moiré métallique) kundgibt. Zinn läßt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich zu ſehr dünnen Blättern (Zinnfolie, Stanniol) auswalzen, iſt auch duktil, aber wenig feſt. Spez. Gew. 7,29—7,31. Schmelzpunkt 230°.

Geſchmolzenes Zinn bedeckt ſich an der Luft mit einer grauen, aus Zinnoxydul und Zinn beſtehenden Haut; durch fortgeſetztes Schmelzen verwandelt es ſich in gelblichweißes Zinnoxyd (Zinnaſche); ſiedet bei Weißglut, und die Dämpfe verbrennen an der Luft mit weißer Flamme zu Zinnoxyd. Das Metall hält ſich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ziemlich unverändert und büßt nur mit der Zeit ſeinen Glanz ein; es zerſetzt Waſſer in der Rotglut, wird von Salzſäure, Königswaſſer, heißer konzentrierter Schwefelſäure und von ſtark verdünnter Salpeterſäure gelöſt; gewöhnliche Salpeterſäure verwandelt es in weiße Metazinnſäure; mit Kali- und Natronlauge bildet es unter Waſſerſtoffentwicklung zinnſaure Salze. Vereinzelt werden bei ſtarker Winterkälte Zinngegenſtände, z. B. Orgelpfeifen, warzig und beginnen zu zerfallen, indem ſich das Zinn in graues (weniger metalliſches) Zinn vom ſpez. Gew. 5,8 umwandelt. Dies ſchreitet auch über 0°, aber nur unterhalb 20° C. fort und wirkt auf andre Zinngegenſtände bei Berührung anſteckend („Zinnpeſt"). — Für die Gewinnung des Zinns kommt nur der Zinnſtein SnO_2 in Betracht, der entweder als Bergzinnerz in Gängen und Stöcken im Gebirgsſtein oder als Seifenzinn (Zinnſtein an ſekundärer Lagerſtätte) auftritt. Wegen des hohen ſpezifiſchen Gewichts des Zinnſteins genügt bei dem reineren Seifenzinn meiſtens die mechaniſche Aufbereitung, während bei Bergzinnerz die Verunreinigungen zweckmäßig durch Handſcheidung entfernt werden und häufig noch oxydierende Röſtung und Auslaugen (fremde Oxyde entfernen) mittels Säuren vorgenommen werden muß. Man gewinnt das Metall in Deutſchland in Schachtöfen von etwa 3 m Höhe, deren lichte Weite oben etwa 1 m, unten im Schmelzraum 60—70 cm beträgt. Das Erz wird mit Holzkohle und mit Schlacken von früheren Reduktionen im Ofen geſchichtet und mit Hilfe von Gebläſewind reduziert. Das reduzierte Metall fließt in einen Vorherd, von dem aus die Schlacke abgezogen und das Zinn in einen Stechherd abgelaſſen wird, den es als Roh- oder Werkzinn verläßt. Die noch zinnhaltigen Schlacken werden wiederholt im Schachtofen umgeſchmolzen (Schlackentreiben) und liefern das unreinere Schlackenzinn. Bei dem Schlackentreiben wie auch bei dem Erzſchmelzen entſteht noch eine Art Ofenſauen, die ſogenannten Härtlinge, Zinneiſenlegierungen, welche neben den bei dem Gießen des Zinns auftretenden Zinnkrätzen, in der Hauptſache Zinnoxyd, dem Erz- oder Schlackenſchmelzen wieder zugeführt werden. — Die Raffination des Rohzinns erfolgt in Deutſchland durch Saigern; das flüſſige Zinn wird auf den ſchwachgeneigten, mit glühenden Kohlen bedeckten Pauſchherd aufgegoſſen, das reine Metall fließt ab und wird in Formen zu Block-, Platten- oder Rollenzinn gegoſſen, während unreineres in Geſtalt der Saigerdörner zurückbleibt. — In England werden die pulverförmigen Erze in Flammöfen von etwa $3^1/_3$ m Länge und $2^1/_3$ m Breite reduziert, und das Rohzinn wird durch Polen mittels grüner Holzſtangen gereinigt, indem die dadurch bedingte lebhafte Gasentwicklung die Schmelze zum Sprudeln und in allſeitige Berührung mit der Luft bringt. Die verunreinigenden Metalle werden nebſt einem Teil des Zinns oxydiert und ſammeln ſich als Krätzen oder Poldreck auf der Oberfläche an. Bei dem ebenfalls in England gebräuchlichen Toſſingprozeß oxydiert man die fremden Metalle, indem man das mittels Kellen fortwährend ausgeſchöpfte Zinn wieder in dünnem Strahl in den Keſſel zurückfallen läßt. — Das reinſte Zinn, das engliſche Kronzinn, wird durch Einſchmelzen ſehr reinen Zinns und Granulieren desſelben gewonnen. — Näheres über die vorerwähnten Prozeſſe ſ. [1]—[3].

Elektrometallurgiſche Gewinnung des Zinns aus den Erzen iſt nach Borchers ausgeſchloſſen; dagegen verarbeitet man Weißblechabfälle auf elektrolytiſchem Wege mit Erfolg. Näheres ſ. [4].

Das Zinn findet Verwendung zu Legierungen (ſ. Zinnlegierungen), als Amalgam zum Belegen der Spiegel; ferner zum Verzinnen des Kupfers und des Eiſens (Weißblech) ſowie zur Darſtellung der Zinnpräparate.

Literatur: [1] Schnabel, Handbuch der Metallhüttenkunde, Bd. 2, S. 390, Berlin 1896. — [2] Hildebrandt, Lehrbuch der Metallhüttenkunde, S. 440, Hannover 1906. — [3] Fiſcher, Handbuch der chem. Technologie, 14. Aufl., S. 307, Leipzig 1893. — [4] Borchers, Elektrometallurgie, 2. Aufl., S. 301, Braunſchweig 1896.

(Rathgen) Moye.

Zinnchloride (Zinnchlorür, Zweifach-Chlorzinn, Stannochlorid) $SnCl_2$, durch Erhitzen von Zinn in Salzſäuregas als weiße Maſſe gewonnen, gibt mit 2 Mol. Kriſtallwaſſer das ſogenannte Zinnſalz $SnCl_2+2H_2O$, welches durch Auflöſen von Zinn in Salzſäure dargeſtellt wird und ſich in großen, monoklinen, durchſichtigen, in Waſſer leicht löslichen Kriſtallen aus der Löſung ausſcheidet.

Die wäſſerige Löſung trübt ſich an der Luft unter Abſcheidung baſiſcher Salze. Die Löſung dient unter den Namen: Salpeterſaures Zinn, Phyſik, Kompoſition, Roſierſalz, Zinnſolution in der Färberei und Druckerei als Reduktions- und Beizmittel. — Zinnchlorid, Vierfach-Chlorzinn, Stannichlorid $SnCl_4$, durch Ueberleiten von trockenem Chlor über geſchmolzenes Zinn gewonnen, iſt eine farbloſe, an der Luft rauchende Flüſſigkeit (Spiritus fumans Libavii), erſtarrt mit wenig Waſſer zu ſogenannter Zinnbutter. Das mit 5 Mol. Waſſer ſchwer kriſtalliſierende Zinnchlorid $SnCl_4+5H_2O$, erhält man in Löſung durch Einwirkung von Königswaſſer auf Zinn. Dient zur Seidenbeſchwerung. Ein Doppelſalz mit Salmiak $SnCl_4+2NH_4Cl$ (Ammonium-Zinnchlorid), Pinkſalz genannt, wird in der Kattundruckerei als Beize benutzt. *Moye.*

Zinne (Mauerzacke, Schartenpfeiler), beſteht aus verſchieden geformten, abwechſelnd höher geführten und dann wieder tiefer angelegten Mauerkörpern, die den oberſten Abſchluß einer Mauer bilden.

Dieſe Mauerkörper dienen als Bekrönung und hatten früher auch einen ſtrategiſchen Zweck, indem ſie bei Belagerungen den verteidigenden Krieger einesteils ſchützten, andernteils

durch die Zwiſchenräume den Angriff auf die Feinde erleichterten. Die Zinne iſt eine uralte Form, die bereits bei den Aegyptern, Aſſyrern, den Arabern, Mauren u. ſ. w. gebräuchlich war, außerdem aber auch bei den Burgen des Mittelalters häufig Verwendung fand und auch in neuerer Zeit noch zuweilen angewendet wird (ſ. die Figur). Ihrer Form nach gibt es ſtufenförmige Zinnen, die namentlich in Aſſyrien vorkommen, Rundzinnen, die nach oben halbkreisförmig abgeſchloſſen erſcheinen, mittelalterliche Burgzinnen (ſ. Burg, Bd. 2, S. 405, Fig. 1), die meiſt mit Kaffgeſimſen verſehen ſind, zierlich geſtaltete Frührenaiſſancezinnen (z. B. auf der Prokuration zu Venedig) u. ſ. w. Wird die allgemeine Umrißlinie der Zinne als fortlaufende Dekoration auf Mauerflächen verwendet, ſo entſteht der Zinnenfries, der namentlich bei mittelalterlichen Bauten häufig verwendet wurde. Auch an Treppengiebeln (ſ. Bd. 4, S. 525) findet ſich dieſe Bekrönungsform.



Weinbrenner.

Zinnerz, ſ. v. w. Zinnſtein (ſ. d.).

Zinnfolie, ſ. Blech, Folien, Stanniol.

Zinnlegierungen. Die wichtigſten ſind die Legierungen mit Kupfer (Bronze), mit Blei für Geſchirre (ein Zuſatz von Blei bewirkt beſſeres Ausfüllen der Formen und größere Härte des Zinns; in Deutſchland ſind jetzt höchſtens 10% Blei für Eßgeſchirr geſtattet) und als Schnellot; mit Blei und Antimon (Weißmetall); mit Antimon und Kupfer, oft zugleich mit Zink (Britanniametall); mit Zink (Schlagſilber); mit Zink und Kupfer (Silberſchaum, d. i. unechtes Blattſilber). Auch weiße Bronze, Dewrances Metall, Drittelantimonzinn, Kompoſitionsmetall und Spiauter ſind Zinnlegierungen.

Folgende Tabelle zeigt Namen und Zuſammenſetzung einer Reihe von Zinnlegierungen.

	Zinn	Kupfer	Blei	Eiſen	Zink	Arſen	Antimon	Silber
Antike Bronzen	3,2	96	0,8	—	—	—	—	—
„ „	5,5	94,2	—	0,3	—	—	—	—
„ „	11,6	87,9	—	0,3	—	—	—	—
Geſchützbronze	8–10	90–92	—	—	0—1	—	—	—
Glockenmetall	20	80	—	—	—	—	—	—
„	26	71	—	—	1,8	—	—	1,2
Spiegelmetall	31,7	68,21	—	—	—	—	—	—
„	30	65,30	—	—	0,70	2	2	—
Lagermetall	16	84	—	—	—	—	—	—
„	15,5	83	—	—	—	—	1,5	—
Statuenmetall	9,20	88,66	0,77	—	1,28	—	—	—
„	2,37	71,74	0,91	—	25,28	—	—	—
Britanniametall	90,62	1,46	—	—	—	—	7,81	—
„	81,90	1,84	—	—	—	—	16,25	—
Weißmetall	76,04	8,54	2,76	0,12	24,3	—	12,70	—
„	30,95	1,68	49,98	0,05	—	—	17,38	—
Lettermetall	9,1	1,7	69,2	—	—	—	19,5	—
„	20,2	—	61,3	—	—	—	18,8	—
Schnellot	50	—	50	—	—	—	—	—
„	66,6	—	33,3	—	—	—	—	—
Babbits Metall	25	0,5	—	—	—	—	2	—
Königinmetall 1 Wismut	9	—	1	—	—	—	1	—
Fahluner Diamanten, Sargbeſchläge, Spielſachen	60	—	40	—	—	—	—	—

(Rathgen) Moye.

Zinnober (Bergzinnober, Karminzinnober, chineſiſcher Zinnober, Chineſiſchrot, Stückzinnober, Vermillon, Scharlachrot), ſehr geſchätzte rote Malerfarbe, die ſich auch in der Natur als ſogenannter Bergzinnober findet; die Hauptmenge des Zinnobers wird aber künſtlich hergeſtellt.

Zinnober, Queckſilberſulfid (ſ. d.), beſteht aus je 1 Aequivalent Queckſilber und Schwefel, enthält mithin in 100 Teilen 86,3 Queckſilber und 13,7 Schwefel; er iſt gegen äußere Einflüſſe ziemlich beſtändig. An ſtarkem Lichte jedoch wird er nach und nach dunkler, indem er zum Teil wieder in die ſchwarze Modifikation des Schwefelqueckſilbers überzugehen ſcheint. Nach Jahren iſt dieſe Rückbildung ſo weit vorgeſchritten, daß er braun und zuletzt ganz ſchwarz wird. Bei der Fabrikation ſelbſt werden verſchiedene Nuancen von gelbrot bis violettrot und bräunlichrot erhalten; die violettrote Farbe, frei von Stich ins Bräunliche, iſt die geſchätzteſte Sorte und heißt Karminzinnober. Zinnober wird vielfach verfälſcht, auch mit Teerfarbſtoffen nuanciert; auch werden dem mit Schwerſpat verſetzten Zinnober Teerfarbſtoffe hinzugefügt, um die Intenſität zu erhöhen. Da reiner Zinnober in der Hitze vollſtändig flüchtig iſt, können andre Zuſätze leicht ermittelt werden, wenn man eine kleine Menge des zu prüfenden Zinnobers über der Weingeiſtlampe in einem Porzellantiegel erhitzt. Bleibt ein weißer Rückſtand, ſo rührt dieſer von Schwerſpat her. Schwarze Rückſtände zeigen Bleifarben an, rote Rückſtände Eiſenoxydfarben. Teerfarbſtoffe können durch Behandeln mit Waſſer und Alkohol nachgewieſen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden. Die Fabrikation erfolgt nach zwei Methoden, der naſſen und der trockenen. Bei letzterer werden Schwefel und Queckſilber innig miteinander verrieben und verbinden ſich zu einer ſchwarzen Maſſe. Bei der Fabrikation auf naſſem Wege — das Produkt ſoll den ſublimierten Zinnober an Schönheit übertreffen — reibt man 300 Teile Queckſilber mit 68 Teilen Schwefel zuſammen und fügt dabei ſo viel Aetzkalilöſung hinzu, bis ſich keine Queckſilberkügelchen mehr zeigen. Das entſtandene ſchwarze Schwefelqueckſilber wird mit 160 Teilen Aetzkali gelöſt, unter Zuſatz des verdunſtenden Waſſers. Nach einigen Stunden tritt Farbenänderung ins Braune ein, dann viel raſcher in Rot, und man digeriert nun ohne Waſſerzuſatz unter ſtetigem Umrühren, bis die Maſſe gallertartig geworden iſt und das höchſte Feuer erreicht hat.

Zinnobererſatz, Antizinnober, Permanentrot, Saturnrot, Zinnoberimitation, Karmonin, rote, äußerſt feurige, gut deckende Körperfarben, aus Chromrot oder auch Mennige, mit Teerfarbſtoff nuanciert, beſtehend. Sie geben, mit Alkohol digeriert, roten Farbſtoff an dieſen ab und hinterlaſſen Chromrot oder Minium in ihrem urſprünglichen Zuſtande. *Andés.*

Zinnobergrün (Chromgrün), ſ. Chromfarben.

Zinnoxyde. Zinnoxydul, Zinnmonoxyd, Stannooxyd SnO, iſt als ein ſchwarzes Pulver durch Trocknen und Erwärmen des durch Kaliumkarbonat aus Zinnoxydulſalzlöſung ausgefällten Oxydulhydrats zu erhalten.

Zinnoxyd, Stannioxyd, Zinnſäure SnO_2, kommt in der Natur als Zinnſtein vor; entſteht beim Verbrennen des Zinns oder beim Glühen der waſſerhaltigen Zinnſäuren als gelblichweißes, in Säuren unlösliches Pulver. Wird eine Zinnchloridlöſung durch Alkalien oder eine Löſung von Alkaliſtannat durch Salzſäure gefällt, ſo entſteht die gewöhnliche Zinnſäure H_2SnO_3, die in Salz-, Salpeter- und Schwefelſäure löslich iſt und mit Kali und Natron Stannate bildet. Behandelt man dagegen metalliſches Zinn mit konzentrierter Salpeterſäure, ſo entſteht die Metazinnſäure als ein weißes, in Säuren unlösliches Pulver. Beide Zinnſäuren können unter beſtimmten Bedingungen ineinander übergehen. Wichtige Verwendung für weiße Glaſuren und Emails.

Literatur: Roscoe und Claſſen, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, Bd. 2, S. 500 ff., Braunſchweig 1897. *Moye.*

Zinnoxydnatron (zinnſaures Natron) Na_2SnO_3 wird erhalten durch Zuſammenſchmelzen von Zinnſtein mit Aetznatron oder durch Kochen von gekörntem Zinn mit Bleiglätte in Natronlauge, wobei ſich das Blei als Schwamm abſcheidet. Es findet unter dem Namen Grundier- oder Präparierſalz in der Färberei und Druckerei Verwendung. *Moye.*

Zinnſtein (Kaſſiterit, Zinnerz), Mineral, Zinnoxyd SnO_2 (78,6 % Sn), durch Eiſenoxyd, Kieſelſäure u. ſ. w. verunreinigt.

Kriſtalliſiert quadratiſch; derb, körnig. Farblos oder braun und grau gefärbt; Strich farblos; diamant- bis fettglänzend. Spröde, ſpaltbar; Härte 6—7; ſpez. Gew. 6,8—7,1. Sehr ſchwer ſchmelzbar; mit Alkalien auffchließbar. Unlöslich in Säuren. Vorkommen: Erzgebirg (Zinnwald, Altenberg, Schlaggenwald), Cornwall, Spanien, Inſel Banka u. ſ. w. Wichtigſtes und einziges Erz für Zinngewinnung. Mitunter radioaktiv. *Leppla.*

Zinnſulfate. Schwefelſaures Zinnoxydul, Stannoſulfat $SnSO_4$ entſteht durch Auflöſen von überſchüſſigem Zinn in wenig verdünnter Schwefelſäure oder durch Fällen einer Zinnchlorürlöſung mit Schwefelſäure. Letztere Löſung wird unter dem Namen Bancrofts Beizmittel in der Färberei benutzt. — Schwefelſaures Zinnoxyd, Stanniſulfat, entſteht durch Auflöſen von Zinn in überſchüſſiger Schwefelſäure. Beide ſind weiß. *Moye.*

Zinnſulfide. Zinnſulfür, Einfach-Schwefelzinn, Stannoſulfid SnS, entſteht durch Zuſammenſchmelzen von Zinnfeile mit Schwefel als blätterige, ſublimierbare Maſſe; durch Einleiten von Schwefelwaſſerſtoff in eine Zinnchlorürlöſung bildet ſich braunſchwarzes Sulfhydrat.

Zinnſulfid, Zweifach-Schwefelzinn, Stanniſulfid, ſtellt man durch Erhitzen eines Gemenges von Zinn, Queckſilber, Schwefel und Salmiak als goldgelbe, metalliſch glänzende Maſſe dar, die beſonders früher unter den Namen Muſivgold, moſaiſches Gold, Judengold, unechte Goldbronze, zum Bronzieren benutzt wurde. Schwefelwaſſerſtoff gibt in Zinnoxydſalzlöſungen einen hellgelben Niederſchlag von Zinnſulfid, der leicht in Schwefelammonium löslich iſt. *Moye.*

Zinnweiß (Emailweiß), für ſich als Farbe ohne Anwendung, dagegen als Zuſatz zu Glasflüſſen, um Milchglas herzuſtellen, und in der Emailfabrikation gebraucht. Man erhält es durch Behandeln von gekörntem Zinn mit hochkonzentrierter Salpeterſäure in Form eines weißen Pulvers, welches durch Schlämmen von ungelöſt gebliebenem Zinn getrennt werden muß. *Andés.*

Zinſeszins- und Rentenrechnung. Dieſelbe beruht auf der Lehre von den geometriſchen Progreſſionen. Beträgt der Zinsfuß p %, ſo heißt $q = 1 + 0{,}01 \cdot p$ der Vermehrungsfaktor. Bei Zinſeszins wächſt ein Kapital von a ℳ. in n Jahren zum Betrag von $c = a\,q^n$ an. Der heutige Wert a einer in n Jahren fälligen Summe von c ℳ. iſt $a = c : q^n$. Der Wert einer

jährlichen Rente von r M. nach n Jahren beträgt $s = (q r^n - 1) : (q - 1)$. Der heutige Barwert derselben Rente ist $s_1 = r (q^n - 1) : q^n (q - 1)$.

Literatur: [1] Schubert, H., Sammlung von arithmetischen und algebraischen Fragen und Aufgaben, Potsdam 1883, Heft 2, § 39. — [2] Heis, E., Sammlung von Beispielen und Aufgaben aus der allgemeinen Arithmetik und Algebra, 54. Aufl., Cöln 1880, § 84. — [3] Kleyer, Lehrbuch der Zinseszins- und Rentenrechnung, Stuttgart 1886. — [4] Baerlocher, V., Zinseszins-, Renten-, Anleihen und Obligationenrechnung, Zürich 1885. — [5] Bleicher, Grundriß der Theorie der Zinsrechnung, Berlin 1888. — [6] Spitzer, Tabellen für die Zinseszinsen- und Rentenrechnung, 3. Aufl., Wien 1886. — [7] Cantor, M., Politische Arithmetik, Leipzig 1898, Kap. 2. *Wölffing.*

Zirkel, s. Meßwerkzeuge, Reißzeug und Zeichnen, technisches.

Zirkon, Mineral, wasserfreie Zirkon- und Kieselsäure $ZrO_2 + SiO_2$.

Kristallisiert quadratisch säulenförmig; farblos oder gefärbt und zwar meist rot und braun; glas- bis diamantglänzend, durchsichtig bis durchscheinend; beim Glühen entfärben sich die braunen und roten Zirkone. Spröde; Härte $7^1/_2$; spez. Gew. 4,4—4,7. Sehr schwer schmelzbar, unlöslich in Säuren, nicht aber in Schwefelsäure. Vorkommen in Eruptivgesteinen, besonders in Granit, sekundär in Sandsteinen u. s. w. Der schön gefärbte, gelbrote oder orangefarbige, klare Zirkon oder Hyazinth wird als Schmuckstein wie Diamant verschliffen; weniger geschätzt ist der blaßstrohgelbe Zirkon (Jargon) von Ceylon. Die durch Glühen entfärbten Zirkone (von Matura auf Ceylon) werden als sogenannte Maturadiamanten wie Brillanten geschliffen und verwendet. — Ein großer Teil der Hyazinthe des Handels ist ein ähnlich gefärbter Granat (Kaneelstein). — Vgl. Bauer, Edelsteinkunde, 2. Aufl., Leipzig 1909. *Leppla.*

Zirkonium Zr, Atomgew. 90,6, kommt in der Natur im Zirkon $ZrO_2 + SiO_2$ und einigen andern Mineralien vor. Die Zirkonerde ZrO_2 wurde als Glühkörper im Linnemannschen Knallgasbrenner benutzt. Sie ist ein wichtiger Bestandteil mancher Auerstrümpfe für Gasglühlicht und dient auch zu einer elektrischen Glüh(faden-)lampe, der „Zirkonlampe“ (s. Glühlampe). *Moye.*

Zirkularpolarisation (Rotationspolarisation).

Geht ein Bündel polarisierter Lichtstrahlen (s. Licht und Polarisation) durch eine dünne Platte einer doppelbrechenden Substanz, so daß es in zwei zueinander senkrecht polarisierte gleiche Komponenten zerfällt von ungleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der doppelbrechenden Platte, so zeigt das austretende Licht nur in den besonderen Fällen wieder die Eigenschaft gewöhnlichen „linear“ polarisierten Lichts, wo die beiden Komponenten einen Gangunterschied von einer halben oder einer ganzen Anzahl halber Wellenlängen erfahren haben. In allen andern Fällen hat es das Merkmal einer besonderen Polarisationsebene verloren, ohne deshalb die Beschaffenheit gewöhnlichen unpolarisierten Lichtes zu besitzen, denn beim Durchgang durch eine zweite doppelbrechende Platte kann der erzeugte Gangunterschied der beiden Komponenten entweder aufgehoben oder so ergänzt werden, daß wieder gewöhnliches linear polarisiertes Licht entsteht. Diese besondere Art polarisierten Lichts ohne deutliche Polarisationsebene nennt man elliptisch polarisiert, und im Falle eines Gangunterschieds der beiden gleichen Komponenten von ein Viertel Wellenlänge oder von einer ungeraden Anzahl von Viertelswellenlängen zirkularpolarisiert. — Zum Verständnis der Erscheinungen der Zirkularpolarisation mögen zwei phoronomische Sätze über Zusammensetzung und Zerlegung schwingender Bewegungen eines Punktes vorangeschickt werden: 1. Jede geradlinige Schwingung kann ebensogut als Resultante zweier geradliniger Komponenten angesehen werden, in welche sie sich nach dem Parallelogrammgesetz zerlegen läßt, als auch als Uebereinanderlagerung zweier entgegengesetzt rotierender Bewegungen im Kreise. 2. Jede kreisförmige Bewegung kann angesehen werden als Uebereinanderlagerung zweier senkrechter geradliniger Oszillationen, die beide gleiche Schwingungszeit, aber eine um eine Viertelsoszillation verschobene Phase besitzen. — Um den Phasenunterschied der zwei geradlinigen Komponenten des elliptisch bezw. zirkular polarisierten Lichtes zu messen, dient der Kompensator von Babinet. Zwei schwach keilförmig geschliffene Platten aus Bergkristall, die, aufeinander gelegt, eine planparallele Platte bilden, sind so geschliffen, daß die optischen Achsen den Platten parallel, und zwar in der einen parallel der Keilschneide, in der andern senkrecht zur Keilschneide gerichtet sind. Ein durch den Kompensator geführter Strahl polarisierten Lichtes zerfällt in zwei Komponenten, deren eine in dem ersten Keile eine Verzögerung, in dem zweiten eine Beschleunigung gegen die andre Komponente erfährt und umgekehrt. Diese Verzögerung hat je nach der verhältnismäßigen Dicke der übereinander liegenden Keilteile ein verschiedenes Maß, so daß ein polarisiertes Lichtbündel nur an bestimmten Stellen der Platte die für die Entstehung linearer Polarisation des austretenden Lichtes günstige Phasenverschiebung erfährt. Bei der Prüfung im Polarisationsapparat zeigen sich daher abwechselnd helle und dunkle Streifen, aus deren Lage der Betrag der Phasendifferenz der in den Kompensator eintretenden Komponenten elliptisch polarisierten Lichtes erkannt wird. — Nicht bloß die Doppelbrechung in dünnen Kristallplatten, sondern auch die Totalreflexion im Innern lichtbrechender Substanzen sowie die Reflexion an Metallflächen verwandelt linear polarisiertes Licht in elliptisch polarisiertes. — Eine größere Anzahl teils kristallisierter, teils flüssiger, auch gasförmiger Substanzen zeigt die Besonderheit, daß sie das zirkular polarisierte Licht mit verschiedener Geschwindigkeit durchlassen, je nachdem der Sinn der Rotation ein links- oder rechtsdrehender ist. Wenn daher linear polarisiertes Licht in solche Substanzen eintritt, so eilt von den zwei entgegengesetzten rotatorischen Komponenten die eine der andern vor. Infolge davon erfährt die Richtung der Schwingungsebene der linearen Resultante eine stetige Drehung im Sinne der rascher fortgepflanzten Komponente. Solche Substanzen drehen die Polarisationsebene des durchgehenden polarisierten Lichtes. Die einen dieser optisch aktiven Substanzen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erweisen sich als rechtsdrehend, die andern als linksdrehend. Die große Mehrzahl der durchsichtigen Substanzen ist optisch inaktiv, nimmt aber im Magnetfelde entlang den Kraftlinien ebenfalls optische Aktivität an. Für verschiedene Wellenlängen ist die Drehung der Polarisationsebene verschieden groß, im allgemeinen, wie bei der Brechung, für lange Wellenlängen (rot) schwächer als für kurze (violett), so daß bei weißem Lichte die verschiedenen prismatischen Farben durch aktive Substanzen verschiedene Lagen der Polarisationsebenen erhalten, eine Rotationsdispersion erfahren. — Unter den Kristallen zeigt der Quarz schon in seiner äußeren Gestalt eine Unsymmetrie, die sogenannten Trapezflächen, welche neben den abwechselnden Ecken seiner sechsseitigen Säule und Pyramide auftreten und die rechts- von den linksdrehenden Kristallindividuen unterscheiden lassen. Eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Platte dreht die Polarisationsebene des parallel der Achse durchgehenden Lichtstrahls nach links oder rechts um einen Winkel, der der Plattendicke proportional ist und für gelbes Licht bei 1 mm Dicke 21,7° beträgt. — Im Polarisationsapparat, bei Anwendung weißen Lichtes, zeigt eine solche Quarzplatte Farben, die sich bei Drehung des Analysators für rechts- und für linksdrehende Kristalle in entgegengesetzter Ordnung verändern. Sehr starke Drehung erleidet die Polarisationsebene im Zinnober, der auf 1 mm Plattendicke der Ebene des roten Lichtes schon eine Ablenkung von gegen 300° erteilt. Es gibt auch hier rechts- und linksdrehende Kristalle. Nicht so bei andern Körpern, wie z. B. dem Natriumchlorat, das nur rechtsdrehende Individuen liefert, und dem Strychninsulfat, welches nur links dreht. Nach Van't Hoff [1] sind diejenigen Kohlenstoffverbindungen optisch aktiv, welche in ihrer Molekularstruktur asymmetrisch gebundene Kohlenstoffatome haben. Als Maß des Drehungsvermögens dient die sogenannte spezifische Drehung, d. h. diejenige Zahl Grade der Drehung, welche eine Säule von 1 dm Länge der Polarisationsebene des gelben Natriumlichtes (D-Linie des Spektrums) erteilt, wobei für Lösungen aktiver Körper in inaktiven Lösungsmitteln als spezifische Drehung derjenige Winkel angesehen wird, den man erhält, wenn die für die Lösung und für 1 dm Länge ermittelte Zahl mit dem Prozentgehalt dividiert und mit 100 multipliziert. Eine vollständige Zusammenstellung der bis 1878 bekannt gewordenen Werte des Drehungsvermögens verschiedener organischer Substanzen gibt [2] und einen bis 1904 ergänzten Auszug [3]. Bei der teilweise bedeutenden Abhängigkeit des Drehungsvermögens von der Temperatur wird den Angaben meist die Temperatur 20° C. zugrunde gelegt. — Beispiele rechtsdrehender Körper sind: Rohrzucker (spezifische Drehung bei der Temperatur 20° C. von 70° bis 64°, je nach Konzentration), Milchzucker (52,53°), Traubenzucker oder Dextrose (Anhydrid 52,50° bis 59,55°), Dextrin (138,68°), Weinsäure (18,6° bis 14,9°) Kampher, Saccharin u. a. Linksdrehend sind Fruchtzucker oder Lävulose, arabisches Gummi, Chinin und seine Salze, Morphin, Asparagin, Nikotin, Strychnin, Salizin, Eiweißstoffe, Kirschlorbeerwasser u. a. Weinsäure ist rechtsdrehend und isomer mit der linksdrehenden Traubensäure, Terpentinöl ist je nach seinem Herkommen rechts- oder linksdrehend. Sind zwei entgegengesetzt drehende Modifikationen desselben Körpers gemischt, so kann der Körper inaktiv erscheinen, z. B. die inaktiven Apfelsäuren erweisen sich als Gemische rechts- und linksdrehender Apfelsäure zu gleichen Teilen. Der Invertzucker besteht aus gleichen Teilen von Dextrose und Lävulose, ist aber linksdrehend, weil das Drehungsvermögen der letzteren größer ist als das der ersteren. Rohrzuckerlösungen, welche mit andern aktiven Substanzen gemischt sind, z. B. mit Invertzucker, liefern nicht die ihrem Prozentgehalt entsprechende Drehung, zur Ermittlung des Prozentgehaltes werden sie einer zweiten Prüfung unterworfen, nachdem man mittels Mineralsäuren sie invertiert, d. h. ihren Zucker ganz in Invertzucker umgewandelt hat; vgl. [4] und Saccharimetrie in [5].

Die zur Warenprüfung verwendeten Polarisationsapparate, über deren Gebrauch wir auf [2] verweisen, bedienen sich sowohl als Polarisatoren wie als Analysatoren Nikolscher Prismen (s. Polarisation), zwischen beide Teile kann die zu prüfende Flüssigkeit in einem 0,2 m langen, an beiden Enden durch Glasplatten geschlossenen Rohr eingeschaltet werden. Die Figur zeigt eine schematische Ansicht des Weinpolarimeters von Steeg, das die Vermischung des Traubensaftes mit Dextrose- und mit Weinsteinsäurelösungen erkennen läßt. Gallisierter Wein ist rechtsdrehend, Naturwein unvergoren linksdrehend, vergoren neutral oder linksdrehend. *A* und *P* sind die Nikolschen Prismen, *R* das abnehmbare Rohr, *F* ein Fernrohr, das auf die Trennungslinie des Doppelquarzes *Q* (die eine Hälfte aus rechts-, die andre aus linksdrehender Quarzplatte bestehend) eingestellt wird, *Z* eine Kreisteilung (Halbkreis), welche den Winkel abzulesen gestattet, um welchen nach Einschalten des zu prüfenden Körpers in *Q* der Analysator gedreht werden muß, um den Biquarz in derselben möglichst gleichen Färbung seiner beiden Teile zu zeigen, wie vor der Einschaltung. Bei dem Saccharimeter von Soleil tritt an Stelle der Drehung des Analysators die Verschiebung eines Kompensators, der mit einer Quarzplatte so verbunden ist, daß ohne Einschaltung des Rohrs der Kompensator die Drehung der Platte genau kompensiert, wenn eine die Verschiebung der Keile messende Teilung mit Nonius auf Null eingestellt ist. Größere Genauigkeit der Einstellung erhält man, wenn man nicht auf gleiche Färbung der beiden Hälften einer Quarzplatte einstellt, sondern auf gleiche Helligkeit zweier Hälften des Gesichtsfeldes, wie beim Halbschattenpolarimeter von Laurent, wo das Licht der einen Hälfte durch eine doppelbrechende Platte geführt wird, die eine Phasenverschiebung um eine halbe Wellenlänge erzeugt. — Ueber neueste weitere Verbesserungen des Halbschattenapparats vgl. [6] und [7]. Bezugsquellen sind Steeg & Reuter in Homburg v. d. H. und Schmidt & Hänsch, Berlin, letztere besonders für Lippichsche Halbschattenapparate. Ein drittes, sehr empfindliches Erkennnungsmittel der Einstellung bieten die Interferenzstreifen



eines Savartfchen Polariſkops, das bei dem Polariſtrobometer von Wild Verwendung findet. Zwei unter 45° gegen die Achſe geſchliffene Quarzplatten mit gekreuzten Hauptſchnitten aufeinander gekittet, laſſen beim Drehen die Lage der Polariſationsebene an dem Auftreten und Verſchwinden feiner Interferenzſtreifen mit einer bis 0,1° reichenden Genauigkeit ermitteln.

Literatur: [1] Van't Hoff, Dix années dans l'histoire d'une théorie, Rotterdam 1887. — [2] Landolt, H., Das molekulare Drehungsvermögen organiſcher Subſtanzen, 2. Aufl., Braunſchweig 1898. — [3] Landolt u. Börnſtein, Phyſikaliſch-chem. Tabellen, Berlin 1905, S. 692 f. — [4] Clerget, Annales de chimie et de physique (3), Bd. 26, S. 175, 1849. — [5] Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch der Chemie, Bd. 6, S. 11, Braunſchweig 1898. — [6] Lippich, F., Dreiteiliger Halbſchattenpolariſator, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde, Bd. 14, S. 326—327, 1894, und Sitzungsbericht Wiener Akad. mathem.-phyſik. Kl., Bd. 105, S. 317 f., 1896. — [7] Landolt, H., Ueber eine veränderte Form des Polariſationsapparats für chemiſche Zwecke, Berichte der deutſchen chem. Geſellſchaft, Bd. 28, S. 3102 f., 1896. — Weitere reiche Literaturangaben ſ. bei [2], [3], [5], ſowie in Winkelmanns Handbuch der Phyſik, 6, 2, S. 1334—1387, Leipzig 1906. *Aug. Schmidt.*

Zifelieren, umfaßt die Arbeiten zur Fertigſtellung gegoſſener, geſchmiedeter u. ſ. w. Arbeitsſtücke, insbeſondere von Kunſtgegenſtänden mittels Feile, Meißel, Stichel, Punze u. ſ. w. S. a. Gravieren. — Zifelieren im Sinne von Treiben (ſ. d.). *A. Widmaier.*

Ziskon, Legierung aus 3—4 Teilen Aluminium und 1 Teil Zink.

Zifternen, Behälter zum Auffangen von Regenwaſſer.

Letzteres gelangt von einer geneigten Fläche entweder ungereinigt in dieſelben und wird in dieſem Falle beim Abſaugen durch ein vor das Saugrohr gelegtes Filter gereinigt (amerikaniſches Syſtem) oder paſſiert vor dem Einlauf ein Filter aus Sand, um, teilweiſe in den Poren und Zwiſchenräumen des Filters, teils in einem in letzteren angelegten Sammelraum für den Gebrauch aufbewahrt zu werden (venezianiſches Syſtem). — Die Auffangfläche für das Regenwaſſer muß ſo groß ſein, daß der darauf kommende Regen- und Schneefall genügt, um das abgezapfte Waſſer zu erſetzen und die aus Verdunſtung u. ſ. w. entſtehenden Verluſte zu decken. Der Inhalt des Behälters, der von der Auffangfläche her geſpeiſt wird, iſt nach der in Bd. 5, S. 79, angegebenen Methode zu beſtimmen; das Waſſer desſelben ſoll gegen Wärme und Froſt durch ausreichende Bodendeckung geſchützt werden. Näheres ſ. Lueger, Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895, Abſchn. 3.

Zifternenwagen, ſ. v. w. Gefäßwagen, ſ. Bd. 3, S. 346.

Zitronenfäure (Acidum citricum, Oxytricarballylfäure) iſt eine dreibaſiſche, organiſche Säure, welche ſich von der einfachſten dreibaſiſchen Säure, der Tricarballylfäure, durch Erſatz eines Waſſerſtoffatoms durch die Hydroxylgruppe ableitet. Formel: $C_6H_8O_7 + H_2O$.

Sie iſt im Pflanzenreich ungemein weit verbreitet. So findet ſie ſich als freie Säure und mit keiner oder nur wenig Apfelſäure zuſammen in den Zitronen, Orangen, Schlehen, Preiſelbeeren, Hagebutten u. a. m., mit etwa der gleichen Menge Apfelſäure in den Stachel-, Johannis-, Heidel-, Himbeeren, Erdbeeren und Kirſchen und ſchließlich mit Apfel- und Weinſäure zuſammen in den Tamarinden und in den Vogelbeeren. Als Kalium- oder Calciumſalz kommt ſie in einer großen Anzahl von Pflanzen vor, von denen der Tabak, die Kartoffeln, Zwiebeln und Runkelrüben erwähnt ſeien, dann auch in kleiner Menge an Calcium gebunden als normaler Beſtandteil der Kuhmilch. Die Zitronenſäure kriſtalliſiert mit einem Molekül Kriſtallwaſſer in großen, farbloſen, durchſichtigen, rhombiſchen Prismen, welche ſich bei gewöhnlicher Temperatur in 0,75, bei Siedhitze in 0,5 Teilen Waſſer löſen und ſtark, aber angenehm ſauer ſchmecken. Auch in Alkohol löſt ſie ſich leicht, weniger leicht in Aether. Beim Erhitzen auf 70—75° ſchrumpft die waſſerhaltige Säure unter Abgabe von Waſſer ein und verliert dasſelbe vollſtändig bei etwa 130°. Die waſſerfreie Säure ſchmilzt bei 153°. Dieſe erhält man auch in farbloſen Kriſtallen, wenn man die wäſſerige Löſung der gewöhnlichen Säure bis zu einer Temperatur von 130° eindampft und dann erkalten läßt. Beim Umkriſtalliſieren aus kaltem Waſſer ſchießt ſie dann bemerkenswerterweiſe ſtets wieder waſſerfrei an. Beim Erhitzen für ſich auf 175° zerfällt die Zitronenſäure in Waſſer und eine ungeſättigte dreibaſiſche Säure, die Akonitſäure $C_6H_6O_6$ [2], welche ſich ebenfalls natürlich gebildet in der Runkelrübe, im Zuckerrohr u. ſ. w. findet. Beim Erhitzen der Zitronenſäure mit konzentrierter Schwefelſäure wird zunächſt Ameiſenſäure abgeſpalten, unter Bildung der ſogenannten Acetondicarbonſäure, welche dann beim Erhitzen in Kohlenſäure und Aceton zerfällt. Beim Schmelzen mit Aetzkali oder durch Oxydation mit Salpeterſäure entſtehen Eſſigſäure und Oxalſäure. Als dreibaſiſche Säure bildet die Zitronenſäure drei Reihen von Salzen, von denen das tertiäre Calciumſalz, normales Calciumzitrat $(C_6H_5O_7)_2Ca_3 + 4\,H_2O$, die bemerkenswerte Eigenſchaft beſitzt, in kochendem Waſſer ſchwerer löslich zu ſein wie in kaltem. Die übrigen Salze wie die Eſter ſind ohne techniſche Bedeutung; das Eiſenoxydſalz, Ferrum citricum oxydatum, und das Eiſenchininſalz (ſ. Bd. 1, S. 144) ſind offizinell. Die Zitronenſäure unterſcheidet ſich von der Weinſäure (ſ. d.) durch ihre optiſche Inaktivität ſowie dadurch, daß ſie beim Erhitzen nicht nach verbranntem Zucker riecht, ſondern ſtechende Dämpfe entwickelt. Verſetzt man ihre wäſſerige Löſung mit Kalkwaſſer im Ueberſchuß, ſo findet erſt beim Kochen eine Fällung ſtatt, während weinſaurer Kalk ſchon in der Kälte fällt und Aepfelſäure (ſ. d.) überhaupt keinen Niederſchlag gibt. Die Zitronenſäure wird im großen aus Zitronenſaft dargeſtellt, indem man entweder den gegorenen Saft durch Filtrieren von ausgeſchiedenem Schleim befreit oder friſchen Saft zur Koagulation der Eiweißſtoffe aufkocht und filtriert. Das Filtrat enthält dann 6—7% Zitronenſäure; auch eingedickter Saft mit 23% Säure

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kommt im Handel vor. Der filtrierte Saft wird dann nach dem von Scheele angegebenen Verfahren bis faft zum Kochen erhitzt und fo lange mit feingefchlämmtem kohlenfauerm Kalk verfetzt, als fich noch Kohlenfäure entwickelt. Dann wird Kalkmilch zugefetzt und das fich ausfcheidende Calciumfalz mit kochendem Waffer ausgewafchen, bis das Filtrat farblos abläuft. Das fo gereinigte Salz wird mit der berechneten Menge Schwefelfäure zerlegt, vom Gips abfiltriert, das Filtrat im Vakuum zur Kriftallifation eingedampft und die Säure durch Umkriftallifieren gereinigt. Intereffant ift die von Grimaux und Adam [3] ausgeführte Syntheſe der Zitronenfäure. Sie addierten an Dichloraceton Blaufäure und verfeiften das entftandene Nitril zur Dichloracetonfäure, erhielten durch Einwirkung von Cyankalium auf diefe die Dicyanacetonfäure, welche durch Salzfäure zur Zitronenfäure verfeift wurde. Die Zitronenfäure wird zur Herftellung von Limonaden und andern erfrifchenden Getränken, in der Medizin und hauptfächlich in der Färberei und Kattundruckerei als Aetzbeize verwendet, fowohl um die Zeuge vor dem Bedrucken zu fchützen, als auch um gewiffen Farben einen prächtigeren Ton zu verleihen. — Ueber Ifozitronenfäure f. [4].

Literatur: [1] Beilftein, Handbuch der organifchen Chemie, 3. Aufl., Hamburg und Leipzig 1893, Bd. 1, S. 835. — [2] Ebend., S. 816. — [3] Comptes rendus, 90, 1252. — [4] Fittig und Müller, Berichte d. Deutfchen chem. Gefellfchaft, 20, 3181; Annalen der Chemie, 255, 47; Schmidt, Pharm. Chem. 1901, Braunfchweig. *Bujard.*

Zn, in der Chemie Zeichen für Zink.

Zobtenfels (Zobtenit), f. Gabbro.

Zollabfertigung, f. Eifenbahnverkehr, Zollbehandlung.

Zollbehandlung der Güter- und Gepäckftücke auf Eifenbahnen erfordert technifche Einrichtungen in den baulichen Anlagen und an den Eifenbahnwagen.

Aus dem Auslande kommende zollpflichtige Güter werden entweder auf dem Grenzeingangsbahnhof unterfucht und verzollt, oder fie gehen unter Raum- oder Kolloverfchluß nach dem Inlandsbahnhof, auf dem fie zur endgültigen Abfertigung oder Weiterfendung unter Zollverfchluß gelangen, bezw. nach einer zollfreien Niederlage, oder endlich, wenn fie zur Durchfuhr beftimmt find, gehen fie unter Zollverfchluß bis zum Grenzausgangsbahnhof, wo der Verfchluß abgenommen und fie unter Aufficht der Zollverwaltung aus dem Zollinland ausgeführt werden. Die für den Raumverfchluß der Wagen an diefen erforderlichen Einrichtungen find für die an dem internationalen Eifenbahnverkehr vollfpuriger Bahnen beteiligten Länder einheitlich feftgefetzt durch die Vorfchriften über die zollfichere Einrichtung der Eifenbahnwagen im internationalen Verkehr (f. Bd. 3, S. 280). Zum Verfchluß der Wagen dienen Zollfchlöffer und -bleie.

Zur zollamtlichen Abfertigung der Güter find Anlagen auf den Grenzeingangsbahnhöfen und auf den mit Abfertigungsbefugnis ausgeftatteten Bahnhöfen des Binnenlandes erforderlich. Zur Abfertigung der Stückgüter dienen Zollfchuppen, die entweder von den gewöhnlichen Güterfchuppen abgeteilt bezw. an fie angebaut find, oder befondere Gebäude bilden. Die Zollfchuppen unterfcheiden fich in der Einrichtung nicht wefentlich von den gewöhnlichen Güterfchuppen (f. Güterbahnhöfe). Die Anordnung von Innengleifen ermöglicht die Abfertigung unter Verfchluß, empfiehlt fich daher namentlich für befondere Zollfchuppen. Außer den zur Unterfuchung und einftweiligen Lagerung der Güter dienenden Schuppenräumen, die mit Wagen auszuftatten find, und in die in der Regel Buden für die Zollbeamten eingebaut werden, find Bureau- und Kaffenräume für die Zollverwaltung und für die Deklarationsbeamten der Eifenbahnverwaltung erforderlich. Diefe Bureau- und Kaffenräume werden oft zugleich für die abzufertigenden Wagenladungsgüter mitbenutzt. Die Anlagen für deren Abfertigung befchränken fich in der Regel auf Gleiswagen nebft Wiegehäuschen, zu denen bei größeren Anlagen wohl Brücken oder Bühnen (Kanzeln) treten, von denen aus die Zollbeamten den Inhalt der offenen Eifenbahnwagen überblicken können. Für die Einfuhr von Tieren find befondere Einrichtungen, auch wegen der veterinärpolizeilichen Unterfuchung, erforderlich.

Das Reifegepäck wird in der Regel auf dem Grenzeingangsbahnhof unterfucht, bisweilen bei bevorzugten Zügen während der Fahrt. Soweit aufgegebenes Gepäck nach einem Orte des Inlandes, an dem fich eine Gepäckzollabfertigungsftelle befindet, oder darüber hinaus beftimmt ift, kann es ohne Unterfuchung an der Grenze diefer Zollabfertigungsftelle zugeführt werden. Zur Durchfuhr beftimmtes aufgegebenes Gepäck wird in der Regel nicht unterfucht.

Der Grenzeingangsbahnhof ift mit einem Revifionsfaal nebft anfchließenden Bureauräumen ausgeftattet, der von allen aus dem Auslande ankommenden Reifenden, die Gepäck haben, zu durchfchreiten ift. Dorthin wird das aufgegebene Gepäck von Bahnbedienfteten gebracht. Die Unterfuchung diefes und des Handgepäcks findet in der Regel auf langen Tifchen ftatt, zu deren einer Seite die Reifenden, zur andern die Zollbeamten fich befinden. Das Handgepäck wird häufig, foweit es nicht zollpflichtige Gegenftände enthält und foweit kein Zugwechfel ftattfindet, in dem haltenden Zuge von den Zug entlang gehenden Zollbeamten unterfucht. Zur Verminderung der Anlagekoften und Vereinfachung des Betriebes wird oft auf Grund eines Staatsvertrages für zwei aneinander grenzende Staaten eine gemeinfame Zollftation (internationale Station) in einem der beiden Staaten angelegt (Bafel, Luino, Chiaffo, Salzburg u. f. w.). Diefe enthält dann befondere Revifionsfäle für beide Zollverwaltungen, bei geringem Verkehr auch wohl einen gemeinfamen Revifionsfaal, der abwechfelnd von beiden Verwaltungen benutzt wird. Falls Zugwechfel an der Grenze erforderlich, findet er auf folchem Bahnhof ftatt. *Cauer.*

Zone (Kugelzone), in der Stereometrie der Teil der Kugel zwifchen zwei parallelen Schnittebenen.

Zonenbauordnung, eine für verfchiedene Teile einer Gemeinde (Zonen,

Bezirke, Stadtviertel, Straßen) verſchieden geſtaltete Bauordnung. Die Verſchiedenartigkeit (Abſtufung) der Bauvorſchriften ſtützt ſich auf folgende Erwägungen:

Die im Innern der Städte herrſchende dichte und hohe Bebauung iſt aus geſundheitlichen und ſozialen Gründen unerwünſcht. Nun kann man zwar gewiſſe Auswüchſe und weitere Uebertreibungen des dichten Bauens und Wohnens durch Polizeivorſchriften verhüten. Aber ein weſentlich weiträumigeres und geſunderes Wohnen läßt ſich bei Um- und Neubauten durch polizeilichen Zwang in den alten Stadtteilen ohne große wirtſchaftliche Schädigungen nicht erreichen, weil die Bodenpreiſe ſich auf Grund der beſtehenden baulichen Ausnutzung gebildet haben und nur durch dieſe zur Rente gebracht werden können. Wo bisher eine fünf- oder viergeſchoſſige Bebauung, welche fünf Sechſtel oder drei Viertel der Grundſtücksfläche bedeckt, üblich iſt, wird man ſie auch mit gewiſſen Verbeſſerungen in Zukunft dulden müſſen, indem man z. B. Keller- und Dachwohnungen verbietet oder erſchwert und die zu überbauende Grundſtücksfläche für die Zukunft von fünf Sechſtel auf drei Viertel oder von drei Viertel auf zwei Drittel einſchränkt. — Anders iſt die Sachlage in den äußeren Stadtteilen, wo der Bodenpreis noch weniger hoch iſt und deshalb durch eine weniger hohe und dichte Bebauung zur Verzinſung gebracht werden kann. Hier ſteht der Beſchränkung der Zahl der Wohngeſchoſſe auf vier, auf drei, auf zwei, je nach der Höhe der Bodenpreiſe, wenn die niedrigere Bebauung im allgemeinen Intereſſe geboten erſcheint, ein wirtſchaftliches Hindernis nicht im Wege. Noch weniger auf Neuland, das über den landwirtſchaftlichen Wert ſich noch wenig erhoben hat. Durch die Vorſchrift niedriger und zugleich weiträumiger Bebauung wird hier niemand geſchädigt. Die Abſtufung der Bauvorſchriften nach Bezirken oder Zonen kann noch einen Schritt weiter gehen. Man kann gewiſſe Geländeteile der offenen oder halboffenen Bebauung (ſ. d.) vorbehalten; man kann in gewiſſen Ortsteilen die zuläſſige Zahl der Wohnungen in einem Hauſe auf eine oder zwei oder drei beſchränken; man kann bezirksweiſe die Errichtung von Fabriken unterſagen und ſie in andern durch Verkehrsanlagen und ſonſtige Einrichtungen begünſtigen. Kurz, man kann den Ausbau der Stadt nach Zonen auf alle Weiſe ſo differenzieren, wie es dem Allgemeinwohl für die Zukunft entſpricht. Die ſo entſtehende, örtlich abgeſtufte Bauordnung wird oder wurde zumeiſt mit dem Namen „Zonenbauordnung“ bezeichnet, obſchon die örtlichen Verſchiedenheitsbezirke, d. h. die Geltungsbereiche der verſchiedenen Bauklaſſen, ihrer Geſtalt nach mit dem geometriſchen Begriff der Zonen nichts zu tun haben. Aus der begrifflichen Uebertragung des Wortes Zonenbauordnung auf geometriſche Kreiszonen iſt gegen den Grundſatz der Staffelung der Bauvorſchriften mancher Angriff erwachſen, der bei Wahl einer treffenderen Bezeichnung vielleicht vermieden worden wäre. Eine beſſere Bezeichnung iſt jedenfalls Staffelbauordnung. Sie gibt die Verſchiedenheit der Bauklaſſen zu erkennen, ohne der Art ihrer örtlichen Verteilung irgendwie vorzugreifen. Sie hat den ferneren Vorzug, auch auf eine zweite Art der Bauordnungsabſtufung zu paſſen, die neben der Staffelung nach Ortsbezirken anwendbar iſt, nämlich die Staffelung nach Gebäudegattungen. Die letztere Abſtufung beruht auf der Erwägung, daß die baupolizeilichen Beſtimmungen für gewiſſe Teile und Zubehörungen der Gebäude zweckmäßigerweiſe verſchieden zu geſtalten ſind, je nachdem es ſich um größere oder kleinere Häuſer, um gewerblich benutzte oder bloß zum Wohnen dienende Baulichkeiten handelt. Dies gilt z. B. für die Breite und Bauart der Treppen, für die Stärke und Bauart der Mauern, für die Höhe der Geſchoſſe, für die Größe der Hofräume u. ſ. w. Für ein von vielen Familien bewohntes fünfgeſchoſſiges Miethaus bedarf es ſtrengerer konſtruktiver und hygieniſcher Vorſchriften als für ein kleines Einfamilienhaus; dasſelbe gilt für ein großes Warenhaus oder eine umfangreiche Fabrik im Verhältnis zur kleinen Werkſtätte oder Ladeneinrichtung. — Was hiernach anfangs als „Zonenbauordnung“ bezeichnet und eingeführt wurde, iſt allmählich zur örtlich und ſachlich „abgeſtuften Bauordnung“ geworden und ſteht gegenwärtig ziemlich allgemein als „Staffelbauordnung“ in Anwendung.

Y. Stübben.

Zonengewölbe ſind Gewölbe, die nach der Richtung der Stoßflächen in einzelne Streifen oder „Zonen“ zerlegt ſind, welche untereinander nicht im Verbande ſtehen, ſondern verſchoben nebeneinander ſtehende, einzelne gerade Gewölbe von geringer Tiefe bilden, wodurch die Widerlager eine beſondere Form (ſ. Fig. 2) erhalten und im Scheitel ein gegenſeitiges Ueberſchneiden der Bogen entſteht (ſ. Fig. 1).

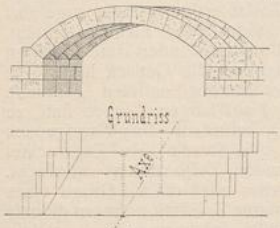


Fig. 1.

Um ein Auseinanderweichen dieſer einzelnen Bogen zu verhindern, werden häufig eiſerne Anker durchgezogen (ſ. Fig. 1, Grundriß). Als Hauſteingewölbe kommen dieſe Zonengewölbe namentlich zur Anwendung, wenn man den ſchwierigen Steinſchnitt bei Rampengewölben oder „anſteigenden“ Gewölben (ſ. d.), ſowie bei „ſchiefen“ Gewölben (ſ. d.) umgehen will. Insbeſondere für ſchiefe Steinbrücken iſt das Zonengewölbe mehrfach angewendet worden, z. B. bei der Brücke über die Garonne in Toulouſe [1] und bei der Brücke über die Volme [2].


Fig. 2.

Literatur: [1] Annales des ponts et chaussées 1889, I, Bl. 150, Fig. 1—5. — [2] Zeitſchr. des Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover 1878, Taf. 758. — Die übrige Literatur ſ. unter Steinſchnitt.

L. v. Willmann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zonentarif, f. Eisenbahntarife.

Zores-Eisen, f. Normalprofile; vgl. Brückenbelag.

Zr, in der Chemie Zeichen für Zirkonium.

Zscherper (Tzscherper), f. Fahrzeug, Bd. 3, S. 592.

Zubringer, f. v. w. Speisegraben (f. d.).

Zuchthaus, f. Gefängnis, Bd. 4, S. 337.

Zuckerarten, gewisse kristallisierbare, wasser- und alkoholllösliche, süß schmeckende Kohlehydrate.

Man unterscheidet drei Gruppen: 1. die Traubenzuckergruppe, 2. die Rohrzuckergruppe, 3. die Melitosegruppe und teilt sie ferner noch nach ihrem Verhalten gegen Hefe in gärungsfähige und nicht gärungsfähige Zuckerarten ein. Die gärungsfähigen zerfallen ihrerseits wieder in direkt gärungsfähige und indirekt gärungsfähige, d. h. solche, die unter Einwirkung von Hefe sich entweder unmittelbar (direkt) oder nur mittelbar in Alkohol und Kohlensäure spalten. Die ersteren entsprechen der Formel $C_6H_{12}O_6$. Es sind die Monosaccharide, Monosen und Hexosen. Die andern, die indirekt gärungsfähigen, welche, um gärungsfähig zu sein, unter Mitwirkung eines Fermentes erst noch 1 Molekül Wasser aufnehmen müssen, entsprechen der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ (die Disaccharide oder Biosen) oder der Formel $C_{18}H_{32}O_{16}$ (Trisaccharide oder Triosen). Direkt gärungsfähige Zuckerarten von der Formel $C_6H_{12}O_6$ sind z. B. + Traubenzucker, — Fruchtzucker, + Galaktose, + Mannose. Indirekt gärungsfähig von der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ sind Rohrzucker, Milchzucker, Mycose, Maltose, Isomaltose, von der Formel $C_{18}H_{32}O_6$ Melitose, Melizitose und Stachyose.

Nichtgärungsfähige Zucker von der Formel $C_6H_{12}O_6$ sind Sorbin, — Traubenzucker, + Fruchtzucker, — Galaktose, — Mannose, + Gulose, — Gulose, + Talose, + Idose, — Idose. Von der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ sind Eucalin und Turanose.

Von der Formel $C_6H_{12}O_6$ sind mehrere Zucker synthetisch dargestellt worden (Zuckersynthesen). So z. B. Formose, eine gummiartige, süß schmeckende, nicht gärungsfähige optisch inaktive Masse, welche Fehlingslösung reduziert (Löw), ferner die Akrose in zwei Modifikationen (E. Fischer). α-Acrose gärt mit Hefe, indem zunächst eine Spaltung in + und — Fruchtzucker eintritt, von denen der — Fruchtzucker vergärt, der + Fruchtzucker nicht. Die Monosaccharide, welche Aldehyd- und Ketongruppen enthalten, gehen mit Phenylhydrazin Verbindungen ein, die unter dem Namen Hydrazone oder Osazone bekannt sind, je nachdem sie mit 1 oder mit 2 Molekülen Phenylhydrazin in Reaktion getreten sind. Vermöge ihres Aldehyd- und Ketongehaltes besitzen die Monosaccharide die Fähigkeit, 1 Molekül *HCN* zu addieren, wenn sie mit wässeriger Blausäure in Berührung bleiben. Hierbei entstehen Cyanhydrine, welche sich durch Kochen mit starker Salzsäure in einbasische und siebenatomige Säuren verwandeln. Letztere führt man in Anhydride (Laktone) über und reduziert sie mit Natriumamalgam zu Zuckerarten, welche 7 Atome Kohlenstoff enthalten (Heptosen). In entsprechender Weise lassen sich die Laktone der einbasischen und sechsatomigen Säuren zu Hexosen (Monosaccharide) reduzieren. Auch aus Pentosen lassen sich durch die Cyansynthese Hexosen erhalten. Auf diese Weise ist + Arabinose in — Mannose und — Glycose, und Xylose in — Idose und — Gulose übergeführt (Emil Fischer).

Zucker, welche eine Aldehydgruppe (*COH*) enthalten, nennt man Aldosen, solche die eine Ketongruppe (*CO*) enthalten, Ketosen.

Näheres in Schmidt, Pharm. Chemie, Braunschweig 1901. *Bujard.*

Zuckerfabrikation. Die Darstellung festen Zuckers aus verschiedenen Rohmaterialien, insbesondere aus der Runkelrübe und dem Zuckerrohr; aus letzterem zweifellos erstmals in Indien zwischen 300 und 600 n. Chr. erfolgt.

Die ersten europäischen Zuckerraffinerien, die aber ihren Rohzucker nicht selbst bereiteten, sondern am Markt kauften, entstanden in Venedig; in Süddeutschland wurde im Jahre 1573 in Augsburg die erste Zuckerfabrik gegründet. Die Entdeckung des Zuckers in den Rüben und in verschiedenen andern Pflanzen verdanken wir dem Chemiker Andreas Sigismund Marggraf, der bereits 1747 auf die Wichtigkeit und Bedeutung einer solchen Industrie hinwies. Sein Schüler Achard setzte die Gedanken seines Lehrers 52 Jahre später erstmals in die Praxis um.

Seit der genannten Zeit kommt für uns als Rohmaterial für die Zuckergewinnung allein die Zuckerrübe (Runkelrübe) in Betracht, und zwar eine Reihe von Abarten der zu den Chenopodiaceen gehörenden Beta vulgaris. Durch geeignete Zuchtwahl gelang es, besonders zuckerreiche Rübensorten heranzuziehen. Die Zuckerrübe ist eine zweijährige Pflanze; der Samenzüchter baut im ersten Jahre „Stecklinge", erntet diese, bewahrt sie über den Winter auf und pflanzt sie im nächsten Frühjahr wieder aus; es werden von sorgsamen Züchtern nur Samen von solchen Rüben verwendet, die sich durch äußere geeignete Beschaffenheit und durch hohen Zuckergehalt auszeichnen. An Kennzeichen für gute Rüben sind zu verzeichnen: eine regelmäßige, kegel- oder birnenförmige Gestalt mit möglichst wenig Seitenwurzeln, dichtes weißes Fleisch und möglichst kleiner Kopf. Als Kriterien für einen guten Rübensamen gelten: „1 kg Rübsamen soll in 14 Tagen wenigstens 70 000 Keime liefern; hiervon müssen in 6 Tagen wenigstens 46 000 Keime ausgetrieben sein. Von 100 Samenknäueln müssen mindestens 75 gekeimt haben. Je nach der Beschaffenheit des Bodens muß derselbe durch Düngung mit Chilisalpeter und Superphosphat unter Umständen erst für die Rübenzucht geeignet gemacht werden. Die Aussaat des Samens geschieht von April bis Mitte Mai, die Reife tritt im September bis Oktober ein. Die meisten Fabriken nehmen im September den Betrieb auf. Die Ernte soll vor Eintritt starker Fröste beendigt sein. Die Schädlinge der Rübenzucht sind Pilze und Pilzkrankheiten sowie die Wurzeln und Blätter schädigenden tierischen Feinde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man unterſcheidet zwiſchen den löslichen (dem Saft) und den unlöslichen (dem Mark) Beſtandteilen der Zuckerrübe. Im Saft findet ſich der wertvollſte Beſtandteil, der Rohrzucker, alle übrigen Stoffe desſelben (Farbſtoffe, Fette, Harze, Pflanzenſäuren, Pflanzenbaſen, aromatiſche Subſtanzen und Mineralbeſtandteile) faßt man unter dem Begriff „Nichtzuckerſtoffe“ zuſammen. Ueber die chemiſche Zuſammenſetzung ſ. den Art. Zuckerarten. Die Rübe enthält durchſchnittlich 13—14% Zucker, 2—5% lösliche Nichtzuckerſtoffe, 4—5% Mark und 78—80% Waſſer, doch ſchwankt der Zuckergehalt zwiſchen 10 und 20%.

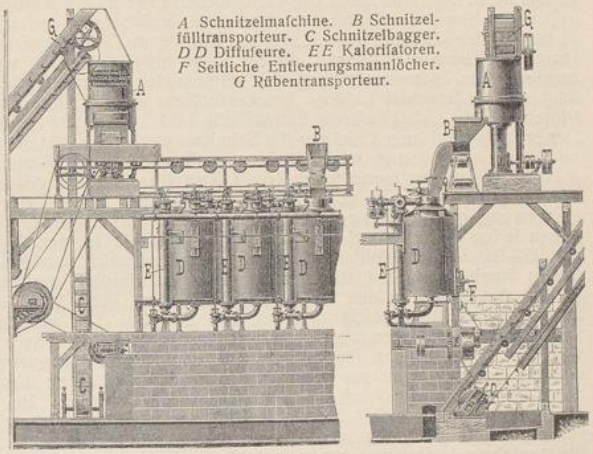
Reinigung und Transport der Rüben. — In modernen Fabriken werden die Rüben, nachdem ſie mit einem Schnitt von dem Kopf ſamt den Blättern befreit ſind, durch die ſogenannte Rübenſchwemme dahin geführt, wo man ſie haben will. Die genannte Einrichtung beſteht aus langen, ca. 40 cm hohen und 35 cm weiten halbrunden überdeckten Rinnen aus Zement mit 5—9 mm Gefäll für das laufende Meter. In dieſen Rinnen gelangen die Rüben durch das Betriebswaſſer, welches in der Regel in der betreffenden Fabrik bereits ſchon Dienſte geleiſtet hat (z. B. Fallwaſſer von der Kondenſation), zu einem Hubrad aus durchlochtem Blech. Das Innere des Rades iſt hohl, ſo daß das Schwemm- und Schlammwaſſer ablaufen kann. Der Radkranz trägt eine Reihe von Käſten mit ſeitlich geneigten Ausflußöffnungen, ſo daß die Rüben jeweils während der Umdrehung des Rades, auf dem höchſten Punkte angelangt, aus den Käſten durch eine Rinne in die ſogenannte Wäſche abrutſchen. Wo es nicht möglich iſt, das Schlammwaſſer frei abfließen zu laſſen, muß für einen künſtlichen Abfluß der Schwemmrinnen geſorgt werden. Dieſer wird bewerkſtelligt durch das Heben des Schlammwaſſers allein oder mit den Rüben zuſammen. Als Hebevorrichtungen kommen in Betracht: Baggerwerke, Zentrifugalpumpen, Hebeſchnecken (ſ. bei [1]), und die bereits beſchriebenen Hubräder, deren Käſten aber in dieſem Falle natürlich nicht durchlöchert ſind. Von den Rübenwäſchen iſt die älteſte die ſogenannte Trommelwäſche. Sie beſteht aus einem großen, eiſernen, mit Waſſer nahezu ganz gefüllten viereckigen Kaſten, auf welchem ſich die auf einer Welle ſitzende, ſiebartig durchbrochene Waſchtrommel dreht; die offenen Enden der Waſchtrommel berühren nahezu die Wandungen des Kaſtens. Eine im Innern der Waſchtrommel angebrachte Rührvorrichtung bringt die Rüben durcheinander und führt dieſelben zwei an dem Trommelende angebrachten Ausflußöffnungen zu, von wo ſie in einen Kaſten fallen, den ſogenannten Steinfänger. Auf der den ebenerwähnten Ausflußöffnungen der Siebtrommel gegenüber liegenden Seite geſchieht der Einwurf der Rüben durch einen mit ſchrägem Boden verſehenen Rumpf. Eine andre Form der Rübenwäſche iſt die ſogenannte Quirlwäſche, die bei größerer Leiſtungsfähigkeit weſentlich weniger Betriebskraft erfordert als die Trommelwäſche, weshalb ſehr viele Fabriken nur noch mit dieſer arbeiten. Ihre Konſtruktion in Verbindung mit der Rübenhebeſchnecke ſ. [1]. Sie beſteht aus einem etwa 3 m langen Troge mit ſchrägem Boden, in deſſen vorderem Teil ein mit Längsſchlitzen verſehenes und gebogenes Blech einen Doppelboden bildet. Auf einer Welle, die zweckmäßigerweiſe durch eine Riemenſcheibe gedreht wird, ſitzen ſchraubenförmig angebracht Rührarme, welche ſchwertartig geformt ſind und eine nach der Auswurfsſeite hin breite, ſchräg nach vorn gerichtete, alſo ſchiebende Fläche beſitzen. Von weiteren konſtruierten Wäſchen ſei erwähnt die von Raude, welche von F. Scheibler in Burtſcheid-Aachen gebaut wird. Da die Wäſchen natürlich an dem tiefgelegenſten Teil der Fabrik liegen, ſo müſſen nach dieſer Operation die Rüben durch den ſogenannten Rübenelevator gehoben werden. Derſelbe beſteht aus einer mit großen Blechkäſten verſehenen ſchweren Kette ohne Ende, welche an einem Geſtell als Paternoſterwerk über zwei paſſend geformte Scheiben läuft.

Nunmehr werden zum Zwecke der Betriebskontrolle, ſpeziell hinſichtlich der Ausbeute, die Rüben verwogen. Eine gewöhnliche, zuverläſſige, nicht automatiſch arbeitende Rübenwage wird von Gebr. Böhmer in Neuſtadt-Magdeburg gebaut. Von automatiſchen Wagen ſei diejenige von der Hennefer-Maſchinenfabrik (Reuther und Reifert, Hennef a. d. Sieg) erwähnt. (Näheres ſ. [1]).

Die Gewinnung des Rübenſaftes und der Rübenrückſtände. — Das Zerkleinern der Rüben geſchieht jetzt allgemein in der Schnitzelmaſchine. Sie enthält eine auf einer vertikalen Welle ſitzende drehbare Schnitzelſcheibe, in welche von unten her in ca. 12 angebrachten rechteckigen Oeffnungen ſogenannte Meſſerkaſten eingeſetzt werden können. Auf dieſe Schnitzelſcheibe werden nun von oben her durch einen Rumpf Rüben gebracht, und die abgehobelten Späne fallen zwiſchen Hobeleiſen und Hobelkörper nach abwärts in den Ausräumerumpf, in welchem ein rotierender, mit Flügeln verſehener Ausräumer die Schnitzel dem Auslauf zutreibt. Die Stärke und Geſtalt der Schnitzel iſt von der Form und Art der Anbringung der Meſſer abhängig. Die Schnitzelſcheibe hat einen Durchmeſſer von ca. 1,5—2 m und macht etwa 150 Umdrehungen in der Minute. Von dieſer Maſchine aus fallen die Rübſchnitzel direkt in Wagen, welche ſie nach den Diffuſeuren bringen oder bei geeigneter Anordnung direkt in dieſe. Die Gewinnung des Zuckerſaftes aus den Rübſchnitzeln geſchieht nämlich jetzt noch faſt ausſchließlich nach dem ſogenannten Diffuſionsverfahren. Bei der Anwendung dieſes Verfahrens geht man von der Tatſache aus, daß, wenn man eine geſättigte Zuckerlöſung mit Waſſer überſchichtet, der Gleichgewichtszuſtand der Zuckerlöſung geſtört wird. Die Zuckermoleküle haben einerſeits das Beſtreben, ſich den Waſſermolekülen zu nähern und dieſe letzteren wandern (diffundieren) umgekehrt in die Zuckerlöſung hinein, und zwar ſo lange, bis wieder ein Gleichgewichtszuſtand hergeſtellt und damit wieder eine homogene Miſchung eingetreten iſt. Dieſe Diffuſionsvorgänge, welche auch durch die Zellwände (Membranen) hindurch ſtattfinden, macht ſich der Zuckerfabrikant beim Behandeln der Schnitzel in den ſogenannten Diffuſeuren zu Nutze. Es ſind dies zylindriſche Gefäße aus Eiſenblech von 2—2,5 m Höhe und 1 m Durchmeſſer mit 20—40 hl Inhalt. Die Füllung geſchieht durch ein oberes Mannloch, die Entleerung durch ein im Boden oder unten in der Seitenwand befindliches. Ueber dem Boden iſt ein Siebboden angebracht; ebenſo wird nach Beſchickung des Diffuſeurs in den Hals ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Siebboden gelegt. Eine größere Anzahl von Diffuſeuren (meiſt neun bis zehn) ſind zu einer Diffuſionsbatterie vereinigt; ſie ſtehen entweder in einer oder in zwei parallelen Reihen oder kreisförmig um die Schnitzelmaſchine. Die Diffuſionsarbeit, die im einzelnen mannigfache Abweichungen zeigt, beſteht in einer ſyſtematiſchen Auslaugung der Schnitzel und Anreicherung des Saftes; die friſchen Schnitzel werden mit dem konzentrierteſten Saft, die am meiſten ausgelaugten Schnitzel mit reinem Waſſer in Berührung gebracht. Die Diffuſeure ſtehen deshalb alle durch eine Rohrleitung mit der Waſſerleitung und untereinander durch Ueberſteigrohre in Verbindung. Da die Diffuſion des Zuckers aus den Schnitzeln bei erhöhter Temperatur leichter erfolgt, benutzt man die Ueberſteigrohre als Kaloriſatoren zum Anwärmen des durchfließenden Saftes. Man läßt den Saft durch ſechs bis zwölf Meſſingrohre fließen, die durch ein weiteres, mittels Dampf zu heizendes Rohr, hindurchgehen. Die Temperatur des Saftes wird durch ein Thermometer im oberen Teil des Ueberlaufrohres kontrolliert. Eine dritte Leitung, die Scheidefaftleitung, entfernt den fertigen Diffuſionsſaft. Alle drei Leitungen können an jedem Diffuſeur durch ein Ventil abgeſperrt werden; ein weiteres Ventil geſtattet die Fortführung des Waſſers von den erſchöpften Schnitzeln. Ferner gehört zur Ausrüſtung ein Dampfventil und ein Retourventil für Kondenswaſſer am Kaloriſator und im oberen Mannlochdeckel ein Lufthahn. Fig. 1 zeigt ein Bruchſtück einer Diffuſionsbatterie der Braunſchweigiſchen Maſchinenbauanſtalt, und Fig. 2 das Schema einer Batterie von neun Diffuſeuren. Die Arbeit in letzterer ſtellt ſich ſo: In den letzten Gefäßen der Batterie (VII, VIII und IX) wird Waſſer vorgewärmt, ſo daß es mit 86° in das mit Schnitzeln gefüllte Gefäß I eintritt, und zwar tritt es von C_1 durch V_1 ein, paſſiert I von unten nach oben. Tritt aus dem oberen Lufthahn Flüſſigkeit aus, ſo wird dieſer geſchloſſen. II iſt inzwiſchen mit Schnitzeln gefüllt. Nun läßt man das Waſſer durch C_9 und s_9 und u_9 und w_1 von oben in I eintreten, das dann wieder durch V_1, C_1, s_1, s_2, C_2 und V_2 von unten in II eintritt. Das gleiche wiederholt ſich bei III. Iſt der Saft hier oben angekommen, ſo wird nicht mehr in IV gedrückt, ſondern zur folgenden Operation, der Scheidung, abgelaſſen. Inzwiſchen füllt ſich III mit dem dünneren Saft von II, der von hier dann nach IV abgedrückt und aus IV zur Scheidung kommt. So werden der Reihe nach auch die folgenden Gefäße eingeſchaltet. Sind die zuerſt mit Waſſer gefüllten



A Schnitzelmaſchine. *B* Schnitzelfülltransporteur. *C* Schnitzelbagger. *D D* Diffuſeure. *E E* Kaloriſatoren. *F* Seitliche Entleerungsmannlöcher. *G* Rübentransporteur.

Fig. 1.

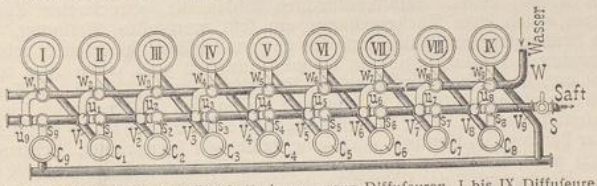


Fig. 2. Schema einer Diffuſionsbatterie von neun Diffuſeuren. I bis IX Diffuſeure. w_1 bis w_9 Waſſerventile. s_1 bis s_9 Saftventile. u_1 bis u_9 Ueberſteigventile. C_1 bis C_9 Kaloriſatoren. V_1 bis V_9 Verbindungsröhren zwiſchen dem unteren Teile der Diffuſeure und dem unteren Teile der Kaloriſatoren. *S* Saftventile. *W* Waſſerleitung.

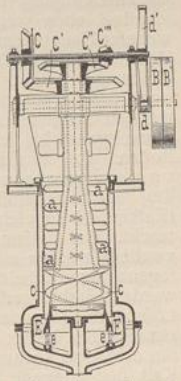


Fig. 3. Schema der verbeſſerten Kluſemannſchen Schnitzelpreſſe (Patent Bergreen). *B B'* Riemenſcheibe und Leerſcheibe. *C C' C'' C'''* Zahnräder. *E* Schnitzelablaß. *a* Druckmeſſer des unteren Hohlkegels. *d d'* Zahnräderantrieb. *e e* Stellſchrauben.

Diffuſeure auch eingeſchaltet, ſo beginnt der regelmäßige Betrieb. Iſt IX mit Schnitzeln beſchickt, ſo muß I entleert werden. Dies geſchieht durch das untere Mannloch. Nach ſchneller Entfernung der Schnitzel und gründlicher Reinigung beginnt ſofort die Füllung mit friſchen Schnitzeln, damit die Beſchickung fertig ſowie IX mit Saft gefüllt iſt und ſofort der Saft in I eingeführt werden kann. Ein gleichmäßiger Fluß in der Batterie iſt eine Hauptbedingung für gute Auslaugung. Zur Kontrolle des Diffuſionsbetriebes ſind beſondere, automatiſch arbeitende Apparate konſtruiert worden, von denen ſpeziell der Kontrollapparat von Raßmus zu erwähnen iſt.

Die Rübenrückſtände vom Diffuſionsverfahren enthalten etwa zwiſchen 6 und 14% Trockenſubſtanz, weshalb von ihnen der größte Teil des anhaftenden Waſſers abgepreßt werden muß. Dies geſchieht in den ſogenannten Schnitzelpreſſen, von denen es verſchiedene Konſtruktionen gibt. Die erſte und heute noch benutzte Schnitzelpreſſe wurde von

F. A. Klusemann in Sudenburg-Magdeburg gebaut. An ihr hat Bergreen verschiedene Verbesserungen angebracht. Auf dem Prinzip des verengerten Durchgangsraumes beruht die Konstruktion der Haasescheen Schnitzelpresse. Schnitzelpressen werden unter anderm von folgenden Werken gebaut: Aktienmaschinenfabrik Sangerhausen, Bromberger Maschinenbauanstalt, Maschinenfabrik Halle a. d. S. Fig. 3 zeigt das Schema einer verbesserten Klusemannschen Schnitzelpresse nach Patent Bergreen (Hallesche Maschinenfabrik Halle a. d. S.). Sie besteht im wesentlichen aus zwei ineinander geschobenen Hohlkegeln, die mit schraubenförmig gestellten Druckmessern besetzt sind. Die Schnitzel werden oben eingefüllt, durch die Druckmesser nach abwärts geführt und gegen den gelochten Apparatmantel gepreßt, der Saft fließt außen ab, während die Schnitzel unten herabfallen. Mit dieser Presse erhält man von 100 kg Rüben 30 kg Preßlauge mit 10—12% Trockensubstanz, die zum Teil frisch verfüttert, zum Teil konserviert wird. Die Zusammensetzung der Trockensubstanz der Schnitzel ist im Mittel nach Stammer folgende: Rohprotein 8,7%, Stickstofffreie Extraktivstoffe 62,27% (inklusive Fett), Rohfaser 23,36%, Asche 5,67%.

Die älteste Methode der Konservierung der Schnitzel ist die des Einsäuerns. Hierbei werden sie in Erdgruben (Mieten) oder in gemauerte Behälter gebracht und mit Erde bedeckt. Bei diesem Verfahren entstehen aus den vorhandenen Kohlehydraten Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure u. s. w., und auch die vorhandenen Eiweißstoffe werden gespalten. Der Nährwert der gesäuerten Schnitzel ist übrigens annähernd derselbe wie derjenige der ungesäuerten, dagegen ist der bei der Säuerung bezw. Lagerung eintretende Gewichtsverlust ein sehr hoher, ca. 20—30%. Durch Trocknung können diesem Futtermittel sämtliche wertvollen Bestandteile erhalten werden. Die Zusammensetzung der getrockneten Schnitzel gibt Rümpler [1] im Mittel wie folgt an: Wassergehalt 12,58%, Trockensubstanz 87,42%; Rohprotein 6,54%, darin verdauliches Protein 5,59%, Stickstofffreie Extraktstoffe inkl. Fett 56,29%, Rohfaser 18,57%, Asche 6,02%. Der erste Apparat zum Trocknen der Schnitzel wurde von Büttner & Meyer in Uerdingen a. Rh. erfunden, er ist heute noch der am meisten benutzte. Andre Apparate werden von Petry & Hecking in Dortmund sowie von J. Sperber in Wien gebaut. (Näheres s. [1].)

Zu erwähnen ist noch ein in den letzten Jahren von Steffen erfundenes Saftgewinnungsverfahren (D.R.P. Nr. 149593), das sogenannte Brühverfahren: Bei demselben fallen die Schnitzel von der Maschine direkt in den sogenannten Brühtrog, wo sie mit 95—98° heißem Rohsafte durch ein Rührwerk rasch verrührt werden. Auf 100 kg Schnitzel finden hierbei ca. 600 l Brühsaft Anwendung. Infolge der plötzlichen Temperaturerhöhung gerinnt das Eiweiß in den Zellen der Rübschnitzel, diese selbst werden lederartig, zäh, und der flüssige Zellinhalt vermischt sich mit dem Brühsaft. Die gebrühten Schnitzel werden alsdann sofort durch Schneckengänge in die Höhe gehoben und nach den bereits beim Diffusionsverfahren beschriebenen Pressen gebracht, von wo der Saft wieder in den Brühtrog zurückläuft, um dort erhitzt wieder zur Auslaugung frischer Schnitzel zu dienen, während die ausgepreßten Schnitzel jeweils der Trocknungsanlage zugeführt werden. Bei dem Brühverfahren wird also die Rübe einerseits in Saft und anderseits in erheblich zuckerhaltige Schnitzel zerlegt. Die Preßrückstände enthalten nämlich ca. 30% Trockensubstanz, wovon 10% Zucker sind. Das Brühverfahren besitzt gegenüber dem älteren Diffusionsverfahren erhebliche Vorzüge: Die ganze Anlage und Arbeitsweise ist sehr einfach, die Konzentration des gewonnenen Rohsaftes ist höher als beim Diffusionsverfahren, weshalb für 100 kg Rüben ca. 45 kg Wasser weniger zu verdampfen sind als beim Diffusionsverfahren. Weiter fallen die schwer zu beseitigenden Diffusions- und Schnitzelpreßwasser weg und somit ist bei dem Brühverfahren der schwierigste Teil der Abwasserbeseitigung (s. a. am Schluß) gelöst. Selbstverständlich bilden die getrockneten Zuckerschnitzel eben wegen ihres erheblichen Zuckergehaltes ein sehr wertvolles Mastfutter. Ein weiterer Hauptvorzug des Brühverfahrens ist der, daß der gewonnene Saft sich leichter reinigen läßt und das aus ihm gewonnene Produkt ein sehr schönes Aussehen und einen sehr reinen Geschmack besitzt. Bevor nun bei beiden Verfahren der Rübensaft gereinigt wird, passiert er noch den sogenannten Pülpenfänger (s. [1]), in welchem die in dem Saftstrom noch schwimmenden Schnitzelteile beseitigt werden. Der so erhaltene rohe Rübensaft ist von trüber, dunkelgrauer bis schwarzer Färbung und enthält noch eine Reihe von sogenannten Nichtzuckerstoffen. Fast ausschließlich wird zur Reinigung des Saftes jetzt das sogenannte Kalkverfahren angewendet. Hierbei wird der Rohsaft in den Vorwärmern angewärmt, wobei ein Teil der Eiweißstoffe infolge Gerinnung sich abscheidet und dann so viel abgelöschter Kalk (Kalkmilch) zugesetzt, daß die vorher saure Reaktion des Saftes nunmehr einer alkalischen Platz macht. Bei diesem Prozeß der sogenannten „Scheidung“ wird der Saft erstens sterilisiert, zweitens werden eine Reihe von Nichtzuckerstoffen, wie Eiweiß und organische Säure, in dem sogenannten Scheideschlamm ausgefällt; andre Stoffe, wie die Amide und der Invertzucker, werden hierbei zersetzt. Nunmehr folgt in der von dem Scheideschlamm abgezogenen klaren Lösung die sogenannte „Saturation“. Hierbei wird Kohlensäure oder schweflige Säure bezw. ein Gemisch beider Gase in die Lösung eingeleitet, und zwar muß die „Saturation“ mit Kohlensäure in dem kochend heißen Saft erfolgen, denn das aus dem in ihm vorhandenen überschüssigen Kalk sich bildende kohlensaure Calcium ist nur in kochend heißem Zuckersafte unlöslich. Der hierzu Anwendung findende sogenannte Vorwärmer wird in der Regel geheizt durch den bei der Eindickung des in der Zuckerlösung enthaltenen Wassers entstehenden Dampf, die sogenannten „Brüden“. Diese Brüdendämpfe werden weiterhin dann in besonderen Kondensatoren zu Wasser, dem sogenannten Brüdenwasser verdichtet. Die Vorwärmer sind nach dem Prinzip der Kalorisatoren der Diffusionsbatterie gebaut. Die Scheidung und Saturation geschieht in der sogenannten Scheidepfanne, einem viereckigen Kasten aus Eisenblech, welcher mit Vorrichtungen zum Einleiten von Dampf und Kohlensäure versehen ist; ihr Boden ist zur besseren Entleerung nach vorn geneigt. Die Zuführung des Dampfes geschieht durch eine Heizschlange,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die der Kohlenſäure durch ein Rohr mit zahlreichen nach unten gerichteten Oeffnungen, durch die auch Dampf eingelaſſen werden kann. Der Kalk wird als Kalkmilch von 18—20° Bé angewendet. Auf 100 kg Rüben kommen 2–3 kg friſch gebrannter Kalk. Die Temperatur beträgt am Ende der Operation 85–90° C. Das mit der Zugabe von Kalk gleichzeitig begonnene Einleiten von Kohlenſäure wird fortgeſetzt, bis die Alkalität 0,1—0,15% beträgt. Eine Probe des Saftes muß einen ſich ſchnell abſetzenden Niederſchlag enthalten. Der Schlammſaft wird dann filtriert und einer zweiten und dritten Saturation unterworfen. Hierbei wird noch einmal ½—1 kg Kalk auf 100 kg Rüben zugeſetzt, faſt bis zum Kochen erhitzt und der Kalk auf 0,06 bis 0,08% ausgefällt. Nach dem Filtrieren wird der Reſt des Kalks mit Kohlenſäure und darauf mit ſchwefliger Säure ausgefällt, letzteres dann, wenn eine Filtration mit Knochenkohle vermieden werden ſoll. Die ſchweflige Säure bindet den noch vorhandenen Kalküberſchuß, der ſich beim nachfolgenden Eindampfen als ſchwerlösliches Calciumſulfit ausſcheidet, und wirkt überdies entfärbend. Der Saft wird vom Schlamm in den ſogenannten Filterpreſſen (ſ. d.) getrennt. Letzterer enthält noch ca. 50% Saft und ſomit noch erhebliche Mengen (ca. 5%) des wertvollen Zuckers. Die Filterpreſſen ſind daher, um wenigſtens den größten Teil dieſes Schlammzuckers zu gewinnen, mit Abſüßvorrichtungen zum Auslaugen eingerichtet. Der Kalkſchlamm ſelbſt ſtellt wegen ſeines hohen Gehalts an Phosphorſäure, Kalk und Stickſtoff ein für die Landwirtſchaft hochwertiges Düngemittel dar. — Was die Gewinnung der in der Zuckerfabrikation bei der Scheidung und Saturation Anwendung findenden Stoffe (Kalk, Kohlenſäure und ſchweflige Säure) anbelangt, ſo ſei noch folgendes erwähnt: In dem ſogenannten Kalkofen wird im unteren Teile Holz und Koks aufgeſchichtet und darauf eine Lage Kalkſteine gebracht; auf dieſe Schicht kommt wieder Koks, dann wieder eine Partie Kalkſteine, und ſo abwechſelnd, bis der Ofen gefüllt iſt. Dann wird letzterer angezündet, und durch die entwickelte Hitze entſteht unter Abſpaltung von Kohlenſäure (CO_2) aus dem Kalkſtein (kohlenſauerm Kalk = $CaOCO_2$) gebrannter Kalk CaO, der ſich beim Ablöſchen mit Waſſer (H_2O) zu Kalkmilch $Ca(OH)_2$ umſetzt. Die Gichtgaſe des Kalkofens, in der Hauptſache aus Kohlenſäure beſtehend, werden zur Saturation (ſ. oben) verwendet. Jedoch muß das Gas vorher durch Waſchen in den ſogenannten Laveuren gekühlt und von den Verunreinigungen, wie Flugſtaub, Teer u. ſ. w. gewaſchen werden. Zur Abſaugung der Kohlenſäure aus dem Koksofen und zum Transport derſelben nach den Laveuren ſowie den Saturationspfannen dienen doppeltwirkende Pumpen. Die in den Zuckerfabriken zur Verwendung gelangende ſchweflige Säure wird entweder in komprimiertem Zuſtand aus Hüttenwerken bezogen, oder aber billiger in der Fabrik ſelbſt durch Verbrennen von Schwefel in beſonderen Oefen hergeſtellt (ſ. [1]).

Meiſt ſchließt ſich an die Filterpreßbehandlung noch eine mechaniſche Filtration an, für die früher in erſter Linie Knochenkohle Verwendung fand. Jetzt wird als Filtermaterial faſt nur noch Kies, oder bei dem ſogenannten Harmſchen Verfahren (D.R.P. Nr. 95447) eine gewiſſe Art von Silikaten verwendet. Für dieſe mechaniſche Filtration ſind eine Reihe von Filtriervorrichtungen konſtruiert worden, von denen erwähnt ſei das Abrahamſche Sandfilter, das Kafalowskyſche Beutelfilter, das Ehrenſteinſche Zwiſchenfilter ſowie das Beegſche und das Dehneſche Saftfilter (Näheres ſ. [1]). Bei dem eben erwähnten Harmſchen Silikatverfahren werden die im Zuckerſaft gelöſten Alkalien, deren Beſeitigung aus dem Zuckerſaft bisher techniſch nicht möglich geweſen war, ausgeſchieden, indem das Silikat aus dem Saft Alkalien aufnimmt und dafür Kalk an dieſen abgibt. Es laſſen ſich hierzu die in der Natur vorkommenden Silikate (Ton, Porphyrtuff u. ſ. w.) verwenden. Das ausgenutzte Silikat kann durch Behandeln mit Kalkwaſſer wiederum benutzbar gemacht werden (Näheres ſ. [1]). Die Anwendung der elektriſchen Reinigung des Saftes wurde auch ſchon in verſchiedenen Verfahren verſucht, ſie konnte ſich jedoch bis jetzt nicht mit Erfolg einführen. — Der nach der Filtration erhaltene Dünnſaft enthält ca. 10% Zucker; bei der weiteren Konzentration unterſcheidet man zwei Perioden; der Dünnſaft wird bis 50° Saccharometer eingedampft (das Verdampfen des Dünnſaftes) und die Konzentration des noch einmal filtrierten Dickſaftes bis zu einem Gehalt von 88–90% Zucker (das Verkochen des Dickſaftes). Die erhaltene Füllmaſſe wird dann weiter verarbeitet. — Das Verdampfen geſchieht im luftverdünnten Raum, und zwar ſo, daß der in einem Verdampfapparat, „Körper“ genannt, entwickelte Dampf dazu dient, den Saft im zweiten Körper zu verdampfen. Der Saft aus dieſem kann dann wieder in einen dritten Körper geleitet werden. Man unterſcheidet danach Zweikörper-, Dreikörper- und Mehrkörperverdampfapparate. Die Konſtruktion der einzelnen Apparate zeigt mannigfache Verſchiedenheiten (Näheres ſ. [1]—[3]). Im weſentlichen kann man an jedem Körper zwei Teile unterſcheiden; im unteren befindet ſich der Heizraum mit zwei Platten, in die oben und unten offene Meſſingröhren eingewalzt ſind. Zwiſchen die Platten des erſten Körpers wird Retourdampf oder direkter Dampf eingelaſſen. Ueber und unter den Platten und in den Rohren zirkuliert der Saft. In der Mitte iſt ein größeres Zirkulationsrohr angebracht. Ueber dieſem unteren Teil befindet ſich die oben abgeſchloſſene Zarge mit dem Dom. Der ſich aus dem Saft entwickelnde Dampf, „Brüden“, wird durch ein weites Rohr mit einem Saftfänger in den Heizraum des zweiten, des Dickſaftkörpers, geleitet. Der aus dem letzten Körper entweichende Dampf wird zum Vorwärmen von Diffuſionsſaft benutzt und dann kondenſiert. Der durch den Kondenſator verminderte Luftdruck wird durch eine Luftpumpe auf der erforderlichen Höhe erhalten. Durch eine enge, durch einen Hahn verſchließbare Rohrleitung iſt der höchſte Teil des Heizraums mit dem oberen Teil des Saftraumes verbunden. Wird die Luftpumpe zu Beginn des Betriebes angeſtellt, ſo verdrängen die Dämpfe die Luft aus dem Heizraum des erſten Körpers. Dann wird dieſer durch den Hahn abgeſchloſſen. Die Dämpfe aus dem Saftraum verdrängen dann die Luft aus dem Heizraum des zweiten Körpers. Im Dünnſaftkörper reguliert man den Druck ſo, daß der Saftdampf die Temperatur 93° C. hat, im Dickſaftkörper 63° C. Iſt in letzterem die Verdampfung ſo weit fortgeſchritten, daß der Saft nur wenig über den Heizrohren ſteht, ſo wird aus dem Dünnſaft-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

körper vorgedickter Saft nachgezogen, ebenso in diesen Dünnsaft. Ist in ersterem die gewünschte Konzentration (heiß 45° Brix, kalt 50° Brix) erreicht, so wird der Dicksaft langsam abgezogen und vorgedickter Dünnsaft so zugelassen, daß der Zufluß mit der Verdampfung gleichen Schritt hält. In dem abgezogenen Dicksaft haben sich trübende Substanzen, meist Kalksalze, abgeschieden, er wird deshalb noch einmal zum Sieden erhitzt, meist wiederholt saturiert und filtriert; er ist nun zum Verkochen geeignet.

Beim Verkochen will man entweder eine klare, heiß gesättigte Zuckerlösung herstellen (Blankkochen), oder es soll schon während des Kochens Kristallbildung eintreten (Kochen auf Korn). — Das Verkochen geschieht ebenfalls in Vakuumbehältern. — Beim Kochen auf Korn beginnt man mit einer Siedetemperatur von 60°. Zur Beurteilung der Konzentration bringt man einen Tropfen zwischen Daumen und Zeigefinger und betrachtet Länge und Dicke des Fadens beim Entfernen der Finger (Fadenprobe). Ist nach dieser Probe die geeignete Konzentration eingetreten, so erniedrigt man die Siedetemperatur auf 50°. Dann beginnt die Ausscheidung von Kristallen. Die so erhaltene Füllmasse wird, um sich in Zentrifugen, wie sie ähnlich bei der Stärkefabrikation (s. d.) Verwendung finden, in Rohrzucker und Sirup trennen zu lassen, in besonderen Brechwerken zerkleinert und mit gleich reinem Sirup früherer Operationen gemischt, das sogenannte „Maischen". Der durch Zentrifugieren gewonnene Rohzucker heißt erstes Produkt. Der ablaufende Sirup, der „Grünsirup", wird bis zur entsprechenden Fadenprobe verkocht und kommt in eisernen Kästen von 2—3 cbm in 30—40° C. warme Räume. Nach 2 Wochen ist die Kristallisation beendet. Das durch Maischen und Schleudern erzielte zweite Produkt ist unreiner als das erste. Bei Herstellung eines dritten Produkts läßt man die Füllmasse meist einige Monate zur Kristallisation stehen. Das Kochen der sogenannten Nachprodukte auf Korn ist sehr schwierig und gelingt nur mittels besonderer Einrichtungen und Verfahren. Hiervon seien erwähnt: das Großesche, das Freitag-Lenzesche und das Claaffensche Verfahren (D.R.P. Nr. 117531, 134915 und 137812) sowie der Neumannsche Kornkocher (D.R.P. Nr. 131931), Näheres s. [1].

Der Rohzucker, wie er aus den Zentrifugen kommt, wird nun mittels der mannigfaltigsten Transportvorrichtungen nach dem stets höher gelegenen Zuckerboden geschafft und dort verkaufsfertig gemacht. Ihm haften stets gewisse Mengen Sirup an, der den Genuß durch feinen übeln Geruch und Geschmack beeinträchtigt. Bei der Verarbeitung des Rohzuckers auf Konsumzucker wird dieser Sirup entfernt, und zwar durch die sogenannten Deckverfahren. Von diesen unterscheidet man: die Wasserdecke, die Klärseldecke, die Dampf- und die Dampfnebeldecke. Bei der Wasserdecke wird, nachdem der sogenannte Grünsirup bereits in den Zentrifugen abgeschleudert ist, mittels einer feingelochten Brause Wasser auf die Füllmasse gespritzt. Beim weiteren Zentrifugieren werden dann die einzelnen Wassertropfen gegen die an den Zuckerkristallen haftenden Siruptropfen geschleudert und dieser damit gelöst, worauf er durch die Löcher der Zentrifuge abläuft. Für das Decken einer Zentrifugenfüllung, inkl. Füllung, Entleerung, Abscheiden des Grünsirups und Trockenlaufenlassen sind ca. 6 Minuten erforderlich. — Bei der Klärseldecke wird in der sogenannten Lösepfanne eine gesättigte Zuckerlösung, die sogenannte Deckkläre, hergestellt. Diese wird unter Zusatz von Kieselgur, Bimsstein- oder Kokspulver heiß filtriert und nach dem Erkalten mittels einer Verteilungsvorrichtung durch den Deckel der sich in Bewegung befindlichen Zentrifuge auf die Füllmasse gespritzt, von welcher der Grünsirup bereits abgeschleudert ist. Der in der Füllmasse noch sitzende gelbe Saft (Sirup und Nichtzuckerstoffe) wird durch diese Deckkläre verdrängt und läuft durch die Löcher der Zentrifuge ab.

Bei der Dampfkläre läßt man Dampf von geringer Spannung durch den Deckel der Zentrifuge eintreten; derselbe verdichtet sich in den kalten Zuckerkristallen zu Wasser, welches dann ebenso wirkt wie bei der Wasserkläre oben beschrieben ist. — Die Dampfnebeldecke unterscheidet sich von der Dampfdecke nur dadurch, daß man entwässerten Dampf mit viel Luft gemischt in die Zentrifuge eintreten läßt. Hierbei wird der Dampf auf ca. 50° abgekühlt und kommt in Form eines feinen Nebels mit dem Zucker in Berührung.

Unter Kochkläre versteht man eine, in besonderen Raffinerien hergestellte Zuckerlösung, die auf Konsumzucker verkocht werden soll. Man bereitet sie durch Auflösen von Rohzucker in Lösepfannen, sie soll eine Konzentration von ca. 64° Brix haben. Sie wird ebenfalls sorgfältig filtriert und durch Eindampfen und Kristallisierenlassen auf „Raffinade" weiterverarbeitet. In vielen Fällen wird auch direkt aus den Rüben Konsumzucker, der sogenannte „Melis", hergestellt, der aber einen geringeren Reinheitsgrad als die aus Rohzucker bereitete Raffinade besitzt. Jedoch haben sich diese Unterschiede in der Bezeichnung im Lauf der Jahre so verwischt, daß jetzt auch weniger reine Raffinerieprodukte als Melis bezeichnet werden.

Bezüglich der verschiedenen Konsumzuckersorten unterscheidet man: den Kristallzucker, den Pilé, und den Zucker in festen Stücken, Broten oder Würfeln. — Kristallzucker (oder nach englischer Bezeichnung Granulated) ist ein loses Haufenwerk ziemlich großer, farbloser glänzender Kristalle. Er ist das Hauptprodukt solcher Fabriken, die Rüben direkt auf Konsumzucker verarbeiten, da er aus Zuckerlösungen von geringerem Reinheitsgrad hergestellt werden kann. Bei feiner Herstellung muß durch vorsichtiges und langsames Kochen auf die Bildung möglichst gleichmäßiger Kristalle hingearbeitet werden. Nach dem Abschleudern des Grünsirups von den erhaltenen Kristallen werden diese in der Regel unter Zusatz von etwas Ultramarin gedeckt und damit „gebläut". Der Zusatz von Ultramarin zum Deckwasser muß so bemessen werden, daß kein blauer Schein entsteht und der Zusatz von blauer Farbe nur gerade ausreicht, den gelben Schein zu verdecken. Der Kristallzucker wird alsdann im sogenannten Granulator getrocknet. — Als Pilé bezeichnet man einen Zucker, der früher hauptsächlich in Oesterreich für den italienischen Konsum hergestellt wurde; er besteht aus etwa erbsengroßen, in besonderen Pilébrechwerken mit zwei Walzenpaaren unregelmäßig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gebrochenen Stücken (Knoppern), denen das beim Zerbrechen entstehende Mehl beigemengt ist. Pilé wird meist aus einer reineren Zuckerlösung hergestellt als der Kristallzucker. — Bei der Raffinade oder Melis in Broten oder Würfeln sind die mannigfaltigsten Formen am Markte. Im großen ganzen wird bei ihrer Herstellung ähnlich verfahren wie beim Kristallzucker, nur wird „das Korn" feiner gehalten als beim Kristallzucker. Der fertige, eventuell schon im Vakuum gebläute Sud wird zunächst in eine mittels Dampfschlangen geheizte Rührmaische abgelassen und von da mittels mechanischer Füllvorrichtungen in die, je nach der gewünschten Fasson verschiedenen Formen gefüllt. In diesen bleibt sie 12—24 Stunden in der Füllstube bei ca. 40° C. zur Kristallisation stehen. Früher wurden die Brote von Hand „gedeckt", jetzt geschieht dies fast ausschließlich in Zentrifugen, welche die Formen samt den in ihnen enthaltenen Broten aufnehmen. Nach dem Decken und Zentrifugieren werden die Formen herausgenommen und nachdem sie an den Spitzen angewärmt sind, die Brote aus den Formen herausgeholt. Das Anwärmen geschieht, um das Abbrechen der Spitze zu vermeiden. Zuletzt werden die Zuckerhüte noch feucht in der sogenannten Anspitzmaschine an der Spitze sauber abgedreht und entweder in den Trockenstuben oder neuerdings besser im Vakuum bei langsam bis zu 50° C. ansteigender Temperatur ausgetrocknet. Bei der Herstellung des Würfelzuckers sind zwei wesentlich verschiedene Methoden im Gebrauche; bei der einen wird der Zusammenhang der Kristalle durch Pressen (Preßwürfel), bei der andern durch Zusammenwachsenlassen (gewachsene Würfel) hergestellt. Bei der Herstellung der Preßwürfel wird die Füllmasse in der Zentrifuge mittels der Dampfdecke „abgedeckt" und passiert alsdann eine Zuckerreibe, in der alle Klumpen zerdrückt werden. In diesem Zustand wird die Masse zwischen Messingplatten zu Tafeln von 24 mm Dicke und 140 mm Länge und Breite von beliebig dichtem Schlusse gepreßt, welche nach dem Trocknen von einer Brechmaschine zunächst in Längsstreifen gebrochen und alsdann von der sogenannten Knipsmaschine vollends in Würfel gehackt werden. Bei der Herstellung der gewachsenen Würfel wird die auf ein feines Meliskorn gekochte Füllmasse in Plattenformen gegossen, gedeckt, zentrifugiert, getrocknet gefägt und in Würfel zerhackt.

Aus dem bei der Konsumzuckerfabrikation entstehenden Nebenprodukt, dem Grünsirup, wird in der Regel durch Verkochen auf Korn ein zweites Produkt, der sogenannte gelbe Farin, hergestellt, der in gemahlenem Zustand unter dem Namen weißer Farin auf den Markt kommt.

Es sei hier noch erwähnt der Kandis, ebenfalls ein raffinierter, aber in sehr großen Kristallen gewonnener Zucker; man unterscheidet weißen, gelben und braunen Kandis. Er spielt auf dem Zuckermarkt nur eine Nebenrolle.

Die Melasse ist die letzte Mutterlauge von den Zuckerkristallisationen und ist infolge ihres hohen Gehaltes an Nichtzuckerstoffen nicht mehr direkt kristallisationsfähig. Bei einem mittleren Reinheitsquotienten von ca. 64 ist die Zusammensetzung einer Melasse ungefähr im Mittel (nach [1]) folgende: Wasser ca. 20%, Trockensubstanz ca. 78%, Zucker ca. 50%, Nichtzucker ca. 25%, Asche ca. 10%, Stickstoff ca. 1,6%. Verwendung findet die Melasse zum Teil in der Spiritusbrennerei, wo der in ihr noch enthaltene Zucker zu Alkohol vergoren wird. Weitere Wege zu ihrer Verwendung bieten sich in der meist angewendeten weiteren Entzuckerung und in der Verwendung als Viehfutter.

Die weitere Entzuckerung der Melasse geschieht in der Regel in besonderen, meist von den Zuckerfabriken getrennten, selbständigen Melasseentzuckerungsanstalten. Die Methoden, die zur Entzuckerung Anwendung finden, sind folgende: 1. Die Osmose (s. d.), bei welcher die die weitere Kristallation des Zuckers verhindernden Nichtzuckerstoffe durch Dialyse (s. d.) aus der Melasse entfernt werden. — 2. Die Entzuckerung mittels Kalk; hierbei wird der Zucker durch Zusatz von gebranntem Kalk aus der Melasse als eine chemische Zuckerkalkverbindung, das Tricalciumsaccharat, ausgefällt. Speziell findet hierbei das sogenannte Steffensche Ausscheidungsverfahren Anwendung; dasselbe beruht auf der Tatsache, daß man imstande ist, aus einer verdünnten, auf ca. 15° C. abgekühlten Lösung von Monocalciumsaccharat fast die Gesamtmenge des Zuckers als Tricalciumsaccharat auszufällen, indem man der Lösung unter ständiger Kühlung nach und nach in kleinen Portionen feingepulverten gebrannten Kalk zusetzt. — 3. Die Strontianentzuckerung, wobei der Zucker als Distrontiumsaccharat gefällt wird. — 4. Das Barytverfahren, bei dem der Zucker als Monobaryumsaccharat ausfällt. — 5. Das Wohlsche Bleiverfahren, bei dem der Zucker in Verbindung mit Bleioxyd ausgefällt wird. — Die bei den Verfahren Nr. 2—5 erhaltenen Saccharate werden alsdann durch Einleiten von Kohlensäure wieder in Zucker und die entsprechenden kohlensauern Salze gespalten und diese letzteren wieder für sich durch Weiterverarbeitung aufs neue nutzbar gemacht. — Was die Verwertung der Melasse als Futtermittel anbelangt, so wird sie in der Regel mit indifferenten Stoffen wie Torfmehl, Moos oder auch mit andern Futtermitteln wie Häckfel, Trebern, Baumwollsamenmehl u. s. w. vermischt, in welchen Formen sie ein bequem dosiertes, wegen seines Zuckergehaltes wertvolles Mastfutter vorstellt.

Es sei zum Schluß noch kurz auf die große Menge der in Zuckerfabriken anfallenden, meist leicht faulenden und daher lästigen Abwasser hingewiesen, deren Beseitigung und Reinigung recht viele Schwierigkeiten bereiten (Näheres s. [1]).

Literatur: [1] Rümpler, A., Handbuch der Zuckerfabrikation, Braunschweig 1906. — [2] Stammer, Lehrbuch der Zuckerfabrikation, Braunschweig 1895. — [3] Stohmann, Handbuch der Zuckerfabrikation, Berlin 1899. — [4] Knauer, F., Der Rübenbau, 9. Aufl., Berlin 1906. — [5] Vanha und Stocklasa, Die Rübennematoden, Berlin 1896. — [6] v. Lippmann, Die Chemie der Zuckerarten, 2. Aufl., Braunschweig 1904. — [7] Rümpler, A., Die Nichtzuckerstoffe der Rüben, Braunschweig 1898. — [8] Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzuckerindustrie des Deutschen Reichs 1885 u. f. w. — [9] Stammer, K., Jahresberichte über die Untersuchungen und Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Zuckerfabrikation, Braunschweig 1906 u. f. w.

Mezger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zuckerfäure, Handelsname für Oxalfäure (f. d.).

Zündung, f. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 219, Geleucht, Initialzündungen, Munition und Seeminen.

Zündwaren, im allgemeinen alle Erzeugniffe zur raſchen Herſtellung von Feuer, ſpeziell die im Gebrauch befindlichen, nach Reiben an rauhen oder chemiſch präparierten Flächen anbrennenden Wachskerzchen, Papierzünder, Streichhölzer u. ſ. w. (vgl. a. Feuerzeug, pneumatiſches, Initialzündungen, Platinfeuerzeug, Tauchfeuerzeug).

Die mit Zündkopf verſehenen Wachskerzchen und die Papierzünder (Papierröllchen und flache Kartonſchnitzel) werden nur in geringen Mengen verbraucht. Bei den Wachskerzchen (Wachszündhölzern) vereinigt man mehrere Baumwollfäden durch eine Spulmaſchine zu einem Strang, zieht dieſen durch geſchmolzenes Wachs und nach dem Erſtarren des letzteren durch Zieheiſen; ſodann werden die von dem Strange abgeteilten Stücke in Zündmaſſe getaucht. Papierröllchen werden auf beſonderen Maſchinen [1] aus Papierſtreifen gewickelt, paraffiniert, gewachſt, poliert und in Zündmaſſe eingetunkt. Kartonſchnitzel (Sicherheitszündſpänchen) werden auch paraffiniert, fünf Blatt zu je zehn Zündern am unteren Ende verklebt und da ſo erhaltene Paketchen ebenfalls mit dem unteren Ende in einen Pappeumſchlag durch Kleben befeſtigt, deſſen untere Enden dann übereinander greifen. Letztere ſind mit einer Reibfläche verſehen. Das Entzünden der abgeriſſenen Streifen erfolgt ſo, daß man den Kopf des Zünders zwiſchen die Reibflächen bringt, etwas andrückt und dann den Zünder herauszieht. Natriumfeuerzeuge (Zündhölzer, deren eines Ende in eine geſchmolzene Miſchung von metalliſchem Natrium mit Paraffin u. ſ. w. getaucht war und ſich beim Reiben auf einem feuchten Schwamm entzünden ſollte) haben ſich als durchaus unpraktiſch erwieſen. — Die am meiſten im Gebrauch befindlichen Zündwaren, die Zündhölzer, beſtehen aus kurzen Stäbchen von dünnem Holzdraht, an deren einem Ende ſich ein ſogenannter Zündkopf befindet, der durch Anreiben an jeder trockenen, rauhen Fläche oder an Zündflächen von beſtimmter chemiſcher Beſchaffenheit Feuer fängt und dasſelbe dem Holze mitteilt (Schwefelhölzer, Streichhölzer, Zündhölzer). Bei den Schwefelhölzern wird ein Ende geſchwefelt und dann entweder mit einem Zündkopf aus chlorſauerm Kali und Schwefelantimon (Congreweſche Streichhölzer) oder einer Maſſe mit Phosphorzuſatz (an Stelle von Schwefelantimon, ſogenannte Phosphorſtreichhölzer) verſehen. — Glimmſpäne haben ähnliche Zündköpfe; der Holzdraht iſt bei dieſen mit Salpeter getränkt und glimmt fort. Alle dieſe Zündhölzer ſind an jeder trockenen Reibfläche entzündbar. — Die ſogenannten Antiphosphorhölzer (wenig mehr im Gebrauch) haben dieſe Eigenſchaft nicht mehr; ſie werden an dem einen Ende mit Zündmaſſe aus amorphem Phosphor, an dem andern mit Reibmaſſe verſehen, beim Gebrauch zerbrochen und die Enden behufs Entzündung aneinander gerieben. Sogenannte Sturmhölzer und bengaliſche Zündhölzer werden bis zu einem Drittel ihrer Länge in beſondere Maſſen getunkt (ſ. unten). — Die mannigfachen Nachteile, welche die Herſtellung Phosphor enthaltender Zündköpfe im Gefolge hat, wie Krankheiten der Arbeiter (Phosphornekroſe) und Feuergefährlichkeit, führten zum Verbot der Phosphorzündwaren (Deutſches Reichsgeſetz vom 10. Januar 1903) und zur Herſtellung von Zündköpfen ohne Schwefel und Phosphor, zu den mit Paraffin überzogenen ſogenannten ſchwediſchen Sicherheitszündhölzern (Schweden), die nur an beſonders präparierten, an den Zündholzſchachteln angeklebten Streifen angehen und heutzutage am meiſten im Gebrauch ſind. — Die Fabrikation der Zündhölzer iſt eine ſehr bedeutende Induſtrie geworden (zurzeit werden allein im Deutſchen Reich jährlich $2^1/_4$ Milliarden Schachteln Schweden zu je 60 Hölzchen verbraucht) und erfolgt faſt ohne Ausnahme in großen Betrieben; ſie zerfällt in die Herſtellung des Holzdrahtes, das Polieren, Putzen und Trocknen desſelben, das Gleichlegen der abgeſchnittenen Stücke, die Bereitung und das Aufbringen der Zündmaſſe ſowie die Fertigſtellung der Zündwaren und die Schachtelfabrikation. Metalliſche Zündmittel ſ. unter 4.

1. **Die Herſtellung des Holzdrahtes und der Hölzchen.** Man benutzt hierzu das Holz von Birken, Eſchen, Kiefern und Tannen, Linden, Pappeln, Weiden u. ſ. w., wobei die möglichſt friſchen Holzſtämme zunächſt in Klötze, entſprechend der ſieben- bis zehnfachen Zündholzlänge, zerſägt, mit beſonderen Entrindungsmaſchinen [2] entrindet und in Bottichen gedämpft oder gekocht werden. Hierauf erfolgt auf ſogenannten Schälmaſchinen [2] mit einem feſten oder ſeitlich bewegten Meſſer die Abtrennung eines langen, gleichmäßig ſtarken Holzſpans in ganzer Klotzbreite; durch Wechſelräder kann die Stärke dieſes Spanes genau eingeſtellt werden. Die Klötze werden dabei bis auf einen Durchmeſſer von ca. 70 mm abgeſchält; der Span wird auf einem ca. 2 m langen Tiſche abgelagert und kann von der Maſchine entweder in ganzer Klotzbreite oder in ſchmalen Bändern, der Länge eines oder mehrerer Zündhölzer entſprechend, geliefert werden. Iſt der Span zu Schachteln beſtimmt, ſo wird er — bei ſonſt gleichem Arbeitsvorgang — bloß geritzt. Für die Zündhölzer bildet man ſodann Spanpakete aus 50—60 Spanlagen, die mittels der Abſchlagmaſchine [2] in einzelne Hölzchen zerſchnitten werden. Die nur für Maſchinenbetrieb beſtimmten Abſchlagevorrichtungen verarbeiten meiſt Späne von 364 oder 520 mm Breite (ſieben- bis zehnfache Zündholzlänge à 52 mm) und kann dabei auch die Teilung der Späne auf normale Zündholzlänge oder beliebige andre Länge durch Schlitzmeſſer beſorgt werden. Bei kleinen Abſchlagmaſchinen werden in der Regel die Späne ſchon auf der Schälmaſchine auf Zündholzlänge geſchnitten; ebenſo bei Handbetrieb. Die Spanpakete gelangen bei allen dieſen Vorrichtungen in eine Packlade, werden auf der Stirnſeite durch geriffelte Walzen erfaßt und mittels eines (durch Sperräder ſtellbaren) Vorſchubes dem Schneidmeſſer zugeführt, wobei die Breite des Zündholzes beliebig reguliert werden kann. Für Abfallverwertung arbeitet die Seboldſche Zündholzſchneidmaſchine „Vivax“. Die verſchiedenen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktionen dieser Maschinen, wie Leistungsfähigkeit, Kraftbedarf u. s. w., sind in den unter [2] angegebenen Katalogen nachzusehen. Die mit den Abschlagmaschinen gewonnenen Hölzer haben einen rauhen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt und lassen sich leicht imprägnieren. Gehobelten Holzdraht stellt man auf besonderen Drahthobelmaschinen in runden, ovalen und geriffelten Querschnitten her [2]; das Holz muß trocken und astfrei, kann aber im übrigen Abfallholz sein, wenn es die Breite der Hobeleisen (80–100 mm) hat. Zum Abschneiden der bis 1 m langen gehobelten, in Bündel gepackten Holzdrähte auf Zündholzlänge werden Schneidestähle (Abschneideböcke) benutzt, von welchen die abgeschnittenen Hölzer mit einem Griff in Pakete geordnet in die Einlagekästchen gebracht werden können [2].

Vor Weiterverarbeitung des Holzdrahtes muß derselbe getrocknet werden, was im Großbetriebe in besonderen Trockenschränken [2] geschieht. Das sogenannte Polieren des rauhen Holzdrahtes erfolgt in Poliertrommeln (s. [2] und Bd. 7, S. 172), die halb gefüllt und dann gedreht werden, wodurch sich die Hölzchen aneinander reiben und Glanz erhalten. Um zu kurze, zu schwache oder zu dicke Hölzchen und Splitter abzuscheiden, sind Holzdrahtputzmaschinen im Gebrauch [2], die im wesentlichen aus einem schräg angeordneten eisernen Gestell bestehen, auf welchem ein 2–3 m langer, in Schwingen gelagerter Schüttelrost (Reff-, Rüttelmaschine) angebracht ist, der durch Exzenter bewegt wird. Je nach der Zündholzlänge besteht der Schüttelrost aus hölzernen Quer- und Längsstäben, wobei die Querstäbe durch treppenförmige Anordnung das Vorwärtsgleiten der Hölzchen bewirken. Beim Rütteln fallen die minderwertigen Hölzchen und die Splitter zwischen den Stäben durch. — Das Gleichlegen der Hölzer erfolgt entweder von Hand auf einem glatten Brett, auf welchem ein durch Längs- und Querwände in oben und unten offene Fächer geteilter Kasten befestigt ist, in welchen sich die Hölzer durch Rütteln ordnen lassen oder durch Gleichlegmaschinen [2]. Bei letzteren ist auf einem Schwingrahmen ein Holzrahmen befestigt, in welchen ein Fächerkasten mit festem Boden eingesetzt wird, in den sich die Hölzer nach Rütteln durch Exzenter gleichlegen; unter jedem der Fächer befinden sich längliche kleine Oeffnungen, durch welche beim Rütteln ein nochmaliges Putzen der Hölzer stattfindet.

2. **Das Fertigstellen der Zündhölzer.** Jedes Zündholz wird mindestens an dem einen Ende (neuerdings auch an zwei Enden) mit Zündmasse versehen. Leicht entzündliche, die Verbrennung der Hölzer einleitende Substanzen, die als Ueberträger der Flamme auf das Holz dienen, sind hauptsächlich Paraffin, Stearinsäure u. s. w. Sauerstoff liefernde Substanzen sind das Kaliumchromat, Kaliumnitrat, Kaliumbichromat, Baryumnitrat, Strontiumnitrat, Mennige und Braunstein. Als Füllstoffe werden Eisenoxyd, Schwefelkies, Grauspießglanz, Glaspulver, Kieselgur, Quarzmehl, Bimssteinpulver, Zinkweiß, Kienruß, Kreide u. s. w. benutzt. Als Bindemittel kommt Leim, Stärke, Dextrin und Gummi, als Imprägnierungsstoff Phosphorsäure, Ammoniumphosphat und -sulfat zur Anwendung. Zur Färbung dienen hauptsächlich Anilinfarbstoffe. Zur Herstellung von Zündkerzchen wird dem gewöhnlichen Wachs (s. d.) Carnaubawachs zugesetzt, um das Weichwerden und Zusammenkleben zu verhindern. — Alle zur Herstellung von Zündmassen benutzten Materialien müssen fein gepulvert und häufiger gemischt werden. Die Gemenge werden mit Wasser zu einem Brei angerührt und gehen durch eine Massenmühle (vgl. [2] und Farbenreibmaschine). Im Gebrauche sind heute im wesentlichen Sicherheitszündmassen und phosphorfreie, auf jeder Reibfläche entzündbare Massen.

Die phosphorfreien sogenannten Sicherheitsmassen sind Gemische aus brennbaren Stoffen (besonders Schwefel) und Sauerstoff abgebenden Körpern nebst dem erforderlichen Kleb- und Füllstoff; sie entzünden sich nur an besonderen Reibflächen, deren Hauptbestandteile amorpher Phosphor und Schwefelantimon sind. Für braune Hölzchen verwendet man unter anderm folgende in Gewichtsteilen angegebene Zündmasse: 150 Teile Senegalgummi, gelöst in 200 Teilen Wasser und 20 Teilen Tragant, aufgeweicht in 300 Teilen Wasser, werden gekocht und 1000 Teile Kaliumchlorat eingerührt. Dann werden gesiebt und gemischt: 125 Teile Kaliumbichromat, 30 Teile Schwefelblumen, 33 Teile Schwefelantimon, 50 Teile Kolophonium, 200 Teile Mennige, 100 Teile Terra di Siena oder Umbra, 100 Teile Glas- oder Bimssteinpulver, und mit 150 Teilen heißem Wasser in die Gummilösung eingerührt. Zur Anstrichmasse der Reibfläche weicht man 400 Teile Dextrin in 400 Teilen Wasser auf (24 Stunden), kocht es und mischt der erkalteten Masse 1000 Teile amorphen Phosphor, der mit 2000 Teilen Wasser angerührt und von überschüssigem Wasser befreit wurde, bei. In die Mischung werden noch 200 Teile Kreide, 300 Teile Umbra und 1000 Teile Schwefelantimon zugegeben und das Ganze möglichst fein gemahlen. Andre Mischungen s. [1] und [3].

Für phosphorfreie, überall entzündbare Massen bestehen eine größere Anzahl von Rezepten. Genannt seien:

a) Die Schwieningsche Masse nach D.R.P. Nr. 86203, das vom Deutschen Reich zum Zwecke der Freigabe seiner Benutzung angekauft und den deutschen Zündholzfabrikanten zur Verfügung gestellt wurde (ohne daß diese dafür dankbar gewesen sind). Diese Masse besteht, in nachträglich verbesserter Form, aus einem Gemenge von amorphem Phosphor, Calciumplumbat, Reibmittel (Glaspulver u. s. w.), Bindemittel (Leim u. s. w.) und Farbstoff. Die Urteile über die Güte dieser Masse gehen weit auseinander.

b) Die Sévène und Cahensche (sogenannte S- und C-) Masse, enthaltend Phosphorsesquisulfid (das nicht giftig ist, wie weißer oder gelber Phosphor), Kaliumchlorat, Zinkweiß, Leim, Glaspulver und Ocker (D.R.P. Nr. 101736). Diese Masse spielt namentlich in Frankreich, doch auch anderweitig eine große Rolle.

c) Die Sulfocuprobaryumthionat enthaltenden Massen (D.R.P. Nr. 157424, von Gans).

d) Die Sulfophosphitmasse der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron.

An den Sturmzündhölzern ist außer der Zündmasse ein leicht brennbarer Satz befestigt, wie ein solcher beispielsweise durch Mengen von Kaliumchlorat, Cascarillrinde, Terra

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

di Siena, gebrannten Gips, Zucker und amorphen Phosphor unter Zufatz von Bindemitteln erhalten werden kann.

Vor dem Paraffinieren der Zündhölzer müffen fie vorgewärmt werden; dann erft erfolgt die Weiterbehandlung auf dem fogenannten Paraffinierherde, wobei die Paraffinierpfanne an dem der Feuerung entgegengefetzten Ende des Herdes liegt. Das Maffieren, d. h. das Verfehen der Hölzchen mit Zündmaffe, erfolgte anfangs durch Tunken jedes einzelnen Holzes oder von Holzdrahtbüfcheln (Büfchelware); neuerdings gefchieht es mit Hilfe von Einlegerahmen (Tunkrahmen), in welche die Hölzchen mit Einlegemafchinen reihenweife eingeordnet, in fahrbare Rahmenftänder gebracht und auf diefen nach den Tunkvorrichtungen (Maffiermafchinen) hin und zurück nach den Trockenvorrichtungen befördert werden. Die Tunkplatten (mit und ohne Heizvorrichtung) erhalten gehobelte rechteckige Tunkflächen und find auf allen Seiten von breiten Rinnen umgeben, die zur Aufnahme von Zündmaffe dienen; letztere wird durch ein Abftreichlineal auf gleichmäßige Stärke über der Tunkfläche eingeftellt. Außerdem werden Tunkmafchinen mit drehbarem Tifch verwendet, der gleichmäßig mit Zündmaffe belegt ift; die Rahmen werden nacheinander aufgelegt und einer konifchen, mit Gummimantel verfehenen Druckwalze zugeführt, welche jedes Hölzchen gleichtief in die Zündmaffe eintunkt. Die fogenannten Walzentunkmafchinen arbeiten mit einem im Wafferbad fitzenden Maffebehälter, aus dem fich eine Walze am ganzen Umfang gleichmäßig mit Maffe bedeckt, deren Höhe durch ein Abftreichlineal geregelt wird; die Tunkwalze geht fodann über die in den Einlegerahmen befindlichen Hölzer, die durch eine zweite Walze angedrückt werden [2]. Nach dem Maffieren müffen die Hölzer getrocknet werden, was auf befonderen, in Kammern angeordneten rollbaren Geftellen gefchieht; jede Kammer muß feitlich leicht zugänglich fein, um eventuell entzündete Rahmen rafch herausnehmen zu können. Bei Phosphorhölzern werden fchließlich die Köpfe noch metallifiert oder lackiert, d. h. mit einer dünnen Schicht von Bleifulfid oder Firnis überzogen [1], [3]. Bei den fchwedifchen Zündhölzern ift die Prozedur ähnlich; der Holzdraht wird jedoch hier vielfach vor der Weiterverarbeitung in eine Löfung von 200 l Waffer, 2 kg Phosphorfäure und 1,5 kg Ammoniumphosphat gebracht, wodurch das Nachglimmen verhütet werden foll. Früher wurden die getrockneten Zündhölzer von Hand den Tunkrahmen entnommen und in Schachteln gefüllt; in neuerer Zeit werden hierzu die fogenannten Auslegemafchinen [2] benutzt, welche aus einem Geftelle beftehen, auf dem ein Schüttelkaften ruht, der die zu entleerenden Tunkrahmen aufnimmt, durch Räder bewegt werden kann und eine große Anzahl kleiner Fächer enthält, in welche die Hölzchen fallen, um dem Refervoir einer Schachtelfüllmafchine zugeführt zu werden.

In neueffer Zeit werden automatifche Zündholzmafchinen (vgl. a. die D.R.P. Nr. 137487 und 154972) hergeftellt, welche in ununterbrochenem Arbeitsgange die Zündhölzchen einlegen, paraffinieren, fchwefeln, tunken (maffieren), trocknen und in Schachteln füllen, d. h. alle feither unter 2. befchriebenen Herftellungsarbeiten beforgen. Diefe Automaten haben fich bewährt und in die größeren Fabriken eingeführt; wir verweifen auf [2].

3. **Die Herftellung der Zündholzfchachteln** fowie das Etikettieren, die Zufammenftellung in Pakete u. f. w. erfolgt ebenfalls mafchinell; die Späne kommen zunächft auf Schachtelfpanteilmafchinen, auf welchen fie in jene Form gebracht werden, die man zur Erzeugung der runden und ovalen Büchfen bezw. der Schiebefchachteln (Schwedenfchruppern) braucht. Die umfaffenden Einrichtungen, mittels welcher die Weiterbehandlung erfolgt, wollen in [2] nachgefehen werden.

4. **Metallifche Zündmittel.** Einzelne Legierungen der Metalle der Ceritgruppe, namentlich die Legierungen des Cers mit Eifen, geben, wie Auer von Welsbach (D.R.P. Nr. 154807) zuerft feftgeftellt hat, beim Reiben mit harten Körpern Späne, die fich an der Luft fofort von felbft entzünden und unter lebhafter Oxydbildung verbrennen. Beim Ritzen mit einer Feile oder mit einer Meffferklinge entftehen Funken- oder felbft Flammengarben von beträchtlicher Größe. Von diefem Verhalten der pyrophoren Cer-Eifenlegierungen macht man neuerdings auch Gebrauch, um leicht entflammbare Flüffigkeiten wie Methyl- und Aethylalkohol oder auch brennbare Gafe oder explofible Gasgemenge zu entzünden, und hat fich hierfür insbefondere das von den Treibacher Chemifchen Werken in Treibach fowie von der Pyrophor-Metallgefellfchaft A.-G. in Cöln in den Handel gebrachte „Auermetall", das außer Cer noch ca. 30 % Eifen enthält, brauchbar erwiefen. Da das Auermetall heute zu billigem Preis erhältlich ift (ca. 30 ℳ pro 100 kg) und da 1 g diefer Legierung für mehrere taufend Zündungen ausreicht, fo werden Zündvorrichtungen diefer Art neuerdings vielfach, namentlich für Grubenficherheitslampen (D.R.P. Nr. 212255), für Fahrrad- und Automobillaternen, für Motoren- und Sprengpatronenzündung u. f. w. benutzt. Zwecks Erzielung befonders glänzender Effekte ftellt man auch Cer-Eifenlegierungen her, welche einige Prozent Aluminium oder Zink oder Oxyde von Erd- bezw. Schwermetallen enthalten. Nach dem D.R.P. Nr. 215695 follen fich unter beftimmten Vorausfetzungen auch Legierungen des Antimons mit Leichtmetallen und Eifen als Pyrophore verwenden laffen.

Literatur: [1] Stricker, Die Feuerzeuge, Berlin 1874; Kellner, Handbuch der Zündwarenfabrikation, Wien 1886; Freitag, Die Zündwarenfabrikation, 2. Aufl., Wien 1887; Jettel, Die Zündwarenfabrikation nach dem heutigen Standpunkte, Wien 1907. — [2] Badifche Mafchinenfabrik Durlach (vorm. G. Sebold), Katalog über Mafchinen zur Zündholzfabrikation; A. Roller-Berlin N. 20, Prinzenallee 24, Katalog über Zündholz- und Zündholzfchachtelmafchinen, 6. Aufl., 1905. — [3] Zeitfchr. für Zündwarenfabrikation (Jettel, Garmifch); Mufpratt, Chemie, 4. Aufl., Artikel Zündmittel. — [4] Häußermann, C., Sprengftoffe und Zündwaren, Stuttgart 1894. — [5] Monographies industrielles: Fabrication des explosifs et industries connexes; Fabrication des Allumettes, Brüffel 1909. — [6] Weiß, Zeitfchr. f. Elektrochemie, 14, S. 549, Fattinger, Chem.-Ztg. 1909, S. 1113; Oeffterr. Zeitfchr. f. Berg- u. Hüttenwefen, 57, S. 219. *Häußermann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zug, Zugkraft, ſ. Druck, Druckkraft, Bd. 3, S. 111.

Zug (Eiſenbahnzug), ſ. Eiſenbahnbetrieb, Eiſenbahnverkehr.

Zugbrücke, ſ. Brücken, bewegliche.

Zugdiagonalen, ſ. Gegendiagonalen, Bd. 4, S. 341.

Zugelaſtizität wird die Elaſtizität (ſ. d.) gegen Beanſpruchungen auf Zug (Bd. 3, S. 392, 711) genannt. Bei Verſuchen in dieſer Hinſicht pflegen prismatiſche Körper (Stäbe, Würfel) allmählich wachſenden Kräften P parallel ihrer Achſe und möglichſt gleichmäßig verteilt auf die Endquerſchnitte ausgeſetzt zu werden (Näheres bezüglich der Verſuchsanordnung ſ. Zugverſuch und [22], S. 39, [35], S. 103).



Fig. 1.

Bezeichnen F die urſprüngliche Länge (Fig. 1), F den urſprünglichen Querſchnitt, $d\lambda = \frac{dl}{l}$ die elaſtiſche Dehnung (Verlängerung pro Längeneinheit von l) durch eine Aenderung der Spannung $\sigma = \frac{P}{F}$ (Zug pro Flächeneinheit von F) um $d\sigma$, dann heißt in

$$d\sigma = E\,d\lambda = E\frac{dl}{l}, \qquad dP = EF\,d\lambda = EF\frac{dl}{l} \qquad 1.$$

E der Elaſtizitätsmodul oder ſpeziell der Zugelaſtizitätsmodul des Stabs in der Längsrichtung [9], S. 119 (vgl. Elaſtizitätsmodul, Elaſtizitätsgeſetz, Druckelaſtizität, Schubelaſtizität, Torſionselaſtizität). Derſelbe bedeutet alſo das Verhältnis der Spannungszunahme $d\sigma$ zur Dehnungszunahme $d\lambda$, während $\varepsilon = 1/E$ das Verhältnis der Dehnungszunahme $d\lambda$ zur Spannungszunahme $d\sigma$ darſtellt. Werden die Spannungen als Ordinaten bei den entſprechenden elaſtiſchen Dehnungen als Abſziſſen angetragen (Fig. 2, vgl. Dehnung) und bezeichnet φ den Neigungswinkel der entſtehenden σ-Kurve bei λ, σ, dann hat man $E = \frac{d\sigma}{d\lambda} = \operatorname{tg}\varphi$.

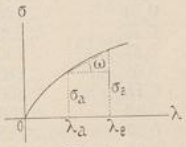


Fig. 2.

Für manche Materialien, insbeſondere für Schweißeiſen, Flußeiſen und Stahl, iſt E innerhalb der gebräuchlichen Beanſpruchungen nahezu konſtant, womit aus 1.:

$$\sigma = E\lambda = E\frac{\Delta l}{l}, \qquad P = EF\lambda = EF\frac{\Delta l}{l}, \qquad 2.$$

unter Δl die ganze elaſtiſche Längenänderung durch die Spannung σ verſtanden. Die Grenze $\sigma = p$, bis zu welcher die hierdurch ausgedrückte Proportionalität zwiſchen σ und λ, d. h. auch zwiſchen σ und Δl oder zwiſchen P und λ, Δl beſteht, wird Proportionalitätsgrenze genannt, häufig auch Elaſtizitätsgrenze (ſ. d.), wenn nämlich angenommen wird, daß unterhalb dieſer Grenze nur elaſtiſche Längenänderungen in Betracht kommen, oberhalb derſelben aber auch erhebliche bleibende Deformationen eintreten. Ueber Beziehungen zwiſchen Dehnungen λ und Spannungen σ für Fälle, in welchen keine Proportionalität zwiſchen denſelben beſteht und alſo der Elaſtizitätsmodul E in 1. veränderlich iſt, ſ. Elaſtizitätsgeſetz.

Ueber das Verhalten von Schweißeiſen, Flußeiſen u. ſ. w. oberhalb der Proportionalitätsgrenze, insbeſondere über die Streckgrenze, Bruchdehnung, Kontraktion ſ. Dehnung, Bd. 2, S. 693, und Kontraktion, Bd. 5, S. 610, über die Arbeit zur Erzeugung der Formänderungen ſ. Verſchiebungsarbeit und Arbeitskapazität, vgl. Qualitätszahlen. Unter Dehnung ſind entſprechende Zahlenwerte mitgeteilt. Wir führen als weitere Beiſpiele an die Mittelwerte, welche Tetmajer mit Eiſen von de Wendel in Hayingen erhielt [15], IV, S. 106, 114, 130, 136:

Flußeiſen		Rundeiſen	Stabeiſen	Univerſaleiſen	Winkeleiſen
Elaſtizitätsmodul	$E =$	2144000	2167000	2173000	2140200 kg pro qcm
Proportionalitätsgrenze	$p =$	1980	1990	2810	2250 „ „ „
Streckgrenze	$s =$	2880	2580	3360	2760 „ „ „
Zugfeſtigkeit	$z =$	4340	4260	4500	4210 „ „ „
Bruchdehnung auf $l = 10$ cm	$\delta =$	32,6	34,3	33,2	35,1 %
„ „ $l = 20$ „	$\delta =$	24,9	27,8	27,1	27,9 %
Kontraktion	$c =$	63,8	59,3	59,5	62,9 %
Arbeitskapazität	$\alpha =$	1,06	1,18	1,22	1,16 cm tn

Schweißeiſen		Rundeiſen	Stabeiſen	Univerſaleiſen	Winkeleiſen
Elaſtizitätsmodul	$E =$	1987000	2011000	2095000	1987000 kg pro qcm
Proportionalitätsgrenze	$p =$	1490	1560	2130	1700 „ „ „
Streckgrenze	$s =$	2420	2310	2730	2330 „ „
Zugfeſtigkeit	$z =$	3780	3650	3790	3450 „ „
Bruchdehnung auf $l = 10$ cm	$\delta =$	21,2	17,9	16,4	12,0 %
„ „ $l = 20$ „	$\delta =$	18,6	16,0	15,1	10,7 %
Kontraktion	$c =$	28,7	21,4	17,3	12,6 %
Arbeitskapazität	$\alpha =$	0,70	0,60	0,58	0,42 cm tn

Weitere Formeiſen, I-Eiſen, Zoreseiſen, Bleche ſ. [15], IV, S. 138, 181, 187, 194, 202. Ueber den Einfluß verſchiedener Beimengungen, mechaniſcher Behandlung, hoher und niedriger Temperaturen, von Erwärmen und Abkühlen, Härten und Ausglühen, Wechſel von Zug und Druck und mehrfach wiederholter Anſtrengungen ſ. [4], [10], [14], [22], [27], [33]. Bezüglich der Form und Größe der Querſchnitte ſ. [30], [35] und Zugfeſtigkeit. Für viele Materialien (Gußeiſen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zähes Flußeiſen, Kupfer, Bronze, Meſſing, Beton u. ſ. w.) ſind mehrere Wiederholungen der Beanſpruchungen nötig, um eine bis zu deren Höhe nicht mehr veränderliche Beziehung zwiſchen λ und σ zu erreichen [22], S. 217, [35], S. 15, 27, 42 u. ſ. w.

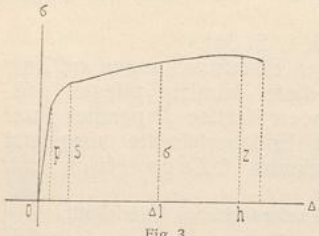


Fig. 3.

Beim Stahl ſind die Elaſtizitäts- und Feſtigkeitsverhältniſſe beſonders vom Kohlenſtoffgehalt abhängig, doch zeigt ſich der Elaſtizitätsmodul am wenigſten beeinflußt. Wir geben in Tabelle I Reſultate, welche Bauſchinger bei Verſuchen mit dem auch in den Artikeln über Druckelaſtizität, Biegungselaſtizität, Torſionselaſtizität, Schubfeſtigkeit vorgeführten Ternitzer Beſſemerſtahl erhielt [5]. Die Verſuchsſtücke waren ſpeziell zu dieſem Zwecke von gleicher Gattierung, aber verſchiedenem Spiegeleiſenzuſatze hergeſtellt.

Tabelle I. Ternitzer Beſſemerſtahl.

Kohlenſtoff %	Elaſtizitätsmodul E kg pro qcm	Elaſtizitätsgrenze kg pro qcm	Zugfeſtigkeit z kg pro qcm	z berechnet f. Zugfeſtigkeit	Bruchdehnung δ auf 40 cm %	Kontraktion c %
0,14	2 265 000	2950	4430	4435	21,8	49,2
0,19	2 170 000	3310	4785	4510	20,1	41,6
0,46	2 255 000	3450	5330	5270	18,1	30,5
0,51	2 210 000	3405	5600	5480	14,3	25,1
0,54	2 165 000	3490	5560	5620	17,8	32,8
0,55	2 220 000	3300	5650	5665	17,6	27,8
0,57	2 160 000	3310	5605	5765	18,4	30,6
0,66	2 280 000	3745	6295	6245	13,7	19,7
0,78	2 360 000	3750	6470	6995	11,4	19,1
0,80	2 150 000	4005	7230	7134	9,0	14,0
0,87	2 185 000	4290	7335	7640	8,1	16,4
0,96	2 175 000	4870	8305	8340	6,6	10,0

Die angeführten Zahlen wurden mit Stäben von 44 cm freier Länge und 7/1,2 cm Querſchnitt erhalten und ſind Mittel aus je zwei Verſuchen. Die Elaſtizitätsgrenze iſt etwas höher als bei ſpäteren Verſuchen Bauſchingers (wo ſie die Proportionalitätsgrenze bedeutet) angenommen, etwa in der Mitte zwiſchen Proportionalitätsgrenze und Streckgrenze.

Für Gußeiſen, Steine, Beton u. ſ. w. iſt der Elaſtizitätsmodul E in 1. veränderlich, und zwar pflegt er mit wachſender Spannung abzunehmen, ſo daß die Dehnungen λ ſchneller als die Spannungen σ wachſen. Wird für ſolche Fälle anſtatt E ein Mittelwert E' eingeführt, welcher von $\sigma = 0$ bis $\sigma = \sigma$ die gleiche Dehnung λ bedingt, wie das variable E, ſo folgt ganz entſprechend 2.:

$$\sigma = E' \lambda = E' \frac{\Delta l}{l}, \qquad P = E' F \lambda = E' F \frac{\Delta l}{l}. \tag{3.}$$

Für dieſen Mittelwert hat man in Fig. 2 $E' = \frac{\sigma}{\lambda} = \operatorname{tg} \psi$. Aus 3. ſind beiſpielsweiſe nach den in Tabelle II angeführten mittleren Verſuchsreſultaten Hodgkinſons für Gußeiſen von 0 bis σ die Werte von E' der fünften Kolumne berechnet, während ſich die Werte der letzten Kolumne ergeben, wenn in 3. anſtatt der elaſtiſchen die vollſtändigen Verlängerungen verwendet werden, wie dies früher häufig geſchah. Die gewöhnlich zugelaſſenen σ reichen etwa bis $\sigma = 300$ kg. Vielfach nimmt E' für Gußeiſen raſcher als in Tabelle II ab. Entſprechende Verſuchsreſultate für Druck ſ. Bd. 3, S. 118.

Tabelle II. Gußeiſen (Fig. 4).

Beanſpruchungen σ, kg pro qcm	Verlängerungen in cm pro m			Mittlerer Elaſtizitätsmodul E' von 0 bis σ kg pro qcm	Mittlerer Verlängerungsmodul E' von 0 bis σ kg pro qcm
	vollſtändige	bleibende	elaſtiſche		
73,955	0,0075	—	—	—	986 070
111,005	0,0114	0,00018	0,01122	989 350	973 730
148,142	0,0155	0,00045	0,01505	984 330	955 760
220,630	0,0239	0,00089	0,02301	958 840	923 140
296,206	0,0326	0,00146	0,03114	951 210	908 610
370,282	0,0416	0,00220	0,03940	939 800	890 100
444,336	0,0511	0,00310	0,05200	925 700	869 540
517,436	0,0611	0,00430	0,05680	910 980	846 870
592,450	0,0715	0,00559	0,06591	898 880	828 600
666,508	0,0828	0,00703	0,07577	879 650	804 960
740,555	0,0946	0,00884	0,08576	863 520	782 830
814,619	0,1068	0,01088	0,09592	849 270	762 750
886,676	0,1206	0,01339	0,10721	827 050	735 220
962,787	0,1392	0,01746	0,12174	790 860	691 660
1039,621	0,1548	0,02007	0,13473	771 630	671 590

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anſtatt von 0 bis σ kann man auch für andre Intervalle, von Anfangswerten σ_a, λ_a bis zu Endwerten σ_e, λ_e der Größen σ, λ Mittelwerte E' von E einführen, womit aus 1. folgen:

$$\sigma_e - \sigma_a = E'(\lambda_e - \lambda_a), \qquad P_e - P_a = E' F (\lambda_e - \lambda_a). \qquad 4.$$

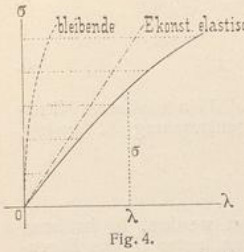


Fig. 4.

Für diesen mittleren Elaſtizitätsmodul hat man in Fig. 5 $E' = \frac{\sigma_e - \sigma_a}{\lambda_e - \lambda_a} = \operatorname{tg}\omega$. Nach 4. ſind z. B. die Werte der letzten Kolumne von Tabelle III berechnet, welche Verſuchsreſultate Bachs mit einem Stab von 10,5/14,07 cm Querſchnitt aus feinkörnigem blauem Granit von Edenfeld in Bayern wiedergibt, deſſen Druckfeſtigkeit 1006 kg, Biegungsfeſtigkeit 83 kg, Torſionsfeſtigkeit 77,6 kg und Zugfeſtigkeit 45,4 kg waren [20], S. 247. Jede Belaſtung und volle Entlaſtung wurde ſo oft wiederholt, bis keine Aenderung der Verlängerungen mehr eintrat.

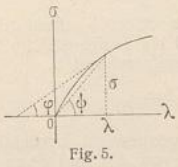


Fig. 5.

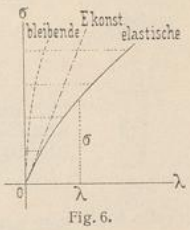


Fig. 6.

Tabelle III. Granit (Fig. 6).

Belaſtung pro qcm σ	Verlängerungen in 1/1200 cm auf 50 cm Meßlänge			Mittlerer Elaſtizitätsmodul E in kg pro qcm	
	vollſtändige	bleibende	elaſtiſche	von 0 und σ	zw. d. 2 letzt. σ
3,50	1,65	0,22	1,43	146 900	146 900
7,00	4,34	0,52	3,82	109 900	87 900
14,00	11,19	1,58	9,61	87 400	72 500
21,01	19,73	3,13	16,60	75 900	60 200

In Tabelle IV ſind Verſuchsreſultate von Winkler [6] mit Kautſchuk angeführt, bei welchen in je zwei zuſammengehörigen Dehnungen λ auch die elaſtiſche Nachwirkung (ſ. Bd. 3, S. 378) hervortritt. Die E ſind auf Grund der ſofort erhaltenen λ berechnet.

Tabelle IV. Kautſchuk (Fig. 7).

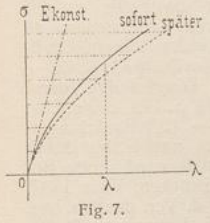


Fig. 7.

Belaſtung kg pro qcm σ	Dehnungen λ		Mittlerer Elaſtizitätsmodul E' kg pro qcm	
	ſofort	nach einiger Zeit	von 0 bis σ	zwiſchen d. 2 letzt. σ
0,5	0,046	0,052	10,87	10,87
1	0,121	0,137	8,26	6,67
1,5	0,207	0,264	7,25	5,81
2	0,316	0,396	6,33	4,59
3	0,548	0,698	5,47	4,31
4	0,859	1,135	4,66	3,22
5	1,309	1,572	3,82	2,22
6	1,794	2,110	3,34	2,06

Bei Beton kommt für die Elaſtizität und Feſtigkeit ſowohl der Waſſerzuſatz wie das Alter in Betracht. Verſuche in der Materialprüfungsanſtalt Stuttgart, [38], S. 27, mit Probekörpern aus 1 Teil Mannheimer Zement und 3—4 Teilen Rheinſand und -kies, 80—90 Tage alt, ergaben die Elaſtizitätsmoduln für Zug und Druck und die Zugfeſtigkeit bei 8% Waſſerzuſatz durchgängig größer als bei 14%. Den Einfluß des Alters auf den Zugelaſtizitätsmodul bei Probekörpern der Zuſammenſetzung 1 : 3 mit 14% Waſſerzuſatz läßt Tabelle V erkennen. Die λ, E' des 3 Monate alten Betons ſind Mittel aus je drei Verſuchen, die λ, E' des 2 Jahre alten Betons wurden für je einen Probekörper erhalten.

Tabelle V. Beton.

Beanſpruchung kg pro qcm	3 Monate alt			2 Jahre alt		
	Dehnung $\lambda = \frac{\Delta l}{l}$	E' von 0 bis σ	E' zwiſchen den 2 letzten σ	Dehnung $\lambda = \frac{\Delta l}{l}$	E' von 0 bis σ	E' zwiſchen den 2 letzten σ
1,6	0,000007	230000	230000	0,0000047	340000	340000
3,1	0,000015	207000	188000	0,0000098	316000	294000
4,6	0,000023	200000	187000	0,0000148	311000	300000
6,2	0,000032	194000	178000	0,0000200	310000	308000
7,7	0,000044	175000	125000	0,0000250	308000	300000
9,2				0,0000303	303000	283000
10,8				0,0000355	303000	308000
12,3				0,0000408	301000	283000
13,8				0,0000462	298000	278000

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die obigen Gleichungen ſetzen konſtanten Querſchnitt F voraus. Iſt der letztere veränderlich, d. h. im allgemeinen nur auf eine Länge dx konſtant (Fig. 8), dann gilt nach 1. für dieſe Länge:

$$d\sigma = E\,d(d\lambda) = E\frac{d(dx)}{dx}, \qquad dP = EF\,d(dx) = EF\frac{d(dx)}{dx}, \tag{5.}$$

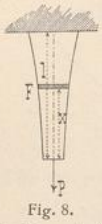


Fig. 8.

womit für den ganzen Stab an Stelle von 2. tritt:

$$\Delta l = \int_0^l \frac{dx}{F}\int_0^P \frac{dP}{E}. \tag{6.}$$

Iſt E innerhalb der Beanſpruchungsgrenzen konſtant oder wird ein konſtanter Mittelwert E eingeführt, welcher von 0 bis P die gleiche Längenänderung Δl bewirkt, wie das variable E, ſo liefert 6. entſprechend 2.:

$$\Delta l = \frac{P}{E}\int_0^l \frac{dx}{F}. \tag{7.}$$

Soll bei vertikalem Stabe das Eigengewicht berückſichtigt werden, ſo hat man in 5. und 6. $d(P+G)$ und $P+G$ an Stelle von dP und P zu ſetzen, unter G das Eigengewicht vom Querſchnitt F bis zu dem durch P ergriffenen freien Ende verſtanden, während an Stelle von 7. tritt:

$$\Delta l = \frac{1}{E}\int_0^l \frac{P+G}{F}\,dx. \tag{8.}$$

Dieſe Formel liefert z. B. für Körper von gleichem Widerſtande (Bd. 5, S. 540) wegen konſtantem $\sigma = \frac{P+G}{F}$:

$$\Delta l = \lambda l = \frac{\sigma}{E} l. \tag{9.}$$

Kommt die Kraft P nicht, wie oben angenommen, allmählich anwachſend, ſondern für den ganzen Stab ſofort mit vollem Werte zur Wirkung, ſo entſteht zunächſt eine größere Verlängerung, als oben ausgedrückt (bei konſtanten E, F theoretiſch eine doppelt ſo große als nach 3.), worauf Schwingungen um die Gleichgewichtslage ſtattfinden, welche infolge Abgabe lebendiger Kraft nach außen, Umwandlung in Wärme u. ſ. w. raſch abnehmen, bis die den obigen Längenänderungen Δl, λ entſprechende Gleichgewichtslage erreicht iſt (ſ. [9] Aufg. S. 75, 254, 277).

Literatur: [1] Morin, Résistance des matériaux, Paris 1853, S. 1. — [2] Winkler, Die Elaſtizitäts- und Feſtigkeitskoeffizienten, Civilingenieur 1862, S. 405. — [3] Derſ., Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 37. — [4] v. Kaven, Kollektaneen über einige zum Brückenbau verwendete Materialien: Schmiedeeiſen, Stahl und Gußeiſen, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1868, S. 433. — [5] Bauſchinger, Verſuche über die Feſtigkeit des Beſſemerſtahls von verſchiedenem Kohlenſtoffgehalt, Mitt. aus d. mech.-techn. Laboratorium zu München, Heft III, 1874. — [6] Winkler, Deformationsverſuche mit Kautſchukmodellen, Civilingenieur 1878, S. 81. — [7] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 42. — [8] Fiſcher, Ueber Deutung und Genauigkeit von Feſtigkeitsdiagrammen, Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 251, S. 337, 385. — [9] Weyrauch, Theorie elaſt. Körper, Leipzig 1884, S. 119, 210 u. f. w. (auch Aufgaben dazu, Leipzig 1885, S. 75, 121, 254, 257, 277 u. f. w.). — [10] Bauſchinger, Ueber die Veränderung der Elaſtizitätsgrenze und der Feſtigkeit des Eiſens und Stahls durch Strecken und Quetſchen, durch Erwärmen und Abkühlen und durch oftmals wiederholte Beanſpruchung, Münchener Mitteil. XIII, 1886. — [11] Winkler, Die hölzernen Brücken, Wien 1887, S. 13. — [12] Bach, Elaſtizität von Treibriemen und Treibſeilen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1887, S. 221, 241. — [13] Bauſchinger, Verſuche über die Elaſtizität und Feſtigkeit von Treibriemen, Seilen und Ketten, Münchener Mitteil. XVII, 1888. — [14] Weyrauch, Die Feſtigkeitseigenſchaften und Methoden der Dimenſionenberechnung von Eiſen- und Stahlkonſtruktionen, Leipzig 1889. — [15] Tetmajer, Methoden und Reſultate der Prüfung der Feſtigkeitsverhältniſſe des Eiſens und andrer Metalle, Mitteil. d. Anſtalt zur Prüfung von Baumat. in Zürich, IV, 1890, S. 30, 105, 244, 285; IX, 1900, S. 31, 72, 126, 170. — [16] Undeutſch, Spannungen aufgehängter prismatiſcher Körper, hervorgerufen durch ſtatiſche und dynamiſche Einwirkungen, Freiberg 1892 (auch Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenweſen 1892). — [17] Rudeloff, Unterſuchungen von Treibriemen auf Elaſtizität und Feſtigkeit, Mitteil. d. Verſuchsanſtalten in Berlin 1892, X, S. 255; 1893, XI, S. 4. — [18] Hartig, Der Elaſtizitätsmodul des geraden Stabs als Funktion der elaſtiſchen Dehnung, Civilingenieur 1893, S. 123, 135, 319. — [19] Derſ., Das elaſtiſche Verhalten der Mörtel- und Mörtelbindematerialien, Civilingenieur 1893, S. 435; 1894, S. 717. — [20] Bach, Unterſuchung von Granit in bezug auf Zug-, Druck-, Biegungs- und Schubfeſtigkeit ſowie in Hinſicht auf Zug-, Druck- und Biegungselaſtizität; Allgemeines Geſetz der elaſtiſchen Dehnungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 241 (ſ. a. 1898, S. 78, 516; 1902, S. 25). — [21] Schüle, Ueber das Geſetz der elaſtiſchen Längenänderung prismatiſcher Körper durch Zug und Druck, ebend. 1898, S. 855 (ſ. a. 1902, S. 1512, 1840; 1903, S. 1014). — [22] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, Berlin 1898, S. 17. — [23] Bach, Ermittlung der Zug- und Druckelaſtizität an dem gleichen Verſuchskörper, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 35. — [24] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, III. Feſtigkeitslehre, Leipzig 1900, S. 6, 39. — [25] Bach, Verſuche über das Arbeitsvermögen und die Elaſtizität von Gußeiſen mit hoher Zugfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 409 (ſ. a. 1901, S. 108, und bezüglich Hartguß 1899, S. 857). — [26] Derſ., Zur Frage der Proportionalität zwiſchen Dehnungen und Spannungen beim Sandſtein, ebend. 1900, S. 1169. — [27] Schäfer, Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Elaſtizität der Metalle, „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 1024 (ſ. a. Literatur zu Zugfeſtigkeit). — [28] Thomas, Der longitudinale Elaſtizitätskoeffizient bei Zimmertemperatur und bei höheren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Temperaturen, Annalen d. Phyfik 1900, I, S. 232. — [29] Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften, II. Der Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 66 (Der Bauftoff und feine Widerftände von Brik). — [30] Meyer, O., Ueber den Einfluß der Form und Dimenfion der Probeftäbe auf die Ergebniffe der Zugverfuche, Mitteil. d. technol. Gewerbemufeums in Wien, 1902, S. 91 (Refultate S. 132). — [31] Bach, Die Elaftizitäts- und Feftigkeitseigenfchaften der Eifenforten (Schweißeifen, Flußeifen, Flußftahl, Gußeifen), für welche nach dem der Veröffentlichung vorhergehenden Auffatz die Ausdehnung durch die Wärme ermittelt worden ift, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 1536. — [32] Chwolfon, Lehrbuch der Phyfik, I, Braunfchweig 1902, S. 700. — [33] Tetmajer, Die angewandte Elaftizitäts- und Feftigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 8, 184. — [34] Bach, Zum Begriff Streckgrenze, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 1040; 1905, S. 615. — [35] Derf., Elaftizität und Feftigkeit, Berlin 1905, S. 1, 91. — [36] Keck-Hotop, Vorträge über Elaftizitätslehre, I, Hannover 1905, S. 49. — [37] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyfik, I, Leipzig 1907, S. 218. — [38] Mörfch, Der Eifenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 25. — S. a. Zugfeftigkeit. Zug, exzentrifcher, Körper von gleichem Widerftande, Elaftizitätsgefetz, Elaftizitätsmodul, Elaftizitätsquotient, Elaftizitätsgrenze, Elaftifche Nachwirkung, Elaftizitäts- und Feftigkeitslehre u. f. w. *Weyrauch.*

Zugentgleifung, -eingleifung, f. Leitfchienen, Schutzfchienen.

Zug, exzentrifcher. Bei Behandlung desfelben hat man befonders die Verhältniffe eingefpannter Füllungsglieder von Fachwerkträgern (Bd. 3, S. 533) und fonftiger prismatifcher Stäbe im Auge, deren Biegung durch außerhalb der Stabachfe wirkende Zugkräfte nicht vernachläffigt werden darf; vgl. Druck, exzentrifcher, Bd. 3, S. 112, und Nebenfpannungen, Bd. 6, S. 594.

Ein homogener, prismatifcher Stab (oder Stababfchnitt) vom anfänglichen Querfchnitt F und der anfänglichen Länge l werde durch zwei Kräfte P parallel der anfänglichen Stabachfe fo gebogen, daß die Stabachfe in einer Ebene bleibt. In diefer „Biegungsebene" nehmen wir ein rechtwinkliges Koordinatenfyftem an, deffen x-Achfe in der urfprünglichen Stabachfe liegt, während die y-Achfe fich auf die Punkte der fchließlichen Stabachfe (der elaftifchen Linie) beziehen (Fig. 1). $x=0$ und $x=l$ entfprechen den Enden des betrachteten Stabs (oder Stababfchnitts). Wir fetzen voraus, daß beide Stabenden in gleicher Weife angeordnet find, fo daß auch gleiche Biegungsmomente dafelbft entftehen. Letztere feien durch $M=Pc$ bezeichnet, wobei c nicht allgemein einen unmittelbar angebbaren Hebelarm darftellt, fondern auch von der Anordnung der Stabenden abhängt und zunächft unbekannt ift. Die Biegungen follen nur elaftifch und fo klein fein, daß $\cos\varphi=1$ gefetzt werden kann, unter φ den Neigungswinkel der Stabachfe bei x mit der x-Achfe verftanden. Dann hat man für ein Querfchnittselement bei x in Entfernung v von der zur Biegungsebene fenkrechten Achsfchicht die Normalfpannung (Zug pofitiv, Druck negativ) [6], S. 250:

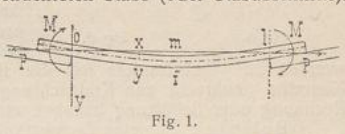


Fig. 1.

$$\sigma=\frac{P}{F}\left[1+\frac{Fv}{J}(c-y)\right], \qquad 1.$$

worin J das Trägheitsmoment des Querfchnitts in Hinficht der erwähnten Achsfchicht (Bd. 1, S. 794) und die v in der Richtung pofitiver y als pofitiv gelten. Bei pofitivem c liefert diefe Gleichung den größten Zugwert von σ am ganzen Stab für $x=0$ und l in den äußerften Querfchnittselementen nach der Richtung der pofitiven y (den unterften in Fig. 1), wo $y=0$, $v=a$,

$$\sigma=\frac{P}{F}\left(1+\frac{c}{w}\right) \text{ mit } w=\frac{J}{Fa}. \qquad 2.$$

Der größte Druckwert oder kleinfte Zugwert von σ am ganzen Stab tritt bei pofitivem c im allgemeinen ebenfalls für $x=0$ und l ein, jedoch in den äußerften Querfchnittselementen nach der Richtung der negativen y (den oberften in Fig. 1), wo $y=0$, $v=-a'$,

$$\sigma'=\frac{P}{F}\left(1-\frac{c}{w'}\right) \text{ mit } w'=\frac{J}{Fa'}. \qquad 3.$$

Für den bei Zugftäben am meiften vorkommenden Fall eines rechteckigen Querfchnitts von beliebiger Breite und der Dicke d ergeben 2. und 3.:

$$\sigma=\frac{P}{F}\left(1+\frac{6c}{d}\right), \qquad \sigma'=\frac{P}{F}\left(1-\frac{6c}{d}\right). \qquad 4.$$

Bei negativem c würden in 2.—4. σ den größten Druckwert, σ' den größten Zugwert von 1. bedeuten.

Für den Wert von c in vorftehenden Gleichungen erhält man mit den Bezeichnungen:

$$k=\sqrt{\frac{P}{EJ}}, \qquad m=\frac{l}{2}, \qquad n=k\,m=k\,\frac{l}{2}, \qquad 5.$$

auf Grund der Navierfchen Biegungsgleichung (Bd. 1, S. 793, 800) die Beziehungen [6], S. 251:

$$c=\frac{\beta}{k}\,\frac{e^n+e^{-n}}{e^n-e^{-n}}, \qquad f=c\left(1-\frac{2}{e^n+e^{-n}}\right), \qquad 6.$$

worin E der Elaftizitätsmodul, e die Bafis der natürlichen Logarithmen, β die Tangente des Neigungswinkels der deformierten Stabachfe bei 0 ($\operatorname{tg}\varphi$ bei $x=0$), f die Ordinate der letzteren in der Mitte (y bei $x=m$). In praktifchen Fällen pflegt jedoch n fo groß zu fein (in dem Beifpiel unten $n=18$), daß e^{-n} gegen e^n vernachläffigt und alfo gefetzt werden kann:

$$\beta=ck, \qquad f=c\left(1-\frac{2}{e^n}\right). \qquad 7.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Gleichung der deformierten Stabachſe und die Tangente des Neigungswinkels derſelben bei x ſind:

$$y = c\left(1 - \frac{e^{n-kx} - e^{-n+kx}}{e^n + e^{-n}}\right), \qquad \operatorname{tg}\varphi = c\,k\,\frac{e^{n-kx} - e^{-n+kx}}{e^n + e^{-n}}, \tag{8.}$$

während das Biegungsmoment bei x ausgedrückt iſt:

$$M_x = M - Py = P(c - y). \tag{9.}$$



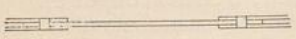
Fig. 2.

I. Frei drehbare Stabenden (Fig. 2). In dieſem Falle iſt c in $M = Pc$ unmittelbar bekannt, womit alle obigen Gleichungen verwendbar werden. Doch intereſſieren die Formänderungen hier gewöhnlich nicht, da ſich ohne Rückſicht auf ſie die Beanſpruchungen aus 1. bis 4. beſtimmen laſſen.

II. Feſtgeſpannte Stabenden (Fig. 1, 3—6). Für ſolche hängt alles von der Art der Feſtſpannung ab. Wäre die Richtung der Stabachſe bei $x = 0$ und l vollkommen unveränderlich, ſo hätte man:

$$\beta = 0, \qquad c = 0, \qquad \sigma = \sigma' = \frac{P}{F},$$

es fände überhaupt keine Biegung ſtatt und die Kraft P wäre auf die Stabachſe gleichmäßig verteilt. Dies träfe auch bei nicht vollkommen unveränderlicher, aber ſymmetriſcher Feſtſpannung zu (Fig. 3). Bei einſeitiger Vernietung der Füllungsglieder von Fachwerkträgern mit Knotenblechen, Stehblechen u. ſ. w. hat β immer dann einen ſehr kleinen Wert,


Fig. 3.

wenn dieſe Bleche u. ſ. w. genügend kräftig ſind und mehr als zwei Niete oder Nietreihen in der Kraftrichtung aufeinander folgen. Im Falle von Fig. 4 ſind unter ſonſt gleichen Verhältniſſen größere β denkbar als im Falle von Fig. 5, ſo daß ein allgemeiner Ausdruck von β nicht gegeben werden kann. Durch geeignete Anordnungen läßt ſich β ſtets nahe an Null bringen, worauf bei einſeitigen Vernietungen beſondere Sorgfalt zu verwenden iſt. Insbeſondere ſoll die Befeſtigung nicht durch nur einen Niet oder nur eine Nietreihe (ſenkrecht zur Kraftrichtung) erfolgen. Sobald für einen Fall β durch Meſſung, Rechnung oder Schätzung bekannt wird, ſind die obigen Formeln verwendbar.

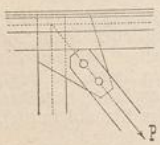


Fig. 4.

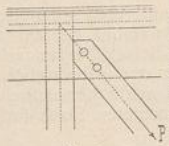


Fig. 5.

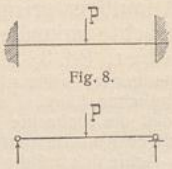


Fig. 8.

Fig. 9.

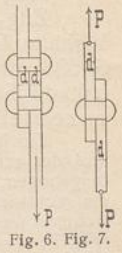


Fig. 6. Fig. 7.

Beiſpiel. Für eine Fachwerkdiagonale aus Schweißeiſen von $l = 600$ cm Länge, 30/1 cm Querſchnitt und $E = 2000000$ kg pro Quadratzentimeter Elaſtizitätsmodul, welche durch $P = 18000$ kg beanſprucht iſt, wäre bei gleichmäßiger Verteilung von P auf den Querſchnitt $\sigma = \sigma' = 600$ kg, während obige Beziehungen liefern $k = 3/50$, $n = 18$ und beiſpielsweiſe für $\beta = 1/500$ (entſprechend einem Winkel von 7′): $c = 1/30$ cm, $\sigma = 720$ kg, $\sigma' = 480$ kg.

Irrtümliche Auffaſſungen. Für den Fall Fig. 6 kommt in der Literatur mehrfach die Angabe vor, bei rechteckigen Stabquerſchnitten der Dicke d ſei $c = d$ und damit nach 4.:

$$\sigma = 7\,\frac{P}{F}, \qquad \sigma' = -5\,\frac{P}{F},$$

ſo daß nicht nur ſiebenmal ſo große Zugbeanſpruchungen als bei gleichmäßiger Verteilung von P auf den Querſchnitt F entſtünden, ſondern auch noch ganz bedeutende Druckbeanſpruchungen. Da früher allgemein nur $\sigma = P/F$ in Rechnung gezogen wurde und die üblichen Sicherheitsgrade unter 7 blieben, ſo hätten die betreffenden Fachwerkbrücken hiernach alle einſtürzen müſſen. Die Annahme iſt jedoch falſch und läuft darauf hinaus, die Stabkräfte P in den Mitten der Stabdicken d an reibungsloſen Gelenken wirkend zu denken (Fig. 7, $c = d$). Mit dem gleichen Rechte wie bei längsbeanſpruchten Stäben könnte man dann auch bei querbeanſpruchten die Feſtſpannung der Enden unberückſichtigt laſſen, alſo beiſpielsweiſe an Stelle des Trägers mit feſtgeſpannten Enden Fig. 8 den frei aufliegenden Träger Fig. 9 behandeln. — Eine andre Auffaſſung läßt P in der Berührungsfläche der vernieteten Teile angreifen, womit $c = d/2$ und nach 4. wären:

$$\sigma = 4\,\frac{P}{F}, \qquad \sigma' = -2\,\frac{P}{F}.$$

Die Annahme iſt ebenfalls irrtümlich, der Fall Fig. 6 iſt nach II. zu beurteilen.

Literatur: [1] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 170, 173, 176 u. f. w. — [2] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 155. — [3] Barkhauſen, Biegungsſpannungen in Blechen und Bändern infolge von einſeitiger Verlaſchung oder von Ueberlappungsnietungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1892, S. 553. — [4] Engeſſer, Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken, II, Die Nebenſpannungen, Berlin 1893, S. 100. — [5] Dupuy, Mémoire sur la résistance des rivets, Annales des ponts et chaussées 1895, I, S. 5 (f. S. 58). — [6] Weyrauch, Ueber exzentriſche Zugbeanſpruchung von Fachwerkſtäben, Zeitſchr. f. Architektur u. Ingenieurweſen 1899, Wochenausgabe, S. 249. — [7] v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Wien und Leipzig 1904, S. 360. — [8] Foeppl, Die elaſtiſche Formänderung von Gußeiſenſtäben bei exzentriſcher Zugbelaſtung, Mitteil. aus dem mech.-techn. Laboratorium d. Techn. Hochſchule, München, 29. Heft, 1904, S. 1.

Weyrauch.

Zugfeſtigkeit heißt der Widerſtand der Körper gegen Trennung ihrer Teile durch Beanſpruchungen auf Zug (vgl. Feſtigkeit, Bruch). Bei Verſuchen in dieſer

Hinſicht pflegen prismatiſche Stäbe, gewöhnlich Rundſtäbe oder Flachſtäbe, allmählich wachſenden Kräften, möglichſt gleichmäßig verteilt auf die Endquerſchnitte, ausgeſetzt zu werden. Vgl. Zugelaſtizität, Zugverſuch. Bezeichnet P die Kraft, welche zum Bruche eines Stabes vom urſprünglichen Querſchnitt F erforderlich iſt, dann gilt

$$z = \frac{P}{F} \qquad 1.$$

als Maß der Zugfeſtigkeit in der Achsrichtung.

Ueber die Formänderungen bis zum Bruche ſ. Dehnung, Kontraktion, Arbeitskapazität. Für Eiſen und Stahl wurden entſprechende Zahlenwerte bereits unter Zugelaſtizität gegeben. Weitere Mittelwerte des Elaſtizitätsmoduls E, der Elaſtizitätsgrenze p und der Zugfeſtigkeit z, in Kilogramm pro Quadratzentimeter, enthält die Tabelle auf S. 1028. Doch gehen die wirklichen Werte oft erheblich über oder unter die angeführten hinaus. Man wird alſo häufig Veranlaſſung haben, Materialien, deren Eigenſchaften nicht genügend bekannt ſind, in einer Materialprüfungsanſtalt unterſuchen zu laſſen.

Gleichung 1. wird bei homogenem Material um ſo größere z liefern, je angenäherter die beabſichtigte gleichmäßige Verteilung von P auf die Querſchnitte erreicht wird, wobei neben der Art der Einſpannung (ſ. Zugverſuch) auch Form und Größe des Querſchnitts von Einfluß ſein könnten. Mit wachſendem Querſchnitt wäre eher eine Abnahme zu erwarten, was manche Verſuche beſtätigten, während andre einen ſolchen Einfluß nicht erkennen ließen [11], IV, S. 285, [33], S. 135. Bauſchinger kam auf Grund umfaſſender Verſuche mit Rund- und Flachſtäben aus Schweißeiſen und Flußeiſen zu folgenden Schlüſſen [13], S. 27: a) Der Elaſtizitätsmodul, welcher durch die gewöhnlichen Meſſungen an der Oberfläche erhalten wird, iſt bei Rundſtäben etwas größer als bei Flachſtäben, bei dicken Flachſtäben etwas größer als bei dünneren, und überhaupt bei größeren Querdimenſionen etwas größer als bei kleinen. Alle dieſe Unterſchiede ſind jedoch ſehr gering und werden durch zufällige, von Materialungleichheiten herrührende weit übertroffen. b) Die Zugfeſtigkeit wird von der Querſchnittsform nicht beeinflußt. c) Die Kontraktion des Bruchquerſchnitts iſt bei Flachſtäben von der Form und Größe des Querſchnitts unabhängig. Dickere Rundſtäbe liefern etwas kleinere Kontraktion als dünnere, doch iſt der Unterſchied nicht bedeutend. d) Die Bruchdehnung δ für eine beſtimmte urſprüngliche Länge iſt von der ganzen Länge des Probeſtabes in ſehr geringem Maße, von der Querſchnittsform überhaupt nicht abhängig; ſie wächſt aber mit der Querſchnittsgröße F, und zwar derart, daß geſetzt werden kann:

$$\delta = a + b\sqrt{F},$$

worin a, b weſentlich vom Material abhängen. e) Man erhält vergleichbare Bruchdehnungen, wenn bei beliebiger Form und Größe des Querſchnitts die Meßlänge der Probeſtäbe proportional der Quadratwurzel aus dem Querſchnitt (oder mindeſtens ſo groß) gewählt wird. Unter Zugrundelegung eines Normalrundſtabes von 200 mm Gebrauchslänge und 20 mm Dicke ergibt ſich die proportionale Länge eines Probeſtabes vom Querſchnitt F:

$$l = 11{,}284\sqrt{F}\ \text{mm}\left(\text{erhalten aus der Proportion}\ \frac{l}{200} = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{\frac{\pi \cdot 20^2}{4}}}\right),$$

wobei F in Quadratmillimetern einzuſetzen. f) Die Ermittlung der gleichmäßigen Dehnung (des von der Kontraktion unabhängigen Teils der Bruchdehnung ([13], S. 20) liefert ebenfalls von Form und Größe der Querſchnitte unabhängige Reſultate, vorausgeſetzt, daß die Meſſungen auf Längen erfolgen, die über das Bereich der Kontraktion hinausgehen. g) Es genügt, die Dehnung ſo zu ermitteln, daß auf jedem Bruchſtücke, bei Rundſtäben auf zwei gegenüberliegenden Seiten, bei Flachſtäben auf einer Breitſeite, vom Ende der Meßlänge bis zur Bruchſtelle gemeſſen wird und beide Längen addiert werden. Doch ſind hierbei Verſuche, bei welchen die Bruchſtelle näher als ein Viertel der Meßlänge von einem Ende der letzteren liegt, auszuſchließen. h) Kontraktion und Dehnung ſtehen in keinem notwendigen Zuſammenhange. i) Elaſtizitäts- und Streckgrenze können auch dann, wenn die Probeſtücke ſorgfältigſt ausgeglüht und wieder abgekühlt werden, in einem und demſelben größeren Stück oder in Stücken derſelben Fabrikationsfolge in ſo hohem Grade verſchieden ſein, daß dagegen alle andern Einflüſſe verſchwinden. Durch Abreißen wird die Elaſtizitätsgrenze (Proportionalitätsgrenze) der Bruchſtücke gleichen Materials auf gleiche Höhe gehoben, wie hoch oder niedrig ſie auch urſprünglich lag. Vgl. a. [32], S. 195, 196.

Berückſichtigt man a) und den Umſtand, daß auch die Geſchwindigkeit des Anwachſens und die Dauer der Beanſpruchung von Einfluß ſein können (ſ. Elaſtiſche Nachwirkung), ſo erklären ſich manche Abweichungen in den Ergebniſſen verſchiedener Forſcher. Wie die andern Feſtigkeitseigenſchaften, ſo kann auch die Zugfeſtigkeit vom Eiſen, Stahl u. ſ. w. durch verſchiedene Beimengungen beeinflußt und durch Walzen, Hämmern, Strecken, Härten, Ausglühen u. ſ. w. erheblich geändert werden [3], [8]. Bei Flußeiſen und Stahl iſt der Kohlenſtoffgehalt von weſentlicher Bedeutung. Wie Tabelle I unter Zugelaſtizität zeigt, nehmen mit dem Wachſen des Kohlenſtoffgehalts (innerhalb gewiſſer Grenzen) die Zugfeſtigkeit zu, Bruchdehnung und Kontraktion ab. Die in Kolumne 5 der Tabelle angeführten Verſuchswerte beiſpielsweiſe werden annähernd durch die Formel $z = 4350\,(1 + K^3)$ mit K Prozentgehalt Kohlenſtoff wiedergegeben [8], S. 63, wie der Vergleich mit Kolumne 6 zeigt. Ueber die Zugfeſtigkeit bei hohen und niederen Temperaturen ſ. [10], [18], [20], [21], [26], [29], [36], über häufig wiederholte Anſtrengungen Arbeitsfeſtigkeit, Dauerverſuche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Material	Elaſtizitätsmodul E	Elaſtizitätsgrenze (ſ. d.) p	Zugfeſtigkeit z	Bemerkungen
Eiſen und Stahl:				
Schweißeiſen	2000000	1300—1600	3300— 3800	
„ -Draht			5000— 8000	
Flußeiſen	2150000	1800—2300	3400— 4500	S. a. Zugelaſtizität und bezüglich Draht Bd. 3, S. 16, 25, 36; Bd. 4, S. 711.
„ -Draht			6500— 8500	
Flußſtahl	2200000	2200—5000	4500—10000	
„ -Draht			6500—20000	
Stahlguß	2150000	> 2000	3500— 7000	
Gußeiſen	1000000—700000		1000— 2000	
Andre Metalle:				
Kupfer	1100000	200—400	2000— 3000	
„ -Draht	1300000	1200	3000— 5000	p durch Hämmern u.ſ.w. ſtark erhöhbar.
Meſſing	650000	500	1200— 2000	
„ -Draht	1000000	1300	3000— 5000	
Geſchützbronze	1100000	300	3000	
„ komprimiert		900	3100	
Manganbronze, 10 % Guß		1500	2500	
Phosphorbronze			2400—4000	
Oerlikoner Bronze		2800	4400—5600	Nr. *A*, überſchmiedet.
Aluminiumbronze	1100000—1300000	500—800	3600—5600	
Deltametall, gewalzt, hart	1000000	1900—2300	5000—6000	Draht $z = 9800$ kg.
„ gegoſſen			3400—3600	
Duranametall, Guß			3700	
Aluminium	675000—775000	800—1000	1000—2000	
„ -Draht		1000—2000	2000—5000	
Zink, Blech und Draht	150000		1300—1900	
„ Guß			200—500	
Zinn	400000		300—350	
Blei, weich	50000		100—130	
„ Hartblei			300	
Bauholz:				S. a. Bd. 1, S. 582.
Fichte und Kiefer, Kern	45000—120000		200— 400	
„ „ „ Umfang	80000—140000		700—1200	Lufttrocken, parallel der Faſer
Eiche	100000—130000		300—1000	
Buche	100000—180000		200—1400	
Bauſteine u. ſ. w.:				
Granit	200000— 50000		20—80	
Dolomit	400000—200000		15—50	E, z ſehr verſchieden; ſ. a. Zugelaſtizität.
Kalkſtein	200000— 80000		20—80	
Sandſtein	200000— 20000		10—40	
Ziegel			6—20	
Beton	300000—100000		10—25	Je nach Miſchung, Alter, Waſſerzuſatz, Spannung.
Portlandzement, rein			65	
Normenmörtel (1 : 3)			16	
Romanzement, rein			20	Zement und Kalk eingeſtampft; Mörtel nach 28 Tagen [32], S. 208. Weitere Angaben ſ. [4], [25], S. 62, 69, 72, 75, 87, 95, [38], S. 25 u. ſ. w.
Normenmörtel (1 : 3)			10	
Schlackenzement, rein			35	
Normenmörtel (1 : 3)			16	
Hydraulifcher Kalk			12	
Normenmörtel (1 : 3)			6	
Gips			6— 12	
Glas	550000—750000		100—300	
Sonſtige Stoffe:				
Lederriemen (Crownleder)	1000— 2000		300— 500	Weitere Angaben ſ. unter Zugelaſtizität [12], [13], [17].
Gummitreibriemen	500— 2000		150— 300	
Manila- u. Schleißhanfſeil	8000—12000		600—1200	
Hanfſeile, verſchiedene	2000—10000		400— 800	

Für einen geraden Stab homogenen Materials von konſtantem oder veränderlichem Querſchnitt F, welcher durch eine auf letzteren gleichmäßig verteilte Kraft P in der Achsrichtung ergriffen iſt, beträgt die Beanſpruchung pro Flächeneinheit von F:

$$\sigma = \frac{P}{F}. \qquad 2.$$

Hiernach iſt σ um ſo größer, je kleiner F, alſo der Bruch im kleinſten Querſchnitt zu erwarten. Bei konſtantem F wären die σ aller Querſchnitte gleichgroß, der Stab überall von gleichem Widerſtande. Wird jedoch im Falle eines ſenkrechten Stabes, welcher am unteren Ende durch die Kraft P ergriffen iſt, das Eigengewicht berückſichtigt, das von einem Ende bis zum betrachteten Querſchnitt den Wert G haben möge, dann tritt an Stelle von 2.:

$$\sigma = \frac{P + G}{F}, \qquad 3.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wonach bei konſtantem F das größte σ und damit der Bruch am oberen Endquerſchnitt zu erwarten wäre. Ueber Körper von gleichem Widerſtande bei Berückſichtigung des Eigengewichts ſ. Bd. 5, S. 540.

Literatur: [1] Morin, Résistance des matériaux, Paris 1853, S. 1. — [2] Winkler, Die Elaſtizitäts- und Feſtigkeitskoeffizienten, Civilingenieur 1863, S. 405. — [3] Knut Styffe, Die Feſtigkeitseigenſchaften von Eiſen und Stahl, deutſch von Weber, Weimar 1870. — [4] Bauſchinger, Mitteilungen aus dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium zu München, Heft II, 1874 (Keſſelbleche, Walzeiſen), IV, 1874 (natürliche und künſtliche Bauſteine), VIII, 1879 (Portlandzemente), IX, 1883 (Fichten- und Kiefernholz), X, 1884 (natürliche Bauſteine Bayerns), XVI, 1887 (verſchiedene Bauhölzer), XVIII, 1889 (verſchiedene Steinmaterialien) u. ſ. w. — [5] Barba, Etude sur les allongements des métaux après rupture, Mémoires de la société des ingénieurs civils 1880, S. 628, 749. — [6] Conſidère, Mémoire sur l'emploi du fer et de l'acier dans les constructions, Paris 1885,86, S. 8, 85, 113, 143, 204 u. ſ. w. (deutſch von Hauff, Wien 1888, S. 7, 76, 100, 128, 304 u. ſ. w.). — [7] Winkler, Die hölzernen Brücken, Wien 1887, S. 13. — [8] Weyrauch, Die Feſtigkeitseigenſchaften und Methoden der Dimenſionenberechnung von Eiſen- und Stahlkonſtruktionen, Leipzig 1889. — [9] Rudeloff, Unterſuchungen über die Beziehungen zwiſchen der Zugfeſtigkeit von Drahtſeilen und deren Konſtruktion und Material, Mitteil. der Verſuchsanſtalten in Berlin, VII, 1889, S. 128 (auch XV, 1897, S. 137. Hanfſeile ſ. XI, 1893, S. 89; XII, 1894, S. 1; XVI, 1898, S. 220). — [10] Martens, Unterſuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Feſtigkeitseigenſchaften des Eiſens, Berliner Mitteil., VIII, 1890, S. 159. — [11] Tetmajer, Methoden und Reſultate der Prüfung der Feſtigkeitsverhältniſſe des Eiſens und andrer Metalle, Mitteil. d. Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, IV, 1890, S. 30, 105, 244, 285; IX, 1900, S. 31, 72, 126, 170. — [12] Bauſchinger, Einfluß der Zeit bei Zerreißverſuchen mit verſchiedenen Metallen, Münchener Mitteil., XX, 1891, S. 3. — [13] Bauſchinger, Ueber den Einfluß der Geſtalt der Probeſtäbe auf die Ergebniſſe der Zerreißverſuche, Münchener Mitteil., XXI, 1892. — [14] Kintzlé, Lang- und Querproben bei Flußeiſen, „Stahl und Eiſen“ 1892, II, S. 686. — [15] Koch, Die natürlichen Bauſteine Deutſchlands, Berlin 1892. — [16] Voigt, Zerreißungsfeſtigkeit von Steinſalz, Bergkriſtall und Flußſpat, Annalen der Phyſik 1893, IIL, S. 636. 663. — [17] Brandt, Ueber den Einfluß der Stabform auf die Dehnung bei Zerreißproben, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 528. — [18] Rudeloff, Unterſuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Feſtigkeiten von Metallen, Berliner Mitteil., XI, 1893, S. 292; XIII, 1895, S. 29; „Stahl und Eiſen“ 1895, S. 623 (Schweißeiſen, Martinſtahl, Kupfer, Deltametall, Manganbronze). — [19] Martens, Berichte über die Ergebniſſe von Vorverſuchen über die Feſtigkeitseigenſchaften von Kupfer, Berliner Mitteil. 1894, XII, S. 37 (weitere Verſuche ſ. [24]). — [20] Rudeloff, Unterſuchungen über den Einfluß der Kälte auf die Feſtigkeitseigenſchaften von Eiſen und Stahl, Berliner Mitteil., XIII, 1895, S. 197. — [21] Ledebur, Der Einfluß der Temperatur auf die Feſtigkeitseigenſchaften der Metalle, insbeſondere des Eiſens, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 565, 596, 635. — [22] Knaudt, Ueber Ergebniſſe von Zerreißverſuchen (verſchiedener Prüfungsanſtalten), Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 1115; „Stahl und Eiſen“ 1897, II, S. 619, 684, 736, 818. — [23] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, Berlin 1898, S. 17. — [24] Rudeloff, Ueber den Einfluß der Wärme, chemiſchen Zuſammenſetzung und Bearbeitung auf die Feſtigkeitseigenſchaften von Kupfer, Berliner Mitteil. 1898, XVI, S. 171. — [25] Krüger, Handbuch der Bauſtofflehre, Wien, Peſt, Leipzig 1899. — [26] Bach, Verſuche über die Abhängigkeit der Feſtigkeit und Dehnung der Bronze von der Temperatur, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 1745; 1901, S. 1477. — [27] Martens, Zugverſuche mit eingekerbten Probekörpern, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 805. — [28] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 66 (Der Bauſtoff und ſeine Widerſtände, von Brik). — [29] Le Chatelier, Ueber den Einfluß von Zeit und Temperatur auf die mechaniſchen Eigenſchaften der Metalle und auf die Materialprüfung, Baumaterialienkunde 1901, S. 157, 177, 209, 229, 247; 1902, S. 13, 80, 137, 152, 171, 185. — [30] Bach, Verſuche über die Feſtigkeitseigenſchaften von Stahlguß bei gewöhnlicher und höherer Temperatur, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 1762, 1812 (ſ. a. 1900, S. 694). — [31] Bach, Verſuche über die Feſtigkeitseigenſchaften von Flußeiſenblechen bei gewöhnlicher und höherer Temperatur, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1300, 1342. — [32] v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 184. — [33] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905. — [34] Hfr, Prüfung der Zugelaſtizität des Holzes, Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 298. — [35] Bergfeld, Ueber Beziehungen zwiſchen der Zug- und Druckfeſtigkeit, Annalen der Phyſik 1906, XX, S. 407. — [36] Baumann, Die Feſtigkeitseigenſchaften der Metalle in Wärme und Kälte, Stuttgart 1907. — [37] Bach, Die Maſchinenelemente, Stuttgart 1908, S. 1, 53. — [38] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 25, 28, 30, 31, 33, 36. — [39] „Hütte“ 1908, I, S. 396. — [40] Kürth, Die Kugeldruckhärte als Maß der Zerreißfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 1608; ausführlicher: Forſchungsarbeiten, herausg. vom Verein deutſcher Ingenieure, Nr. 65 und 66. — S. a. Zugelaſtizität, Zugverſuch, Normalbedingungen, Zuläſſige Beanſpruchung, Qualitätszahlen, Arbeitsfeſtigkeit, Dauerverſuche, Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre u. ſ. w.

Weyrauch.

Zuggeſchwindigkeit, ſ. Eiſenbahnbetrieb, Fahrgeſchwindigkeit.

Zuggurte, ſ. Gurtquerſchnitte.

Zugkurven, ſ. Spannungstrajektorien.

Zugmeſſer, 1. ſ. v. w. Reifmeſſer, ſ. Böttcherei; 2. ſ. v. w. Meßinſtrument zur Meſſung von Druckdifferenzen von Gasſtrömen (ſ. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 4); vgl. a. Manometer, Bd. 6, S. 296.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zugorgan, Sammelname für Seile, Ketten, Riemen, Gurte.

Zugſignale, ſ. Signale am Zuge.

Zugſpannungen, ſ. Spannungen, Flächenkräfte, Druck, Zugelaſtizität, Zugfeſtigkeit, Elaſtizitätslehre (allgemeine), Hauptſpannungen, Spannungstrajektorien u. ſ. w.

Zugſtabſyſtem, Zugtafelſyſtem, eigenartige Einrichtungen zur Verhütung von Gegenfahrten auf eingleiſigen Bahnſtrecken.

Für jede Blockſtrecke (ſ. Blockeinrichtungen und Eiſenbahnbetrieb VII) iſt nur ein beſonders geſtalteter Stab vorhanden. Nur derjenige Zug hat Fahrrecht für dieſe Blockſtrecke, deſſen Führer ſich im Beſitz des Zugſtabes befindet. Dies Verfahren iſt entſtanden aus dem Fahren mit Lotſen (pilotman), der beſtändig zwiſchen den beiden Stationen einer ſo geſicherten Strecke hin und her fährt, ein Verfahren, das in Notfällen auch heute noch angewendet wird. Falls nicht ſtets Züge beider Fahrrichtungen miteinander abwechſeln, hilft man ſich ſo, daß die im Beſitze des Zugſtabes befindliche Abfahrtſtation bezw. der auf der Abfahrtſtation befindliche Lotſe dem erſten von zwei oder mehreren nacheinander in derſelben Richtung fahrenden Zügen und auch den folgenden, außer dem letzten, einen Fahrberechtigungsſchein mitgibt, während der letzte in derſelben Richtung fahrende Zug den Zugſtab erhält bezw. vom Lotſen begleitet wird. Die hierin liegende Unvollkommenheit und Unſicherheit wird vermieden durch das elektriſche Zugſtabſyſtem. Bei dieſem ſind für jede Blockſtrecke eine größere Anzahl gleichgeformter (aber von den Stäben der Nachbarſtrecken verſchieden geformter) Zugſtäbe vorhanden. Dieſe ſind in zwei auf den Endſtationen der Blockſtrecke befindlichen Behältern untergebracht, die derart elektriſch verbunden ſind, daß ſtets nur ein Stab ſich außerhalb der Behälter befinden kann. Befinden ſich alle Stäbe teils in dem einen, teils in dem andern Behälter und es wird nun ein Stab einem der Behälter entnommen, ſo ſind beide Behälter ſo lange für die Entnahme eines Stabes geſperrt, bis der erſtentnommene Stab einem der beiden Behälter wieder eingefügt iſt. Dies Syſtem geſtattet, innerhalb der Zahl der vorhandenen Stäbe beliebige Fahrten nacheinander in gleichem Sinne oder mit Wechſel der Fahrrichtung. Iſt der Verkehr dauernd in einer Richtung ſtärker, ſo muß die Möglichkeit beſtehen, unter beſonderen Sicherungen eine Anzahl Stäbe dem einen Behälter zu entnehmen und nach Ueberführung zum andern Ende der Blockſtrecke dem andern Behälter einzufügen. Um auf Zwiſchenblockſtellen die Zugſtäbe ohne Anhalten der Züge auswechſeln zu können, hat man beſondere Austauſchvorrichtungen gebaut. Fernere Vervollkommnungen machen die Signalſtellung vom Zugſtabſyſtem abhängig.

Das verbreitetſte Zugſtabſyſtem iſt das von Webb & Thompſon. Statt der Zugſtäbe verwendet man auch runde Scheiben (Zugtafeln, Train tablets). In England iſt für eingleiſige Bahnen die Verwendung des einfachen Zugſtabſyſtems oder eines elektriſchen Zugſtab- oder Zugtafelſyſtems vorgeſchrieben. Auch in andern Ländern ſind dieſe Syſteme viel verwendet, dagegen nur ausnahmsweiſe in Deutſchland. Neuerdings iſt von Martin (Dresden) eine Einrichtung angegeben worden, bei der die beiden Zugſtabbehälter nicht, wie bei den älteren engliſchen Syſtemen, durch Batterieſtrom, ſondern durch Wechſelſtromblockwerke von Siemens & Halske verbunden ſind [3]. Inzwiſchen iſt das Syſtem von Webb & Thompſon für Betrieb mit Gleichſtrominduktoren umgearbeitet worden, wodurch die Betriebsſicherheit größer und die Unterhaltungskoſten kleiner geworden ſind [4].

Literatur: [1] Wilſon, H. R., Power Railway Signalling, London 1908. — [2] Scholkmann, Signal- und Sicherungsanlagen, Eiſenbahntechnik der Gegenwart, II, 4, Wiesbaden 1904. — [3] Oder, Ein neues Zugſtabwerk, Dingl. Polytechn. Journ., Bd. 323, Heft 13. — [4] Derſ., Das Zugſtabwerk von Webb & Thompſon in ſeiner neueſten Ausführungsform, Dinglers Polytechn. Journal 1909. *Cauer.*

Zugſtäbe, die nur auf Zug beanſpruchten Stabglieder einer Fachwerkskonſtruktion.

Man kann dieſelben mit flachem, nicht ſteifen Querſchnitte aus Flacheiſen oder Blechen ausführen, und es zeigen die amerikaniſchen Fachwerksträger ihre konſequente Ausbildung aus ſogenannten Augenſtäben (ſ. d.), das ſind Flacheiſen mit augenförmigen Enden, mittels welcher ſie an die Knotenpunktsbolzen angeſchloſſen ſind. Bei den genieteten Konſtruktionen von Brückenfachwerken zieht man es jetzt vor, auch die Zugſtäbe ſteif auszubilden oder den aus Flacheiſen beſtehenden Stab wenigſtens durch aufgenietete Formeiſen auszuſteifen. *Melan.*

Zugſtangen haben vor Seilen und Ketten den Vorzug des geringeren Gewichtes und der ſtets geraden, unverkürzten Lage.

Die Querſchnittsform hängt meiſt von der Befeſtigungsart der Enden ab (vgl. Brücke, Dachſtuhl u. ſ. w.). Spannſchlöſſer mit rechtem und linkem Gewinde dienen zur Einſtellung der Länge runder Zugſtangen an Eiſenkonſtruktionen. Eine Zugſtange aus Aluminium fällt gerade ſo ſchwer aus wie eine aus gutem Flußeiſen, weil erſteres ein Drittel ſo feſt und ein Drittel ſo ſchwer iſt. *Lindner.*

Zugverſuch, die am meiſten verbreitete ſtatiſche Probe zur Beſtimmung der Feſtigkeit und Zähigkeit der Bauſtoffe. Man läßt (abgeſehen von der Prüfung ganzer Konſtruktionsteile) auf einen geraden ſtabförmigen Körper äußere Kräfte derart wirken, daß ſie parallel zur Achſe des Stabes gerichtet ſind, den Stab zu verlängern ſtreben und ſich möglichſt gleichmäßig über den Stabquerſchnitt verteilen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beobachtet werden beim vollſtändigen Zugverſuch: die Belaſtungen an der Proportionalitäts-, Elaſtizitäts- und Streckgrenze, die höchſte vom Stabe getragene Belaſtung, die Bruchlaſt, und die Belaſtung im Augenblick des Bruches, die Zerreißlaſt, ferner die Dehnung mit fortſchreitender Belaſtung und nach dem Bruch ſowie die Verminderung des Querſchnittes (Kontraktion) an der Bruchſtelle. Die Probeſtäbe für den Zugverſuch unterſcheidet man, abgeſehen von Sonderunterſuchungen an Drähten, Seilen und Riemen, bei denen die Prüfung an nicht weiter zugerichteten Abſchnitten vorgenommen wird, nach der Form des Querſchnittes in Rundſtäbe mit kreisrundem und in Flachſtäbe mit quadratiſchem oder rechteckigem Querſchnitt.

Die normale Form des Rundſtabes (vom Internationalen Verbande für die Materialprüfung der Technik als ſolche angenommen) zeigt Fig. 1. Flachſtäbe werden in der Regel nach Fig. 2 hergerichtet. Von den verſtärkten Enden, den ſogenannten Köpfen, welche zur Einſpannung in die Zerreißmaſchine dienen (ſ. Einſpannvorrichtungen) überführen bei den Normalrundſtäben koniſche Strecken und bei den Flachſtäben Hohlkehlen mit hinreichend großem Halbmeſſer zu dem mittleren zylindriſchen oder prismatiſchen Stabteil. Seine Geſamtlänge (l_g) heißt Verſuchs- oder Gebrauchslänge. Auf ihr wird vor dem Verſuch durch zwei Körner- oder Strichmarken eine beſtimmte Länge, die Meßlänge l, zur Ermittlung der Dehnung nach dem Bruch abgegrenzt. Häufig wird die Meßlänge zur Ausübung eines ſpäter zu beſprechenden Meßverfahrens mit Unterteilung verſehen [28], [29], [53]. Die Abſtände (l_t) ihrer einzelnen Marken nennt man Teilungsintervall oder Teilungslänge. Die Beziehungen zwiſchen den jeweiligen Belaſtungen (Kräften) und zugehörigen Formänderungen des Probeſtückes werden durch Schaulinien dargeſtellt. Sie werden entweder durch punktweiſes Auftragen der von der Feſtigkeitsprobiermaſchine angezeigten Belaſtung als Ordinate und der zugehörigen, mit beſonderen Meßapparaten feſtgeſtellten Formänderung, der Dehnung beim Zugverſuch, als Abſziſſen erhalten oder von der Feſtigkeitsprobiermaſchine mit Schreibapparat

Fig. 1.

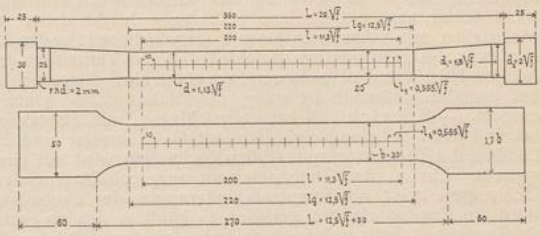


Fig. 2.

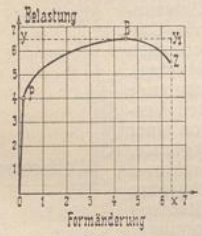


Fig. 3.

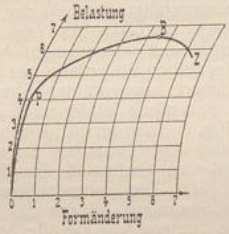


Fig. 4.

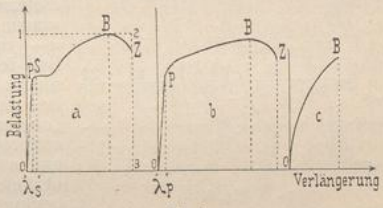


Fig. 5.

ſelbſttätig aufgezeichnet. Das zugehörige Koordinatenſyſtem iſt in der Regel das geradlinig-rechtwinklige, orthogonale, Fig. 3. Bei den ſelbſttätigen Schaulinienzeichnern findet ſich indeſſen nicht ſelten die eine der beiden Koordinaten, und zwar beſonders diejenige für die Belaſtung, als Kreisbogen verlaufend (Fig. 4).

Um die Eigenſchaften verſchiedener Materialien an Hand der Schaulinien in Vergleich ſtellen zu können, ſind entweder alle Verſuche mit Probeſtäben von genau den gleichen Abmeſſungen auszuführen oder die Schaulinien ſind nicht nach Belaſtungen und Geſamtformänderungen, ſondern nach Spannungen, Belaſtungen bezogen auf die Querſchnittseinheit, und nach den Formänderungen, bezogen auf die Längeneinheit, aufzutragen. Dann iſt dasjenige Material, bei dem die Schaulinie die größte Höhe erreicht, die größten Ordinate aufweiſt, das feſteſte und dasjenige mit der Schaulinie größter Länge in der Richtung der Abſziſſe das formänderungsfähigſte.

Den verſchiedenartigen Verlauf der Verlängerung bei ſtetig fortſchreitender Belaſtung zeigen die Schaulinien *a*—*c*, Fig. 5. Die Linien *a* und *b* ſteigen bis *P* geradlinig an, d. h. die Verlängerung iſt der Belaſtung proportional. Man nennt daher die durch die Ordinate von *P* gemeſſene Kraft die Belaſtung an der Proportionalitätsgrenze oder kurz Proportionalitätsgrenze. Ihr entſpricht die Verlängerung λ_P. Sie iſt für die Längeneinheit des Stabes nur gering, und daher kann die Proportionalitätsgrenze an den gebräuchlichen kurzen Probeſtäben nur mit Hilfe von Feinmeßapparaten (Spiegelapparaten, Mikrometer u. ſ. w., ſ. Dehnungsmeſſer) ermittelt werden, indem die Belaſtung ſtufenweiſe geſteigert und die Verlängerung jedesmal abgeleſen wird. — Die Belaſtung, nach der beim Entlaſten zuerſt bleibende Verlängerung, ein Dehnungsreſt, ſich ergibt, heißt Elaſtizitätsgrenze. Sie fällt meiſt mit der Proportionalitätsgrenze zuſammen, zuweilen liegt ſie tiefer. Ihre Beſtimmung iſt abhängig von der Feinheit des Meßverfahrens und von der Dauer der Entlaſtung, indem der ſofort nach dem Entlaſten beobachtete Dehnungsreſt infolge der elaſtiſchen Nachwirkung [1] bei längerer Entlaſtung ſich allmählich verringert. Um zu einer einheitlichen Beſtimmung der

Elaſtizitätsgrenze zu gelangen, iſt vorgeſchlagen, dieſe Grenze bei derjenigen Belaſtung anzunehmen, die eine beſtimmte bleibende Dehnung hinterläßt, z. B. 0,03% der urſprünglichen Länge. — Oberhalb von P ſind beide Schaulinien a und b (Fig. 5) gekrümmt, die konkave Seite der Abſziſſenachſe zugewendet, d. h. die Dehnungen wachſen nach Ueberſchreitung der Proportionalitätsgrenze in ſtärkerem Maße als die Belaſtungen. Bei Materialien mit den durch die Schaulinie a dargeſtellten Eigenſchaften verlängert ſich der Stab unter der dem Punkt S entſprechenden Belaſtung zunächſt beträchtlich, bevor er höhere Belaſtungen zu tragen vermag. Man ſagt, der Stab „ſtreckt“ oder er „fließt“ [2]—[4] und nennt dieſe Belaſtung die Streck- oder Fließgrenze mit der zugehörigen Verlängerung λ_S. Beim Verſuch iſt eine derartig ſcharf ausgeprägte Streckgrenze leicht an folgenden Erſcheinungen zu erkennen: 1. Bei gleichbleibender Arbeitsgeſchwindigkeit des Spannwerkes der Feſtigkeitsprobiermaſchine erfordert die Steigerung der Belaſtung um die die Streckgrenze umfaſſende Laſtſtufe erheblich mehr Zeit als die vorhergehenden Laſtſtufen. Häufig fällt der Wagenhebel ſogar unter der Belaſtung plötzlich ab. 2. Bei Stäben mit Walzhaut (Zunder) ſpringt letztere ab, da ſie weniger dehnbar iſt als das darunterliegende Material. 3. Sauber bearbeitete Staboberflächen werden rauh und zeigen Fließfiguren [5]—[8], [53], und 4. tritt die erſte mit rohen Meßwerkzeugen wahrnehmbare Verlängerung ein. — Beim Verlauf des Verſuches nach Schaulinie b (Fig. 5) iſt die Streckgrenze nicht ſcharf ausgeprägt. Ihre Feſtſetzung bleibt daher mehr oder weniger willkürlich [9]. Materialien mit Schaulinien nach c (Fig. 5) haben weder Proportionalitäts- noch Streckgrenze. Um trotz des geſchilderten verſchiedenartigen Verhaltens der Materialien die Streckgrenze einheitlich feſtzulegen, iſt es neuerdings eingeführt, diejenige Belaſtung als Streckgrenze anzuſehen, bei der die bleibende Dehnung des Stabes 0,2% ſeiner urſprünglichen Länge noch nicht erreicht. — E. Rafch [50] hat vorgeſchlagen, die Streckgrenze nach der Temperaturänderung bei ſteigender Belaſtung elektriſch mit Galvanometer und Thermoelement zu beſtimmen. Die Lötſtelle des Thermoelements (Eiſen-Konſtantan) wird mit einer Spange gegen die Staboberfläche gepreßt. Ein an das Thermoelement angeſchloſſenes Galvanometer (Spiegelgalvanometer mit Lichtzeiger) zeigt die Temperaturänderungen des Probeſtabes während des Zugverſuches an. Wird ein Zugſtab elaſtiſch gedehnt, ſo kühlt er ſich ab (vgl. Expanſion der Gaſe). Wird jedoch die Zugkraft P ſtetig geſteigert, ſo treten zu den elaſtiſchen Dehnungen nach und nach bleibende Formänderungen. Dieſer auf innere Reibung entfallende Teil der Dehnungsarbeit wird in Wärme umgewandelt. Der thermodynamiſche Gleichgewichtszuſtand wird dann überſchritten, wenn die Wärmeerzeugung gleich oder größer wird als die Abkühlung durch elaſtiſche Dehnungsarbeit. Dieſer kritiſche Punkt S gibt ſich durch eine ausgeprägte Umkehr der Galvanometeranzeige ϑ zu erkennen (vgl. die Diagramme Fig. 6 aus wiederholten Verſuchen a—f mit demſelben Probeſtabe aus Meſſing). Bei ſehr ſcharf ausgeprägter Streckgrenze nimmt die Schaulinie häufig auch den Verlauf nach Fig. 7. Man ſpricht dann von einer „oberen“ und einer „unteren“ Streckgrenze, entſprechend den Ordinaten der Punkte o und u [3], [51]. Die „obere“ Streckgrenze iſt diejenige Spannung, bei der das Strecken beginnt, die „untere“ die kleinſte Spannung, bei der es noch vor ſich geht. Beide liegen oft weit auseinander. So fand Bach [51] Unterſchiede bis zu 50% (19,9 : 29,7 kg/qmm). Sie ergeben ſich bei dem geglühten Material größer als bei dem ungeglühten. Ferner fand Bach, daß beſonders die „obere“ Streckgrenze ſtark abhängig iſt von der Querſchnittsform des Stabes [52]; ſie lag bei kreisrundem Querſchnitt höher als bei quadratiſchem oder gar I-förmigem.

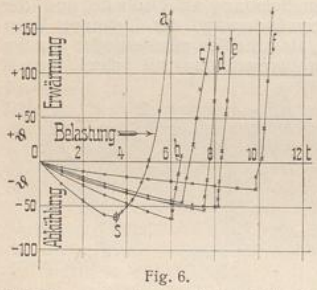


Fig. 6.

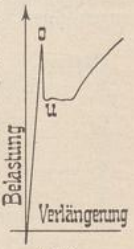


Fig. 7.

Aus dem Bildungsgang der Fließfiguren und dem Verlauf im Abſpringen der härteren Walzhaut erkennt man, daß das Fließen an einer Stelle beginnt, ſich dann in der Regel über die ganze Verſuchslänge fortpflanzt und daß hierauf alle Querſchnitte zunächſt gleichmäßig an der Verlängerung des Stabes teilnehmen [5] (ſ. a. Fließfiguren). Die Belaſtung ſteigt nach Ueberſchreitung der Streckgrenze noch mehr oder weniger an, bis ſie bei B Fig. 3—5 ihren höchſten Wert erreicht, den man mit Bruchlaſt (B) bezeichnet. Unter dieſer Laſt verlängert ſich der Stab beſonders innerhalb einer geringen Strecke; ſein Querſchnitt verjüngt ſich örtlich, der Stab „ſchnürt ein“. Mit dieſer ſtarken Abnahme des Querſchnitts verringert ſich zugleich die Tragfähigkeit des Stabes, bis er unter der durch die Ordinate von Z gemeſſenen Belaſtung, der Zerreißlaſt (Z), zu Bruch geht. Der Bruch beginnt hierbei in der Regel im Kern des Stabes [10]—[13]. Stäbe mit der Schaulinie c (Fig. 5) zeigen meiſt keine örtliche Einſchnürung: ſie zerreißen unter der Höchſtlaſt B. — Die von der Schaulinie gegen die Abſziſſenachſe abgegrenzte Fläche ſtellt die Zerreißungsarbeit (A) dar. Das Größenverhältnis dieſer Fläche zu der Fläche a des umſchriebenen Rechtecks oyy_1x (Fig. 3) heißt Völligkeitsgrad (ξ). Um die an Stäben von verſchiedenen Abmeſſungen ermittelten Ergebniſſe in Vergleich ſtellen zu können, hat man die Belaſtungen auf die Einheit des Stabquerſchnittes und die Verlängerungen λ auf die Einheit der Meßlänge (l) umzurechnen, d. h. an Stelle der Belaſtungen die Spannungen (σ) und ſtatt der Verlängerungen die Dehnungen ($\varepsilon = \lambda/l$) in Betracht zu ziehen. Der Berechnung der Spannungen, $\sigma_P = P : F$ an der Proportionalitätsgrenze, $\sigma_S = S : F$ an der Streckgrenze und $\sigma_B = B : F$ der Bruchſpannung, wird der urſprüngliche Stabquerſchnitt (F) zugrunde gelegt, der Berechnung der Zerreißſpannung $\sigma_Z = Z : f$ dagegen der Querſchnitt (f) an der Bruchſtelle. — Iſt die Schaulinie nach Spannungen und Dehnungen verzeichnet, ſo liefert die von ihr

abgegrenzte Fläche die ſpezifiſche Zerreißungsarbeit ($a = A : J$) für die Einheit (cmm oder ccm) der Stabmaße (J) innerhalb der Meßlänge. Der Völligkeitsgrad (ξ) iſt für Materialien gleicher Gattung konſtant [14]; daher kann man an Stelle der Flächen a auch die Fläche des umſchriebenen Rechtecks ($a : \xi = \sigma_B \cdot \varepsilon_Z =$ Bruchſpannung mal Bruchdehnung) unmittelbar vergleichen. Bei techniſchen Unterſuchungen wird die Dehnung in der Regel nicht auf die Längeneinheit bezogen, ſondern in Hundertteilen der Meßlänge angegeben. Die prozentuelle Dehnung δ iſt dann: $\delta = 100\,\lambda : l$. Ebenſo wird auch die Querſchnittsverminderung (q) an der Bruchſtelle in Hundertteilen des urſprünglichen Querſchnitts berechnet nach der Gleichung $q = 100\,(F - f) : F$.

Wertziffern oder Qualitätszahlen ſind Zahlenwerte, welche den Gebrauchswert oder die Widerſtandsfähigkeit des Materials gegen die Inanſpruchnahme ihrer Feſtigkeit im Betriebe, bedingt durch Feſtigkeit und Zähigkeit, zum Ausdruck bringen ſollen. Die älteſte Wertziffer iſt die Wöhlerſche [15]. Sie iſt gegeben in der Summe aus Bruchſpannung und Querſchnittsverminderung ($\sigma_B + q$); ſie ſoll aber um ein Beſtimmtes größer ſein als die Summe der für beide Größen vorgeſchriebenen Einzelwerte, damit ein Weniger an Feſtigkeit durch größere Zähigkeit und umgekehrt erſetzt werden kann. Tetmajer führte die Zerreißungsarbeit oder das Arbeitsvermögen ($\sigma_B \cdot \delta$) als Wertziffer ein [14]. Urteile über die Bedeutung beider Wertziffern finden ſich [16]—[23].

Umſtände, welche das Ergebnis des Zerreißverſuches beeinträchtigen, ſind:

1. Die Art der Entnahme und Zurichtung der Proben. Die Entnahme hat auf kaltem Wege mit Hilfe ſchneidender Werkzeuge, am beſten mittels Kaltſäge oder auf der Hobelmaſchine zu erfolgen. Mit der Schere abgeſchnittene Blechſtreifen ſind unter der Preſſe oder mittels weicher Hämmer kalt gerade zu richten und längs der Schnittkanten abzuarbeiten, um den Einfluß des Scherenſchnittes [24] zu beſeitigen. Zerreißproben aus größeren Schmiedeſtücken [25] und Gußſtücken liefern, an der Oberfläche entnommen, meiſt höhere Feſtigkeit als die in der Mitte gelegenen. Bei Zerreißverſuchen mit Schienenmaterial werden in der Regel Flachſtäbe aus Fuß und Steg und Rundſtäbe aus Mitte Schienenkopf entnommen. Tetmajer empfiehlt [26], auch aus dem Kopf Flachſtäbe, und zwar unmittelbar unter der Lauffläche zu entnehmen, um etwa hier vorhandene Ungänzen aufzudecken, von denen die Dauerhaftigkeit der Schienen abhängt und die dadurch entſtehen können, daß die Blaſen bei Rückkohlung mittels ſiliciumreicher Zuſchläge oder infolge zu heißen Guſſes [27] an die Oberfläche des Blockes getrieben wurden. — Flachſtäbe von der Dicke des Walzſtückes (z. B. aus Blechen, Flacheiſen u. ſ. w.) bleiben auf den Breitſeiten unbearbeitet, um die Walzhaut zu erhalten [28] und [29]. Im übrigen müſſen bearbeitete Flächen der Länge nach abgezogen werden, da Querriſſe in der Oberfläche das Ergebnis beeinträchtigen, beſonders bei hartem Stahl und Kupfer. — Bei Walzſtücken iſt zwiſchen Längs- und Querproben zu unterſcheiden. Die erſteren haben beim Schweißeiſen erheblich größere Feſtigkeit und Dehnung als die Querproben; beim Flußeiſen iſt der Einfluß der Walzrichtung auf die Feſtigkeit wechſelnd, die Dehnung aber ſtets für die Querproben geringer. Am größten iſt der Unterſchied für Univerſaleiſen, geringer für Formeiſen und Bleche [31]–[33]. Ausglühen der Proben iſt nur zuläſſig, wenn das Material in geglühtem Zuſtande Verwendung finden ſoll [20], [27], [33], [34].

2. Die Stabform. Ihr Einfluß auf das Verſuchsergebnis ſetzt ſich zuſammen aus der Wirkung der ſtärkeren Stabköpfe und dem Einfluß der Größe des Querſchnittes und der Meßlänge. Die ſtärkeren Stabköpfe behindern durch die auswärts gerichteten Seitenſpannungen die Querſchnittsverringerung und, da das Volumen des Stabes ſich wenigſtens bis zum Beginn der örtlichen Einſchnürung beim Strecken nicht ändert, auch die Dehnung [10] und [35]. Theoretiſch muß dieſer Einfluß mit wachſender Entfernung von den Köpfen abnehmen, aber von beiden Köpfen aus durch Uebertragung von Querſchnitt zu Querſchnitt bis zur Stabmitte reichen; durch Meſſung wahrnehmbar bleibt er z. B. bei Stäben von 20 mm Durchmeſſer innerhalb etwa 30 mm Länge. Auf die Feſtigkeit äußert ſich dieſer Einfluß bei dehnbarem Material derart, daß Stäbe von gleichem Querſchnitt bei der Länge Null die größte Feſtigkeit liefern. Unter ihnen beſitzen Stäbe mit ſcharfem Einſchnitt (Fig. 8) weniger Feſtigkeit als ſolche mit eingearbeiteten Hohlkehlen nach Fig. 9. Dann nimmt die Feſtigkeit mit wachſender Länge allmählich ab, bis ſie ſchließlich für alle größeren Längen konſtant wird [11], [29] und [36]—[39]. — Der Einfluß der Größe des Querſchnittes und der Meßlänge veranlaßt, daß die Bruchdehnung bei gleicher Meßlänge mit dem Querſchnitt wächſt und umgekehrt bei gleichem Querſchnitt mit wachſender Länge abnimmt. Der Grund liegt darin, daß die mit der Einſchnürung verbundene, rein örtliche Dehnung gegenüber der gleichmäßig verteilten Dehnung bei kurzer Meßlänge mehr ins Gewicht fällt. Uebereinſtimmende Werte erhält man nach Lebaſteur und Marié [40] und nach Barba [10] mit verſchiedenen Stabformen bei demſelben Material dann, wenn die Stäbe in allen Teilen geometriſch ähnlich ſind [41]. — Nach Baufchinger bleiben die ermittelten Dehnungswerte in allen Fällen vergleichbar, wenn ſich die Meßlängen wie die Wurzeln aus den Querſchnitten verhalten [42]. Er empfiehlt, die Stabformen an den Normalrundſtab von 20 mm Durchmeſſer und 200 mm Meßlänge anzuſchließen, d. h. ſtets die Meßlänge $l = 200 \cdot \sqrt{f} : 314 = 11{,}3\sqrt{f}$ zu wählen. Für Stäbe, die in allen Teilen geometriſch ähnlich ſein ſollen, ſind die Abmeſſungen dann nach den in Fig. 1 und 2 angegebenen Verhältniswerten zu berechnen [2], [43]—[45] und [53].



Fig. 9. Fig. 8.

3. Die Lage des Bruches zur Meßlänge. Sobald der Bruch des Stabes nicht in der Mitte der Meßlänge, ſondern in einer geringeren Entfernung von deren Enden erfolgt, fällt bei dehnbarem Material ein Teil der ſtärkeren örtlichen Dehnung, welche von der Einſchnürung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

am Bruch herrührt, über die Meßlänge hinaus. Mißt man die Dehnung dann, wie es in der Regel geſchieht, zwiſchen den Endmarken, ſo wird ſie kleiner gefunden als beim Bruch in der Mitte. Das Ergebnis entſpricht dann nicht mehr den Eigenſchaften des Materials. Praktiſch wahrnehmbar wird dieſer Einfluß, ſobald der Bruch außerhalb des mittleren Drittels der Meßlänge erfolgt. Stäbe mit derartig einſeitig gelegenen Brüchen ſind daher von der Meſſung der Dehnung zwiſchen den beiden Endmarken auszuſchließen [28]. Um dem Uebelſtande, daß auf dieſe Weiſe eine größere Zahl von Verſuchen unbrauchbar wird, zu entgehen, hat man die Meßlänge vor dem Verſuch durch Körner oder Strichmarken in 20 gleichgroße Stücke zu teilen (ſ. Fig. 10). Iſt der Bruch nun z. B. in dem vierten Teilungsintervall, alſo zwiſchen Marke 3 und 4 erfolgt, ſo wird gemeſſen vom Bruch bis Marke 0 (3 Teile), ferner vom Bruch bis Marke 13 (10 Teile) und ſchließlich von Marke 6 bis 13 (7 Teile). Die Summe dieſer drei Meſſungen entſpricht der urſprünglichen Länge von 20 Teilen, alſo der vorgeſchriebenen Meßlänge l, und die aus ihr ſich ergebende Dehnung $\delta = 100\,(\Sigma\, l_t - l) : l$ iſt von der Lage des Bruches nicht beeinflußt. Vorausgeſetzt wird hierbei, was erfahrungsgemäß zuläſſig iſt, daß bei hinreichend langen Stäben die Dehnung zu beiden Seiten des Bruches gleichgroß iſt [28]. Häufig pflegt man die Dehnungen an Hand der Unterteilungen für zwei verſchiedene Längen zu ermitteln, und zwar nicht nur für je zehn, ſondern auch noch für je fünf Teilungsintervalle zu beiden Seiten des Bruches. Der Vergleich beider Werte läßt dann erkennen, ob die Dehnung gleichmäßig über die ganze Länge verteilt iſt, und beſonders wie ſie durch die örtliche Einſchnürung beeinflußt wird. Die Unterteilungen werden entweder mit Körnerzirkel eingeſchlagen oder mittels Schablonen (Fig. 11) und Reißnadel eingeritzt. Genauere Teilungen ſind auf der Teilmaſchine auszuführen.

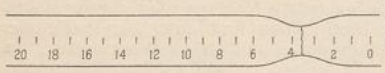


Fig. 10.

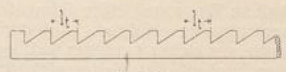


Fig. 11.

4. Einfluß der Verſuchsdauer [17], [46]—[48]. Bei jeder Laſtſteigerung iſt eine gewiſſe Zeit erforderlich, damit der Probeſtab ſich ſo weit dehnt, daß der Gleichgewichtszuſtand zwiſchen der äußeren Belaſtung und der inneren Materialſpannung von neuem hergeſtellt iſt. Innerhalb der Proportionalitätsgrenze ſind die Dehnungen nur gering, die Zeit oder die Geſchwindigkeit der Laſtſteigerung wird daher hier keinen meßbaren Einfluß ausüben. Er tritt aber hervor, ſobald der Stab fließt, beſonders bei Materialien mit Schaulinien nach Fig. 5 a und 7. Am beſten iſt er zu erkennen bei Verſuchen auf ſolchen Maſchinen, die mit ſelbſttätiger Belaſtungsvorrichtung und mit Schaulinienzeichner ausgerüſtet ſind. Die Kraftordinaten ſind dann um ſo größer, d. h. den gleichen Dehnungen entſprechen um ſo größere Belaſtungen, je größer die Arbeitsgeſchwindigkeit beim Verſuch iſt. Bei gewiſſen Materialien, beſonders bei Zink [49], äußert der Einfluß der Geſchwindigkeit ſich bis zum Bruch. Dann nimmt mit wachſender Geſchwindigkeit die Feſtigkeit zu, dagegen die Dehnung und in der Regel auch die Querſchnittsverminderung ab. Um vergleichbare Ergebniſſe zu erzielen, empfiehlt es ſich daher, ſämtliche Verſuche mit gleicher Geſchwindigkeit durchzuführen; geeignet iſt hierzu die Geſchwindigkeit von 1 % der Meßlänge in der Minute.

Literatur: [1] Styffe, Knut, Die Feſtigkeitseigenſchaften von Eiſen und Stahl, Weimar 1870. — [2] Trescà, Sur l'écoulement des corps solides, Savant étrangers, Bd. XIII, S. 756. — [3] Vavra, Ueber einige Fließerſcheinungen bei Zerreißverſuchen von weichen Eiſenſorten, Prakt. Maſch.-Konſtr. 1892, S. 125. — [4] Unwin, On the Yield point of iron and steel etc., Proceedings of the Royal Society, vol. 57. — [5] Kirſch, Beiträge zum Studium des Fließens, Mitteil. a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1887, S. 69; 1888, S. 37 und 1889, S. 9. — [6] Martens, Unterſuchungen mit Eiſenbahnmaterial, ebend. 1890, Ergänzungsheft II. — [7] Kirkaldy, Strength and properties of materials, London 1891. — [8] Hartmann, Distribution des déformations sans les métaux soumis à des efforts, Paris 1896. — [9] Rudeloff, Unterſuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Feſtigkeit der Metalle, Mitteil. a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1893, S. 302. — [10] Barba, Etude sur la résistance des matériaux; Expériences à la traction, Mémoires de la Société des ingénieurs civils 1880. — [11] Considère-Hauff, Die Anwendung von Eiſen und Stahl bei Konſtruktionen, Wien 1888. — [12] The iron age 1890, S. 585. — [13] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 569. — [14] Tetmajer, Einheitliche Nomenklatur für Eiſen und Stahl, Eiſenbahn 1884. — [15] Glafers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1882, S. 137. — [16] Kick, Geſetz der proportionalen Widerſtände, Leipzig 1885, S. 79. — [17] Jenny, Ueber Feſtigkeitsverſuche und die dabei verwendeten Maſchinen und Apparate, Wien 1878, S. 46. — [18] „Stahl und Eiſen" 1882, S. 100. — [19] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1882, S. 114. — [20] „Stahl und Eiſen" 1883, S. 1 und 11. — [21] Civilingenieur 1884, S. 94 und 369. — [22] Wochenſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1882, S. 48. — [23] Mitteil. a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1893, S. 33. — [24] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 1089. — [25] Journ. of the Western Society of Engineers 1897, S. 589. — [26] Schweizeriſche Bauztg. 1884, S. 75. — [27] „Stahl und Eiſen" 1884, S. 266. — [28] Beſchlüſſe der Konferenzen über einheitliche Unterſuchungsmethoden, München 1893, S. 24. — [29] Mitteil. a. d. mech.-techn. Laboratorium München, Heft XIV, S. 159. — [30] „Stahl und Eiſen" 1892, S. 15. — [31] Tetmajer, Mitteil. d. Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgen. Polytechnikum in Zürich, Bd. 3, S. 186. — [32] Schweizeriſche Bauztg. 1892, Nr. 22 und 23. — [33] Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- u. Hüttenw. 1885, S. 77. — [34] Glafers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1885, S. 200. — [35] Barba und Duplaix, Sur les essais à la traction; Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, Bd. 3, 1895. — [36] Zeitſchr. f. Bauw. 1866, S. 67. — [37] Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenw. 1883, S. 557. — [38] Rudeloff, Beitrag zum Studium des Bruchausſehens zerriſſener Stäbe, Baumaterialienkunde, Bd. 4, S. 85. — [39] Engineering 1897, Bd. 1, S. 187. — [40] Commission des méthodes d'essai

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1894, Bd. 1, S. 120. — [41] Kick, Das Geſetz der proportionalen Widerſtände, 1885. — [42] Mitteil. a. d. mech.-techn. Laboratorium München, Heft XXI, S. 22. — [43] Barba, Etude sur l'emploi de l'acier dans les constructions, Paris 1874. — [44] Marché, De la déformation permanente de l'acier, Comptes rendus de la Société des ingenieurs civils 1876, S. 474. — [45] Proceedings of the Inst. of civ. Eng. 1876, Bd. 66, S. 325. — [46] Dinglers Polyt. Journ. 1877, Bd. 223, S. 333. — [47] Gollner, Ueber die Unterſuchung der Feſtigkeit des Flußeiſens, Techniſche Blätter. — [48] Dinglers Polyt. Journ. 1884, Bd. 251, S. 337. — [49] Mitteil. a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1889, Ergänzungsheft IV. — [50] Kgl. Pr. Akademie d. Wiſſenſchaften, 1908, X, S. 210. — [51] Bach, Zum Begriff der Streckgrenze, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1040. — [52] Derſ., Zur Kenntnis der Streckgrenze, ebend. 1905, S. 615. — [53] Martens, Materialienkunde für den Maſchinenbau, Berlin 1898. *Rudeloff.*

Zuhaltung, ſ. Schloß, Bd. 7, S. 732.

Zuläſſige Beanſpruchung (zuläſſige Spannung) auf Zug, Druck u. ſ. w. heißt in der Ingenieurmechanik diejenige rechnungsmäßige Zugbeanſpruchung, Druckbeanſpruchung u. ſ. w. pro Flächeneinheit, welcher das Material der Konſtruktionen unterworfen werden darf. Bei der Wahl dieſer Beanſpruchung geht man gegenwärtig meiſt von der Feſtigkeit aus (ſ. d. und Zugfeſtigkeit, Druckfeſtigkeit, Knickfeſtigkeit, Biegungsfeſtigkeit, Schubfeſtigkeit, Torſionsfeſtigkeit), worunter hier allgemein diejenige Grenzſpannung verſtanden ſein ſoll, für welche Bruch oder ſonſtige Aufhebung der Kohäſion, überhaupt ein Verſagen des betreffenden Konſtruktionsteils zu erwarten wäre. Zugleich pflegt man jedoch genügend weit unter ſolchen Spannungen zu bleiben, für welche in Betracht kommende bleibende Formänderungen eintreten würden (ſ. Elaſtizitätsgrenze, Dehnung, Zugelaſtizität, Druckelaſtizität u. ſ. w.). Ueber die Reduktion zuſammengeſetzter Beanſpruchungen auf einfachen Zug und Druck ſ. Feſtigkeitsbedingung, Bd. 3, S. 716. Das Verhältnis m der Feſtigkeit zur zuläſſigen Beanſpruchung heißt die Sicherheit (ſ. d.), während $1/m$ der Sicherheitskoeffizient genannt wird. Wäre die Feſtigkeit f bekannt und der Sicherheitskoeffizient $1/m$ gewählt, ſo würde man durch Multiplikation dieſer Werte die bei m-facher Sicherheit zuläſſige Beanſpruchung erhalten: $b = f/m$. Vgl. Dimenſionenberechnung Bd. 2, S. 772.

Die rechnungsmäßigen zuläſſigen Beanſpruchungen beſtimmter Materialien können je nach der Art der Verwendung und ſonſtigen Verhältniſſen ſehr verſchieden ſein. Sie ſind um ſo kleiner zu wählen, je höher diejenigen Einflüſſe zu ſchätzen ſind, welche bei der ſtatiſchen Berechnung der Konſtruktion (Bd. 2, S. 772) außer Acht gelaſſen wurden, oder überhaupt nicht rechneriſch zu verfolgen ſind. Es kommen hierbei in Betracht die Zuverläſſigkeit der Theorie und der gewählten Berechnungsmethode, die Berückſichtigung oder Nichtberückſichtigung der ungünſtigſten Belaſtungen und ſonſtiger Einwirkungen (Winddruck, Temperaturänderungen u. ſ. w., vgl. Zuſatzſpannungen), die zu erwartenden Nebenſpannungen (ſ. d.), dynamiſchen Einwirkungen, Stöße und Erſchütterungen. Zu beachten ſind ferner die Möglichkeit unbeabſichtigter Minderwertigkeiten im Material, in der Ausführung und Unterhaltung, Entartungen durch Roſt und Verwitterung u. ſ. w. Es können alſo beiſpielsweiſe für die Zwiſchenträger von Eiſenbahnbrücken, welche ſtarken Stößen unmittelbar ausgeſetzt ſind, kleinere Beanſpruchungen am Platze ſein als für die Hauptträger, unter ungünſtigen Fabrikations- und Montierungsverhältniſſen kleinere als unter günſtigen, für Konſtruktionen von unbeſchränkter Dauer kleinere als für proviſoriſche Anlagen. Schablonenmäßiges Vorgehen iſt zu vermeiden. Hiernach können auch alle gebräuchlichen Angaben nur Mittelwerte unter gewöhnlichen Verhältniſſen bedeuten.

Im Hochbau kommen meiſt ruhende Belaſtungen in Betracht, wobei jedoch erhebliche Erſchütterungen nicht ausgeſchloſſen ſind (Fabriken u. ſ. w.). Bei Wahl der zuläſſigen Spannungen iſt zu beachten, daß im Hochbau weniger als z. B. im Brückenbau auf Berückſichtigung aller beſonderen Verhältniſſe zu rechnen iſt (exzentriſche Beanſpruchungen, Biegungen, ſeitliche Einwirkungen, Verſchwächungen, Temperatureinflüſſe u. ſ. w.) und daß leichter unkontrollierte Ueberlaſtungen vorkommen (Speicher u. ſ. w.). Tabelle I gibt die von der Berliner Baupolizei [42] und die nach Aufſtellungen des Oeſterreichiſchen Ingenieur- und Architekten-Vereins [20] vom Wiener Stadtbauamte [30], [33] bei reinem Zug und Druck zugelaſſenen Beanſpruchungen. Weitere Vorſchriften ſ. [42], S. 406.

Im Brückenbau iſt zu beachten, daß man es ſtets mit wechſelnden Belaſtungen zu tun hat und die raſch auftretende Verkehrslaſt größere Spannungen als eine gleichgroße ruhende Laſt erzeugt, wozu noch Einflüſſe der Wiederholungen (ſ. Arbeitsfeſtigkeit), Stöße und Erſchütterungen treten. Dieſe Umſtände kommen beſonders bei Eiſenbahnbrücken in Betracht, auf welche ſich denn auch in erſter Linie die zahlreichen Dimenſionierungsmethoden beziehen, welche in verſchiedenen Ländern vorgeſchlagen und teilweiſe in die Praxis eingeführt worden ſind. Die Methoden beruhen teils auf praktiſchem Gefühl (Mainzer Brücke 1865, ältere amerikaniſche Regel), teils auf den Verſuchsreſultaten Wöhlers über die Arbeitsfeſtigkeit (Launhardt-Weyrauch, Gerber, Winkler u. ſ. w.), teils auf den Beziehungen der Elaſtizitätslehre für plötzliche Spannungsänderungen (Lippold, Clericetti u. ſ. w.), teils auf Anſchauungen und Verſuchsreſultaten Bauſchingers über die Elaſtizitätsgrenze (Landsberg, Häfeler u. ſ. w.). Sie führen jedoch alle zu ähnlicher Veränderlich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle I. Hochbau.

Material	Zug, kg pro qcm Berlin	Zug, kg pro qcm Wien	Druck, kg pro qcm Berlin	Druck, kg pro qcm Wien
Schweißeisen und Flußeisen (Schub: Berlin 600, Wien 800)	750	1000	750	1000
Flußeisen	875*)	1000	875*)	1000
Gewölbtes Eisenblech	500		500	
Eisendraht	1200			
Gußeisen (Schub: Berlin 200, Wien 250)	250	200	500	600
Zinkblech (für Biegung 150)	200		200	
Eichenholz	100	100	80	70
Buchenholz	100		80	
Kiefernholz	100	90	60	60
Tannenholz		70		60
Fichtenholz und Lärchenholz		70		55
Granit (Wien je nach Verwendung, [30], S. 82)			45	20—50
Sandstein je nach Härte			15—30	
Rüdersdorfer Kalkstein in Quadern			25	
Kalksteinmauerwerk in Kalkmörtel			5	
Ziegelmauerwerk, gewöhnliches, in Kalkmörtel			7	
Ziegelmauerwerk in Zementmörtel			11	
Klinkermauerwerk, bestes in Zementmörtel			12—14	
Mauerwerk aus porigen Steinen			3—6	
Mauerwerk, verschiedenes, [30], S. 82				Bd. 6, S. 343
Baugrund, guter			2,5	
Baugrund je nach Güte, [30], S. 83				1,5—3,5

*) Bei Flußeisenstäben genau berechneter zusammengesetzter Konstruktionen läßt die Berliner Baupolizei 1000 kg pro Quadratzentimeter zu.

Tabelle II. Brückenbau. Schweißeisen. Zug allein oder Druck allein.

Verfahren	Formel	ψ_0	$\psi = 0$	$\psi = \frac{1}{4}$	$\psi = \frac{1}{2}$	$\psi = \frac{3}{4}$	$\psi = 1$
Früher allgemein	$k =$ Const.	beliebig	700	700	700	700	700
Mainzer Brücke 1865	$k = \frac{1600}{3 - 2\psi}$	"	533	640	800	1067	1600
Schäffer (nach Gerber), ähnlich Bayern	[3], [18], S. 171	ψ	646	795	997	1270	1600
		$\frac{\psi + 1}{2}$	680	845	1066	1328	1600
		1	703	910	1140	1404	1600
Winkler, ähnlich Sachsen	$k = \frac{770}{1{,}3 - 0{,}585\,\psi - 0{,}165\,\psi_0}$	ψ	592	692	832	1044	1400
		$\frac{\psi + 1}{2}$	632	733	871	1074	1400
		1	678	779	914	1106	1400
Lippold	$k = \frac{1300}{2 - \psi}$	beliebig	650	743	867	1040	1300
Landsberg	[13], [18], S. 199	ψ	700	764	840	933	1050
		$\frac{\psi + 1}{2}$	790	884	933	988	1050
		1	908	1018	1050	1050	1050
Häfeler	[17], [18], S. 208	ψ	672	709	749	793	842
		$\frac{\psi + 1}{2}$	705	770	793	817	842
		1	735	842	842	842	842
Tetmajer	$k = 600 + 350\,\psi + 80\,\psi^2$	beliebig	600	692	795	907	1030
Engesser (für Spannweiten über 20 m, [28])	$k = \frac{1800}{3 - \psi - 0{,}2\,\psi_0}$	ψ	600	666	750	857	1000
		$\frac{\psi + 1}{2}$	620	686	766	867	1000
		1	643	706	783	878	1000
Launhardt-Weyrauch	$k = 700\left(1 + \frac{\psi}{2}\right)$	beliebig	700	787	875	962	1050
Frankreich	$k = 600\left(1 + \frac{\psi}{2}\right)$	"	600	675	750	825	900
Schweiz	$k = 700\left(1 + \frac{2\,\psi}{7}\right)$	"	700	750	800	850	900

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

keit der zugelaſſenen Beanſpruchungen, wie die in Tabelle II und III angeführten Werte für Zug und Druck (ohne Knickwirkungen) bei Brückenhauptträgern aus Schweißeiſen zeigen. Wenn alſo die Dimenſionen unter Berückſichtigung der ſonſt in Betracht kommenden Verhältniſſe (vgl. Dimenſionenberechnung) nach einem vorſichtigeren dieſer Verfahren beſtimmt werden, ſo pflegen ſie auch nach den andern zu genügen. Demgegenüber trüge die früher allgemein üblich geweſene Wahl einer immer gleichen zuläſſigen Beanſpruchung k nicht einmal dem Umſtande Rechnung, daß die Verkehrslaſt bei Eiſenbahnbrücken raſch und ungünſtigenfalls (auch ohne Stoß) faſt plötzlich wirkt, wobei ſchon nach der gewöhnlichen Elaſtizitätslehre Spannungen bis zum doppelten der einer gleichgroßen ruhenden Belaſtung entſprechenden entſtehen können [12], S. 75. Hierauf beruht z. B. das Lippoldſche Verfahren [5], [18], S. 254. Wenn vielfach darauf hingewieſen wurde, daß jahrelang im Gebrauch geweſene Konſtruktionsteile keine Anhaltspunkte für eine Verminderung der Feſtigkeit zeigten [14], ſo war dies auch nach den neueren Anſchauungen zu erwarten, wozu wären ſonſt die Sicherheitskoeffizienten da? (Vgl. Sicherheit.) Im Falle die Dimenſionierung eines ſolchen Konſtruktionsteils nach der älteren Methode erfolgt war, kommt hinzu, daß die neueren Methoden bei Beanſpruchungen einerlei Sinnes noch größere Beanſpruchungen als die ältere zugelaſſen hätten (vgl. Tabelle II).

In den Tabellen II und III ſind geſetzt für Zug allein oder Druck allein, wenn B_0, max B, min B die Abſolutwerte (ohne Vorzeichen) der bleibenden Beanſpruchung und der numeriſch größten und numeriſch kleinſten Grenzbeanſpruchung bezeichnen:

$$\psi = \frac{\min B}{\max B}, \qquad \psi_0 = \frac{B_0}{\max B},$$

und für Wechſel von Zug und Druck, wenn B_0, max B, max B' die Abſolutwerte der bleibenden Beanſpruchung und der numeriſch größten und kleinſten Beanſpruchung vertreten:

$$\psi = -\frac{\max B'}{\max B}, \qquad \psi_0 = \pm\frac{B^0}{\max B}.$$

Im letzten Ausdruck gilt das obere oder untere Vorzeichen, je nachdem B_0 in gleichem oder entgegengeſetztem Sinne wirkt wie max B. Zu Tabelle II ſei bemerkt, daß bei Brücken ψ meiſt nicht über $^1/_2$ hinausgeht, was bei Beurteilung der Zahlen in Betracht kommt. Alle Zahlen bedeuten Kilogramm pro Quadratzentimeter.

Tabelle III. Brückenbau. Schweißeiſen. Wechſel von Zug und Druck.

Verfahren	Formel	ψ_0	$\psi=0$	$\psi=-\frac{1}{4}$	$\psi=-\frac{1}{2}$	$\psi=-\frac{3}{4}$	$\psi=-1$
Früher allgemein	$k=$ Conſt.	beliebig	700	700	700	700	700
Aeltere amerik. Regel	$k=\frac{700}{1-\psi}$	„	700	560	467	400	350
Schäffer (nach Gerber), ähnlich Bayern	[3], [18], S. 171	ψ	646	538	459	399	351
		0	646	550	469	406	356
		1	704	572	474	404	351
Winkler, ähnlich Sachſen	$k=\frac{770}{1{,}3-0{,}585\,\psi-0{,}165\,\psi_0}$	ψ	592	518	460	413	376
		0	592	556	523	495	408
		1	592	636	590	553	448
Lippold	$k=\frac{1300}{2-\psi}$	beliebig	650	578	520	473	433
Landsberg	[13], [18], S. 199	ψ	700	614	541	493	448
		0	700	646	600	560	525
		1	700	820	659	533	448
Häfeler	[17], [18], S. 204	ψ	672	579	500	432	373
		0	672	588	504	420	336
		1	735	604	502	414	373
Tetmajer	$k=600+350\,\psi+80\,\psi^2$	beliebig	600	518	445	383	330
Engeſſer (für Spannweiten über 20 m [28])	$k=\frac{1800}{3-\psi-0{,}2\,\psi_0}$	ψ	600	545	500	462	428
		0	600	553	507	480	450
		1	643	590	546	507	471
Launhardt-Weyrauch	$k=700\left(1+\frac{\psi}{2}\right)$	beliebig	700	612	525	437	350
Frankreich	$k=600\left(1+\frac{\psi}{2}\right)$	„	600	525	450	375	300
Schweiz	$k=700\left(1+\frac{2\,\psi}{7}\right)$	„	700	650	600	550	500

Beziehungen der in den Tabellen angeführten Art ſind vielfach in Gebrauch [28]. Für Schub pflegt im Brückenbau bei Schweißeiſen und Flußeiſen etwa vier Fünftel der gebräuchlichen Beanſpruchungen für Zug zugelaſſen zu werden. Vgl. Schubfeſtigkeit, Bd. 7, S. 819, und Nietverbindungen, Bd. 6, S. 626, auch Torſionsfeſtigkeit, S. 579.

In Preußen ſind für die auf Zug beanſpruchten Teile gegliederter Hauptträger und die Gurtungen vollwandiger Hauptträger von Spannweiten $l > 10$ m der Staatsbahnen zugelaſſen [34], S. 303:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei Flußeiſen	wenn $l=$	20	40	80	120	160	200 m	
ohne Rückſicht auf Winddruck	bis zu $k=$	850	900	950	1000	1050	1100	kg/qcm
mit „ „ „	„ „ $k=$	1000	1050	1100	1150	1200	1250	„ „

Beim Schweißeiſen ſind dieſe Werte um 10% zu ermäßigen. Für Druckglieder gelten die gleichen Zahlen und iſt außerdem auf Grund der Eulerſchen Formel (Bd. 5, S. 520) eine mindeſtens fünffache Sicherheit gegen Knicken nachzuweiſen. Bezüglich der Gegendiagonalen (Bd. 4, S. 341) ſ. [34], S. 303. Für vollwandige Hauptträger von $l<10$ m Spannweite kann bei Flußeiſen bis $k=800$ kg, bei Schweißeiſen bis $k=750$ kg pro Quadratzentimeter gegangen werden. Dieſe Beanſpruchungen ſind auch für Quer- und Längsträger zuläſſig, wenn das Schotterbett über die Brücke geführt, alſo eine unmittelbare Auflagerung des Oberbaues auf die Fahrbahnträger nicht vorhanden iſt. Liegen die Schienen mittels Querſchwellen auf den Längsträgern, ſo dürfen dieſe und die Querträger bei Flußeiſen bis 750 kg, bei Schweißeiſen bis 700 kg pro Quadratzentimeter beanſprucht werden. Wenn die Schienen ausnahmsweiſe unmittelbar oder mittels eiſerner Unterlagsplatten auf den Längsträgern liegen, ſo ſind letztere bei Flußeiſen nur bis 700 kg, bei Schweißeiſen nur bis 650 kg pro Quadratzentimeter zu beanſpruchen. Das gleiche gilt von Querträgern, wenn ſie in Ermanglung von Längsträgern die Schienen unmittelbar tragen. In betreff der Wind- und Eckverbände, Nietverbindungen, Nebenſpannungen ſ. [34], S. 304. Im übrigen iſt die Wahl des Rechnungsverfahrens und der Querſchnittsermittlung freigeſtellt.

In Oeſterreich ſind für Hauptträger von Eiſenbahnbrücken aus Flußeiſen und Schweißeiſen die in Tabelle IV angeführten Beanſpruchungen zugelaſſen [36]. Für Straßenbrücken ſind die zuläſſigen Beanſpruchungen etwa 50 kg pro Quadratzentimeter höher. Näheres ſ. Oeſterr. Zeitſchr. f. den allg. Baudienſt 1904.

Tabelle IV. Brückenbau (Oeſterreich).

Für die Stabkräfte	Beanſpruchungen k, kg pro qcm: Flußeiſen	Schweißeiſen
I. Nur aus Eigengewicht und Verkehrslaſt:		
a) Beanſpruchungen auf Zug und Druck		
bei Spannweiten $l=$ 0 bis 10 m	$750+5\,l$	$700+2\,l$
„ „ $l=$ 10 „ 20 „	$760+4\,l$	$700+2\,l$
„ „ $l=$ 20 „ 40 „	$800+2\,l$	$700+2\,l$
„ „ $l=$ 40 „ 80 „	$840+l$	$720+1{,}5\,l$
„ „ $l=$ 80 „ 120 „	$840+l$	$700+l$
„ „ $l=120$ „ 160 „	$840+l$	$820+0{,}5\,l$
bis höchſtens	1000	900
b) Beanſpruchung auf Abſcheren	600	500
c) Beanſpruchungen der Niete auf Abſcheren	700	600
„ „ „ , Lochwand	1600	1400
II. Unter Berückſichtigung aller Einflüſſe:		
a) Beanſpruchungen auf Zug und Druck	1200	1000
b) Beanſpruchung auf Abſcheren	700	600
c) Beanſpruchungen der Niete auf Abſcheren	700	600
„ „ „ , Lochwand	1600	1500

Betreffend Frankreich und die Schweiz ſ. die Tabellen II, III und [21], [22], über amerikaniſche Vorſchriften [37], [41], S. 789, ſonſtige Beſtimmungen [28].

Tabelle V. Maſchinenbau.

Beanſpruchungsart		Schweißeiſen	Flußeiſen von	Flußeiſen bis	Flußſtahl von	Flußſtahl bis	Stahlguß von	Stahlguß bis	Federſtahl, gehärtet	Gußeiſen
Zug	$\psi=1$	900	900	1200	1200	1500	600	900	—	300
	$\psi=0$	600	600	800	800	1000	400	600	—	200
	$\psi=-1$	300	300	400	400	500	200	300	—	100
Druck	$\psi=1$	900	900	1200	1200	1500	900	1200	—	900
	$\psi=0$	600	600	800	800	1000	600	900	—	600
Biegung	$\psi=1$	900	900	1200	1200	1500	750	1050	7500	—
	$\psi=0$	600	600	800	800	1000	500	700	5000	—
	$\psi=-1$	300	300	400	400	500	250	350	—	—
Schub	$\psi=1$	720	720	960	960	1200	480	840	—	—
	$\psi=0$	480	480	640	640	800	320	560	—	—
	$\psi=-1$	240	240	320	320	400	160	280	—	—
Torſion	$\psi=1$	360	600	840	900	1200	480	840	6000	ſ. [40], S. 55.
	$\psi=0$	240	400	560	600	800	320	560	4000	
	$\psi=-1$	120	200	280	300	400	160	280	—	

Im Maſchinenbau herrſcht die größte Mannigfaltigkeit angreifender Kräfte wie ſonſtiger Einflüſſe und Rückſichten, welche bei der Dimenſionierung in Frage kommen, ſo daß hier früher als im Brückenbau für verſchiedene Konſtruktionen und Konſtruktionsteile ſehr verſchiedene

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beanſpruchungen zugelaſſen waren. Der Zuſammenhang zwiſchen denſelben und zuverläſſigere Grundlagen für die Auswahl der Beanſpruchungen wurden aus ähnlichen Geſichtspunkten wie im Brückenbau zu erreichen geſucht (vgl. Vorwort zu [40]). Dabei kam jedoch in Betracht, daß es ſich um geringere Materialmengen und weniger Konſtruktionsteile unter gleichen Verhältniſſen handelt, ſo daß man ſich mit der Angabe von Beanſpruchungen für einige Hauptfälle begnügte, zwiſchen welchen ohne Formeln ſchätzungsweiſe interpoliert werden kann. Tabelle V enthält z. B. zuläſſige Beanſpruchungen in Kilogramm pro Quadratzentimeter nach Bach [40], welche auch in der „Hütte“ [42] empfohlen werden. Dabei ſind ſtetig anwachſende und abnehmende Beanſpruchungen vorausgeſetzt und entſprechen wie oben $\psi = 1$ ruhender Belaſtung, $\psi = 0$ beliebig oft wiederholten Beanſpruchungen gleichen Sinnes zwiſchen 0 und derſelben oberen Grenze, $\psi = -1$ beliebig oft wiederholten Beanſpruchungen zwiſchen zwei gleichgroßen Grenzwerten entgegengeſetzten Sinnes (vgl. Arbeitsfeſtigkeit, Bd. 1, S. 285). Die angeführten Zahlen ſetzen gutes, für die in Frage ſtehende Verwendung geeignetes Material, zweckmäßige Formgebung und fachgemäße Behandlung voraus. Bei Verwendung von Material, das mit Rückſicht auf ſeinen Zweck in beſonders geeigneter Beſchaffenheit hergeſtellt wird, kann je nach den Verhältniſſen mehr oder minder darüber hinausgegangen werden. Näheres ſ. [40]. Für vorzügliches Schweißeiſen (Feinkorneiſen) können die Spannungen bis zu einem Drittel über die in der Tabelle angeführten hinausgehen. Die angegebenen höheren Werte für Flußeiſen und Flußſtahl ſind nur bei durchaus zuverläſſigem und nicht zu weichem Material zu verwenden. Für Draht ſind der größeren Zugfeſtigkeit wegen höhere Beanſpruchungen zuläſſig (ein Fünftel bis ein Drittel der Zugfeſtigkeit). Wenn durch die angenommenen Spannungen Formänderungen entſtehen, welche mit dem Zwecke der Konſtruktion nicht verträglich ſind, ſo iſt natürlich von den größten zuläſſigen Formänderungen auszugehen.

S. a. Dimenſionenberechnung, Zugfeſtigkeit, Druckfeſtigkeit, Knickfeſtigkeit, Biegungsfeſtigkeit, Schubfeſtigkeit, Torſionsfeſtigkeit, Mauerſtärken.

Literatur: [1] Morin, Résistance des matériaux, Paris 1853, S. 54, 85, 119. — [2] Winkler, Die Elaſtizitäts- und Feſtigkeitskoeffizienten, Civilingenieur 1863, S. 405. — [3] Schäffer, Beſtimmung der zuläſſigen Spannung für Eiſenkonſtruktionen, Zeitſchr. f. Bauw. 1874, S. 398 (ſ. a. Deutſche Bauztg. 1875, S. 385, 396; 1876, S. 516, 524; 1877, S. 498). — [4] Winkler, Wahl der zuläſſigen Inanſpruchnahme der Eiſenkonſtruktionen, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1877, S. 45 (ſ. a. Wochenſchr. 1877, S. 263). — [5] Lippold, Die Inanſpruchnahme von Eiſen und Stahl mit Rückſicht auf bewegte Laſt, Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1879, S. 22. — [6] Mohr, Ueber die Verwertung der Wöhlerſchen Verſuche für die Querſchnittsbeſtimmung der Eiſenkonſtruktionen, insbeſondere der eiſernen Brücken, Civilingenieur 1881, S. 1 (ſ. a. Wöhler, 1882, S. 251, und [18], S. 195). — [7] Böhme, Die zuläſſige Belaſtung des Mauerwerks, Mitteil. a. d. Techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin, II, 1884, S. 80. — [8] Krohn, Ueber Dimenſionierung von Eiſenkonſtruktionen und über Wertziffern, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1885, S. 153. — [9] Laißle und Schübler, Zur Beſtimmung der Feſtigkeitskoeffizienten von Eiſenbauten, Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 138 (vgl. [18], S. 197). — [10] Löwe, Zur Frage der zuläſſigen Spannung, Wochenbl. f. Baukunde 1885, S. 143, 152. — [11] Baker, Vortrag über Dimenſionenberechnung vor der British Association Engineering 1885, II, S. 289, 313 (Auszug in Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 295). — [12] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 75, 254. — [13] Landsberg, Ueber die Beſtimmung der Querſchnitte von Eiſenkonſtruktionen, Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 357; Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1888, S. 575; Die Statik der Hochbaukonſtruktionen, Stuttgart 1899, S. 60 (auch Flußeiſen). — [14] Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 154; 1891, S. 355; 1893, S. 511; 1894, S. 175, 397; 1895, S. 414; 1896, S. 200; 1900, S. 363; 1905, S. 22. — [15] Grove, Ueber die Annahme von Spannungen bei Feſtigkeitsberechnungen, mit Berückſichtigung der Wöhlerſchen Verſuche, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, S. 312 (betr. Maſchinenbau). — [16] Winkler, Die hölzernen Brücken, Wien 1887, S. 13. — [17] Häſeler, Ueber die zuläſſige Inanſpruchnahme der eiſernen Brücken, Deutſche Bauztg. 1886, S. 290; Der Brückenbau, I, Die eiſernen Brücken, Braunſchweig 1888—1908, S. 31, 488. — [18] Weyrauch, Die Feſtigkeitseigenſchaften und Methoden der Dimenſionenberechnung von Eiſen- und Stahlkonſtruktionen, Leipzig 1889. — [19] Engeſſer, Ueber die Spannungszahlen bei Eiſenbauten, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1889, S. 324. — [20] Normen für die Berechnung der Belaſtung und Inanſpruchnahme von Baumaterialien und Baukonſtruktionen, Wochenſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1889, S. 1. — [21] Proscriptions relatives aux calculs, à la surveillance et à l'entretien des ponts métalliques en France et dans les différents pays d'Europe, Revue générale des chemins de fer 1891, S. 247 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1892, S. 159; Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 277). — [22] Verordnung betreffend Berechnung und Prüfung der eiſernen Brücken- und Dachkonſtruktionen auf ſchweizeriſchen Bahnen, Schweiz. Bauztg. 1892, XX, S. 86. — [23] v. Emperger, Eiſerne Gerippbauten der Vereinigten Staaten, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1893, S. 396, 410, 422, 497, 521 (Beanſpr. S. 499). — [24] Bedingungen für die Lieferung von Eiſenkonſtruktionen zu Brücken und Hochbauten der ſächſiſchen Bahnen, Schweiz. Bauztg. 1894, XXIV, S. 32. — [25] Gerber, Beſtimmung der Querſchnitte von Eiſenkonſtruktionen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 1039, 1067, 1103. — [26] Leitholf, Die Konſtruktion hoher Häuſer in den Vereinigten Staaten, Zeitſchr. f. Bauweſen 1895, S. 217 (Beanſpr. S. 228). — [27] Ebert, Ueber zuläſſige Beanſpruchungen von Eiſenkonſtruktionen, Deutſche Bauztg. 1896, S. 13, 24, 35, 47, 95, 227 (vgl. [29]). — [28] Hauger, Belaſtung und Berechnung eiſerner Brücken, Allgem. Bauztg. 1896, S. 110 (insbeſ. S. 114). — [29] Gerber, Ueber die zuläſſige Beanſpruchung der Eiſenkonſtruktionen, Deutſche Bauztg. 1896, S. 227 (ſ. a. Kräutle, S. 294). — [30] Bayer, Handbuch zur Berechnung der im Hochbau vorkommenden Konſtruktionen in Eiſen, Stein und Holz, Wien 1896. — [31] Hauger, Ueber zuläſſige Beanſpruchungen von Eiſenkonſtruktionen, Deutſche Bauztg. 1898, S. 184, 189. — [32] v. Emperger

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Tragfähigkeit von Ziegelmauerwerk, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899, S. 665. — [33] Derſ., Die zuläſſigen Inanſpruchnahmen des Eiſens im Hochbau, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1499 (ſ. a. Tetmajer 1900, S. 67). — [34] Vorſchriften über das Entwerfen der Brücken mit eiſernem Ueberbau (für die preuß. Staatsbahnen), Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 301. — [35] v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 220, 293, 296. — [36] Die neuen öſterreichiſchen Vorſchriften für den Bau und die Unterhaltung der Eiſenbahn- u. ſ. w. -brücken mit eiſernen und hölzernen Tragwerken, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 581 (Wortlaut vom 28. Auguſt 1904 in der Oeſterr. Zeitſchr. f. d. allg. Baudienſt). — [37] Denicke, Neuere Eiſenbahnbrücken in Nordamerika, Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 248, 267 (Beanſpruchungen S. 248). — [38] Förſter, Das Material und die ſtatiſche Berechnung der Eiſenbetonbauten, Leipzig 1907. — [39] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 89, 92, 343, 356. — [40] Bach, Die Maſchinenelemente, I, Leipzig 1908, S. 54, 94. — [41] Mehrtens, Eiſenbrückenbau, I, Leipzig 1908, S. 103, 588, 787, 791. — [42] „Hütte“ 1908, I, S. 394, 404, 411, 414; II, S. 93, 367. — S. a. Dimenſionenberechnung, Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre und die am Schluſſe obigen Artikels erwähnten Stichworte. *Weyrauch.*

Zulage, 1. das vom Zimmermann zugerichtete, zur Balkenlage, Fachwänden und Dachſtuhl gehörige Holzwerk, das in der Art, wie es zuſammengehört, aufeinandergelegt iſt; 2. ein Holzſtück, das beim Furnieren geſchweifter Flächen dazu dient, das Furnier beim Verleimen mittels der Leimzwinge (ſ. Bd. 6, S. 132) feſt in die Form zu preſſen. *Weinbrenner.*

Zulegeplatte, -zeug, ſ. Grubeninſtrumente, Bd. 4, S. 643.

Zunder bezeichnet die beim Erhitzen von gewiſſen Metallen, insbeſondere von Eiſen und Kupfer, ſich bildende Oxydſchicht, die bei der mechaniſchen Bearbeitung abfällt und auch als Hammerſchlag, Walzſinter bezeichnet wird.

Zundererz, ſ. Heteromorphit.

Zungenſtuhl, Webſtuhl mit feſtem Blatt (ſ. Weberei).

Zungenvorrichtung, ſ. Weichen.

Zuppinger-Rad, ſ. Waſſermotoren, S. 856.

Zurron (Tercio), Gewicht in Mittelamerika für Indigo und Kochenille, = 150 Libras = 69,014 kg.

Zuſammendrückbarkeit, ſ. Kompreſſionskoeffizient.

Zuſatzſpannungen heißen Spannungen (ſ. d.) der Träger (ſ. d.), welche nicht von der Belaſtung (Eigengewicht und Verkehrslaſt) herrühren. Es handelt ſich dabei um Spannungen, welche ſich unter den üblichen Vorausſetzungen ergeben, alſo um Teile der Grundſpannungen, nicht um Nebenſpannungen (ſ. d.).

Die häufigſt vorkommenden Zuſatzſpannungen ſind bedingt durch Winddruck (Dachſtühle, Brücken u. ſ. w.), Temperaturänderungen (ſtatiſch unbeſtimmte Bogen u. ſ. w.), Bewegungen von Stützpunkten (durchlaufende Balken, ſtatiſch unbeſtimmten Bogen u. ſ. w.), Zentrifugalkräfte in Kurven und Seitenſtöße der Fahrzeuge. Daneben können je nach Umſtänden Zuſatzſpannungen, durch ungleichmäßige Erwärmung (durchlaufende Balken u. ſ. w., Bd. 1, S. 513), durch künſtlichen Horizontalſchub (Bogen mit zwei Gelenken, Bd. 5, S. 139), durch Bremskräfte, Reibung der Lokomotivräder u. ſ. w. zu berückſichtigen ſein. Mitunter werden Zuſatzſpannungen geeigneten Sinnes abſichtlich herbeigeführt, um die Zahlenwerte der Geſamtſpannungen herabzuſetzen. Vgl. Horizontalſchub, künſtlicher, Bd. 5, S. 139, Montierungsſpannungen, Bd. 6, S. 489, und [1], S. 125, 148, [14], S. 90, 92, 98, 272, 279, 290. Dynamiſche Einwirkungen bewegter Laſten pflegen obiger Definition entſprechend nicht zu den Zuſatzſpannungen gerechnet zu werden und eine geſonderte Behandlung zu erfahren. Man ſehe darüber [11], [17], [20], S. 39, [21] und Verkehrslaſt, S. 768.

Literatur: [1] Weyrauch, Allgemeine Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, Leipzig 1873, S. 10, 43, 125, 148 (Vertikalbewegungen der Stützpunkte). — [2] Ferron, Theorie der Bremſen, Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1878, S. 141, 204; 1879, S. 135 (ſ. a. 152, 193). — [3] Weyrauch, Ueber Temperatureinflüſſe bei kontinuierlichen Trägern, Zeitſchr. f. Baukunde 1879, S. 437. — [4] Engeſſer, Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Laſtverteilung bei Brücken mit mehreren Hauptträgern, Zentralbl. der Bauverw. 1881, S. 355. — [5] Huth, Inanſpruchnahme eiſerner Eiſenbahnbrücken durch das Bremſen der Züge, Deutſche Bauztg. 1885, S. 334, 337, 346. — [6] Winkler, Theorie der Brücken, I, Wien 1886; II, Wien 1881; Eiſerne Brücken, IV, Wien 1884. — [7] Fleck, Ueber die Beanſpruchung der Fachwerkbrücken durch wagerechte Kräfte in der Trägerebene, Zentralbl. der Bauverw. 1886, S. 502 (ſ. a. 1887, S. 80). — [8] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887 (Winddruck). — [9] Zimmermann, Die Seitenkräfte zwiſchen Schiene und Rad, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 1387 (ſ. a. S. 1023, 1124, 1215). — [10] Engeſſer, Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken, I, Die Zuſatzkräfte, Berlin 1892. — [11] Melan, Ueber die dynamiſche Wirkung bewegter Laſten auf Brücken, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 293. — [12] Engeſſer, Zuſatzſpannungen durch Bremſen, Zeitſchr. f. Bauweſen 1894, S. 306. — [13] Weyrauch, Berechnung der neuen Bogenbrücke über den Neckar zwiſchen Berg und Cannſtatt, Allg. Bauztg. 1895, S. 49, 57, 73, 85 (Künſtlicher Horizontalſchub S. 77, Temperaturänderungen S. 79, Aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weichen der Widerlager S. 86). — [14] Zſchetzſche, Das Fachwerk mit künſtlich geſpannten Gliedern, Civilingenieur 1895, S. 425. — [15] Riedenauer, Künſtliche Spannungen in Eiſenbrücken, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 896. — [16] Hauger, Belaſtung und Berechnung eiſerner Brücken, Allg. Bauztg. 1896, S. 110 (Vorſchriften S. 125, 127). — [17] Zimmermann, Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Laſt, Zentralbl. der Bauverw. 1896, S. 249, 257, 264 (auch ſeparat, Berlin 1896). — [18] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, München 1897 (Temperatureinflüſſe, Ausweichen der Widerlager, künſtlicher Horizontalſchub). — [19] Mörſch, Nebenſpannungen (nach obiger Definition Zuſatzſpannungen) in Brückengewölben mit drei Gelenken, Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1900, S. 193. — [20] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 34, 39, 57, 65; Bd. 1, Leipzig 1904, S. 68, 136. — [21] Reißner, Schwingungsaufgaben aus der Theorie des Fachwerks, Zeitſchr. f. Bauweſen 1903, S. 135 (ſ. a. 1899, S. 477). — [22] Häfeler, Der Brückenbau, 4. Lief., Braunſchweig 1903—1908, S. 545, 661, 758, 823. — Ueber Winddruck (ſ. d.), Erddruck (ſ. d.) u. ſ. w. geben alle einſchlagenden Lehrbücher der Baumechanik Aufſchluß. *Weyrauch.*

Zuſchlag, im Hüttenweſen ſ. v. w. Zuſätze ſchlackenbildender Materialien, z. B. Zuſchläge beim Hochofenprozeß, ſ. Roheiſen, Bd. 7, S. 461.

Zuſchneidemaſchinen, Maſchinen zum Ausſchneiden von Geweben, Leder, Papier u. dergl., um Beſtandteile für Maſſenartikel, z. B. Schirme, Blumen, Kleider, Ledergalanteriewaren, Luxuspapiere zu gewinnen.

Kleinere Beſtandteile werden mit Ausſchlageiſen oder Ausſtanzmeſſern (ſ. Bd. 1, S. 412) unter geeigneten Preſſen (Schrauben-, Kurbel- oder Exzenterpreſſen) ausgeſchnitten. Größere Beſtandteile, beſonders für Leibwäſche, Kleider u. dergl., werden in eigentlichen Zuſchneidemaſchinen mit beweglichen Meſſern zugeſchnitten. Die Meſſer ſind entweder kreisförmig oder blattförmig. Das kreisförmige Meſſer iſt an einem aus zwei gelenkig verbundenen Teilen beſtehenden drehbaren Ausleger gelagert, wird mit großer Geſchwindigkeit um eine wagerechte Achſe gedreht und läßt ſich mit dem Ausleger nach allen Richtungen über den auf dem Tiſche liegenden Stoff hinbewegen und gleichzeitig um eine ſenkrechte Achſe beliebig drehen. Das blattförmige Meſſer iſt in ähnlicher Weiſe in einer beweglichen Vorrichtung gelagert und wird mit großer Schnelligkeit auf und nieder bewegt, um in den Stoff einzuſchneiden. Bei der Maſchine von Philippſon & Leſchziner in Berlin (D.R.P. Nr. 2510) beſteht die ſenkrechte Welle, von der aus das Kreismeſſer mittels Kegelrädern umgetrieben wird, aus zwei ineinander verſchiebbaren Teilen, von denen der untere von einem Handgriff umgeben iſt, der mit der Hand erfaßt und einer Schablone folgend bewegt wird, um den Schnitt zu vollführen. Der Stoff liegt auf einer nachgiebigen Unterlage. Vgl. a. D.R.P. Nr. 48592, 78763, 83206, 83377. † *E. Dalchow.*

Zuſtände, übereinſtimmende, Begriff der Wärmelehre.

Zwiſchen dem ſpezifiſchen Drucke p, dem ſpezifiſchen Volumen v und der abſoluten Temperatur T eines homogenen gasförmigen oder flüſſigen Körpers nahm van der Waals die Beziehung an [1], S. 62 (vgl. Bd. 4, S. 277):

$$\left(p+\frac{C}{v^2}\right)(v-b)=RT, \qquad 1.$$

worin C, b, R von der Körperart abhängige Konſtante bedeuten. Setzt man hierin:

$$p=m\,p_c, \qquad v=n\,v_c, \qquad T=w\,T_c, \qquad 2.$$

unter p_c, v_c, T_c die kritiſchen Werte verſtanden (ſ. Kritiſche Temperatur, Bd. 5, S. 711), ſo folgt:

$$\left(m\,p_c+\frac{C}{n^2\,v_c^2}\right)(n\,v_c-b)=w\,R\,T_c,$$

und mit den Bd. 5, S. 712, nach van der Waals gegebenen Ausdrücken von p_c, v_c, T_c:

$$\left(m+\frac{3}{n^2}\right)(3\,n-1)=8\,w. \qquad 3.$$

Da hiernach für alle dem Geſetze 1. folgenden Körper bei gleichen m, n, w die gleiche Beziehung 3. zwiſchen p, v, T beſteht, ſo bezeichnete van der Waals Zuſtände verſchiedener Körper, für welche deren p, v, T in den gleichen Verhältniſſen m, n, w zu den betreffenden kritiſchen Werten p_c, v_c, T_c ſtehen, als übereinſtimmende Zuſtände der Körper. Die Theorie der übereinſtimmenden Zuſtände, welche ſich in ähnlicher Weiſe auf Grund andrer Zuſtandsgleichungen aufſtellen läßt [1], S. 129, [5], S. 891, [14], S. 937, und durch Verſuche für eine Anzahl Stoffe annähernde Beſtätigung fand [4], [5], [6], [14] u. ſ. w. iſt durch van der Waals u. a. weiter ausgebildet worden. Nach ihr könnten z. B. Tabellen der p, v, t gegebener Stoffe auf Grund vorhandener Tabellen andrer Stoffe ergänzt werden. — Vgl. Siedetemperaturen, korreſpondierende.

Literatur; [1] Van der Waals, Die Kontinuität des gasförmigen und flüſſigen Zuſtandes, deutſch von Roth, Leipzig 1881, S. 124. — [2] Natanſon, Sur la correspondance des équations caractéristiques des gaz, Comptes rendus 1889, CIX, S. 855 (ſ. a. S. 890). — [3] Mathias, Remarque sur le théorème des états correspondants, Comptes rendus 1891, CXII, S. 85. — [4] Young, On the generalizations of van der Waals corresponding temperatures, pressures and volumes, Philosophical Magazine 1892, XXXIII, S. 153; 1894, XXXVII, S. 1. — [5] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 891. — [6] Amagat, Vérification d'ensemble de la loi des états correspondants de van der Waals, Comptes rendus 1896, CXXIII, S. 30 (ſ. a. S. 83 u. 1897, CXXIV, S. 547). — [7] Bakker, Zur Theorie der übereinſtimmenden Zuſtände, Zeitſchr. f. phyſik. Chemie 1897, XXI, S. 127, 507. — [8] Raveau, Le théorème des états correspondants etc., Journal de phys. 1897, IV, S. 432. — [9] Berthelot, Sur la loi des états correspondants, Comptes rendus 1900, CXXXI, S. 175. — [10] Hilton, A note on van der Waals equation (rein mathematiſche Behandlung), Philosophical Magazine 1900, I, S. 579; ſ. a. II,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 108. — [11] Weinſtein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I, Braunſchweig 1901, S. 472, 474. — [12] Happel, Bemerkungen zum Geſetz der korreſpondierenden Zuſtände und zur Zuſtandsgleichung, Ann. der Phyſik 1904, XIII, S. 346. — [13] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 844. — [14] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 655, 936. *Weyrauch.*

Zuſtand eines Körpers (Bd. 5, S. 539) oder ſonſtigen materiellen Syſtems (Bd. 6, S. 333). Derſelbe wird in der Energielehre und Wärmetheorie durch diejenigen Größen $x, y, \ldots$ charakteriſiert, welche als Unabhängigvariable die Energie E des Syſtems beſtimmen. Als Zuſtandsänderungen ſind dann die Aenderungen von $x, y, \ldots$ und der dadurch beſtimmten Größen (E, S, T, ſ. Bd. 3, S. 450; S. 815) ins Auge zu faſſen. Kehrt das Syſtem nach irgendwelchen Zuſtandsänderungen in ſeinen Anfangszuſtand zurück (d. h. zu den anfänglichen $x, y, \ldots$ und damit auch zu den anfänglichen E, S, T), ſo hat man es mit einem Kreisprozeß (ſ. d.) zu tun.

Bei beliebigem Koordinatenſyſtem beſteht die Geſamtenergie $E = F(x, y, \ldots) = N + U$ aus der augenblicklichen (erkennbaren) lebendigen Kraft oder aktuellen Energie N und der ſonſt im Syſtem vorhandenen Arbeitsfähigkeit oder virtuellen Energie U, welche in der Wärmetheorie für $N = 0$ als Energie ſchlechtweg (S. 815) und in der Mechanik bei Exiſtenz eines Kräftepotentials als potentielle Energie bezeichnet zu werden pflegt (Bd. 3, S. 450). Die Größen, welche N beſtimmen, charakteriſieren den äußeren Zuſtand, diejenigen, welche U beſtimmen, den inneren Zuſtand des Syſtems. In der mechaniſchen Wärmetheorie (ſ. d.) werden in erſter Linie Fälle betrachtet, in welchen von äußeren Kräften (Bd. 1, S. 103) nur ein auf die Oberfläche gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit wirkt und dieſer zuſammen mit dem Volumen v den inneren Zuſtand beſtimmt, $U = F(p, v)$. Wenn dann noch, wie gewöhnlich, $N = 0$ angenommen wird, ſo hat man auch die Geſamtenergie $E = U = F(p, v)$. Zugleich beſteht eine Beziehung $\psi(p, v, t) = 0$ zwiſchen p, v und der Temperatur t, welche die Zuſtandsgleichung heißt.

Die Aenderung der Energie eines Syſtems kann nur durch Aufnahme von außen oder Abgabe nach außen bedingt ſein, wobei ſowohl die Arbeit dK äußerer Kräfte (vgl. Aeußere Arbeit) als die ſonſtige Energie dQ (Wärme u. ſ. w.) in Betracht kommen, $dE = dK + dQ$. Umkehrbare Zuſtandsänderungen laſſen ſich derart rückgängig machen, daß unter Verwendung ungeänderter Energiequellen für die Abgabe und Aufnahme von dQ, dK die den Zuſtand beſtimmenden Größen $x, y, \ldots$ (in der Wärmetheorie meiſt p, v) beim Rückgange genau in entgegengeſetzter Folge durchlaufen werden wie beim Hingange, womit das Gleiche für die Energie und andre durch $x, y, \ldots$ beſtimmte Größen gilt (für E, S, T bezw. U, S, T), und an jeder Stelle, wo beim Hingange gewiſſe Energiemengen dQ, dK zuzuführen waren, beim Rückgange genau die gleichen Quanta zu entziehen ſind, und umgekehrt. Gelangt das Syſtem nach beliebigen, ſämtlich umkehrbaren Zuſtandsänderungen in ſeinen Anfangszuſtand zurück, ſo hat man einen umkehrbaren Kreisprozeß (Bd. 5, S. 690). Die Bedingungen der Umkehrbarkeit ſind von den auftretenden Energieformen abhängig. Bei Volumenänderungen müſſen ſtets die auf die Oberfläche wirkenden äußeren Kräfte mit den ihnen von innen entgegenwirkenden Kräften im Gleichgewichte ſein (abgeſehen von unendlich kleinen Verſchiedenheiten, wie ſie zum Beginne der Volumenänderungen nötig ſind), weil ſonſt nicht nacheinander Expanſion und Kompreſſion ſtattfinden könnte. Während eines Wärmeübergangs zwiſchen dem betrachteten Syſtem und einem äußeren Körper müſſen die beiderſeits in Frage kommenden Teile fortwährend von gleicher Temperatur ſein, weil bei verſchiedenen Temperaturen der Uebergang nur in der Richtung von der höheren zur niederen Temperatur erfolgen könnte (vgl. Temperatur). Unendlich kleine Verſchiedenheiten, wie ſie der Beginn des Uebergangs erfordert, ſind auch hier zugelaſſen. Unter den gewöhnlichen Vorausſetzungen der mechaniſchen Wärmetheorie (ſ. d.) genügen dieſe zwei Bedingungen der Umkehrbarkeit, welche zwar häufig als zutreffend angenommen werden, aber auch dann im allgemeinen nur annähernd erfüllt ſind. Beziehungen für die Zuſtandsänderungen der Wärmetheorie ſ. d. und Gaſe, Dampf (geſättigter und überhitzter), Aeußere Arbeit, Kreisprozeß, Adiabatiſche, Iſothermiſche, Iſodynamiſche, Polytropiſche Zuſtandsänderung, Iſodiabatiſche Zuſtandsänderungen u. ſ. w.

Literatur ſ. Energie, Wärmetheorie und die zuletzt erwähnten Stichworte. *Weyrauch.*

Zuſtandsdiagramme, Aufzeichnungen der verſchiedenen Temperaturen, bei denen Zuſtandsänderungen (Schmelzen bezw. Erſtarren, Zerfallen u. ſ. w.) von Legierungen bezw. Löſungen aller möglichen Miſchungsverhältniſſe der Komponenten auftreten.

Durch gleichzeitige Angabe der Zuſammenſetzung (Zuſtand) der Legierungen innerhalb der durch die Temperaturkurven beſtimmten Temperaturgrenzen erhält man durch das Zuſtandsdiagramm einen raſchen Ueberblick über den Aufbau der Legierung. Näheres ſ. Literatur unter Metallographie. *A. Widmaier.*

Zuſtandsgleichung, ſ. Zuſtand eines Körpers, Wärmetheorie. Vgl. Gaſe, Bd. 4, S. 276 (Boyle-Gay-Luſſacſches Geſetz), 277; Dampf, überhitzter, Bd. 2, S. 544.

Zwangläufigkeit heißt die einem ſtarren Körper erteilte Beweglichkeit,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die durch ſtetige Berührung des bewegten Körpers mit einem ſtarren Körper oder mit mehreren ſtarren Körpern ſo beſchränkt wird, daß die Punkte des bewegten Körpers ſich in beſtimmten Bahnen bewegen. *Burmeſter.*

Zwangſchienen, ſ. Radlenker.

Zwecke, vom Schuhmacher verwendete Nägel zur Befeſtigung der Abſätze und des Leders auf den Leiſten.

Zweigelenkbogen, Bogenträger mit zwei Kämpfergelenken ohne Zwiſchengelenke, ſ. Bogen, einfache, Bogenfachwerke; vgl. a. Dreigelenkbogen.

Zweikrempelſyſtem, ſ. Halbkammgarne.

Zweileiterſyſtem, ſ. Beleuchtung, elektriſche.

Zwickel, im allgemeinen ſpitz zulaufende Fläche oder deren Ausfüllung; insbeſondere 1. ein Wandfeld, das durch Verbindung des Bogens mit Säulenſtellungen entſteht, wobei dieſes durch die Archivolte (ſ. d.), den Architrav und die Säule bezw. den Pilaſter begrenzt wird. Die Zwickel pflegten in der römiſchen Architektur zumeiſt durch ſchwebende Geſtalten, in der Renaiſſance durch mannigfaltige Ornamente ausgezeichnet zu werden. 2. Bei Kuppelbauten der Teil, der ſich zwiſchen die Bogen und den kreisrunden Unterteil der Kuppel einſchiebt (ſ. Gewölbezwickel, Bd. 4, S. 521, Kuppel, Bd. 5, S. 790); 3. beim Straßenpflaſter diejenigen Pflaſterſteine von dreieckiger Form, die man beim ſpitzwinkeligen Zuſammentreffen oder Endigen von Pflaſterſteinreihen als Anfangsſtücke verwendet, auf welche die rechteckigen Steine folgen. *Weinbrenner.*



Zwicker (Zwickſteine), ſ. Auszwicken, Bd. 1, S. 415.

Zwickzange, ſ. Beißzange.

Zwiebeldach, entwickelt aus dem Kaiſerdach (ſ. Dach, Bd. 2, S. 490, Fig. 10), die in der Spätrenaiſſance mit Vorliebe angewendete, geſchwungene Dachform, welche im allgemeinen mit der Geſtalt einer Zwiebel viel Aehnlichkeit und namentlich bei Kirchtürmen reichliche Verwendung gefunden hat.

Anfänglich gedrückt und breit, wie an den Türmen der Stadt Augsburg, wovon die meiſten von Elias Holl († 1640) erbaut ſind, wurde es im Zopfſtil zu hohen und ſchlanken Helmen entwickelt, meiſt von origineller Form (ſ. die Figur, von der Peterskirche in Bruchſal). *Weinbrenner.*

Zwiebelmarmor, ſ. Cipollin.

Zwiefelkette, ſ. Schachtförderung, S. 584.

Zwillich (Zwilch), ſ. Weberei, S. 884.

Zwillingskurbelgetriebe iſt ein ſpezielles Doppelkurbelgetriebe (ſ. d.), bei welchem die vier Glieder bezw. die vier Seiten des Gelenkviereckes ein Antiparallelogramm bilden.

Es ſind demnach in der ſchematiſchen Zeichnung Fig. 1 die beiden Kurbeln ΦF, ΛL, welche ſich bezw. um die feſten Achſen Φ, Λ drehen, von gleicher Länge $\Phi F = \Lambda L$, und ferner ſind die Längen des feſten Gliedes $\Phi\Lambda$ und der Koppel FL gleich, alſo $\Phi\Lambda = FL$. Iſt eines der beiden längeren Glieder, wie z. B. das Glied $\Phi\Lambda$ feſt, ſo drehen ſich die beiden Kurbeln ΦF, ΛL um die feſten Achſen $\Phi\Lambda$ im entgegengeſetzten Sinne; dann heißt das Zwillingskurbelgetriebe ein gegenläufiges, und die beiden Kurbeln werden Gegenkurbeln genannt. Iſt eines der beiden kürzeren Glieder, z. B. das Glied ΦF, feſt, ſo drehen ſich die beiden Kurbeln $\Phi\Lambda$, FL um die feſten Achſen Φ, F in gleichem Sinne; dann heißt das Zwillingskurbelgetriebe ein gleichläufiges [1]. Nehmen wir an, daß in Fig. 2 das Glied ΦF feſt iſt, dann beſchreibt der Schnittpunkt $\mathfrak{P}$ der beiden in gleichem Sinne rotierenden Kurbeln $\Phi\Lambda$, FL in bezug auf das feſte Glied ΦF eine Ellipſe π, deren Brennpunkte ΦF ſind und deren große Achſe $II^0\,II^\pi$ gleich der Länge der Kurbeln $\Phi\Lambda$, FL iſt; denn infolge der kongruenten Dreiecke $\Phi F\mathfrak{P}$, $L\Lambda\mathfrak{P}$

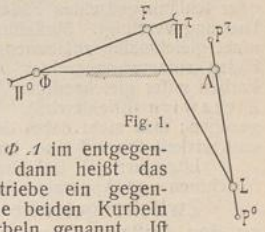


Fig. 1.

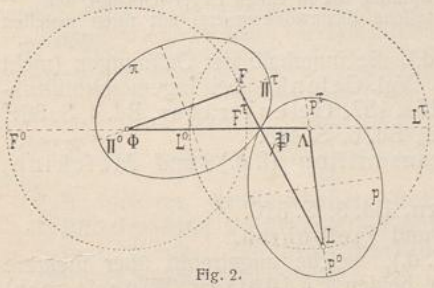


Fig. 2.

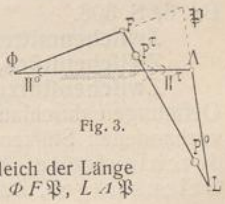


Fig. 3.

iſt die Summe $\Phi\mathfrak{P} + F\mathfrak{P} = \Phi A = FL$, alſo konſtant. In gleicher Weiſe ergibt ſich, daß der Punkt $\mathfrak{P}$ in bezug auf das bewegte Glied AL eine Ellipſe p beſchreibt, deren Brennpunkte A, L ſind, und deren große Achſe P^0P^ε gleich der Länge der Kurbeln ΦA, FL iſt. Dieſe beiden kongruenten Ellipſen π p berühren ſich im Punkt $\mathfrak{P}$ und liegen ſymmetriſch zu der im $\mathfrak{P}$ berührenden gemeinſamen Tangente. Denken wir uns die Ellipſe π mit dem feſten Gliede ΦF und die Ellipſe p mit dem bewegten Gliede AL verbunden, dann rollt bei dem gleichläufigen Zwillingskurbelgetriebe die Ellipſe p auf der feſten Ellipſe, und es wird dabei in den Durchſchlagslagen der Scheitel P^0 mit dem Scheitel Π^0, ſowie der Scheitel P^ε mit dem Scheitel Π^ε in Berührung kommen. Betrachten wir dagegen das Glied ΦA als feſt, dann erhalten wir das gegenläufige Zwillingskurbelgetriebe, und bei dieſem rotieren die beiden aufeinander rollenden Ellipſen π, p mit den Kurbeln ΦF, AL bezw. um die feſten Achſen in den Brennpunkten Φ, A. Werden die Ellipſenflächen als Scheiben betrachtet und die elliptiſchen Ränder mit ineinander greifenden Zähnen verſehen, ſo bewirken dieſe elliptiſchen Räder (ſ. d.) ohne die Koppel FL dieſelbe Bewegung der Glieder ΦF, AL wie das gegenläufige Zwillingskurbelgetriebe. Um bei dem Zwillingskurbelgetriebe eine ſtetige Bewegung über die Durchſchlagslagen zu vermitteln, welche eintreten, wenn die Koppel FL nach F^0L^0 und $F^\varepsilon L^\varepsilon$ gelangt, kann man, wie in Fig. 1, es einrichten, daß jene Scheitel P^0, Π^0, ſowie P^ε, Π^ε gleichſam als Zahn und Lücke ineinander greifen. In Fig. 3 befinden ſich die Punkte Π^0, Π^ε auf dem feſten Gliede ΦA und die Punkte P^0P^ε auf der Koppel FL; denn durch analoge Betrachtungen wie vorhin ergibt ſich, daß der Schnittpunkt $\mathfrak{P}$ der verlängerten Kurbeln ΦF, AL in bezug auf das feſte Glied ΦA, eine Hyperbel beſchreibt, deren Brennpunkte Φ, A ſind, und deren Hauptachſe $\Pi^0\Pi^\varepsilon$ gleich der Länge der Kurbeln ΦF, AL iſt; ferner in bezug auf das bewegte Glied FL eine gleiche Hyperbel beſchreibt, deren Brennpunkte E, L ſind, und deren Hauptachſe P^0P^ε gleich der Länge der Kurbeln ſind. Einer gleichförmigen Umdrehung der einen Kurbel des Zwillingskurbelgetriebes entſpricht eine ungleichförmige Umdrehung der andern Kurbel, und dieſe ungleichförmige Bewegung kann durch ein Geſchwindigkeitsdiagramm (ſ. d.) veranſchaulicht werden [2].

Literatur: [1] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875; Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Hamburg u. Leipzig 1883, Bd. 2, S. 118. — [2] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 302, 320, 822. *Burmeſter.*

Zwirl (Dreizack), ſ. v. w. Mitnehmer für Arbeitsſtücke aus Holz, die auf der Drehbank bearbeitet werden, aus einer gegabelten Spitze beſtehend; er wird in die Drehbankſpindel eingeſchraubt oder mit einem koniſchen Zapfen in ſie eingeſteckt.

Zwirn, Zwirnen. Zwirnen iſt die Erſtellung eines aus mehreren geſponnenen Fäden zuſammengedrehten Zwirnfadens auf einer Maſchine (Auszwirnmaſchine), welche, nach Art der Muleſpinnmaſchine oder der Waterſpinnmaſchine (ſ. Bd. 1, S. 612) konſtruiert, als Aufſteckung direkt die Windung der Spinnmaſchine oder dann dieſe umgeſpult beſitzt, als Spindel eine nackte Spindel, eine Flügelſpindel (Flügelzwirnmaſchine) oder eine Ringſpindel (Ringzwirnmaſchine) hat, und deren Lieferwalzen immer nur ein Paar glatte Zylinder ſind, weil der geſponnene Faden nicht geſtreckt werden darf [1].

Nach Anzahl (zwei bis acht) der mehr oder weniger feſt zuſammengedrehten Fäden heißt der Zwirn zwei-, drei-, vier- u. ſ. w. drähtiger; der Draht bezw. die Fadenzahl beſtimmt die Feſtigkeit des Produkts (vgl. a. Garn und Garnprüfung). Doubliertes Garn beſteht aus loſe oder ſchlank gedrehten Fäden; beim gezwirnten Garn (Nähzwirn) ſind die Fäden unter ſtarker Drehung vereinigt. Maſſeldrähtig oder hohldrähtig, auch meißeldrähtig, wird der Zwirn bei nicht gleichmäßig zuſammengedrehten Fäden. Mit Stärke appretierter, aus zwei, drei oder vier Fäden zuſammengedrehter Nähzwirn heißt Eifengarn. Werden Fäden von verſchiedenen Farben unter gleichzeitiger Veränderung der Drehung und Spannung verarbeitet, ſo entſteht der Zierzwirn (Effektzwirn). Vielfach wird der Zwirn mit der Knäuelwickelmaſchine auf Knäuel gezogen; man zieht dabei den Faden durch eine in einer rotierenden Gabel angebrachte Oeſe und wickelt ihn auf einer langſamer gehenden Spindel, die in einem Bügel ſchwingt, auf.

Literatur: [1] Boßhard, O., Die mechaniſche Baumwollzwirnerei mit ihren neueſten Maſchinen und Apparaten, Weimar 1891. *Boßhard.*

Zwiſchengelenke bei Trägern (ſ. d.), die innerhalb der Oeffnungen (nicht an den Auflagern) gelegenen Gelenke. Vgl. Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen, Bd. 4, S. 358, Bogen, Bd. 2, S. 154, 157, Gelenkträger, Bd. 4, S. 361, Träger, S. 585, Mittengelenkbalken, Bd. 6, S. 448. *Weyrauch.*

Zwiſchenmaſchinen, ſ. v. w. Transmiſſion (ſ. d.) und Maſchine, Bd. 6, S. 308.

Zwiſchenmittel, ſ. Erzlagerſtätten, Bd. 3, S. 510.

Zwiſchenſtück, ſ. Obergeſtänge und Tiefbohren.

Zwiſchenſtützen bei Trägern (ſ. d.), welche ungetrennt über mehrere Oeffnungen durchlaufen, die außer den beiden Endſtützen (Widerlagern) vorhandenen Stützen. Vgl. Träger, S. 585; Pfeiler, Bd. 7, S. 83; Balken, durchlaufende, Bd. 1, S. 507; Bogen, durchlaufende, Bd. 2, S. 153, Gelenkträger, Bd. 4, S. 361, u. ſ. w. *Weyrauch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zwiſchenträger, diejenigen Träger zwiſchen den Hauptträgern einer Brücke, welche die Fahrbahnlaſt auf die Hauptträger übertragen. Meiſt ſind es Längsträger (Schienenträger u. ſ. w.) und Querträger. Vgl. Brücken, eiſerne, Bd. 2, S. 333, Fahrbahngerippe, Bd. 3, S. 573, und Schnittkräfte, Bd. 7, S. 768.

Weyrauch.

Zwiſchentransport in der Aufbereitung zwiſchen den einzelnen Maſchinen einſchließlich der zugehörigen Verladung ſoll tunlichſt ſelbſttätig erfolgen. Man ordnet daher die Apparate in mehreren Etagen untereinander an, wodurch die einzelnen Produkte in der Hauptſache abwärts zu befördern ſind. Sie gelangen durch ihre eigne Schwere in Abfallrohren, in geneigten Gerinnen oder auf Rutſchen an den Ort ihrer Beſtimmung. Müſſen die Gerinne ſo flach liegen, daß ein ſelbſttätiges Gleiten des Gutes nicht mehr ſtattfinden würde, ſo kann dasſelbe durch Zuführung von Waſſer oder durch Schüttelbewegung der Gerinne befördert werden. — Zum Heben der Produkte auf größere Höhen dienen ausnahmslos Becherwerke (ſ. Bd. 1, S. 641), während für kleinere Höhen Heberäder, auch Schöpfräder genannt (ſ. Bd. 7, S. 275), zur Verwendung gelangen. Trübe für die Herdarbeit (ſ. Bd. 5, S. 41) wird wohl auch durch Zentrifugalpumpen (ſ. Bd. 7, S. 286) gehoben, doch findet hierbei ein nachteiliges Zerſchlagen der Erzteilchen ſtatt [1]. — Ueber die Fördermittel in wagerechter oder wenig geneigter Richtung ſ. Förderrinne, Gurtförderer, Schnecken und Maſſentransport.

Literatur: S. die Lehrbücher über Aufbereitung Bd. 1, S. 350. — [1] Seemann, L., Mitteilungen aus dem Gebiete der Aufbereitung, Jahrbuch für das Berg- und Hüttenweſen im Königreich Sachſen 1893, S. 83. — [2] Broja, K., Der Steinkohlenbergbau in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Leipzig 1894, S. 70.

Treptow.

Zylinder. Bei parallelen Endflächen und beliebig geſtalteter Grundfläche iſt der Kubikinhalt gleich Grundfläche mal Höhe. Kreiszylinder mit parallelen Endflächen (r = Halbmeſſer der Grundfläche, h = Höhe): Inhalt $= \pi r^2 h$, Mantelfläche $= 2\pi r h$, geſamte Oberfläche $= 2\pi r(r+h)$. Schief abgeſchnittener Kreiszylinder (r = Halbmeſſer der Grundfläche, h_1 = kürzeſte Mantellinie, h_2 = längſte Mantellinie): Inhalt $= \pi r^2 \frac{h_1+h_2}{2}$, Mantelfläche $= \pi r(h_1+h_2)$.

Mehmke.

Zylinder, 1. Hauptbeſtandſtück der Zylinderhemmung, ſ. Uhr; 2. Beſtandteil (Prisma) des Jacquardgetriebes, ſ. Weberei; 3. in der Müllerei, ſ. Sichterei.

Zylinderbälge, ſ. Blaſebälge.

Zylinderflächen entſtehen, wenn eine gerade Linie ſich ohne Aenderung ihrer Richtung nach irgend einem Geſetz bewegt, z. B. ſo, daß ſie fortwährend eine gegebene Kurve (Leitkurve, Leitlinie) trifft oder eine gegebene Fläche berührt.

Jede Lage der Erzeugenden wird eine Mantellinie genannt. Jede Zylinderfläche kann als Kegelfläche betrachtet werden, deren Spitze (in der Richtung der Mantellinien) unendlich fern liegt. Je zwei ebene Schnittkurven einer Zylinderfläche ſind perſpektiv-affine Figuren, deren Affinitätsachſe die Schnittlinie der beiden Ebenen iſt. Von parallelen Ebenen wird die Fläche in kongruenten Kurven geſchnitten. Ebenen parallel zu den Mantellinien ſchneiden in Mantellinien. Die Tangentialebene in einem beliebigen Punkt berührt längs der durch dieſen Punkt gehenden Mantellinie. Die Krümmungslinien beſtehen in den Mantellinien und den Schnittkurven mit den zu den Mantellinien ſenkrechten Ebenen. Die eine der Hauptkrümmungen iſt in jedem Punkt gleich Null. Die Zylinderflächen gehören zu den abwickelbaren Flächen. Bei der Abwicklung verwandeln ſich die Mantellinien in parallele Gerade; jeder ſenkrechte Schnitt verwandelt ſich in eine zu den Mantellinien ſenkrechte Gerade. Alle Zylinderflächen, deren Mantellinien die Richtungs-Coſinus l, m, n haben, genügen der partiellen Differentialgleichung

$$l\frac{\partial z}{\partial x} + m\frac{\partial z}{\partial y} - n = 0,$$

deren allgemeinſte Löſung $\Phi(x - lz,\ x - mz) = 0$ iſt, wobei Φ eine willkürliche Funktion bezeichnet.

Mehmke.

Zylinderform, -knotenfänger, -kocher, ſ. Papierfabrikation.

Zylindermange, ſ. Kalander, Mange.

Zylinderpreſſe, ſ. Tuchfabrikation, S. 636.

Zylinderprisma wird zuweilen das auch als Prismenlupe zu bezeichnende beſondere Glasprisma genannt.

Es unterſcheidet ſich vom gewöhnlichen gleichſchenklig-rechtwinkligen Prisma dadurch, daß an dieſem die eine Kathetenfläche durch eine Zylinderfläche erſetzt iſt, deren Achſe parallel zu den Prismenkanten iſt (vgl. die Figur S. 1046). Während das gleichſchenklig-rechtwinklige

Prisma das Bild eines Gegenſtands um einen rechten Winkel zu drehen geſtattet, ſo daß z. B. ein horizontal liegender Teilſtrich vertikal erſcheint, gewährt das Zylinderprisma dabei zugleich noch eine Vergrößerung des Bildes. Es wird bei manchen geodätiſchen Inſtrumenten angewendet, z. B. bei der Buſſole von Schmalkalder (ſ. Bd. 2, S. 410), wo dem Blick in der Vertikalebene des Diopters zugleich die Striche und Zahlen der in Wirklichkeit horizontal liegenden Teilung aufrecht und vergrößert erſcheinen ſollen; bei manchen Nivellierinſtrumenten (z. B. den beim neuen franzöſiſchen Feinnivellement eingeführten), bei denen zugleich mit dem Blick in die Ziellinie des Fernrohrs die Enden der Libellenblaſe ſcharf beobachtet werden ſollen u. ſ. w.



Zylinderſchermaſchine, ſ. Tuchfabrikation, S. 634.

Zylinderſchützen, ſ. Kammerſchleuſe und Waſſermotoren.

Zytaſe, ſ. Malz, Bd. 6, S. 288.

Zuſätze und Berichtigungen.

In den Artikeln des Unterzeichneten aus der Wärmetheorie, Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre und Statik der Baukonſtruktionen ſind zur Vermeidung falſcher Berechnungen folgende Berichtigungen vorzunehmen:

Band 1. S. 358 in den Formeln 19. und 23. iſt $\frac{3}{2}$ durch 12 zu erſetzen; S. 662 ſollen die zweiten Formeln in Zeile 4 und 7 von unten beginnen: $\sum_{0}^{t} P$; S. 744, Zeile 5 von oben, vor der eckigen Klammer, hat + an Stelle von — zu treten.

Band 2. S. 164 im Nenner des erſten Bruches von Formel 21. iſt + durch — zu erſetzen.

Band 3. S. 118 ſollen die beiden Formeln 4. E' an Stelle von E enthalten; S. 385 im Zähler des Ausdrucks von E unter 16. hat σ an Stelle von λ zu treten; S. 536 ſind die Nummern der Figuren 17 und 18 zu vertauſchen; S. 552 hat die Formel 3. zu lauten: $\Sigma Q q + \Sigma R r = \sum_{s} S \Delta s$.

Band 4. S. 358, Zeile 7 von unten, iſt 219 anſtatt 299 zu ſetzen; S. 735, Zeile 13 von unten, hat 233 an Stelle von 223 zu treten.

Band 7. S. 364 über Kolumne 4 der Tabelle, iſt w_v durch w_p zu erſetzen.

Band 8. S. 175, Zeile 6 von unten, ſoll 0,033266 an Stelle von 0,33266 ſtehen.

Weyrauch.

Ferner ſind außer den in Band 2, S. 800, und Band 3, S. 794, bereits angegebenen Berichtigungen und Zuſätzen noch nachfolgende erforderlich:

Band 1. S. 46, Zeile 17 von unten, ſoll es in der Formel für P heißen $\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2$ ſtatt $\left(\frac{\partial U^2}{\partial y}\right.$.
S. 192, unterſte Zeile, iſt im Nenner der Gleichung für v zu ſetzen $n \cdot 60$ ſtatt 60.
S. 243, Zeile 23 von oben lies Schlippes Salz ſtatt ſchlippes Salz.

Band 2. S. 592, unterſte Zeile, iſt an Stelle von p^2 zu ſetzen p_2; ferner ſind in beiden Formeln für p_2 die zweiten, unter dem Wurzelzeichen ſtehenden Glieder noch mit 10^{10} zu dividieren.
S. 712 iſt in der Tabelle ſtatt Erdkugel Erdkrümmung zu leſen.

Band 3. S. 123, Zeile 4 von unten, lies $y = (p - p_0) : \gamma$ ſtatt $y = (p - p_0) \cdot \gamma$.
S. 689, Zeile 25 von unten, lies meiſt heteromorphe ſtatt iſomorphe.

Band 4. S. 709, Fußnote, lies $W =$ Widerſtandsmoment, $G =$ Gewicht in Kilogramm pro laufenden Meter und $W \sim \begin{cases} 45 \text{ cm}^3 \\ 100 \text{ „} \end{cases}$ ſtatt Querſchnittsfläche, Gewicht in Kilogramm und qcm.

Band 5. S. 7 ſoll an Stelle von Gleichung 10 geſetzt werden: $p_s = p_a \left(\frac{v_a}{v_s}\right)^{1{,}333}$ und an Stelle von Gleichung 11: $L\ddot{u} = 4\, p_a\, v_a + 4{,}407\, p_s\, v_s - 8{,}407\, p_o\, w_{o_1}$; [S. 206, Zeile 13, gehört u_1 als Multiplikator vor das erſte Glied auf Zeile 14;
S. 374, Zeile 1 von oben, lies Kopf ſtatt Knopf.

Band 6. S. 323, Tabelle, Zeile 22 von unten, lies in der fünften Spalte 241,0 ſtatt 24,1.
S. 711, unter Fig. 33, lies Befeſtigung ſtatt Beſeitigung.

Band 7. S. 723, Zeile 27 von oben, lies Griesſtänder ſtatt Griespfeiler.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verzeichnis der Mitarbeiter

für die zweite Auflage des

Lexikons der gesamten Technik

herausgegeben im Verein mit Fachgenossen

von

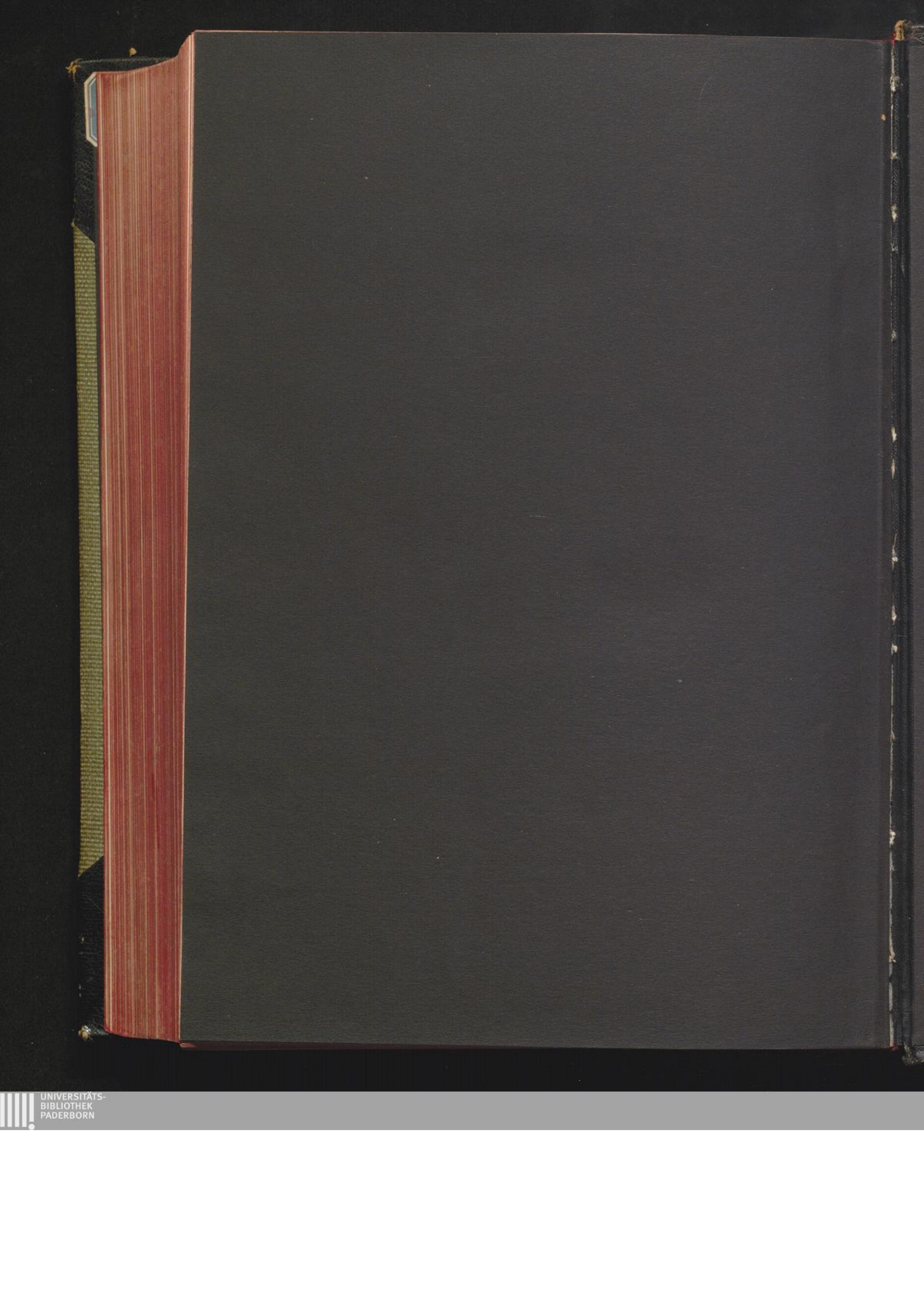
Otto Lueger.

Abegg, Dr. R., Prof. der Universität in Breslau.
Ambronn, Prof. Dr. L., K. Sternwarte, Göttingen.
Andés, Louis Edgar, Lackfabrikant und techn. Konsulent in Wien.
Arndt, C., Patentanwalt in Braunschweig.
Becher, Friedr., Ingenieur in Landsberg a. W.
Beck, Theod., Prof. der Großh. Technischen Hochschule in Darmstadt.
Beckert, Th., Regierungs- und Gewerbeschulrat in Schleswig.
Beyerlen, A., Ingenieur in Stuttgart.
Birk, A., Prof. der k. k. Technischen Hochschule in Prag.
Blecken, C., Ingenieur in Höchst a. M.
† *Bork*, W., Geh. Baurat in Berlin.
† *Borries*, v., Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Technischen Hochschule in Berlin.
Boßhard, Otto, Professor am Technikum in Winterthur.
Bräuler, Dr., Geh. Reg.-Rat, Prof. d. K. Techn. Hochschule in Aachen.
Brauer, E., Geh. Hofrat, Prof. der Großh. Technischen Hochschule in Karlsruhe.
Breuer, Carl, Fabrikant in Berlin-Friedenau.
Brix, J., Stadtbaurat a. D., Prof. der K. Technischen Hochschule in Berlin.
Buhle, M., Prof. der K. Technischen Hochschule in Dresden.
Bujard, Dr. A., Direktor des Städt. Chem. Laboratoriums in Stuttgart.
Burmester, Dr. L., Prof. der K. Technischen Hochschule in München.
Cario, C., Direktor in Magdeburg.
Cauer, Geh. Baurat Prof. W., in Berlin.
† *Dalchow*, E., Patentanwalt und Zivilingenieur in Berlin.
Deite, Dr. C., Fabrikbesitzer in Berlin.
Dolezalek, C., Geh. Reg.-Rat, Dr. ing., Prof. der K. Technischen Hochschule in Berlin.
Drach, A., Geh. Oberbaurat, Prof. der Großh. Technischen Hochschule in Karlsruhe.
† *Dralle*, Dr. Ch., Fabrikbesitzer in Aachen.
Dümmler, K., Architekt in Charlottenburg.
Eder, Hofrat Dr. J. M., Prof. der k. k. Technischen Hochschule und Direktor der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.
Fickentscher, Ch., Kais. Techn. Rat in Steglitz.
† *Findeisen*, F., Oberbaurat in Stuttgart.
Finsterwalder, Dr. S., Prof. der K. Technischen Hochschule in München.
Fischer, Hugo, Prof. der K. Technischen Hochschule in Dresden.
† *Frank*, Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Technischen Hochschule in Hannover.
Freygang, Paul, Ingenieur in Dresden.
Friedlaender, Prof. P., in Wien.
Frobenius, Oberstleutnant a. D. in Charlottenburg.
Frühling, A., Geh. Baurat, Prof. d. K. Technischen Hochschule in Dresden.
Fünfstück, Dr. M., Prof. der K. Technischen Hochschule in Stuttgart.
Gaab, F. C. W., Ingenieur in Düsseldorf.
† *Goering*, A., Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Technischen Hochschule in Berlin.
† *Grosmann*, Fr., Baurat, Landesfeuerlöschinspektor a. D. in Stuttgart.
Großmann, Prof. Dr. L., an der Deutschen Seewarte in Hamburg.
Gruenhaldt, Otto, Fabrikant in Stuttgart.
Günther, Dr. S., Prof. der K. Technischen Hochschule in München.
Hacker, H., Geh. Baurat in Friedenau.
Häffelbarth, Arno, Fabrikdirektor in Weimar.
Häußermann, Dr. K., früher Prof. der K. Technischen Hochschule in Stuttgart.
Halmhuber, G., Oberbaurat, Prof. der K. Technischen Hochschule in Hannover.
Hammer, Dr. E., Prof. der K. Technischen Hochschule in Stuttgart.
Hanausek, Prof. Dr. T. F., Gymnasialdirektor in Krems a. D.
Hardegg, G., Baurat in Stuttgart.
Hartmann, Prof. K., Geh. Reg.-Rat, Dozent der K. Technischen Hochschule in Berlin.
Haußmann, K., Prof. der K. Technischen Hochschule in Aachen.
Heimann, H., Ingenieur u. Patentanwalt, Berlin.
Herre, Otto, Ingenieur und Lehrer am Technikum in Mittweida.
Herzfeld, Dr. H., staatl. appr. Nahrungsmittelchemiker in Berlin.
Hildebrandt, Herm., Oberingenieur in Geestemünde.
Hilgard, K. E., früher Prof. am Eidgen. Polytechnikum in Zürich.
Hillmer, Gg., Prof. der K. Landw. Akademie in Bonn-Poppelsdorf.
Hoch, J., Ingenieur, Professor der Baugewerkschule in Lübeck.
Hoffmann, Otto, Fabrikdirektor in Friedrichsfeld-Mannheim.
Holzt, Prof. A., Direktor des Technikums in Mittweida.
Ihering, A. v., Geh. Reg.-Rat, früher Dozent der Universität in Berlin.
Jentsch, O., Kais. Postrat in Erfurt.
Klaiber, R., Amtmann in Stuttgart.
Köchy, Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Technischen Hochschule in Aachen.
Köhler, Dr. L., Ministerialrat, K. Württ. Bundesratsbevollmächtigter, Berlin.
König, Dr. J., Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Universität in Münster i. W.
Koll, H., Ingenieur in Chemnitz.
Koll, Prof. O., Geh. Oberfinanzrat in Berlin.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kraft, Prof. M., in Wien.
Krauſe, Rud., Ingenieur und Lehrer am Technikum in Mittweida.
Krüger, Dr. F., in Göttingen.
Krug, Dr., Bergamtsrat, Prof. der K. Bergakademie in Freiberg i. S.
Kübler, H., Baurat, Prof. der K. Techn. Hochſchule in Stuttgart.
Launhardt, Dr. ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Hannover.
Leppla, Prof. Dr. A., K. Landesgeologe in Berlin.
Linde, Dr. C. v., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in München.
Lindner, G., Reg.-Baumeiſter, Prof. der Großh. Techniſchen Hochſchule in Karlsruhe.
† *Lippert*, Dr. P., Bibliothekar in Berlin.
Lubberger, Baurat in Freiburg i. B.
Lüdicke, A., Geh. Hofrat, Prof. der Herzogl. Techniſchen Hochſchule in Braunſchweig.
Lueger, Dr. phil. und Dr. ing. O., früher Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Mantel, G., Kontrollingenieur beim Eidgen. Eiſenbahn-Departement in Zürich.
Mehmke, Dr. R., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Melan, Joſ., Ingenieur, Prof. der k. k. Techniſchen Hochſchule in Prag.
Meyer, Dr. Eugen, Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Berlin.
Mezger, Dr. O., Chemiker in Stuttgart.
Moedebeck, H. W. L., Oberſtleutnant in Berlin.
Möhlau, Dr. R., Geh. Hofrat, Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Dresden.
Mörſch, E., früher Prof. am Eidgen. Polytechnikum in Zürich.
Moye, Dr. A., Chemiker und Gipstechniker in Berlin.
Müller, E., Geh. Hofrat, Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Dresden.
Nießen, E. von, Kapitänleutnant a. D., Patentanwalt in Berlin.
Novak, Dr. Franz, Prof. der k. k. Graphiſchen Lehr- und Verſuchsanſtalt in Wien.
Oertel, Friedr., Fabrikant in München.
Oidtmann, Dr. H., in Linnich.
Ott, L., Dipl.-Ing. in Kempten.
Pachnik, Joh., k. k. Oberbaurat in Wien.
Päßler, Prof. Dr. J., Vorſtand der Deutſchen Verſuchsanſtalt für Lederinduſtrie in Freiberg i. S.
Pistor, Dr. E., Sekretär der Handels- und Gewerbekammer in Wien.
Plato, Dr. F., Geh. Reg.-Rat, Mitglied der Normaleichungskommiſſion in Berlin.
Pollak, J., k. k. Baurat in Wien.
Proell, R., Dr. ing. in Dresden.
Queisner, R. W., Hauptmann a. D. in Aachen.
Rathgen, Prof. Dr. F., Chemiker der K. Muſeen in Berlin.
† *Reinhertz*, Dr. C., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Hannover.
Reinitzer, Friedr., Prof. der k. k. Techniſchen Hochſchule in Graz.
† *Ritter*, Dr. W., Prof. am Eidgen. Polytechnikum in Zürich.
Roth, Prof. H., Dozent an der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Rudeloff, Geh. Reg.-Rat Prof. M., Direktor der K. Materialprüfungsanſtalt in Gr.-Lichterfelde.
Saalfeld, H., Buchbindermeiſter in Halle a. S.
Sauer, Dr. A., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Schaar, Gg. F., Direktor der Thüring. Gasgeſellſchaft in Leipzig.
† *Schell*, Dr. W., Geh. Hofrat, Prof. der Großh. Techniſchen Hochſchule in Karlsruhe.
Scheurlen, Dr. E., Obermedizinalrat in Stuttgart.
Schmidt, Geh. Hofrat, Prof. Dr. Aug., in Stuttgart.
Schmitt, Dr. phil. und Dr. ing. Ed., Geh. Baurat, Prof. der Großh. Techniſchen Hochſchule in Darmſtadt.
Schneller-Mohrthal, Otto v., k. k. Oberbaurat in Wien.
Schöttler, R., Geh. Hofrat, Prof. der Herzogl. Techniſchen Hochſchule in Braunſchweig.
Schrott, Dr. P. v., Ingenieur in Wien.
Schuberth, Max, Reviſions-Oberingenieur in Berlin.
Schütte, Joh., Dipl.-Ing., Prof. der K. Techn. Hochſchule in Danzig.
Schwarz, Tjard, Kaiſ. Geh. Marinebaurat in Kiel.
Schwarz, Gg., Direktor der Fahrzeugfabrik in Eiſenach.
Schwarz, Carl, Fahrradwerke Neckarſulm.
Seyfferth, Dr. Eug., Direktor der Fabrik für Schießwolle u. rauchloſes Pulver in Troisdorf.
Sick, Dr. P., Rechtsanwalt in Stuttgart.
Singer, Ad., Chemiker in Bradford.
Sommerfeld, Dr. A., Prof. der K. Techn. Hochſchule in München.
Specht, K., Ingenieur in Berlin.
Sproeſſer, Dr. ing. Ludwig, in Stuttgart.
Stoeving, Curt, Architekturmaler, Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Berlin.
Stübben, J., Dr. ing., Ober- und Geh. Baurat in Berlin.
† *Tiedemann*, L. v., Geh. Reg.-Rat in Wannſee.
Treiber, E., Dipl.-Ingenieur in Winterthur.
Treptow, E., Oberbergrat, Prof. der K. Bergakademie in Freiberg i. S.
Unger, A. W., Prof. der k. k. Graph. Lehr- und Verſuchsanſtalt in Wien.
Vonderlinn, Prof. J., Direktor der K. Baugewerkſchule, Münſter i. W.
Weber, Hugo, Eiſenbahn-Ingenieur in Karlsruhe i. B.
Weinbrenner, A., Oberbaurat, Prof. der Großh. Techniſchen Hochſchule in Karlsruhe i. B.
Weitz, Dr. M., Sekretär der Delegation der vereinigten Salpeterproduzenten in Berlin.
Weyrauch, Dr. J. v., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Widmaier, A., Prof. der K. Techn. Hochſchule in Stuttgart.
Wille, R., Generalmajor z. D. in Charlottenburg.
Wille, Hauptmann und Batteriechef, Liſſa i. P.
Willkomm, Prof. G., Limbach i. S.
Willmann, Leo v., Prof. der Großh. Techniſchen Hochſchule in Darmſtadt.
Wölffing, Dr. E., Prof. der K. Techniſchen Hochſchule in Stuttgart.
Wrobel, E., Dipl.-Ingenieur, Techniſcher Direktor in Graudenz.
Ziffer, E. A., behördl. autor. Zivilingenieur in Wien.
Zſchokke, Konr., Ingenieur, Nationalrat in Aarau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

GHP: 03 M24137

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P
03

LUEGER

LEXIKON
DER
GESAMTEN
TECHNIK

VIII

Schwefelsäure-
salze
bis
Zytase.

M
24 137

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN