UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1906]

F

urn:nbn:de:hbz:466:1-83332

Visual Library

F

als Abkürzungszeichen auf deutſchen Reichsmünzen die Münzſtätte Stuttgart, auf älteren preußiſchen Münzen Magdeburg, auf älteren öſterreichiſchen Hall (Tirol), auf franzöſiſchen Angers. — Bei engliſchen Thermometerangaben bedeutet *F* = Fahrenheit. — In der Chemie iſt *F*(*Fl*) das Zeichen für Fluor.

Fabrik (von fabrica, Werkplatz, Werkſtätte), ein oder mehrere Gebäude zu gewerblicher Tätigkeit, meiſt in großen Verhältniſſen und unter Anwendung von Waſſer-, Dampf- oder elektriſcher Kraft. Die Lage einer Fabrik iſt daher meiſt entfernt von Wohnſtätten, vor Städten oder in beſonders hierfür beſtimmten Vierteln anzuordnen.

In der Grundrißanordnung haben ſich zwei verſchiedene Arten herausgebildet:

1. lange, mehrſtöckige Gebäude, die von beiden Langſeiten ihr Licht erhalten; hierbei werden die Zugänge, Treppen und Aborte an der ſchmalen Giebelſeite errichtet und vorteilhaft in turmartigen, feuerſicheren Anbauten vorgelegt; die Dachbildung iſt das einfache Satteldach;
2. ſehr breite und tiefe einſtöckige Bauten, die durch Sägedächer (ſ. Dach) zu überdecken und zu erhellen ſind. Die Zimmer der Verwaltung und Aufſicht ſollen bequem und leicht zu erreichen ſein und möglichſt viel Ueberſicht bieten. — In geſundheitlicher Hinſicht ſollen die

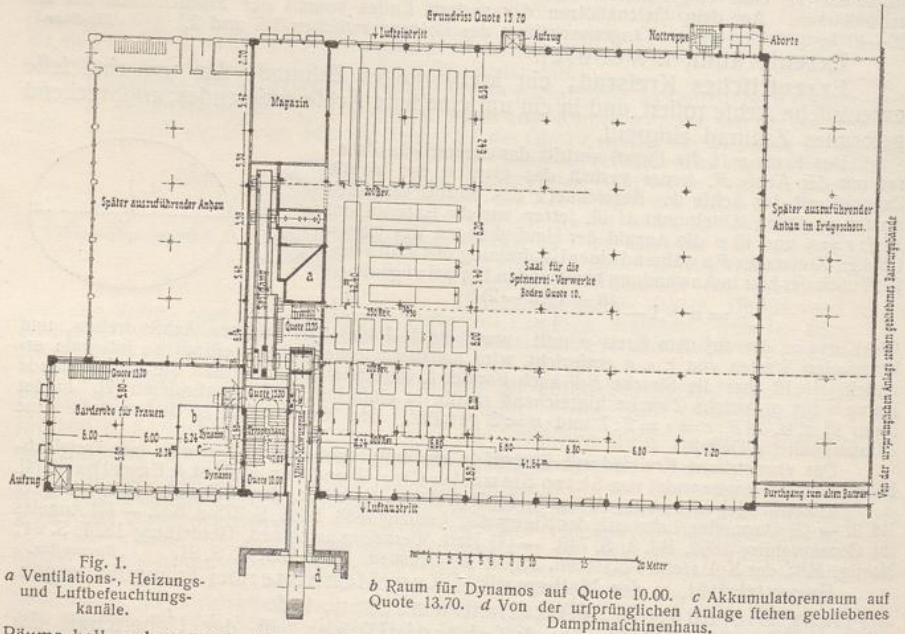


Fig. 1.
a Ventilations-, Heizungs- und Luftbefeuchtungskanäle. *b* Raum für Dynamos auf Quote 10.00. *c* Akkumulatorenraum auf Quote 13.70. *d* Von der urſprünglichen Anlage ſtehen gebliebenes Dampfmaſchinenhaus.

Räume hell und geräumig ſein, und ſolche, in denen ſich viel Staub oder ſchädliche, feuchte oder übelriechende Dünſte entwickeln oder die Wärme über 25° C. beträgt, mit Lüftungsſchloten verſehen werden. Die Heizung wird am beſten eine zentrale ſein. — Die Konſtruktion

iſt je nach den Zwecken entweder eine leichte proviſoriſche oder aber eine möglichſt dauerhafte und feſte. In neueſter Zeit mehrt ſich die Anwendung der Betoneiſenkonſtruktionen (ſ. Bd. 1, S. 737), die bei ſehr geringer Maſſenverwendung große Spann- und Stützweiten zuläßt. In Fig. 1 und 2 ſind Grundriß und Querſchnitt eines ſolchen Fabrikgebäudes der Spinnerei La Cité in Mülhauſen i. E. [1] dargeſtellt. — Das Aeußere der Gebäude trage tunlichſt den Charakter einfachſter Schmuckloſigkeit. Bei großen Anlagen werden ſich um die eigentlichen Werkſtätten beſondere Gebäude für die Verwaltung, Wohnungen verſchiedener Art, Wirtſchaftsräume mit Speiſehallen, Lagerhäuſer u. ſ. w. gruppieren; vgl. a. [2].

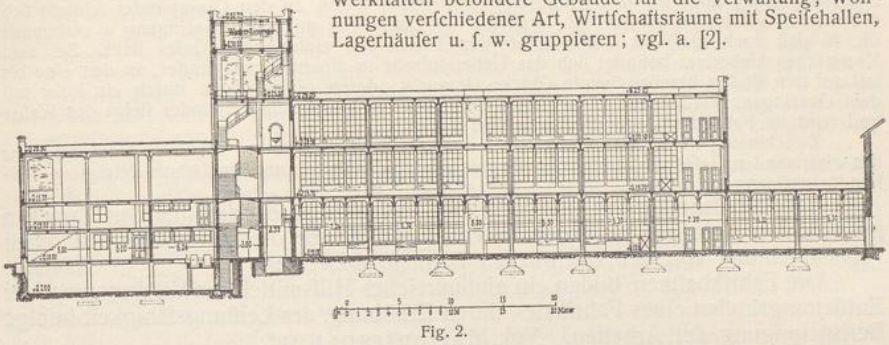
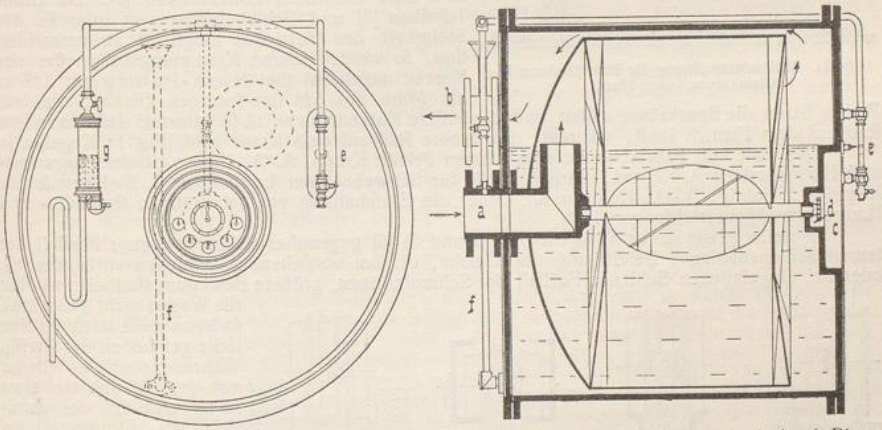


Fig. 2.

Literatur: [1] Züblin, Ed., Spinnerei „La Cité“, wiederaufgebaut nach der Zerſtörung durch Feuer, Civilingen., Straßburg i. E. 1900. — [2] Uhland, W. H., Handbuch f. d. praktiſchen Maſchineningenieur, Bd. 3, Leipzig 1883; Klaſen, Ludw., Grundrißvorbilder, Abt. 15, Induſtrielle Anlagen; Zeitſchr. d. Vereins deutſcher Ingen., Berlin; The Engineering, London. *Weinbrenner.*

Fabrik, Baubehörde, Baukaſſe an katholiſchen Kirchen (fabrica ecclesiae).

Fabrikationsgasmeſſer, auch Stationsgasmeſſer genannt, dienen den Gasanſtalten zur Meſſung der erzeugten Gasmenge; ſie ſind nach dem Prinzip der naſſen Gasmeſſer (ſ. d.) konſtruiert, von denen ſie ſich nur durch ihre Dimenſionen und einige dem ſpeziellen Zweck entſprechende Anordnungen unterſcheiden.



Eine Crosleyſche Trommel (ſ. die Figur), die bei großen Dimenſionen noch durch Ringe und Rippen verſtärkt iſt, iſt auf einer kräftigen Stahlachſe in einem gußeiſernen Gehäuſe gelagert, das bis zu einer beſtimmten Höhe, die durch die Größe des Meßraumes bedingt iſt, über die Achſe mit Waſſer gefüllt wird. In der Mitte des hinteren Gehäuſedeckels befindet ſich der Gaseingang *a*, etwas höher, ſeitlich, links oder rechts der Gasausgang *b*. Zur Aufnahme des Zählwerkes befindet ſich am Vorderdeckel eine kaſtenartige Vertiefung *c* mit einer Niſche *d*. Das durch eine Stopfbuchſe in die Niſche hineingeführte Ende der Achſe trägt ein Zahnrad, in das ein andres eingreift, deſſen Achſe durch eine, in der die Räume *c* und *d* trennenden Platte vorhandene Stopfbuchſe in den Raum *c* führt und hier ein zweites Zahnrad, das eigentliche Triebrad des Zählwerkes, trägt. Die Anordnung des Zählwerkes ſtimmt im weſentlichen mit derjenigen der kleinen Gasmeſſer überein; jedes Zifferblatt gibt das Zehnfache des vorhergehenden an. Große Fabrikationsgasmeſſer verſieht man häufig mit einer ebenfalls in *c* montierten Zeituhr, die ein Tableau bewegt, auf das eine Schreibvorrichtung die ſtündlich durchgegangene Gasmenge in Geſtalt von Kurven verzeichnet. Da die Konſtanthaltung des Waſſerſtandes für die richtige Tätigkeit des Gasmeſſers von großer Wichtigkeit iſt, ſo muß der Apparat mit einem Waſſerſtandzeiger *e* verſehen ſein. Derſelbe beſteht aus einem Glasrohr in Meſſingfaſſung, das unten mit dem Waſſer des Gehäuſes direkt verbunden iſt, während auf den oberen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teil durch ein vom Eingangsrohr *a* ausgehendes Rohr der Gasdruck wirkt, wodurch der Waſſerſtand im Glasrohr genau denſelben Stand wie in der Trommel zeigt. Durch eine feſte Marke am Gehäuſedeckel iſt der normale Waſſerſtand bezeichnet. Die Waſſerfüllung erfolgt durch ein unten am Hinterdeckel einmündendes Füllrohr *f*. Das überſchüſſige Waſſer muß durch einen ſelbſttätigen, an dem Hinterboden angebrachten Ueberlauf *g* abgeführt werden. In einen Glaszylinder mit Meſſingfaſſung tritt von unten ein mit dem Gehäuſe verbundenes Rohr, deſſen obere Mündung genau nach der Waſſerlinie eingeſtellt wird; unten an den Glaszylinder ſchließt ſich ein doppelt gebogenes Abflußrohr, während der obere Teil mit dem Gaseingang *a* verbunden iſt, ſo daß auch hier das Waſſer unter dem Druck des eintretenden Gaſes ſteht. Bei dem Kingſchen Ueberlauf befindet ſich das Ueberlaufrohr in einem Blechzylinder, in den eine bis faſt auf den Boden hinabreichende Glocke eintaucht, deren oberes Ende durch ein Rohr mit dem Gaseingang verbunden iſt; in dem Raum zwiſchen Glocke und Zylinder ſteigt das Waſſer und wird im Falle des Ueberſchuſſes ſeitlich abgeführt.

Zweckmäßig iſt es, den Gasmeſſer mit einem Thermometer zur Meſſung der Temperatur des eintretenden Gaſes zu verſehen ſowie mit einem Ablaßhahn, um ihn behufs Reinigung vollſtändig entleeren zu können. *Schaar.*

Fabrikbahnen (Induſtriebahnen), ſolche Gleiſe, die nur den Zwecken gewerblicher Anlagen, nicht dem öffentlichen Verkehr dienen, mithin ſich durch Privatanſchlüſſe von den öffentlichen Bahnen abzweigen. *Goering.*

Die Fabrikbahnen bilden ein einflußreiches Hilfsmittel zur Verringerung der Entſtehungskoſten eines Fabrikates durch Erhöhung der Leiſtungsfähigkeit infolge Beſchleunigung der Arbeiten. Vgl. Maſſentransport.

Wenn eine Fabrikbahn täglich nur den Lohn für einen Arbeiter im Betrage von 2,50 ℳ. ſparte, ſo würde dieſe jährliche Erſparnis von 750 ℳ., mit 5% kapitaliſiert, eine Anlage von 15000 ℳ. geſtatten; im allgemeinen iſt die Erſparnis an Arbeitslöhnen viel höher. — Die Fabrikbahnen ſind gleislos oder mit Schienengleiſen ausgeſtattet, letztere werden bodenſtändig bezw. auf Gerüſten oder ſchwebend (Seil- oder Schwebebahnen, ſ. d.) angeordnet. Betrieb durch Menſchen, Zugtiere, Seil oder Kette (ſ. Seilbahnen und Kettenbahnen), Dampf- [1], Benzin-, Spiritus-, Petrol- u. dergl., Druckluft- oder elektriſche Lokomotiven [2]. Da Drehſcheiben [3] und Schiebebühnen im Intereſſe der Stetigkeit des Betriebes möglichſt zu vermeiden ſind, ſo werden kleine Krümmungshalbmeſſer der Kurven angeſtrebt (bei Hunt-Pohlig nur 3,66 m bis Mitte des 546 mm-ſpurigen Gleiſes; zu dem Zweck ſitzen die Spurkränze außen und die äußere Kurvenſchiene iſt ſo geformt, daß das äußere Rad auf dem Flanſch läuft, während das innere Rad auf dem Kranz rollt [Fig. 1; Kegellauf]).

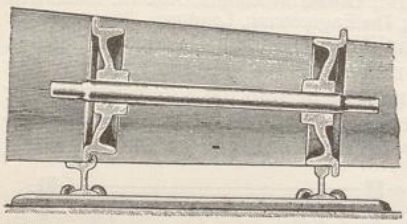


Fig. 1. Schienenanordnung für Fabrikbahnen in Gleiskurven (nach Hunt).

Den Bau von Fabrikbahnen übernehmen Friedr. Krupp, A.-G., Eſſen; Hörder Bergwerks- und Hüttenverein; A. Koppel, Berlin, ſowie für Schwebe- oder Luftbahnen A. Bleichert & Co., Leipzig; J. Pohlig, A.-G., Köln, u. a. Ueber die Einſchaltung von ſelbſttätigen Rollbahn- und Hängebahnwägevorrichtungen ſ. [4].

Vorteile gleisloſer Wagen (Fig. 2 und 3) [5] gegenüber Schienenwagen: Fortfall der teuren Schienenanlage, Beſeitigung der Gefahr, die bei vorſtehenden Schienen vorhanden iſt, oder bei eingelaſſenen Schienen Fortfall der Schmutzrinnen, größere Bewegungsfreiheit; werden die Wagen nicht gebraucht, ſo können ſie leicht in eine Ecke geſchoben werden [6]. Während aber ein Arbeiter mit der Schubkarre etwa 75 kg und mit der zweiräderigen Kippkarre auf ebenem Boden 200—250 kg in 3 Minuten 200 m weit, alſo in 1 Stunde mit Rückweg 150 kg mit der Schubkarre und 400—500 kg mit der Kippkarre 1 km weit fortbewegen kann, iſt er (nach Krupp) imſtande, auf gut gelegtem Bahngleis mittels zweckmäßig gebauter Wagen in derſelben Zeit 1800—2000 kg auf dieſelbe Entfernung fortzubewegen. Ein Pferd zieht auf ebenem Acker- oder Sandwege 400—500 kg, auf gutem Feldwege 750—900 kg und auf ebener

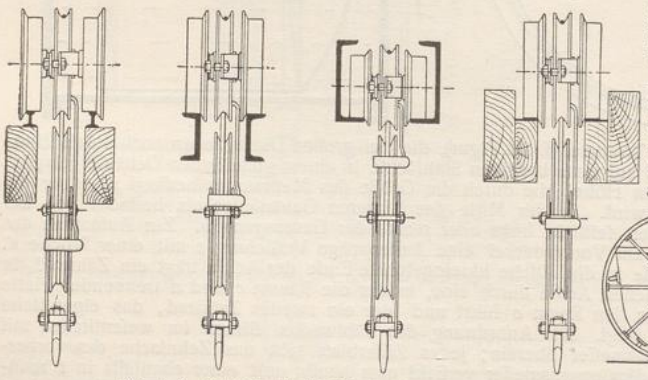


Fig. 4—7. Schwebende Fabrikbahnen.

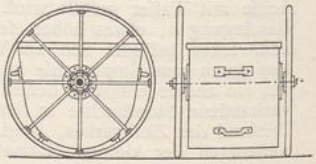


Fig. 2. Fig. 3.
Fabrikwagen von Ergang, Magdeburg.

Chaussee 2000—2300 kg; auf Schienengleisen vermag ein Pferd, ohne sich übermäßig anzustrengen, Lasten bis zu 10000 kg denselben Weg um ein Drittel schneller als auf der Chaussee fortzubewegen. — Lokomotiven befördern je nach ihrer Größe 50000—100000 kg mit einer Geschwindigkeit von 12—15 km in der Stunde.

Vorteile von schwebenden Fabrikbahnen (Fig. 4—7) [7]: Die Bodenfläche unterhalb der Bahn bleibt vollständig frei oder wird von ihr nur wenig in Anspruch genommen; Unabhängigkeit des Betriebes von Witterungseinflüssen, große Sicherheit für den übrigen Verkehr und gute Anpassungsfähigkeit an örtliche Verhältnisse (Unebenheiten des Bodens u. s. w.), geringe Anlage- und Betriebskosten. Nachteile: Seitliche Schwankungen (Wind, Kurven) nicht völlig zu vermeiden; zuweilen Unzugänglichkeit der Wagen außerhalb der Stationen. — Einzellasten von 300—1200 kg (günstigste Verhältnisse bei 500—700 kg); ein Arbeiter schiebt einen Wagen von 1000—1200 kg. Bei Elektrohängebahnen [8] Fahrgeschwindigkeit 0,5—2 m/sec. — Ueber Gleisführung u. s. w. von Fabrikbahnen s. [9]. Die Betriebsmittel, insbesondere auch die Wagen, sind entsprechend den verschiedenen Sonderzwecken überaus vielgestaltig (vgl. übrigens auch Krane und [10]).

Literatur: [1] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), Berlin 1906, 3. Teil, S. 26 ff., bezw. Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 745 ff. — [2] Derf., ebend., S. 47 ff., bezw. Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 156 ff. — [3] Derf., Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902, Berlin 1903, S. 43 ff. — [4] Derf., Technische Hilfsmittel u. s. w. (s. [1]), Berlin 1904, 2. Teil, S. 142 ff. — [5] Derf., Technische Hilfsmittel u. s. w., Berlin 1906, 3. Teil, S. 83 ff. — [6] „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, Abschn. VI (Buhle), S. 1230 ff. — [7] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1900, S. 1097. — [8] Ebend. 1904, S. 1719 ff., sowie Elektr. Bahnen, 1904, S. 157 ff. — [9] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1904, S. 522 ff., insbesondere S. 655 ff. (Möller). — [10] Buhle, Technische Hilfsmittel u. s. w., Berlin 1906, 3. Teil, S. 4, 31, sowie Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 578 ff., 753 ff. *M. Buhle.*

Fabrikgesetzgebung, die Gesamtheit der auf Fabriken und ähnliche größere gewerbliche Unternehmungen sich beziehenden staatlichen Anordnungen zum Schutz der in solchen Unternehmungen beschäftigten Arbeiter gegen die besonderen Gefahren und Nachteile, die für sie aus dem Arbeitsverhältnis entstehen können.

Die Notwendigkeit der Anordnung von Schutzbestimmungen ergab sich zuerst da, wo die Verwendung von Maschinen die Zuhilfenahme schwächerer menschlicher Arbeitskräfte (Frauen- und Kinderarbeit) gestattete und wo besondere Mißbräuche in der Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft zutage traten, d. h. in Fabriken. Später machte sich eine Ausdehnung der Schutzbestimmungen auf andre Unternehmungen erforderlich, die Fabrikgesetzgebung wurde zur Arbeiterschutzgesetzgebung. Beide Bezeichnungen werden daher auch wohl durcheinander gebraucht, wenngleich der Begriff der Arbeiterschutzgesetzgebung sich nicht nur auf den Schutz der in Fabriken beschäftigten Arbeiter beschränkt, sondern sich allgemein auf die in Unternehmungen beschäftigten Arbeiter bezieht. — Die Fabrikgesetzgebung befaßt sich insbesondere mit der Regelung der Arbeitszeit (Sonntagsarbeit, Nachtarbeit) und der Arbeitsdauer, mit dem Schutz gegen eine das Leben, die Gesundheit, die Sittlichkeit oder das Familienleben gefährdende Arbeit, mit der Art der Lohnzahlung (Bestimmungen gegen die Ausbeutung der Arbeiter durch Ablöhnung mit Waren [Truckfystem], Regelung der Lohnabzüge und Lohneinbehaltungen u. s. w.), mit der Aufsicht auf die einzelnen Betriebe (Fabrikinspektion), mit der Frage der Wohnung der Fabrikarbeiter, mit derjenigen der Haftpflicht der Unternehmer.

Die Fabrikgesetzgebung wurde zuerst und am weitgehendsten in England ausgebildet, wo die Zustände in der Textilindustrie zu Beginn des vorigen Jahrhunderts die ersten gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der jugendlichen Arbeiter veranlaßten. In der Folgezeit erfuhr die englische Fabrikgesetzgebung eine mannigfache Ausdehnung durch zahlreiche Bestimmungen. Eine Zusammenfassung derselben fand statt in dem Fabriken- und Werkstättengesetz vom 27. Mai 1878 mit Zusatzgesetzen von 1883 und 1889 und sodann in dem neuen Fabriken- und Werkstättengesetz von 1901 mit weitgehenden Schutzbestimmungen. — Die Regelung der Fabrikgesetzgebung in Deutschland beruht zurzeit in der Hauptsache auf der Reichsgewerbeordnung, nachdem schon früher in Preußen und andern Einzelstaaten Arbeiterschutzbestimmungen erlassen worden waren. Die Bestimmungen der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 wurden erst durch die Novellen vom 17. Juli 1878, vom 1. Juni 1891, 26. Juli 1897 und 30. Juni 1900 sowie durch das Gesetz vom 30. März 1903, betreffend Kinderarbeit in gewerblichen Betrieben (s. Kinderschutz) zu umfassenderen Arbeiterschutzbestimmungen ausgestaltet. § 18 der Gewerbeordnung bestimmt, daß bei der Genehmigung von gewerblichen Anlagen (s. Bd. 1, S. 219). nach § 16 ff. u. a. diejenigen Anordnungen zu treffen sind, die zum Schutze der Arbeiter gegen Gefahr für Gesundheit und Leben notwendig sind. Tit. VII. der Gewerbeordnung, der die Verhältnisse der gewerblichen Arbeiter (Gesellen, Gehilfen, Lehrlinge, Betriebsbeamte, Werkmeister, Techniker, Fabrikarbeiter) regelt, behandelt in dem in der Hauptsache auf dem Gesetz vom 1. Juni 1891 beruhenden Abschn. IV die Verhältnisse der Fabrikarbeiter im besonderen (§§ 134 bis 139a): Beschränkung der Vereinbarung der Lohnverwirkung für den Fall rechtswidriger Auflösung des Arbeitsverhältnisses durch den Arbeiter; Einrichtung von Lohnzahlungsbüchern für minderjährige Arbeiter, um Eltern oder Vormündern zu ermöglichen, sich über den Verdienst des Arbeiters Auskunft zu verschaffen (§ 134); Erlaß von Arbeitsordnungen (§§ 134a—134h) (s. d.), Einrichtung von Arbeiterausschüssen (§§ 134b, 134d, 134h) (s. d.), Schutzbestimmungen für Kinder, junge Leute und Arbeiterinnen (§§ 135—139a, s. Kinderschutz, Arbeiter, jugendliche, und Arbeiter, weibliche). Neben den Bestimmungen des Abschn. IV finden auf die Fabrikarbeiter auch die allgemeinen Arbeiter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchutzbeſtimmungen der §§ 105—120e Anwendung (Freiheit des Dienſtvertrags vorbehaltlich der durch Reichsgeſetz begründeten Beſchränkungen), Sonntagsruhe (ſ. d.), Schutzbeſtimmungen für jugendliche Arbeiter (ſ. d.), Arbeitsbücher (ſ. d.), Lohnbücher oder Arbeitszettel zur Verhütung von Streitigkeiten über den Betrag des verdienten Lohns, Verpflichtung der Gewerbetreibenden, die Löhne ihrer Arbeiter in Reichswährung zu berechnen und bar auszubezahlen, Verbot des Kreditierens von Waren an die Arbeiter, Regelung der Lohneinbehaltungen, Fürſorge für die Fortbildung der Arbeiter, Schutz gegen Gefahren für Leben und Geſundheit, Fürſorge für Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anſtandes im Betriebe. In Ergänzung der geſetzlichen Vorſchriften ſind verſchiedene Bekanntmachungen des Bundesrats ergangen (ſ. darüber die Kommentare zur Reichsgewerbeordnung). Weiter finden Anwendung § 139b (Aufſicht, ſ. Fabrikinſpektoren), ſodann nach näherer Maßgabe des § 134 Abſ. 1 und 2 die §§ 121—125 (Verhältniſſe der Geſellen und Gehilfen, Regelung des Arbeitsvertrags, Kündigung, Folgen des Vertragsbruchs [ſ. Vertragsbruch]) und, ſoweit die Fabrikarbeiter als Lehrlinge anzuſehen ſind, die Beſtimmungen der §§ 126—128 (Lehrlingsverhältniſſe). § 154 der Gewerbeordnung gibt Vorſchriften über die Ausdehnung der für Fabriken geltenden Beſtimmungen auf andre Betriebe (Hüttenwerke, Zimmerplätze und andre Bauhöfe, Werften, Ziegeleien, über Tage betriebene Brüche und Gruben, Werkſtätten mit Motorbetrieb und ſonſtige Werkſtätten ſowie Bauten). Nach § 154a finden dieſe Beſtimmungen zum größten Teil auch auf Bergwerke, Salinen, Aufbereitungsanſtalten und unterirdiſch betriebene Brüche oder Gruben Anwendung. Zur Ausführung des § 154 ſind Beſtimmungen des Bundesrats vom 13. Juli 1900 über die Beſchäftigung von jugendlichen Arbeitern und von Arbeiterinnen in Werkſtätten mit Motorbetrieb (Reichsgeſetzblatt S. 566) und Kaiſerliche Verordnungen vom 31. Mai 1897 und 17. Februar 1904 über die Ausdehnung der §§ 135—139 und des § 139b der Gewerbeordnung auf die Werkſtätten der Kleider- und Wäſchekonfektion (Reichsgeſetzblatt von 1897 S. 459, von 1904 S. 62) ergangen. Auf die Nichtbefolgung der den Arbeitgebern obliegenden Verpflichtungen ſind in Tit. X der Gewerbeordnung Strafen geſetzt (ſ. Strafrecht). In dieſem Zuſammenhang zu nennen iſt ſodann das Geſetz vom 13. Mai 1884, betreffend die Anfertigung und Verzollung von Zündhölzern (Reichsgeſetzblatt S. 49) mit Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 8. Juli 1893 (Reichsgeſetzblatt S. 209), das beſondere Schutzbeſtimmungen für die Anlagen zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weißem Phosphor enthält. Durch Geſetz vom 10. Mai 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 217) iſt mit Wirkung vom 1. Januar 1907 die Verwendung von weißem oder gelbem Phosphor zur Herſtellung von Zündhölzern und andern Zündwaren verboten.

In der Schweiz wurde die Fabrikgeſetzgebung verfaſſungsmäßig als Bundesangelegenheit erklärt und am 23. März 1877 ein eidgenöſſiſches Fabrikgeſetz erlaſſen, nachdem ſchon zuvor in der Mehrzahl der induſtriellen Kantone Beſtimmungen über Arbeiterſchutz getroffen worden waren. Das Fabrikgeſetz vom 23. März 1877 enthält u. a. die Feſtſetzung eines geſetzlichen Maximalarbeitstags von 11 Stunden, an den Tagen vor Sonn- und Feſttagen von 10 Stunden, ferner beſondere Beſtimmungen über die Kinder-, Sonntags- und Nachtarbeit, die Beſchäftigung der Frauen, den Schutz gegen gefährliche und geſundheitsſchädliche Arbeit, den Erlaß von Fabrikordnungen. Die Durchführung des Geſetzes iſt den Regierungen der einzelnen Kantone übertragen. — Oeſterreich hat in ſeiner Gewerbeordnung und den Novellen hierzu eingehende Schutzbeſtimmungen für die in Fabriken beſchäftigten Arbeiter (Verbot der Kinderarbeit, Normalarbeitstag, Sonntagsruhe). Auch in der Mehrzahl der übrigen induſtriellen Staaten, ſo in Frankreich, Dänemark, Schweden, Norwegen, Rußland, Holland, Belgien, Italien, Ungarn, ſind in den letzten Jahren mehr oder minder weitgehende Arbeiterſchutzbeſtimmungen für Fabriken und ähnliche Betriebe erlaſſen worden.

Literatur: Vgl. zu dem vorſtehenden Artikel weiter diejenigen über Arbeiterſchutz, Arbeiter, jugendliche, Arbeiter, weibliche, Arbeiterausſchuß, Arbeitsbuch, Arbeitstag (Arbeitszeit), Arbeitsordnung, Kinderſchutz, Nachtarbeit, Sonntagsruhe, auch Koalitionsrecht, Vertragsbruch, Einigungsämter, Gewerbegerichte und Haftpflicht und die bei dieſen angegebene Literatur; ferner Schönberg, Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Tübingen 1898, Bd. 2, Halbbd. 2, Abhandl. XXII, S. 126 ff. u. 74 ff.; Evert, Artikel „Fabrikgeſetzgebung“ im Handwörterbuch der Staatswiſſenſch., herausgegeben von Conrad, Elſter, Lexis und Löning, 2. Aufl., Jena 1900, Bd. 3, S. 782 ff.; Kehm (Elſter), Artikel „Fabrikgeſetzgebung“ im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, Jena 1898, Bd. 1, S. 681; Nelken, Die deutſchen Handwerker- und Arbeiterſchutzgeſetze (Tit. VI und VII der Gewerbeordnung in der Faſſung der Bekanntmachung vom 26. Juli 1900) nebſt den reichsrechtlichen Ausführungsbeſtimmungen, Berlin 1901; Dammer, Handbuch der Arbeiterwohlfahrt, Stuttgart 1902, Bd. 1, S. 226 ff., 403 ff. u. 525 ff. *Köhler.*

Fabrikhygiene, ſ. Gewerbehygiene.

Fabrikinſpektoren, in Preußen Gewerberäte (Regierungs- und Gewerberäte), in andern deutſchen Staaten und in der preußiſchen Lokalverwaltung ſowie in Oeſterreich Gewerbeinſpektoren, in andern Ländern auch Arbeitsinſpektoren, Induſtrieinſpektoren genannt, beſondere, in der Regel ſtaatliche Beamte zur Ueberwachung der Ausführung der Arbeiterſchutzbeſtimmungen [1].

In allen induſtriellen Staaten mit Arbeiterſchutzgeſetzgebung beſteht heute eine — in ihrer Einrichtung und Wirkſamkeit übrigens ſehr verſchiedene — Arbeitsinſpektion. — In Deutſchland gehen die Beſtimmungen über die Fabrikinſpektion auf die Gewerbeordnung für den Norddeutſchen Bund vom 21. Juni 1869 (ſpätere Reichsgewerbeordnung) zurück, die in § 132 beſtimmte, daß da, wo die Aufſicht über die Ausführung der Arbeiterſchutzbeſtimmungen

eignen Beamten übertragen iſt, denſelben bei Ausübung dieſer Aufſicht alle amtlichen Befugniſſe der Ortspolizeibehörden, insbeſondere das Recht zur jederzeitigen Reviſion der Fabriken zuſteht und daß bei amtlichen Reviſionen der gewerblichen Anſtalten die Beſitzer verpflichtet ſind, die Reviſion zu jeder Zeit, namentlich auch in der Nacht, während die Anſtalten im Betriebe ſind, zu geſtatten. Die Gewerbeordnung überließ es alſo dem Ermeſſen der Regierungen, ob ſie Fabrikinſpektoren anſtellen wollten oder nicht. Preußen war ſchon 1853 mit Anſtellung einzelner Gewerberäte vorgegangen, andre Bundesſtaaten folgten, bis die Gewerbeordnungsnovelle vom 17. Juli 1878 die Anſtellung von ſtaatlichen Fabrikinſpektoren obligatoriſch machte. Jedoch ſollte für ſolche Bezirke, in denen Fabrikbetriebe gar nicht oder nur in geringem Umfange vorhanden ſind, durch Beſchluß des Bundesrats von der Anſtellung beſonderer Beamten abgeſehen werden können. Die jetzige Ordnung der Fabrikinſpektion in Deutſchland beruht auf der Novelle zur Gewerbeordnung vom 1. Juni 1891, die einen weiteren Ausbau der Fabrikinſpektion brachte. Entſprechend der bei der Internationalen Arbeiterſchutzkonferenz in Berlin im Jahre 1890 (ſ. Arbeiterſchutz) getroffenen Vereinbarung beſtimmt der § 139b der Gewerbeordnung in ſeiner jetzigen Faſſung, der auch auf die in § 154 Abſ. 2—4 der Gewerbeordnung bezeichneten Betriebe in beſtimmtem Umfang Anwendung findet, daß die Aufſicht über die Ausführung der (in dem Paragraphen näher bezeichneten) Arbeiterſchutzbeſtimmungen ausſchließlich oder neben den ordentlichen Polizeibehörden beſonderen von den Landesregierungen zu ernennenden Beamten zu übertragen iſt. Denſelben ſtehen bei Ausübung dieſer Aufſicht alle amtlichen Befugniſſe der Ortspolizeibehörden, insbeſondere das Recht zur jederzeitigen Reviſion der Anlagen zu. Sie ſind vorbehaltlich der Anzeige von Geſetzwidrigkeiten zur Geheimhaltung der amtlich zu ihrer Kenntnis gelangenden Geſchäfts- und Betriebsverhältniſſe der ihrer Reviſion unterliegenden Anlagen zu verpflichten. Die Ordnung der Zuſtändigkeitsverhältniſſe zwiſchen dieſen Beamten und den ordentlichen Polizeibehörden bleibt der verfaſſungsmäßigen Regelung in den einzelnen Bundesſtaaten vorbehalten. Die Beamten haben Jahresberichte über ihre amtliche Tätigkeit zu erſtatten, die (bezw. Auszüge aus denſelben) dem Bundesrat und dem Reichstag vorzulegen ſind. Die auf Grund der geſetzlichen Beſtimmungen auszuführenden amtlichen Reviſionen müſſen die Arbeitgeber zu jeder Zeit, namentlich auch in der Nacht, während des Betriebes geſtatten. Die Arbeitgeber ſind ferner verpflichtet, den genannten Beamten oder der Polizeibehörde diejenigen ſtatiſtiſchen Mitteilungen über die Verhältniſſe ihrer Arbeiter zu machen, die vom Bundesrat oder von der Landeszentralbehörde unter Feſtſetzung der dabei zu beobachtenden Friſten und Formen vorgeſchrieben werden. — Die Tätigkeit der Fabrikinſpektoren beſchränkt ſich hiernach nicht auf die Reviſion der Fabriken und der dieſen gleichgeſtellten Betriebe, ſondern iſt auch auf die Kontrolle der Werkſtätten, hinſichtlich der Durchführung der Beſtimmungen zum Schutz der Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Geſundheit ſowie zur Wahrung der guten Sitte und des Anſtands, endlich auch auf die Durchführung der Beſtimmungen über die Sonntagsruhe (ſ. d.) ausgedehnt. Das Reichsgeſetz vom 30. März 1903, betreffend Kinderarbeit in gewerblichen Betrieben (Reichsgeſetzblatt S. 113, ſ. Kinderſchutz), hat ſodann in ſeinem Bereich, ſoweit nicht durch Bundesratsbeſchluß oder durch die Landesregierungen die Aufſicht anderweitig geregelt iſt, in § 21 die Beſtimmungen des § 139b der Gewerbeordnung für anwendbar erklärt. § 65 des Gewerbeunfallverſicherungsgeſetzes vom 30. Juni 1900 (ſ. Unfallverſicherung) räumt den Gewerbeinſpektoren eine Mitwirkung bei den Unterſuchungen vor Betriebsunfällen ein. In einzelnen Staaten (z. B. in Preußen und Sachſen) iſt den Fabrikinſpektoren auch die Dampfkeſſelreviſion (ſ. Bd. 2, S. 581) übertragen, ein Umſtand, der für die ſachgemäße Handhabung der Fabrikinſpektion nicht ohne Bedenken iſt. Auch ſonſt iſt der Wirkungskreis der Gewerbeaufſichtsbeamten in den einzelnen Staaten zum Teil noch erheblich erweitert worden; ſo iſt ihnen namentlich vielfach eine Mitwirkung bei der Prüfung der Genehmigungsgeſuche für gewerbliche Anlagen (ſ. Bd. 1, S. 219) eingeräumt. — Die Organiſation der Fabrikinſpektion iſt Sache der Einzelſtaaten, welche die Anſtellungs- und Dienſtverhältniſſe der Inſpektoren ſowie die Abgrenzung ihrer Funktionen gegenüber denjenigen der Polizeibehörde zu regeln haben. Die Regelung iſt in den verſchiedenen Dienſtanweiſungen erfolgt [2]. Im allgemeinen wird von den Fabrikinſpektoren entſprechende Schulbildung und längere Beſchäftigung in gewerblichen Betrieben verlangt; einzelne Bundesſtaaten gehen in ihren Anforderungen noch weiter, oder es werden in zweckmäßiger Weiſe, je nach den Funktionen, höhere Vorbildung oder nur genügende Erfahrungen in dem gewerblichen Betriebsleben verlangt. Hauptſächlich ſind in Deutſchland wohl Maſchineningenieure und techniſche Chemiker in der Gewerbeinſpektion vertreten. Preußen verlangt nach der Vorbildungsordnung vom 7. September 1897 ein 3jähriges techniſches und ein $1^1/_2$jähriges rechts- und ſtaatswiſſenſchaftliches Studium, außerdem einen $1^1/_2$jährigen Vorbereitungsdienſt bei den Gewerbeaufſichtsbehörden und die Ablegung einer beſonderen Prüfung.

Der Ausbau der Fabrikinſpektion iſt von größter Bedeutung und ſozialpolitiſch von hoher Wichtigkeit. Die Fabrikinſpektoren ſind geeignet, nicht nur die Durchführung der Arbeiterſchutzbeſtimmungen zu überwachen, ſondern auch durch genaue Beobachtung und Ermittlung der beſtehenden Zuſtände und demnächſt durch Verwertung ihrer Wahrnehmungen die richtige Erfaſſung der ſozialen Verhältniſſe zu erleichtern, gute Beziehungen zwiſchen Arbeitgebern und Arbeitern zu fördern und am Ausbau der ſozialpolitiſchen Geſetzgebung mitzuarbeiten. Ihre Aufgabe iſt es daher, durch Unabhängigkeit und Unparteilichkeit das Vertrauen der Arbeitgeber und der Arbeiter gleichmäßig zu erwerben.

In Würdigung der hohen Bedeutung der Fabrikinſpektion laſſen ſich die Bundesſtaaten ihre Ausgeſtaltung beſonders angelegen ſein. In Betracht kommt hier vor allem ſorgfältige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ausarbeitung und Verarbeitung der Berichte der Fabrikinſpektoren, die namentlich auch in arbeitsſtatiſtiſcher Beziehung viel intereſſantes Material liefern können, ausreichende Bemeſſung der Zahl der Fabrikinſpektoren und ihres Hilfsperſonals (Gewerbeaſſeſſoren, Gewerbeinſpektionsgehilfen, Aſſiſtenten u. ſ. w.) und damit zweckmäßige Geſtaltung der Inſpektionsbezirke, Anſtellung von weiblichen Aufſichtsbeamten (ſo Preußen, Sachſen, Württemberg, Baden, Hamburg), Zuziehung von Aerzten zur Fabrikinſpektion (z. B. Württemberg) und von Perſonen aus dem Arbeiterſtand (z. B. Württemberg, Baden). Polizeiliche Strafgewalt iſt den Gewerbeinſpektoren in Deutſchland, obwohl es nach § 139b der Gewerbeordnung geſtattet wäre, nirgends eingeräumt.

England hatte ſchon 1802 eine Aufſicht über die Fabriken angeordnet; geſetzlich eingeführt wurde die Fabrikinſpektion im Jahre 1833; durch das Fabrik- und Werkſtättengeſetz vom 27. Mai 1878 und die ſpäteren Novellen hierzu erhielt ſie eine neue Organiſation mit einem chief inspector an der Spitze, superintending inspectors (zur Kontrolle der eigentlichen Aufſichtsbeamten), Inſpektoren und iunior inspectors (Aſſiſtenten, darunter neuerdings auch Arbeiter). Seit einigen Jahren beſteht auch Zuziehung weiblicher Hilfskräfte. Beſondere Geſundheitsinſpektoren überwachen die geſundheitlichen Verhältniſſe in den Werkſtätten. — Oeſterreich hat Gewerbeinſpektoren ſeit 1883, die Schweiz ſeit dem Fabrikgeſetz vom 23. März 1877 (auch Aerzte bei der Gewerbeinſpektion), Frankreich ſeit 1874 (auch weibliche Beamte). Ebenſo haben Dänemark, Schweden, Rußland, Italien, die Niederlande, Belgien, Luxemburg und Ungarn obligatoriſche Fabrik- oder Arbeitsinſpektion.

Literatur: [1] Schönberg, Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Bd. 2, 2. Halbbd. Tübingen 1898, Abhandl. XXII, S. 122 ff.; Evert, Artikel „Gewerbeinſpektion“ im Handwörterb. d Staatswiſſenſch., herausg. von Conrad, Elſter, Lexis und Löning, 2. Aufl., Jena 1900, Bd. 4, S. 494 ff.; Kehm (Elſter), Artikel „Fabrikinſpektion“ im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, Jena 1898, Bd. 1, S. 682 ff., alle drei mit weiterer Literaturangabe; Dammer, Handbuch der Arbeiterwohlfahrt, Stuttgart 1903, Bd. 2, S. 34 ff.; Plotke, Die Gewerbeinſpektion in Deutſchland, Berlin 1899; Poellath, Der Arbeiterſchutz, ſoweit er Aufgabe der Gewerbeinſpektion iſt, Stuttgart 1901; Bittmann, Die badiſche Fabrikinſpektion im erſten Vierteljahrhundert ihrer Tätigkeit 1879—1903, Karlsruhe 1905. — [2] Schicker, Die Gewerbeordnung für das Deutſche Reich, 4. Aufl., Stuttgart 1901, Bd. 1, S. 835, Anm. 9. (Die dort aufgeführten Dienſtanweiſungen ſind übrigens zum Teil inzwiſchen durch neue erſetzt worden.) *Köhler.*

Fabriköl, ſ. Olivenöl.

Fabrikordnung, ſ. Arbeitsordnung.

Fabrikwäſche, ſ. Kammgarnſpinnerei, Streichgarnſpinnerei, Wollwäſche.

Fabrikzeichen, ſ. Warenzeichenrecht.

Fabryſches Wetterrad, ſ. Kapſelgebläſe.

Face (Facette, auch Faſſette), kleine, ſchmale Flächen bei Edelſteinen oder geſchliffenen Gläſern, auch bei ähnlichen Flächen der Wandmalerei gebräuchlich, desgleichen die abgeſchrägte Kante bei gehobeltem Holzwerk (ſ. Faſe).

Facenwall, ſ. Feſtungsbau.

Facette, ſ. Face.

Fach, 1. auch Feld, der ausgemauerte oder ausgeſtakte Raum zwiſchen den Hölzern einer Fachwand (ſ. d.).

Die Weite der Fache richtet ſich nach der Stärke der Hölzer und dem Ausfüllungsmaterial; ſie iſt bei Backſteinen 0,9—1,20 m, bei Ausſtakung bis 1,50 m. 1 qm Backſteinausmauerung erfordert 44 Stück Steine und 0,05 cbm Mörtel, 1 qm Ausſtakung 0,033 cbm Stakholz und 0,16 cbm Lehm ſowie 1/4 Bund Stroh.

2. In Scheunen ſ. v. w. Banſe, Barren.

3. Raum zwiſchen zwei Sparren oder Balken, zwiſchen Gewölberippen u. dergl.; vgl. a. Fachwerk, Fachwerkträger. *Weinbrenner.*

Fach (Fachweite), im Brückenbau der von je zwei benachbarten Knotenpunkten des Ober- und Untergurtes und den dieſelben verbindenden Stäben begrenzte Teil eines Fachwerkträgers (ſ. d.). Der Horizontalabſtand zweier benachbarten Knotenpunkte eines Gurtes heißt auch Knotenweite. *Melan.*

Fachapparat, auch Ablegeapparat, eine bei den in der Textilinduſtrie, insbeſondere in der Appretur, verwendeten Maſchinen häufig in Anwendung ſtehende Vorrichtung, die das aus der Maſchine tretende Gewebe in regelmäßiger Weiſe übereinander zu legen hat. S. Tuchfabrikation und Weberei. *Kraft.*

Fachbaum, der in Höhe der Wehrkrone bezw. des Waſſerüberfalls eingelegte Balken bei feſten hölzernen Wehren; er wird auch Wehrbaum oder Ueberfallſchwelle genannt; ſ. Stauanlagen.

Fachen, ſ. Scheunen.

Fachgerten (Fachholz), ſchwaches Rundholz oder geſpaltene Stäbe von 2—3 cm Stärke, womit die Fache einer Riegelwand ausgeſetzt oder ausgeflochten werden zur Ausfüllung mit Lehmſtroh.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fachverband, f. Straßenbau.

Fachwand, Riegelwand, Fachwerk, leichte und tragfähige Raumbegrenzung aus einem Holzrahmen (in neueſter Zeit auch Eiſenrahmen) gebildet, bei dem die Hölzer in drei verſchiedenen Richtungen laufen, und zwar:

1. Senkrecht, die ſogenannten Fachwandſäulen, Ständer, Stiele und Pfoſten, die in Abſtänden von 0,9—1,5 m zu ſtehen kommen und je nach ihrem Standort als Eckpfoſten, Fig. 1, *b*, Zwiſchen- oder Bundpfoſten, Fig. 1, *d*, Fenſter- oder Türpfoſten, Fig. 1, *c*, *c*, erſcheinen. Kurze Pfoſten nennt man Stempel oder Stelzen.

2. Wagerecht: a) die Schwelle oder Wandſchwelle, welche die Unterlage, und b) die Pfette, die den oberen Abſchluß der Wand bildet. In *a* und *b* ſind die Pfoſten eingezapft. c) Riegel, Fig. 1, *f*, die in nicht zu großen Zwiſchenräumen eingeſpannt und in die Pfoſten eingezapft, dieſe verſteifen; die Fenſter- und Türriegel ſind außerdem verſatzt. Die Standfeſtigkeit und Tragfähigkeit der Wand wird aber erſt erreicht durch

3. ſchräge Hölzer, d) die Streben, Fig. 1, *e*, auf die ganze Höhe durchgehend, oder e) Büge, welche einzeln oder in Kreuz- oder Netzform zur Anwendung kommen. Da aber letztere die Fache in zu kleine Dreiecke teilen, ſo ſind ſie konſtruktiv eher nachteilig und werden daher nur dekorativ verwendet (Kopfband).

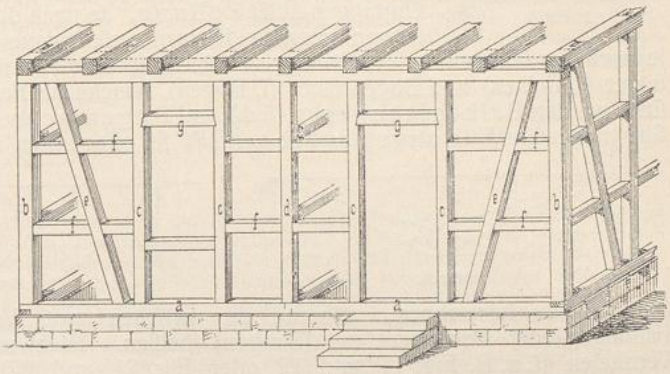


Fig. 1.

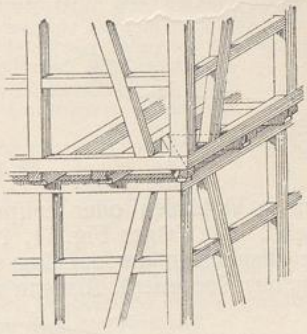


Fig. 2.

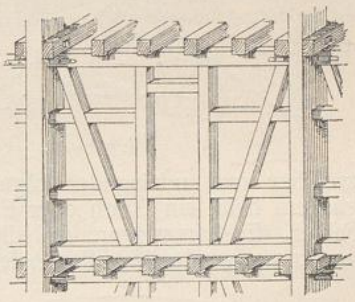


Fig. 3.

Die Stärke der Hölzer einer Fachwand richtet ſich nach deren Höhe und der Ausfüllungsweiſe; ſie beträgt bei den Pfoſten 13/13—15/20 cm, Eckpfoſten bis 20/20 cm, Riegel 10/13 cm. Bei Wänden ebener Erde iſt ein gemauerter Unterbau von mindeſtens 25 cm Höhe nötig, um die ſchädlichen Einflüſſe der Feuchtigkeit abzuhalten. In höheren Geſchoſſen bilden Balkenlagen die Unterlage. Stehen die Wände in der Richtung der Balken, ſo kommen die Schwellen und Pfetten in Wegfall und ſind die Pfoſten direkt in die Balken eingezapft (ſ. Fig. 1). Sollen die oberen Geſchoſſe über die unteren vorkragen, ſo ruhen die oberen Wandſchwellen auf den vorſpringenden Balkenköpfen auf. An den Ecken ſind Eckſtichbalken und an den Seiten Sticher zur Ausführung zu bringen (Fig. 2). Bei mehrſtöckigen Gebäuden entſteht durch Schwinden der Querhölzer und durch Ineinanderpreſſen des Hirnholzes ein nachteiliges Setzen der Wände. Dies zu vermeiden, kommen durchgehende Pfoſten, am beſten als Doppelpfoſten (dieſe verdübelt und verſchraubt) zur Anwendung (Fig. 3).

Literatur: Breymann-Lang, Allgemeine Baukonſtruktionslehre, Bd. 2, Stuttgart 1882; Gottgetreu, Lehrbuch der Hochbaukonſtruktionen, 2. Teil, Berlin 1892; Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1896.

Weinbrenner.

Fachwerk (Fachwerkträger) heißen in der Ingenieurmechanik ſolche Träger (ſ. d.), die aus lauter an den Enden miteinander verbundenen geraden Stäben beſtehen (Fig. 1—32). Man unterſcheidet ebene Fachwerke und räumliche Fachwerke. Bei erſteren werden alle Stabachſen und äußeren Kräfte (ſ. Bd. 1, S. 103) in einer Ebene, Trägerebene, angenommen, die bei Berückſichtigung des Eigengewichts nur eine Vertikalebene ſein kann. Räumliche Fachwerke kommen insbeſondere als eiſerne Pfeiler und Kuppeln vor (ſ. Kuppeldach, Bd. 2, S. 496, Pfeiler, eiſerne, und [7], [16], [28], [30], [32], [39]); doch ſind auch die meiſten eiſernen Brücken dann als räumliche Fachwerke zu beurteilen, wenn nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur die Verhältniſſe der einzelnen Tragwände nebſt den Kräften in deren Ebenen zur Unterſuchung ſtehen. Bilden die Achſen der Stäbe, welche ein ebenes Fachwerk nach oben und unten begrenzen, zuſammenhängende Linienzüge (Fig. 6—14, ſ. dagegen Fig. 2, 3), ſo werden die betreffenden Stabfolgen obere Gurtung und untere Gurtung oder kurz Obergurt und Untergurt genannt. Das Stabſyſtem zwiſchen beiden Gurtungen heißt Füllung. Je nach dem Verlaufe der Gurtungen unterſcheidet man verſchiedene Fachwerkformen, je nach der Gliederung der Füllung verſchiedene Fachwerkſyſteme. Balkenträger (ſ. Balken) und Bogenträger (ſ. Bogen), welche als Fachwerke angeordnet ſind, werden Balkenfachwerke (ſ. d.) und Bogenfachwerke (ſ. d.) genannt. Stehen gewiſſe Füllungsglieder vertikal, ſo pflegt man ſie als Vertikalen

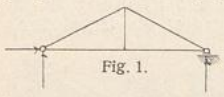


Fig. 1.

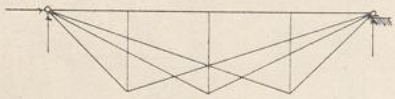


Fig. 2.



Fig. 3.

(Ständer) zu bezeichnen, während die zwiſchen zwei Vertikalen liegenden Füllungsglieder Diagonalen (Streben) heißen. Fachwerke mit und ohne Vertikalen (ſ. z. B. Fig. 11 und 12 oder Fig. 21 und 22) werden häufig in Ständerfachwerke und Strebenfachwerke unterſchieden. Ein Abſchnitt

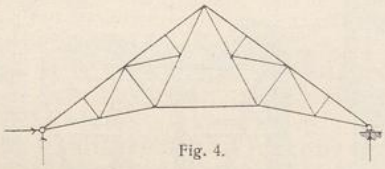


Fig. 4.

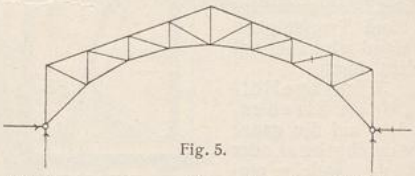


Fig. 5.

zwiſchen zwei aufeinander folgenden Vertikalen oder entſprechenden Füllungsgliedern heißt ein Fach oder Feld. Die Träger Fig. 11, 12 beſitzen alſo acht Felder. Es kommt vor, daß die Diagonalen nur auf Zug widerſtandsfähig angenommen werden (Zugdiagonalen, aus Flacheiſen). Alsdann muß jeder Diagonale,

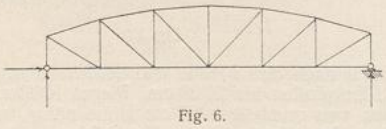


Fig. 6.

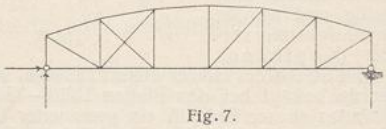


Fig. 7.

welche je nach der Belaſtung auch Druck erhalten könnte, eine zweite von andrer Stellung zwiſchen den gleichen Vertikalen beigegeben werden (in Fig. 11 punktiert), die in Wirkſamkeit tritt, wenn jene zu wirken aufhört, dann aber Zug empfängt (ſ. Gegendiagonalen). Man hat es mit einem Fachwerke einfachen Syſtems

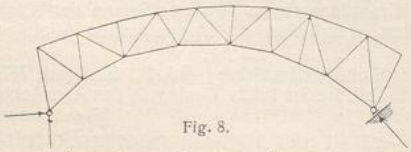


Fig. 8.

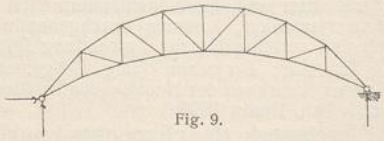


Fig. 9.

(einem einteiligen Fachwerk) zu tun, wenn Kreuzungen zwiſchen gleichzeitig in Wirkſamkeit befindlichen Füllungsgliedern nicht vorkommen, mit einem Fachwerke mehrfachen Syſtems (oder mehrteiligen Fachwerk) und ſpeziell doppelten oder *n*-fachen Syſtems, wenn die Füllungsglieder oder doch eines über das andre ſolcher Füllungsglieder, deren Achſen einen zuſammenhängenden Linienzug bilden, durch andre gleichzeitig wirkſame Füllungsglieder (nicht Gegendiagonalen) in mehrere und ſpeziell in 2 oder *n* Abſchnitte geteilt werden (ſ. Fachwerke mehrfachen Syſtems).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für die Theorie der Fachwerke pflegen, vorläufig oder endgültig, folgende Vorausſetzungen gemacht zu werden: a) Die Stabachſen, welche an einer Verbindungsſtelle (einem Knoten) zuſammentreffen, ſchneiden ſich in einem Punkte, dem Knotenpunkte daſelbſt; b) alle äußeren Kräfte (ſ. d.), mit Einſchluß des Eigengewichts, greifen in Knotenpunkten an oder wirken in Stabachſen; c) die Verbindungen ſind als reibungsloſe Gelenke um die Knotenpunkte aufzufaſſen. Unter dieſen Vorausſetzungen können alle Stäbe nur axialen Zug oder Druck erleiden, und da ſich jede ſolche Stabkraft gleichmäßig auf den Stabquerſchnitt verteilt (für homogenes Material, bei Sicherheit gegen Ausbiegung), ſo wird die Beanſpruchung pro Flächeneinheit Querſchnitt, die Stabſpannung, für alle Elemente des Querſchnitts gleichgroß, bei prismatiſchen Stäben mit nur an den Enden angreifenden äußeren Kräften auch für alle Elemente beliebiger Querſchnitte; es iſt bei geeigneter Wahl der Stabſpannungen die beſte Ausnutzung des Materials wenigſtens für eine beſtimmte Belaſtung ermöglicht. — Die auf den angeführten Vorausſetzungen

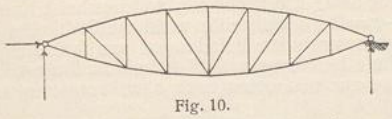


Fig. 10.

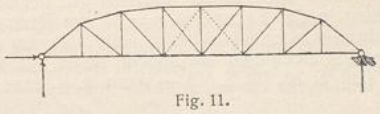


Fig. 11.

beruhende Theorie der Fachwerke wird um ſo zuverläſſigere Reſultate für die Praxis liefern, je mehr die Wirklichkeit den Vorausſetzungen entſpricht. Vollſtändig iſt dies nie erreichbar, ſchon weil wir keine reibungsloſen Gelenke herſtellen können und das Eigengewicht nicht allein in den Knotenpunkten angreift. Bei reibenden Gelenken oder Nietverbindungen entſtehen im allgemeinen Momente der Kraftreſultanten in den einzelnen Stäben hinſichtlich der begrenzenden Knotenpunkte; wir erhalten neben den für reibungsloſe Gelenke ermittelten Grundſpannungen (Primärſpannungen) noch gewiſſe durch Biegungen bedingte Nebenſpannungen (Sekundärſpannungen). Dieſelben laſſen ſich, wie manche andre, infolge von Abweichungen der Ausführung gegen die Vorausſetzungen der Theorie entſtehende Nebenſpannungen (ſ. d. und [17], [34]), nachträglich berückſichtigen. Doch wird die Berechnung durch ſolche Abweichungen nicht nur erſchwert, ſondern auch weniger zuverläſſig, ſo daß eine Hauptaufgabe des Konſtrukteurs darin beſteht, ohne Beeinträchtigung der Sicherheit der Konſtruktion die Nebenſpannungen möglichſt herabzuſetzen. Im übrigen ſind alle Quellen von Nebenſpannungen bei der Dimenſionierung in Betracht zu ziehen (vgl. Dimenſionenberechnung),

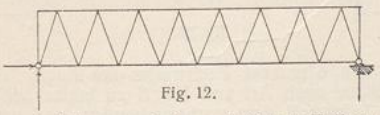


Fig. 12.

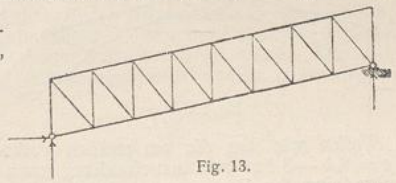


Fig. 13.

wenn dieſelben auch in praktiſchen Fällen nicht ſämtlich in Zahlen angegeben werden können. Bei gedrückten Stäben ſind ſelbſtverſtändlich ſtets die Knickſpannungen und je nach Umſtänden auch die Exzentrizität von Druckkräften und Zugkräften zu berückſichtigen (ſ. Knickfeſtigkeit, Druck, exzentriſcher, und Zug, exzentriſcher).

Ein Fachwerk heißt ſtatiſch beſtimmt oder aber ſtatiſch unbeſtimmt, je nachdem bei bekannten äußeren Aktivkräften (Laſten u. ſ. w.) und Gleichgewichtslagen der Knotenpunkte die Stützenreaktionen und Stabkräfte durch die Statik allein beſtimmt ſind oder nicht; es heißt ſtabil oder labil, je nachdem, abgeſehen von elaſtiſchen Formänderungen, die relative Lage der Knotenpunkte zueinander und zu den Stützen eine feſte oder eine mit den äußeren Kräften veränderliche iſt. Im allgemeinen hat der Ingenieur ſtabile Fachwerke herzuſtellen, die aber ſtatiſch beſtimmt oder ſtatiſch unbeſtimmt ſein können. Sind die Stützenreaktionen eines Fachwerks mit k Knotenpunkten und s gleichzeitig widerſtandsfähigen Stäben (Gegendiagonalen nicht eingerechnet) durch r voneinander unabhängige Komponenten beſtimmt, ſo muß für ſtabile Fachwerke ſein:

in der Ebene $2k \leq s+r$, im Raume $3k \leq s+r$, 1.

für ſtatiſch beſtimmte Fachwerke:

in der Ebene $2k \geq s+r$, im Raume $3k \geq s+r$, 2.

für ſtatiſch beſtimmte, ſtabile Fachwerke alſo:

in der Ebene $2k = s+r$, im Raume $3k = s+r$. 3.

Zur Feſtlegung des Fachwerks gegen die Stützen ſind an unabhängigen Reaktionskomponenten erforderlich:

in der Ebene $r \geq 3$, im Raume $r \geq 6$.

Ein ſtatiſch beſtimmtes, ſtabiles Fachwerk hat alſo nach 3. gleichzeitig widerſtandsfähige Stäbe

in der Ebene höchſtens $s = 2k-3$, im Raume höchſtens $s = 3k-6$.

Für jede in der Ebene über $r = 3$, im Raume über $r = 6$

vorhandene unabhängige Reaktionskomponente muß ein Stab wegbleiben

in der Ebene von $s = 2k-3$, im Raume von $s = 3k-6$,

wenn das Fachwerk nicht ſtatiſch unbeſtimmt werden ſoll. Und für jeden

in der Ebene an $s = 2k-3$, im Raume an $s = 3k-6$

fehlenden Stab muß eine unabhängige Reaktionskomponente hinzukommen

in der Ebene zu $r = 3$, im Raume zu $r = 6$,

wenn das Fachwerk nicht labil werden ſoll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorſtehende Bedingungen betreffen die Anzahl der Stäbe und Reaktionskomponenten; es kommt jedoch auch auf die Anordnung derſelben an. So beſitzen die Fachwerke Fig. 6 und 7 bei gleichem r ($r=3$) gleichviel Stäbe, welche ſämtlich widerſtandsfähig ſein mögen. Trotzdem iſt Fig 6 ſtatiſch beſtimmt und ſtabil, Fig. 7 ſtatiſch unbeſtimmt und labil; das Viereck ohne Diagonalen iſt bei gelenkartigen Knotenverbindungen in ſich verſchiebbar (labil), während

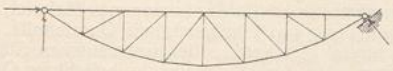


Fig. 14.

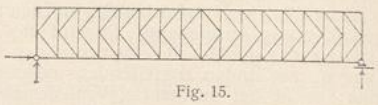


Fig. 15.

die Stabkräfte des Vierecks mit zwei Diagonalen nur mit Hilfe der Elaſtizitätslehre zu berechnen ſind (ſtatiſch unbeſtimmt). Indeſſen gilt der folgende Satz: Ein Fachwerk, welches bei k Knotenpunkten in der Ebene $s+r=2k$, im Raume $s+r=3k$ gleichzeitig wirkſame Stabkräfte und Reaktionskomponenten beſitzt, die ſich für die vorkommenden Belaſtungen aus ſtatiſchen Bedingungsgleichungen beſtimmen laſſen, iſt für dieſe Belaſtungen ſtatiſch beſtimmt und ſtabil (vgl. [16], S. 30, [9], S. 50). — Wenn z. B. eine Stütze nur von unten nach oben reagieren kann

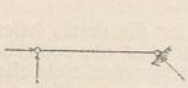


Fig. 18.



Fig. 17.

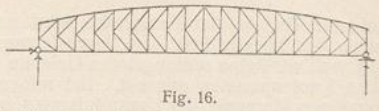


Fig. 16.

oder eine Diagonale nur gegen Zug widerſtandsfähig iſt, und die Gleichgewichtsbedingungen verlangen für irgend welche angreifende Kräfte eine Reaktion jener Stütze von oben nach unten oder Druck in jener Diagonale, ſo iſt die betreffende Reaktionskomponente oder Stabkraft für dieſe Belaſtung nicht als wirkſam anzuſehen. Faſt alle ausgeführten Balkenträger (ſ. Balken) würden ſich durch genügend große vertikal aufwärts gerichtete Aktivkräfte von den Stützen abheben laſſen, ſie wären dieſen Kräften gegenüber labil.

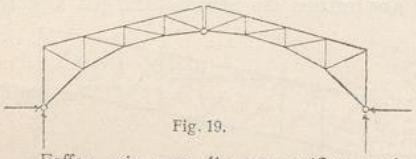


Fig. 19.

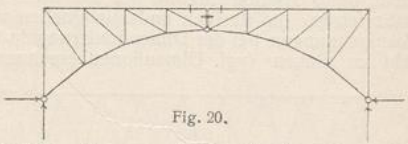


Fig. 20.

Faſſen wir nun die am meiſten vorkommenden ebenen Fachwerke ins Auge. Den Fall $s=2k-3$ hat man insbeſondere, wenn die Stäbe nach Art von Fig. 8 zu lauter nebeneinander liegenden Dreiecken vereinigt ſind, deren jedes mit dem vorhergehenden und nachfolgenden je einen Stab gemein hat. Das Fachwerk iſt dann für $r=3$ unabhängige Reaktionskomponenten (die jedoch nicht ſämtlich parallel ſein dürfen, vgl. Träger) ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Gewöhnlich wird ein feſtes Gelenkauflager und ein horizontal frei verſchiebbares Gelenk-

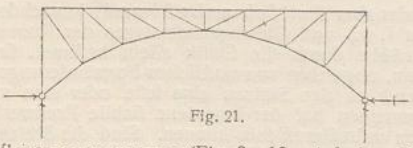


Fig. 21.

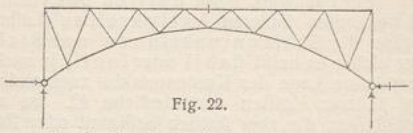


Fig. 22.

auflager angenommen (Fig 9—13, einfaches Balkenwerk, ſ. d.); doch darf das letztere Auflager auch ſchief verſchiebbar ſein (Fig. 8, 14, Träger mit ſchief verſchiebbarem Auflager, ſ. Träger). Neben der am meiſten vorkommenden Stabanordnung nach Fig. 8 ſind für $r=3$ auch andre Anordnungen mit ſtatiſch beſtimmter Stabilität verträglich, wovon die Fig. 2—4 und 15—17 Beiſpiele liefern. Das Syſtem Fig. 15 und 16 wurde mehrfach für Windverbände gewählt, fand aber bei der neuen Havelbrücke bei Brandenburg [41] erſtmals auch für Hauptträger Verwendung.

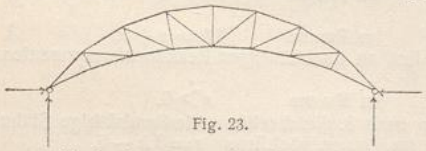


Fig. 23.

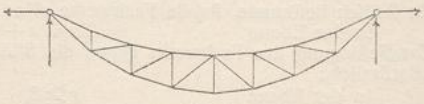


Fig. 24.

Nach dem Falle $r=3$ iſt praktiſch am wichtigſten der Fall $r=4$; Fig. 5 und 18—27 zeigen Beiſpiele desſelben. Zur ſtatiſch beſtimmten Stabilität ſind alsdann nach 3. $s=2k-4$ gleichzeitig widerſtandsfähige Stäbe nötig, wie ſie die Bogen mit drei Gelenken Fig. 18—20 beſitzen. Die in Fig. 20 durchſtrichenen Stäbe dürfen auch wegbleiben. Die Fachwerke Fig. 5, 21—26 jedoch entſprechen der Stabanordnung Fig. 8; wir haben mit $s=2k-3$ einen Stab mehr als $2k-4$. Dieſe Fachwerke ſind einfach ſtatiſch unbeſtimmt; ſie können durch Weglaſſen eines geeigneten Stabes, in Fig. 21, 22, 25, 26 beiſpielsweiſe des durchſtrichenen, oder einer geeigneten Reaktionskomponente, in Fig. 21, 22, 25, 26 beiſpielsweiſe der durchſtrichenen, in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtatiſch beſtimmte Fachwerke verwandelt werden. Mit Fortfall des durchſtrichenen Stabes entſteht aus Fig. 22 ein Bogen mit drei Gelenken, aus Fig. 5, 21 ein Bogen mit reellen Kämpfergelenken und einem imaginären Zwiſchengelenke (ſ. Träger), aus Fig. 26 ein durchlaufender Gelenkträger (ſ. d.). Das Stabſyſtem Fig. 27 iſt bei $s \geq 2$ Stäben zwar ſtatiſch beſtimmt, aber $(2k-4-s)$-fach, d. h. auch $(s-2)$-fach labil; es fehlen zur Stabilität $s-2$ Stäbe. Für $s=2$ haben wir den ſtatiſch beſtimmt ſtabilen Träger Fig. 18, bei ſtetig aufeinander folgenden Gelenken (unendlich kleinen Stäben) die ſtatiſch beſtimmte, ∞-fach labile „Kette“ (ſ. Ketten). — Da ein Fachwerk der Stab-

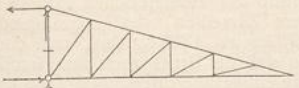


Fig. 25.

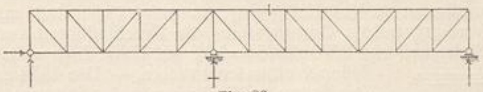


Fig. 26.

gruppierung Fig. 8 für $r=3$ ſtatiſch beſtimmt ſtabil iſt, ſo iſt ein durchlaufendes Balkenfachwerk dieſer Anordnung (vgl. Fig. 26, 28) ebenſo vielfach ſtatiſch unbeſtimmt, als Zwiſchenſtützen vorhanden ſind. In Fig. 29, 30 haben wir ſtabile Bogenfachwerke ſkizziert, welche bei $r=6$ und 8 voneinander unabhängigen Reaktionskomponenten dreifach und fünffach ſtatiſch unbeſtimmt ſind, da die Stabanordnung wieder der Fig. 8 entſpricht. Durch Weglaſſen der durchſtrichenen Endſtäbe würde auch das Fachwerk Fig 30 dreifach ſtatiſch unbeſtimmt, ohne daß ſeine Stabilität verloren ginge. Dagegen iſt der durchlaufende Bogen Fig. 31 (ſ. Bogen, durchlaufende, Bogenfachwerke) nur einfach ſtatiſch unbeſtimmt und die feſte Hängebrücke Fig. 32 (ſ. Hängebrücken, feſte) ſtatiſch beſtimmt.

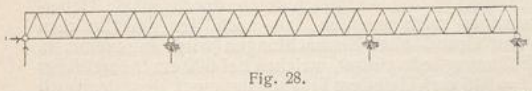


Fig. 28.



Fig. 27.

Träger mit parallelen Gurtungen heißen Paralleliräger (Fig. 12, 13, 26, 28), Träger nach Fig. 11, 14 Segmentträger, nach Fig. 10 Linſenträger, nach Fig. 9, 23, 24 Sichelträger. Im Falle bei Segmentträgern die gekrümmte Gurtung unten liegt (Fig. 14), werden ſie mitunter auch Fiſchbauchträger genannt. Außer dieſen allgemeinen Bezeichnungen ſind noch ſpeziellere Namen je nach der beſonderen geſetzmäßigen Form der Gurtungen in Gebrauch (Parabelträger, Ellipſenträger u. ſ. w.) oder nach denjenigen Perſonen, welche die in Frage kommende Anordnung oder ſtatiſche Bedingung zuerſt angewendet haben (Polonceau- oder

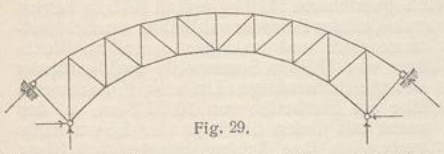


Fig. 29.

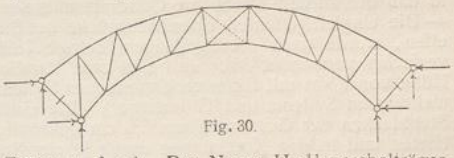


Fig. 30.

Wiegmann-Träger, Schwedler-Träger, Pauliſche Träger u. ſ. w.). Der Name Halbparabelträger deutet an, daß ſich die beiden paraboliſchen Gurtungen (gerade Gurtungen eingerechnet) nicht wie beim Parabelträger an den Auflagern treffen (Fig. 6). Die Sichelträger kommen als Balken (ein feſtes und ein horizontal frei verſchiebbares Gelenkauflager, Fig. 9) und Bogen (zwei feſte Gelenkauflager, Fig 23, 24), nach oben und unten gekrümmt, vor. Auch der Dachbinder Fig. 5 wird als Balken und Bogen ausgeführt.

Verſuche mit Fachwerkträgern.

In neuerer Zeit wurden mehrfach Verſuche bis zum Bruche mit Fachwerkbrücken vorgenommen (über Verſuche mit Blechträgern ſ. Bd. 2, S. 58), deren Ergebniſſe mit Rückſicht auf die Beſchaffenheit der Verſuchsobjekte als befriedigend gelten können. Die eingleiſige Eiſenbahnbrücke über die Neiße bei Forſt in der Lauſitz, aus Schweißeiſen, von Strousberg erbaut, ſchief unter 58°, ſeit 1872 im Betrieb, hatte gelegentlich einer Reinigung und Abſtoßung der alten Farbe behufs der Erneuerung des Anſtrichs bedenkliche Mängel gezeigt (Abblätterungen, Spaltungen u. ſ. w., in den Anfängen offenbar aus der Bauzeit herrührend). Nach der Herſtellung neuer Ueberbauten wurden 1894 mit einem der ſechs oben offenen Joche, gebildet aus zwei Schwedler-Trägern (ſ. d.) einfachen Syſtems von 30,134 m Spannweite, 3,766 m Höhe, acht Felder, Bruchverſuche angeſtellt [22]. Die Belaſtung wurde durch aufgebrachte Schienen auf der ganzen Länge des Joches bewirkt, ſo daß nach der gewöhnlichen Berechnung ein Nachgeben der Gurtungen in der Brückenmitte zu erwarten war. Der Bruch erfolgte durch Nachgeben der Druckgurten beider Träger in je einem Mittelfeld bei etwa 2375 kg pro Quadratzentimeter mittlerer

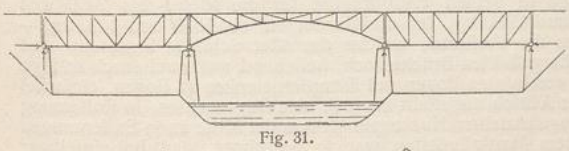


Fig. 31.

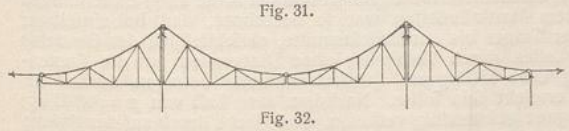


Fig. 32.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beanſpruchung dieſer Gurten, während 1892 angeſtellte Verſuche Zugfeſtigkeiten von 2870 bis 3820 kg (im Mittel 3675 kg) bei ſehr verſchiedenen Dehnungen und Kontraktionen, ſowie mehrfach kriſtalliniſche Einlagerungen an den Bruchſtellen ergeben hatten. Die eine Gurtung knickte nach innen, die andre nach außen ein, beide unter Zerreißen der Gitterſtäbe zwiſchen den zwei Teilen Fig. 33, aus welchen die Gurtung gebildet war. Die Einſenkung in der Mitte hatte vor dem Bruch 9,9 cm erreicht. Aus den veröffentlichten Skizzen geht hervor, daß die freie Knicklänge der zerſtörten Stäbe beim Nachgeben etwa 0,6 der Stablänge zwiſchen den Knotenpunkten betrug. Berechnet man demgemäß die Knickfeſtigkeit auf Grund der Tetmajerſchen Formel für Schweißeiſen (ſ. Knickfeſtigkeit), ſo zeigt ſich, daß mit dem Zerreißen, der ungenügenden Verbindung beider Gurtungsteile die Knickfeſtigkeit von 2770 kg auf 1740 kg ſank und damit die Sicherheit von $2770 : 2375 = 1{,}17$ auf $1740 : 2375 = 0{,}73$, ſo daß der Bruch auch ohne ſonſtige Mängel eintreten mußte. — Die 1874 erbaute eingleiſige Eiſenbahnbrücke über die Emme bei Wolhuſen in der Schweiz, aus Schweißeiſen, ſchief unter etwa 45°, Fahrbahn unten, mit leichten oberen Horizontalkreuzen, entſprach nicht der neuen eidgenöſſiſchen Brückenverordnung von 1892 und wurde 1894 der Bruchbelaſtung unterworfen [23]. Die beiden Parallelträger von 47,9 m Spannweite und 5,6 m mittlerer Höhe, einfachen Syſtems des gleichſchenkligen Dreiecks (Fig. 12) mit elf Feldern, waren wegen Lage der Brücke in einer Kurve nicht ganz gleichſtark.



Fig. 33.

Die Belaſtung erfolgte durch Aufbringen von Kies und Eiſenbahnſchienen von einem Brückenende bis zur Mitte. Da ſich die Schwerlinien der Füllungsglieder nicht, wie es ſein ſoll, in den Schwerlinien des Obergurts und Untergurts, ſondern wie bei der eingeſtürzten Mönchenſteiner Brücke [17], [18] etwas oberhalb und unterhalb derſelben ſchnitten, ſo ergaben ſich bedeutende Nebenſpannungen, welche ſchon vor Aufbringen der halben Bruchlaſt zu bleibenden Formänderungen führten, dann aber (vermutlich infolge von Ausgleichungen durch lokale Ueberſchreitungen der Elaſtizitätsgrenze) weit weniger raſch wuchſen, als nach der gewöhnlichen Berechnung zu erwarten geweſen wäre. Auf Grund aller Beobachtungen wird angenommen, daß der Bruch zuerſt bei einem gedrückten Füllungsgliede eintrat, welches bei 600 cm theoretiſcher Länge, $F = 62{,}2$ qcm Bruttoquerſchnitt und $J = 646$ cm⁴ kleinſtem Trägheitsmoment, dem der Bruch entſprach, ſchließlich rechnungsmäßig durch $P = 67\,000$ kg beanſprucht war, während die im vorliegenden Falle nach Tetmajers Verſuchen brauchbare Eulerſche Formel $P = \pi^2 \frac{EJ}{l^2}$ für $l = {}^3/_4 \cdot 600 = 450$ cm freie Knicklänge nur eine Bruchlaſt $P = 62\,970$ kg und für $P = 67\,000$ kg Bruchlaſt die freie Knicklänge $l = 439\text{ cm} = 0{,}732 \cdot 600$ cm ergibt. An der Bruchſtelle, nahe der Stabmitte, befanden ſich vier Löcher von 1,6 cm Durchmeſſer (zur Befeſtigung von 1892 angebrachten, für die Verſuche entfernten Verſtärkungsplatten), die den Querſchnitt um 4,9 qcm verſchwächten, ſo daß der mittlere Druck pro Quadratzentimeter Nettoquerſchnittt 1170 kg anſtatt 1070 kg betrug. — Die eingleiſige ſchiefe Erlenbachbrücke bei Biberach-Zell der Schwarzwaldbahn, aus Schweißeiſen, wurde nach dreißigjährigem Betrieb 1896 ausrangiert und im Jahre darauf zu Bruchverſuchen verwendet [25]. Sie beſaß zwei Parallelträger von 19,95 m Spannweite und konſtanter Höhe von 1,5 m mit Gitterwerk vierfachen Syſtems des gleichſchenkligen Dreiecks (ſ. Fachwerke mehrfachen Syſtems und Gitterträger). Die Gitterſtäbe aus Flacheiſen von 10,5|1,2 cm, an den Stehblechen der Gurtungen um 0,6 cm gekröpft, waren mit dieſen durch je vier 1,5 cm ſtarke Nieten und in den Kreuzungen durch je ein Niet verbunden, ihre Achſen ſchnitten ſich 10 cm oberhalb und unterhalb der Gurtungsſchwerlinien. Die Belaſtung erfolgte durch fünf 3 m lange Sätze von Schienen und Schwellen auf je zwei benachbarten Querträgern, womit beim Bruche ein Gewicht von $21{,}2 + 21{,}2 + 45{,}7 + 45{,}7 + 61{,}2$ t erreicht wurde, annähernd entſprechend der voraus berechneten Bruchlaſt. Kleine Ausbiegungen der Gitterſtäbe zeigten ſich bereits nach Aufbringen von 0,6 der Bruchlaſt, ſie wuchſen mit der Belaſtung, auch traten in der Nähe eines Brückenendes Ausbauchungen der Stehbleche ein. Der Bruch erfolgte durch Abſcheren der Nieten der am meiſten beanſpruchten Zugſtreben, welche an ausgebogene Druckſtreben grenzten. „Dieſe Druckſtreben wirkten wie geſpannte Federn und ſchleuderten die abgeſcherten Nieten mit Hilfe der Zugſtreben ſeitlich mehrere Meter weit.“ Beim Bruche betrugen die rechnungsmäßigen Beanſpruchungen pro Quadratzentimeter unter Vorausſetzung gleichmäßiger Verteilung der Scherkräfte auf die vier Strebenzüge in beiden Hauptträgern für die Nieten bis 2950 und 3150 kg, für die Streben bis 1940 und 2060 kg, für die Gurtungen bis 1530 und 1490 kg. — Weiter können hier erwähnt werden die Verſuche, welche der öſterreichiſche Ingenieur- und Architektenverein mit einem eigens hergeſtellten Brückenjoch, beſtehend aus zwei durch kräftige Querverbindungen und Windkreuze vereinigten Bogen mit Kämpfergelenken (ſ. Bogen, einfache) von 23 m Spannweite, 4,556 Pfeil der Achſen angeſtellt hat [24]. Die Bogenachſen, in Entfernung von 1,8 m liegend, waren Parabeln eingeſchrieben, Knotenpunkte von der Mitte an in Entfernungen von 2,25 m. Das Objekt aus weichem Martinflußeiſen war ſo berechnet, daß bei einſeitiger Belaſtung von $p = 1500$ kg pro Meter Träger bis zur Brückenmitte, einſchließlich des Gewichts des Belaſtungsgerüſts, welches die Laſten durch Vertikalen ohne Diagonalen auf die Knotenpunkte übertrug, die Beanſpruchung etwa 750 kg pro Quadratzentimeter betragen durfte, für $p = 9000$ kg aber ſicher der Bruch erreicht ſein ſollte. Nachdem eine Laſt von $p = 6820$ kg, bis zu welcher die Formänderungen ganz geſetzmäßig verliefen, eine Nacht durch auf der Brücke geblieben war, wurden weitere Schienen aufgebracht, worauf für $p = 7630$ kg auf der unbelaſteten, nicht mit Aufbau oder Vertikalen verſehenen Hälfte eine erhebliche ſeitliche Ausknickung der Untergurte nächſt den gefährlichen Querſchnitten und damit das Ende des Verſuchs eintrat. Die Gurtlamellen daſelbſt zeigten, insbeſondere zwiſchen den Nieten an den einſpringenden Polygonecken, ſtarke Faltenbildung, ohne daß der Bogen an irgend einer Stelle geriſſen oder ein Niet abgeſchert war. Die größten Normalſpannungen an der Proportionalitätsgrenze, Stauchgrenze (ſ. Elaſtizitätsgrenze, Druckelaſtizität) und bei Beendigung des Verſuchs wurden auf Grund

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der üblichen Vorausſetzungen (ſ. Biegung, Bogen) zu 1730 kg, 2550 kg und ca. 3000 kg berechnet, während die Unterſuchung des Trägermaterials Proportionalitätsgrenzen von 1720 bis 1845 kg und Zugfeſtigkeiten von 3760 bis 4210 kg (durchſchnittlich 1770 und 4040 kg bei 24,2 % Bruchdehnung) ergeben hatte. Ungünſtig erſchien, daß die Höhe der Bogen aus äußeren Gründen nur 0,36 m, gleich $^1/_{64}$ der Spannweite, betragen konnte, wie auch die polygonale Form der Bogen mit Knickungen der Gurtlamellen und Gurtwinkel, welche praktiſch nicht gebräuchlich iſt, die Widerſtandsfähigkeit etwas herabgeſetzt haben mag.

Neben den erwähnten und andern Verſuchen haben neuere Brückeneinſtürze eine ungeſuchte Belehrung geboten. In einzelnen Fällen war ſchon das Fehlen jeder Verſteifung der untenliegenden Querträger gegen die Hauptträger bedenklich [15], [20], in andern konnte die nach neueren Verſuchsreſultaten ungenügende Berückſichtigung der Zerknickungsgefahr auch ohne ſonſtige Mängel den Einſturz erklären, da die rechnungsmäßige Sicherheit bis auf 1 herabging [14], [18], [19]. Verſuche und ſonſtige Erfahrungen zeigen, daß der Stabilität der Brücken im ganzen (nicht nur der einzelnen Träger in ihren Ebenen) ſowie der Berechnung und Ausbildung der gedrückten Teile ganz beſondere Sorgfalt zu widmen iſt. Demgemäß hat z. B. bei offenen Brücken ſtets eine kräftige Verſteifung der Querträger gegen die Hauptträger ſtattzufinden und iſt bei gedrückten Teilen, welche auf Grund bewährter, eher zu ungünſtiger Formeln mit Rückſicht auf Zerknickungsgefahr und eventuell auch auf exzentriſche Druckeintragung zu berechnen ſind (ſ. Knickfeſtigkeit, Druck, exzentriſcher) dafür zu ſorgen, daß Stäbe, welche als Ganzes berechnet werden (mit dem Trägheitsmoment des ganzen Querſchnitts in Hinſicht von deſſen Achsſchicht) auch tatſächlich als Ganzes wirken. Gitterwerk zur Verbindung einzelner Teile von Gurtungen, Vertikalen u. ſ. w. hat ſich in dieſer Hinſicht nicht immer als genügend erwieſen (ſ. oben und [22]). In Zweifelsfällen iſt getrennte Wirkſamkeit anzunehmen. Auch bei Zugſtäben iſt exzentriſche Krafteintragung möglichſt zu vermeiden und eventuell bei der Dimenſionierung zu berückſichtigen (vgl. Zug, exzentriſcher, Nebenſpannungen, Dimenſionenberechnung). Im übrigen laſſen die bisherigen Verſuche und Erfahrungen erkennen, daß bei richtiger Wahl des Materials und Befolgung der anerkannten und weiterzubildenden Regeln für die Berechnung, Konſtruktion, Herſtellung und Unterhaltung der eiſernen Brücken Kataſtrophen wie die obenerwähnten nicht befürchtet zu werden brauchen.

S. a. Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte, ſtatiſch unbeſtimmte, mehrfachen Syſtems, Balkenfachwerke, Bogenfachwerke, Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Mittengelenkbalken, Gelenkträger, Dreieckträger, Halbparabelträger, Parabelträger, Ellipſenträger, Paralleträger, Pauliſche Träger, Polonceau-Träger, Schwedler-Träger, Trapezträger, Hängebrücken, feſte. Die Berechnung der Fachwerke iſt beſonders unter dieſen Stichworten und ſodann unter Grenzwerte, Einflußlinien, Nebenſpannungen, Gegendiagonalen u. ſ. w. beſprochen. Ueber Formänderungen ſ. Einſenkung und Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte.

Literatur: [1] Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiſerner Dach- und Brückenkonſtruktionen, Hannover 1863 (4. Aufl. 1880). — [2] Steiner, Ueber Brückenbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Wien 1878 (ſ. a. Techn. Blätter 1894). — [3] Krohn, Reſultate aus der Theorie des Brückenbaues, Bd. 1: Balkenbrücken, Aachen 1879; Bd. 2: Bogenbrücken, Aachen 1883. — [4] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1880 (deutſch von Hauff, Wien 1886). — [5] Foeppl, Theorie des Fachwerks, Leipzig 1880. — [6] Winkler, Theorie der Brücken, Heft 2: Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881; Heft 4: Querkonſtruktionen, Wien 1879. — [7] Allievi, Equilibrio, interno delle pile metalliche secondo le leggi della deformazione elastica, Roma 1882 (deutſch von Totz, Wien 1888). — [8] Henneberg, Statik der ſtarren Syſteme, Darmſtadt 1886. — [9] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887. — [10] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888. — [11] Land, Kinematiſche Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger, Zeitſchr. des öſterr. Ing.- und Arch.-Vereins 1888, S. 11. — [12] Lang, Die Entwicklungsgeſchichte der Spannwerte des Eiſens, Riga 1890 (aus der Rigaſchen Induſtriezeitung 1889—90). — [13] Ritter, W., Anwendungen der graphiſchen Statik, 2. Teil: Das Fachwerk, Zürich 1890. — [14] Ritter und Tetmajer, Bericht über die Mönchenſteiner Brückenkataſtrophe, Zürich 1891. — [15] Mayer, R. F., Eine Brückenkataſtrophe (Straßenbrücke über die Töß bei Rykon-Zell, Schweiz), Wochenſchr. des öſterr. Ing.- und Arch.-Vereins 1891, S. 140. — [16] Foeppl, Das Fachwerk im Raume, Leipzig 1892. — [17] Engeſſer, Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken, Berlin 1892—93. — [18] Tetmajer, Die Knickfeſtigkeit der mittleren Streben und der Gütewert des Materials der Mönchenſteiner Brücke, Schweiz. Bauzeitung 1893, S. 99, 107 (ſ. a. S. 37, 84, 122, 128, 135, 149, 162). — [19] Tetmajer, Ueber die Urſachen des Einſturzes der Morawabrücke bei Ljubitſchswo, Schweiz. Bauzeitung 1893, Bd. 21, S. 55, 60. — [20] Zweigle, Einſturz der Brücke in Praunheim (Straßenbrücke bei Frankfurt), Zeitſchr. des Vereins deutſch. Ing. 1893, S. 426 (ſ. a. Zentralbl. der Bauverw. 1892, S. 419). — [21] Ritter, W., Der Brückenbau in den Vereinigten Staaten Amerikas, Bern 1894 (ſ. a. den Bericht von Steiner, Techn. Blätter 1894). — [22] Bruchbelaſtung an der Neißebrücke bei Forſt i. L., Zeitſchr. f. Bauw. 1895, S. 289. — [23] Schüle, Rapport sur les épreuves des charges jusqu'à rupture de l'ancien pont sur l'Emme à Wolhusen, Berne 1895 (auch Schweiz. Bauzeitung 1895, Bd. XXV, S. 105, 113, 119). — [24] Bericht des Gewölbeausſchuſſes, Wien 1895 (auch der Zeitſchr. des öſterr. Ing.- und Arch.-Vereins 1895 beigegeben). — [25] Schüle, Belaſtungsprobe bis zum Bruche der Erlenbachbrücke der Schwarzwaldbahn, Schweiz. Bauzeitung 1900, XXXV, S. 15 (ſ. a. Hauger, 1897, XXX, S. 139). — [26] Häfeler, Das Fachwerk mit halben Diagonalen, Süddeutſche Bauzeitung 1898, S. 97; 1899, S. 1. — [27] Pfeiffer, Das Fachwerk mit halben Diagonalen, Zeitſchr. des Vereins deutſcher Ing. 1899, S. 873 (ſ. a. Dietz, S. 874). — [28] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen, Stuttgart 1899. — [29] Reißner, Zur Dynamik des Fachwerks, Zeitſchr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

f. Bauweſen 1899, S. 477. — [30] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, II: Graphiſche Statik, Leipzig 1900. — [31] Zimmermann, Ueber Raumfachwerke. Neue Formeln und Berechnungsweiſen für Kuppeln und ſonſtige Dachbauten, Berlin 1901. — [32] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 2: Der Brückenbau, 2. Abt. (Theorie der eiſernen Balkenbrücken), Leipzig 1901; 3. Abt. (Eiſerne Brückenpfeiler), Leipzig 1903. — [33] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901; II, Leipzig 1903. — [34] Patton, Beitrag zur Berechnung der Nebenſpannungen infolge ſtarrer Knotenverbindungen bei Brückenträgern, Zeitſchr. f. Arch. und Ingenieurweſen 1902, S. 417. — [35] Häfeler, Der Brückenbau, I. Teil: Die eiſernen Brücken, 4. Lief., Braunſchweig 1903. — [36] Förſter, Die Eiſenkonſtruktionen der Ingenieurhochbauten, Leipzig 1903. — [37] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, II, Leipzig 1904. — [38] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904. — [39] Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904. — [40] Reißner, Schwingungsaufgaben aus der Theorie des Fachwerks, Zeitſchr. für Bauweſen 1904, S. 135. — [41] Bernhardt, Die Eiſenbahnbrücke über die Havel bei Brandenburg, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 1657. — [42] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906. — Weitere Literatur ſ. bei den obenerwähnten Stichwörtern.

Weyrauch.

Fachwerk. (Graphiſche Berechnung.)

Hinſichtlich der Definition von Fachwerk wird auf die Art. Fachwerk, Fachwerkträger u. ſ. w. verwieſen. In nachfolgendem ſind ausſchließlich Balkenfachwerke mit einer Oeffnung in Betracht gezogen. Ueber Fachwerke, durchlaufende, Gelenkträger und Bogenfachwerke ſ. d.

a) Brückenfachwerke. Je nachdem der Drehpunkt (ſ. d.) der Momente eines Stabes außerhalb oder innerhalb der Spannweite liegt, erleidet der Fachwerksſtab ſeine ungünſtigſte Beanſpruchung bei einſeitiger oder vollſtändiger Belaſtung, denn die Biegungsmomente, die von Laſten links und rechts vom Stabe in bezug auf den Drehpunkt erzeugt werden, ſind im erſten Falle von ungleichem, im zweiten von gleichem Zeichen. Bei den Brückenfachwerken liegen (abgeſehen von kontinuierlichen Fachwerken) die Momentendrehpunkte für die Gurtungsſtäbe ſtets innerhalb, für die Streben außerhalb der Spannweite. Für die Gurtungen muß daher die zufällige Laſt über die ganze Spannweite ausgedehnt, für die Streben auf eine Seite des Stabes beſchränkt werden. Beſteht die zufällige Laſt aus Einzellaſten verſchiedener Größe, ſo ſind die ſchwerſten Laſten in der Nähe des zu berechnenden Stabes aufzuſtellen. Aus dem Vorzeichen des Biegungsmomentes ergibt ſich ferner, daß bei Fachwerken mit einer Oeffnung die untere Gurtung ſtets auf Zug, die obere ſtets auf Druck beanſprucht wird, ſowie daß Streben gezogen oder gedrückt werden, je nachdem ſie gegen die Belaſtung fallen oder ſteigen. Um die Kräfte zu finden, die bei gegebener Belaſtung in den einzelnen Stäben auftreten, wendet man, je nachdem es ſich um Gurtungen oder Streben, um das Eigengewicht oder um Verkehrslaſten handelt, und je nach der Form des Fachwerks verſchiedene Verfahren an.

Bei Fachwerken mit parallelen Gurtungen benutzt man, um die Gurtungskräfte zu finden, das Ritterſche oder Momentenverfahren (ſ. d.). Da der Abſtand der Gurtungsſtäbe von ihren Drehpunkten durchgehends gleich der Fachwerkshöhe iſt, ſo bekommt man die Gurtungskräfte, wenn man die Biegungsmomente hinſichtlich der Drehpunkte durch die Fachwerkshöhe dividiert. Trägt man die Kurven der größten und kleinſten Biegungsmomente graphiſch auf, ſo gelangt man demnach leicht zu einer überſichtlichen Darſtellung der Gurtungskräfte. Um die Strebenkräfte zu finden, wendet man im allgemeinen das Culmannſche (ſ. d.) oder Schnittverfahren an. Da die Drehpunkte der Streben im Unendlichen liegen, ſo erhält man die Strebenkräfte, wenn man die betreffenden Querkräfte parallel zu Strebe und Gurtung zerlegt. Iſt die zufällige Laſt gleichförmig verteilt, ſo läßt ſich auch das Herzogſche (ſ. d.) Verfahren mit Vorteil anwenden. (Näheres ſ. Parallelträger.)

Bei Fachwerken mit gekrümmten Gurtungen werden die Gurtungskräfte am ſchnellſten mittels eines Cremonaſchen Kräfteplans (ſ. d.) beſtimmt. Man zeichnet dieſen Plan zunächſt für die Eigengewichtsbelaſtung und erhält ſo die kleinſten Gurtungskräfte. Deren größte Werte (für Vollbelaſtung) ergeben ſich durch Multiplikation der gefundenen Eigengewichtskräfte mit $(g + p) : g$. Dieſes Verfahren iſt ſelbſt bei Eiſenbahnbrücken zuläſſig, vorausgeſetzt, daß man für p denjenigen Wert einſetzt, der dem größten Biegungsmomente der Radlaſten entſpricht (Laſtäquivalent, Belaſtungsgleichwert). Will man genauer vorgehen, ſo beſtimmt man für jeden Knotenpunkt das größte Biegungsmoment (ſ. Balken, einfache, Bd. 1, S. 525) infolge der konzentrierten Radlaſten und dividiert es durch den Hebelarm des Stabes (Entfernung vom Drehpunkte). Bei der Beſtimmung der Strebenkräfte werden Eigengewicht und zufällige Laſt getrennt behandelt. Der Einfluß des Eigengewichts iſt in dem bereits gezeichneten Cremonaſchen Kräfteplan enthalten. Bei der zufälligen Laſt wendet man, wenn ſie aus Einzellaſten beſteht, das Culmannſche, wenn ſie gleichmäßig verteilt iſt, am beſten das Herzogſche Verfahren an. (Näheres ſ. Parabelträger, Halbparabelträger, Schwedler-Träger, Paulifche Träger.)

b) Dachſtuhlfachwerke. Für die Fachwerksbinder der Satteldächer (Dreieckträger) liegen die Drehpunkte ſämtlicher Stäbe innerhalb der Spannweite oder im Auflager. Infolge deſſen iſt die vollſtändige Belaſtung für ſämtliche Stäbe — auch für die Streben — die ungünſtigſte. Da die zufällige Belaſtung (Schnee und Wind) überdies als gleichförmig verteilt angeſehen werden darf, ſo vereinfacht ſich die Berechnung dieſer Fachwerke außerordentlich. Es genügt, einen oder zwei Cremonaſche Kräftepläne zu zeichnen, um die größten und kleinſten Kräfte für ſämtliche Stäbe zu erhalten.

Für gewölbte Dächer verwendet man Fachwerke, bei denen die obere oder beide Gurtungen gekrümmt ſind, z. B. Sichelträger (ſ. S. 537). Die Berechnung dieſer Fachwerke wird ähnlich wie die der Brückenfachwerke mit gekrümmten Gurtungen durchgeführt (vgl. Parabel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

träger, Halbparabelträger). Kuppeldächer ſind im allgemeinen als räumliche Fachwerke anzuſehen und zu berechnen. Der Einfluß von Belaſtungen, die ſich über die ganze Dachfläche verteilen (Eigengewicht), kann meiſt auf einfache Weiſe beſtimmt werden. Die Berechnung des Einfluſſes einſeitiger Laſten (Wind) dagegen führt zu ziemlich verwickelten Kräfteplänen.

Literatur: Culmann, Graphiſche Statik, Zürich 1866; Tetmajer, Aeußere und innere Kräfte, Zürich 1875; Winkler, Theorie der Brücken, Heft 2, Wien 1881; v. Ott, Das graphiſche Rechnen und die graphiſche Statik, Prag 1884—85; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1887—92; Schäffer u. Sonne, Handbuch des Brückenbaus, Leipzig 1904; Ritter, Anwendung der graphiſchen Statik, 2. Teil, Zürich 1890; Lauenſtein, Graphiſche Statik, Stuttgart 1890; Keck, Graphiſche Statik, Hannover 1894; Zahlreiche Zeitſchriftenartikel; Ueber räumliche Fachwerke ſ. Hacker, Einflußlinien für Stabwerke im Raum, Zeitſchr. des Hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1891; Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie der räumlichen Fachwerke, Zentralbl. der Bauverwaltung 1892; Foeppl, Das Fachwerk im Raume, Leipzig 1892; Förſter, Die Eiſenkonſtruktionen der Ingenieurhochbauten, Leipzig 1900; Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen u. ſ. w.; Leipzig 1903.

(W. Ritter) Mörſch.

Fachwerke, durchlaufende. (Graphiſche Berechnung.)

Zur ſtatiſchen Berechnung durchlaufender Fachwerke verwendet man meiſtens die Verfahren und Regeln, die bei der Berechnung durchlaufender Balken (ſ. Bd. 1, S. 513) üblich ſind. Man zeichnet die Kurven der größten und kleinſten Biegungsmomente ſowie die Kurven der größten und kleinſten Querkräfte und berechnet aus jenen die Gurtungskräfte, aus dieſen die Strebenkräfte (vgl. Paralleltträger). Dieſes Verfahren iſt für die Praxis hinreichend genau ſolange die Gurtungen parallel laufen. Trifft dies jedoch nicht zu, ſo wird die Berechnung am überſichtlichſten, wenn man für die verſchiedenen Stäbe Einflußlinien (ſ. d.) zeichnet.

Handelt es ſich um ein Fachwerk mit zwei Oeffnungen (Fig. 1), ſo ſetzt ſich die Einflußfläche für einen Stab aus zwei Flächen zuſammen. Die eine entſteht, wenn man die Stütze B entfernt denkt, alſo das Fachwerk ſtatiſch beſtimmt macht; die andre, wenn man den Stützendruck B allein in Betracht zieht. Beide Flächen voneinander abgezogen, ergeben die Einflußfläche für den betreffenden Stab. Für den Gurtungsſtab 7 z. B. hat die Einflußfläche die Form $A_2 B_2 C_2 D_2$. Das Dreieck $A_2 D_2 C_2$ entſpricht dem in beiden Endpunkten aufliegenden Fachwerkträger (S. 233), die Kurve $A_2 B_2 C_2$ dem Stützendrucke B. Dieſe Kurve iſt nichts andres als die Biegungslinie (ſ. d.) für die Kraft B. Man zeichnet die dreieckige Momentenfläche $A_1 B_1 C_1$ (Höhe beliebig), betrachtet die Momente als Kräfte, die in den Drehpunkten der Stäbe angreifen, und ſetzt ſie durch ein Kräfte- und ein Seileck zuſammen. Das Krafteck iſt Fig. 1 links gezeichnet. Als Kräfte ſind die halben Momentenordinaten aufgetragen. Als Polweiten verwendet man, in beliebigem Maßſtabe aufgetragen, die Größen $Fa^2 : s$, worin F die Querſchnittsfläche des Stabes, a feinen Abſtand vom Drehpunkte und s ſeine Länge bedeutet. Der Formänderungswinkel (ſ. d.) iſt nämlich allgemein gleich $Ms : EFa^2$, ſo daß man die Biegungslinie erhält, wenn man M als Kraft und $Fa^2 : s$ als Polweite annimmt. Den Elaſtizitätskoeffizienten E ſetzt man gleich Eins, da der Maßſtab, in dem die Biegungslinie gezeichnet wird gleichgültig iſt. Man darf ſich bei dieſer Arbeit auf die Gurtungsſtäbe beſchränken und die Formänderung der Streben vernachläſſigen. Hat man die Biegungslinie $A_2 B_2 C_2$ gezeichnet, ſo iſt es leicht, die gebrochene Linie $A_2 D_2 C_2$ zu zeichnen, denn beide Linien müſſen ſich in B_2 ſchneiden, weil eine Laſt im Auflager B keinen Einfluß auf die Stabkraft ausübt. — In gleicher Weiſe gelangt man zu einer Einflußfläche für eine Strebe. $A_3 B_3 C_3$ ſtellt dieſe Fläche für die Strebe 3/4 dar. — Unten auf Fig. 1 ſind mittels eines Cremonaſchen Planes die Stabkräfte K für eine in B angreifende Laſt P gezeichnet. Man wählt als ſolche die am häufigſten vorkommende Einzellaſt, bei Eiſenbahnbrücken das Gewicht eines Lokomotivrades, bei Straßenbrücken die Verkehrslaſt pro Feld. Nennt man die Ordinaten der Einflußfläche z, ſo iſt ſchließlich die geſuchte Stabkraft $S = K \Sigma(z) : b$.

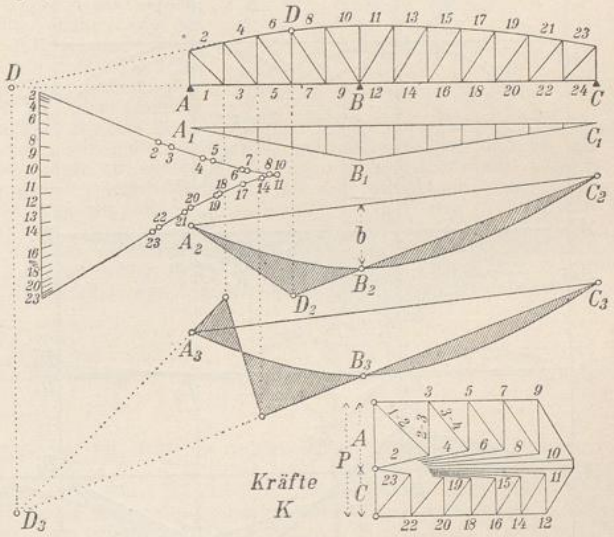


Fig. 1.

Erſtreckt ſich das Fachwerk über mehr als zwei Oeffnungen, ſo wird deſſen Berechnung umſtändlicher. Unter den verſchiedenen Verfahren, die hier in Frage kommen, dürfte das folgende eines der bequemſten und überſichtlichſten ſein. Man zeichnet (Fig. 2) die dreieckige Momentenfläche $A_1 B_1' C_1$ und dazu, indem man die Momentenordinaten als Kräfte und

die Werte $Fa^2 : s$ als Polweiten betrachtet, das Seileck $A_2' B_2 C_2'$. In gleicher Weiſe zeichnet man für die Strecke BD das Seileck $B_2' C_2 D_2'$. (Die Kraftecke ſind aus der Figur weggelaſſen.) Die geraden Linien $A_2' B_2$ und $D_2' C_2$ führen zu den Feſt- oder Inflexionslinien (vgl. Bd. 1, S. 516) J und K der Mittelöffnung, die Linien $J' C_2$ und $K' B_2$ zu denen der Außenöffnungen. Um die Einflußfläche für den 7. unteren Gurtſtab zu erhalten, zieht man aus B_3 und C_3 zwei Linien, die ſich lotrecht unter dem Drehpunkt E ſchneiden (vgl. Bd. 3, S. 233, Fig. 2). Den Knickwinkel $B_3 E_3 C_3$ macht man $\delta = 1$ oder $= 2$, zieht die Linien $B_3' J_3 K_3 C_3'$, $B_3' A_3$ und $C_3' D_3$ und zeichnet für die ſchraffierte Fläche, indem man ſie als Momentenfläche betrachtet, die Biegungslinien $A_4 B_4 E_4$ und $D_4 C_4 E_4$. Hierzu verwendet man die bereits gezeichneten Linien $A_2' B_2 C_2'$ und $B_2' C_2 D_2'$; und zwar ſind bloß deren Ordinaten im Verhältnis $m : b$ bezw. $n : c$ zu verkleinern, was mittels zweier Verwandlungswinkel raſch geſchehen kann. Man beginnt damit, $A_2 A_2'$ und $A_4 A_4'$ zu verwandeln, die Gerade $A_4' B_4$ zu ziehen und von ihr aus die verwandelten Ordinaten der Kurve $A_2' B_2 C_2'$ aufzutragen. Sie entſprechen der Momentenfläche $A_3 B_3' C_3'$. Von B_4 aus fügt man noch weitere Ordinaten an, die der Momentenfläche $B_3 C_3' D_3$ entſprechen; es ſind die im Verhältnis $n : c$ verwandelten Ordinaten zwiſchen der Kurve $B_2' C_2$ und der Geraden $B_2' C_2''$. Dieſe Arbeit wird bis E_4 fortgeſetzt. Dann wiederholt man ſie, von D_4 ausgehend, für die rechts von E liegende Fläche, wobei man ebenfalls auf den Punkt E gelangt. Zuerſt wird $D_4 D_4' = (n : c)\, D_2 D_2'$ aufgetragen und die Gerade $D_4' C_4$ gezogen. Von dieſer aus trägt man die im Verhältnis $n : c$ verwandelten Ordinaten der Kurve $D_2' C_2 B_2'$ auf und von C_4 aus fügt man noch die im Verhältnis $m : b$ verwandelten Ordinaten zwiſchen der Geraden $C_2' B_2''$ und der Kurve $C_2' B_2$ an. Nennt man die Ordinaten dieſer Einflußlinien z und die Einzellaſt P, ſo iſt (wegen $\delta = 2$) $\Sigma (P z)$ das doppelte Biegungsmoment hinſichtlich des Drehpunktes E. — $A_6 B_6 F G C_6 D_6$ iſt die Einflußfläche für die Strebe FG. Man trägt am beſten die Einzellaſt P lotrecht unter dem Fußpunkte der Strebe auf (richtiger unter dem Punkte, in dem die Wagrechte durch H die Strebe trifft) und verbindet ihre Endpunkte mit dem lotrecht unter dem Drehpunkte der Strebe liegenden Punkte H_5. Dann zieht man $J_5 K_5$, $B_5 C_5$, $A_5 B_5'$ und $C_5' D_5$ und erhält damit die ſchraffierte Fläche. Die dieſer Fläche entſprechende Biegungslinie ſtellt die geſuchte Einflußlinie dar; ſie wird ähnlich wie jene für die Gurtungen gezeichnet. Die Strebenkraft wird gefunden, wenn man $\Sigma (z)$, im Maßſtab der Kraft P abgegriffen, parallel zur Strebe und zur Wagrechten zerlegt. Die gezeichnete Einflußlinie gilt auch für den Pfoſten EF; nur muß der Strich FG durch $E'F'$ erſetzt werden. — Für Stäbe in den Außenöffnungen ſind die nämlichen Wege einzuſchlagen; die Zeichnung geſtaltet ſich dort noch etwas einfacher. Auch ſonſt ergeben ſich, wenn man die Einflußlinien für ſämtliche Stäbe zeichnet, da und dort Vereinfachungen. Ferner kann man die ganze Zeichnung bei ſymmetriſcher Anordnung des Fachwerks ſelbſtverſtändlich auf die Hälfte beſchränken. Unſchwer läßt ſich das beſchriebene Verfahren auf mehr als drei Oeffnungen ausdehnen.

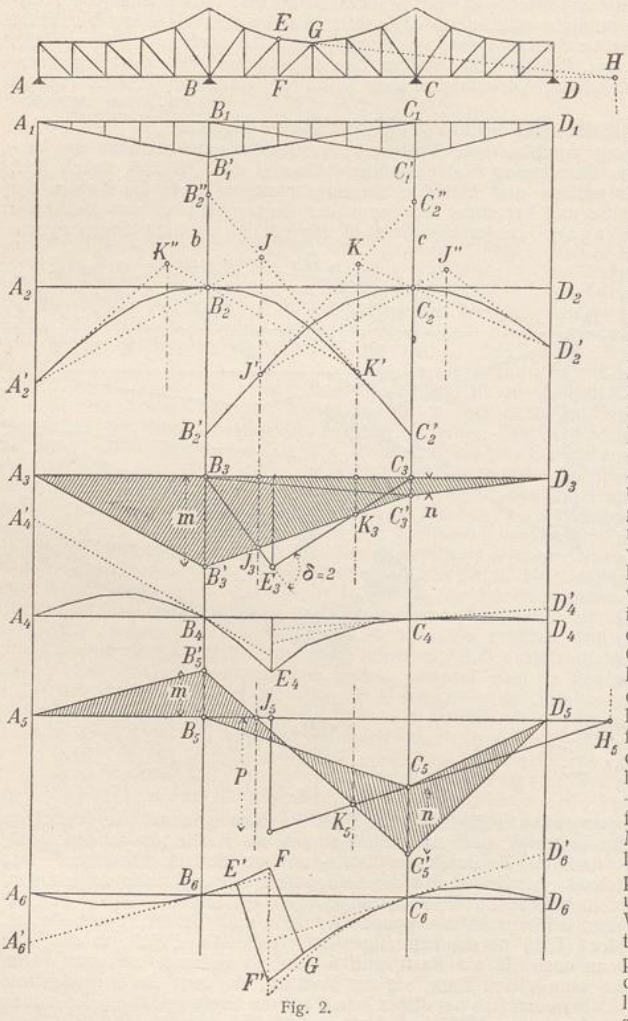


Fig. 2.

Literatur: Schäffer und Sonne, Handbuch des Brückenbaus, Kap. 9, Leipzig 1890; v. Thullie, Einflußlinien für einen Fachwerkträger auf drei Stützen, Wochenſchr. des öſterr. Ingen.- u. Arch.-

Ver. 1891; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1892; Klingatſch, Graphiſche Behandlung kontinuierlicher Fachwerkbalken, Zeitſchr. des öſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1892; Zſchetzſche, Beitrag zur Berechnung durchgehender Balkenträger, Zeitſchr. f. Bauweſen 1894.

(W. Ritter) Mörſch.

Fachwerke mehrfachen Syſtems (mehrteiliges Fachwerk). Ein Fachwerk heißt n-teilig oder n-fachen Syſtems, wenn die Füllungsglieder (ſ. Fachwerk) oder doch eins über das andre ſolcher Füllungsglieder, die einen zuſammenhängenden Linienzug bilden, durch andre gleichzeitig wirkſame Füllungsglieder (alſo nicht Gegendiagonalen, ſ. d.) in n Abſchnitte geteilt werden (Fig. 1, 2).

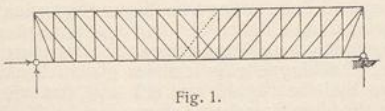


Fig. 1.

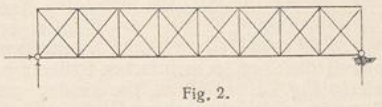


Fig. 2.

Das Fachwerk kann dabei ſtatiſch beſtimmt oder ſtatiſch unbeſtimmt ſein. Fig 3 beiſpielsweiſe ſtellt ein ſtatiſch beſtimmtes Fachwerk doppelten Syſtems dar, bei dem ſich allerdings ſehr ungünſtige Beanſpruchungen ergeben würden [6], S. 67, ſo daß dieſer Träger keine praktiſche Bedeutung hat. Andre Fälle ſind in Fig. 36—39 angedeutet (vgl. unten). Hier ſollen in erſter Linie die allein wichtigen ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerke mehrfachen Syſtems ins Auge gefaßt werden. Das gewöhnlichſte und einfachſte Verfahren bei der Berechnung ſolcher Fachwerke iſt folgendes:

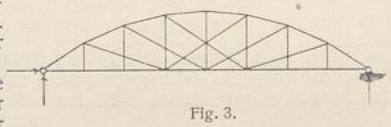


Fig. 3.

Das n-fache Syſtem wird in n einfache Syſteme zerlegt und die Belaſtung auf die Knotenpunkte aller Syſteme verteilt gedacht, ſo daß z. B. zwei einander deckende Knotenpunkte verſchiedener Syſteme in jedem beſtimmten Belaſtungsfalle gleiche Belaſtungen erhalten. Hierauf werden die einfachen Syſteme getrennt berechnet und bei der Wiedervereinigung die Beanſpruchungen zuſammenfallender Stäbe oder Stababſchnitte addiert.

Daß dieſes Verfahren zu genauen Reſultaten führe, läßt ſich nicht ohne weiteres annehmen; die Kontrolle desſelben kann auf Grund der Elaſtizitätslehre ſtattfinden (ſ. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte). Vergleichende Berechnungen ergaben (ſ. [2], [4], S. 241, 248, 252, 259, 263, 269, [15], II, S. 444, 458), daß das Verfahren bei Paralleträgern mehrfachen Syſtems nach den Anordnungen Fig. 1, 10, 13 nahezu richtige Werte liefert, [4], S. 249, 262, 264, 322, [15], I, S. 527, 533, II, S. 458. Auch die Reſultate von Bruchverſuchen mit derartigen Paralleträgern

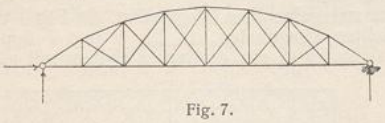


Fig. 7.

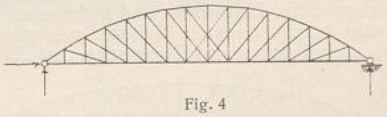


Fig. 4

ſtanden damit genügend im Einklang [10], [13] In andern Fällen jedoch können beſonders hinſichtlich der Füllungsglieder erhebliche Fehler eintreten, und zwar um ſo größere, je mehr der Träger vom Paralleträger abweicht. Schon Winkler empfahl daher auf Grund ſeiner Vergleiche, bei Trägern ohne Endvertikalen immer die genaueren Methoden anzuwenden [4], S. 256, vgl. [15], I, S. 528. Aber ſelbſt wenn auf Grund der Elaſtizitätstheorie vorgegangen werden ſoll (ſ. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte), kann obiges Verfahren wenigſtens zu der hierbei nötigen vorläufigen Berechnung der Stabquerſchnitte dienen. Beiſpiele unmittelbarer Anwendung desſelben bei doppeltem und vierfachem Syſtem, ſ. [6], B. 107, 108, 118, vereinfachte Anwendung für doppeltes und $2n$-faches Syſtem mit gekreuzten Diagonalen ſ. unten. Im folgenden haben wir ſolche Fachwerke mehrfachen Syſtems im Auge, deren Stabkräfte endgültig durch Zerlegung in einfache Syſteme berechnet werden ſollen, oder doch Fachwerke von dementſprechender Anordnung, während die Stützenreaktionen auf beliebige Weiſe ermittelt werden können. Bezüglich der Verwendung geringerer zuläſſiger Beanſpruchungen bei weniger zuverläſſiger ſtatiſcher Berechnung ſ. Dimenſionenberechnung.

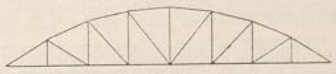


Fig. 5.



Fig. 6.

Die Zerlegung in einfache Syſteme pflegt keinerlei Schwierigkeiten zu bieten und kann mitunter auf verſchiedene Weiſe erfolgen, jedoch ſollen die Stäbe des mehrfachen Syſtems ſo angeordnet ſein, daß die entſtehenden Fachwerke einfachen Syſtems ſtabile Träger von der Art des gegebenen bilden (ſ. Fachwerk, Träger), wie es bei der Berechnung vorausgeſetzt wird. Wäre ein labiles Fachwerk dabei, ſo müßten die möglichen Verſchiebungen desſelben durch Stäbe andrer Syſteme und die meiſt vorhandenen Knotenpunktsnietungen verhindert werden, wodurch unbeabſichtigte und außer Rechnung bleibende Beanſpruchungen entſtünden.

Für einfache Balkenfachwerke (Balkenfachwerke mit einer Oeffnung) einfachen Syſtems beiſpielsweiſe haben wir ſtatiſch beſtimmte Stabilität, wenn die Stäbe zu lauter nebeneinander liegenden Dreiecken derart vereinigt werden, daß jedes derſelben mit dem vorhergehenden und nachfolgenden je einen Stab gemein hat (ſ. Fachwerk). Demnach ſtellen Fig. 1, 2, 4, 7 richtige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anordnungen einfacher Balkenfachwerke doppelten Syſtems dar. Das doppelte Syſtem Fig. 4 zerfällt in die beiden einfachen Syſteme Fig. 5 und 6, das doppelte Syſtem Fig. 7 in die beiden einfachen Syſteme Fig. 8 und 9, und auch die Zerlegung von Fig. 1 und 2 iſt ohne weiteres klar. Der punktierte Stab in Fig. 6 darf jedoch mit dem von ihm durchkreuzten nicht gleichzeitig widerſtandsfähig ſein, wenn dies Fachwerk ſtatiſch beſtimmt ſein ſoll, er dient entweder als Gegendiagonale oder, ohne Beanſpruchung, nur zur Wahrung der Symmetrie in Fig. 4. Letzterenfalls läßt ſich das Eintragen von Spannungen z. B. dadurch verhindern, daß man die Verbindung mit dem Träger durch nicht aufſitzende Schrauben in länglichen Löchern bewirkt. Die Anordnung und Berechnung von Gegendiagonalen hätte hier ganz wie in andern Fällen für die einfachen Syſteme zu erfolgen (ſ. Gegendiagonalen) und zeigt es ſich dann von ſelbſt, wie weit dieſelben im mehrfachen Syſteme reichen. Das doppelte Syſtem des gleichſchenkeligen Dreiecks Fig. 10 zerfällt in die beiden einfachen Syſteme Fig. 11 und 12 und das vierfache Syſtem des gleichſchenkeligen Dreiecks Fig. 13 in die vier einfachen Syſteme Fig. 11, 12, 14, 15.



Fig. 8.



Fig. 9.

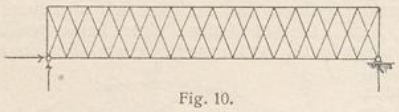


Fig. 10.

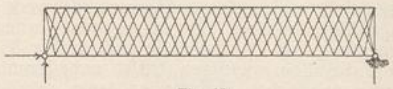


Fig. 13.

— Wenn auch Syſteme des gleichſchenkeligen Dreiecks (Strebenfachwerke) nicht ſelten ſind, ſo kommen doch gegenwärtig ungleich mehr Fachwerke mit Vertikalen (Ständerfachwerke) vor, ſchon weil ſich die Anſchlüſſe der Querträger und die Querverſteifungen meiſt zweckmäßiger anordnen und kürzere Glieder als Druckglieder wählen laſſen. Bei mehrfachem Syſtem mit Vertikalen ſind zweierlei Anordnungen zu unterſcheiden: mehrfaches Syſtem mit gleichgeſtellten Diagonalen und mehrfaches Syſtem mit gekreuzten Diagonalen. In Fig. 1 und 4 wurden bereits doppelte Syſteme mit gleichgeſtellten Diagonalen, in Fig. 2 und 7 doppelte Syſteme mit gekreuzten Diagonalen dargeſtellt, in Fig. 16 iſt ein dreifaches Syſtem mit gleichgeſtellten Diagonalen und in Fig. 17 ein vierfaches Syſtem mit gekreuzten Diagonalen angedeutet. Man erkennt leicht, wie ſich die Syſteme noch weiter vervielfältigen laſſen. Fig. 17 kann man ſich nach Fig. 18, 19 aus zwei doppelten Syſtemen mit gekreuzten Diagonalen oder nach Fig. 20, 21 aus zwei doppelten Syſtemen mit gleichgeſtellten Diagonalen entſtanden denken. Da ſich jedoch die doppelten Syſteme mit gekreuzten Diagonalen auf Grund der obenerwähnten Anſchauung ohne weitere Zerlegung in einfache Syſteme ebenſo leicht wie letztere berechnen laſſen (ſ. unten ſowie [5], S. 307 ff., [6], S. 481 ff.), ſo würde die erſtere Zerlegung vorzuziehen ſein. — Bei durchlaufenden Balkenfachwerken mehrfachen Syſtems iſt jede Oeffnung ganz wie für ein einfaches Balkenfachwerk anzuordnen, nur daß über den Zwiſchenſtützen die Endvertikalen der zwei anliegenden Oeffnungen zu einer Vertikale zu vereinigen ſind. Dies gilt auch für durchlaufende Gelenkträger (ſ. d.), bei denen überdies den Zwiſchengelenken ganz wie den Enden einfacher Balkenfachwerke anzuſchließen iſt. So zerfällt z. B. das durchlaufende Balkenfachwerk doppelten Syſtems Fig. 22 in die beiden einfachen Syſteme Fig. 23 und 24. Der punktierte Stab in Fig. 24 darf wieder mit dem von ihm gekreuzten nicht gleichzeitig widerſtandsfähig ſein, und auch in betreff etwaiger Gegendiagonalen bleibt es bei dem oben Geſagten. Man könnte

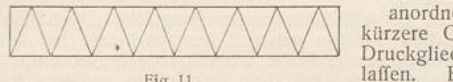


Fig. 11.



Fig. 14.



Fig. 12.



Fig. 15.

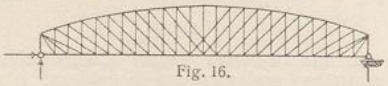


Fig. 16.

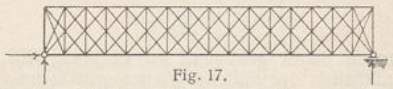


Fig. 17.



Fig. 18.

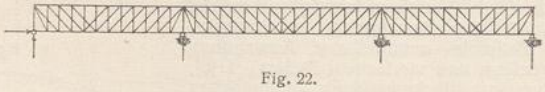


Fig. 22.



Fig. 20.



Fig. 19.



Fig. 21.



Fig. 23.

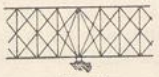


Fig. 24.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

natürlich in Fig. 1, 4, 16, 22 jeder Diagonale zwiſchen den eingrenzenden Vertikalen auch die zweite mögliche Stellung geben, womit die Anordnung über den Zwiſchenſtützen wie in Fig. 25 würde, doch hätten dann die Diagonalen der Hauptſache nach Druck aufzunehmen. Fig. 26 zeigt den Anſchluß an die Zwiſchenſtützen bei vierfachem Syſtem mit gekreuzten Diagonalen.


Fig. 25.


Fig. 26.

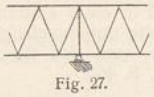
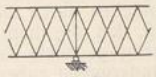
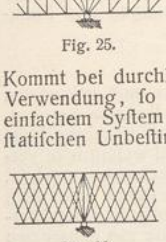
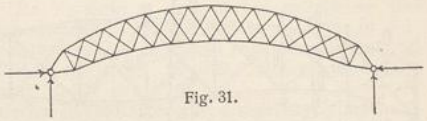

Fig. 27.

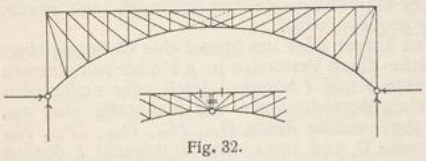

Fig. 28.

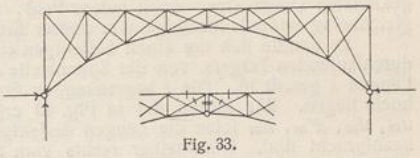

Fig. 29.

Kommt bei durchlaufenden Balkenfachwerken das Syſtem des gleichſchenkeligen Dreiecks zur Verwendung, ſo ſind ſtets über den Zwiſchenſtützen Vertikalen anzuordnen, wie es auch bei einfachem Syſtem im Falle von Fig. 27 nötig und im Falle von Fig. 28 ohne Erhöhung der ſtatiſchen Unbeſtimmtheit zuläſſig iſt. Durch Vereinigung der einfachen Syſteme Fig. 27 und 28 entſteht das doppelte Syſtem Fig. 29, womit auch das vierfache Syſtem Fig. 30 keiner weiteren Erklärung bedarf. — Bei Bogen kommt mehrfaches Syſtem ohne Vertikalen (Fig. 31) und mit gleichgeſtellten Diagonalen (Fig. 32) ſelten vor, häufiger mehrfaches Syſtem mit gekreuzten Diagonalen (Fig. 33—35); im Falle von Sichelträgern ſind die außer den Diagonalen vorhandenen Füllungsglieder mitunter nicht vertikal, ſondern mehr radial geſtellt worden. Zu Fig. 32, 33 iſt angedeutet, wie bei Bogen (und Balken) mit Zwiſchengelenk an letzteres anzuſchließen wäre, doch dürfen die durchſtrichenen


Fig. 30.

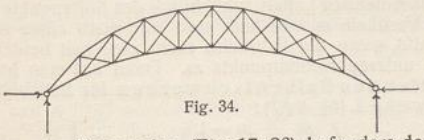

Fig. 31.

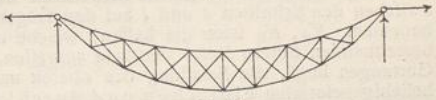

Fig. 32.


Fig. 33.

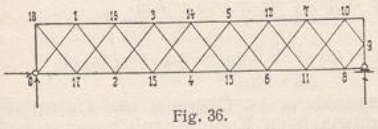
Stäbe auch wegbleiben. Alle verzeichneten Bogenfachwerke könnten auch durchlaufenden Bogen angehören (ſ. Bogen, durchlaufende).

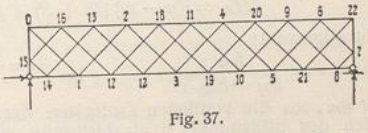
Träger mehrfachen Syſtems des gleichſchenkeligen Dreiecks (Fig. 10, 13) oder mit gleichgeſtellten Diagonalen (Fig. 1, 16) werden neben Trägern mehr als doppelten Syſtems mit ge-


Fig. 34.

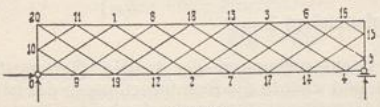

Fig. 35.

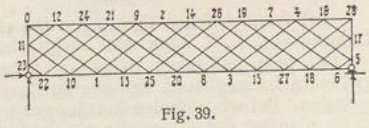
kreuzten Diagonalen (Fig. 17, 26) beſonders dann angewendet, wenn es erwünſcht iſt, die Querträger in kürzeren Zwiſchenräumen folgen zu laſſen, als ſie ſich bei einfachem Syſtem und bei doppeltem Syſtem mit gekreuzten Diagonalen ergeben würden. Die Querträger münden dann bei allen Vertikalen, wie es auch theoretiſch zweckmäßig iſt. Ließe man bei den Vertikalen


Fig. 36.


Fig. 37.

eines der durch Zerlegung entſtehenden Syſteme die Querträger weg, ſo würde dies Syſtem bei der Zerlegung keine Verkehrslaſt erhalten, während doch die ganze Belaſtung möglichſt gleichmäßig auf die einzeln Syſteme übertragen und damit die Stabkräfte der Füllungsglieder entſprechend herabgeſetzt werden ſollten. Wenn nun auch bei richtiger Anordnung die Länge der


Fig. 38.


Fig. 39.

Fahrbahnträger im mehrfachen Syſtem nur der Entfernung zwiſchen benachbarten Vertikalen entſpricht, ſo pflegt man ſie doch bei der Berechnung der einfachen Syſteme gleich den Feldlängen der letzteren anzunehmen, womit die Genauigkeit der ohnehin nicht ſehr ſcharfen Berechnung wenig beeinträchtigt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

An Stelle ſtatiſch unbeſtimmter Balkenfachwerke mehrfachen Syſtems ſind in neuerer Zeit ſtatiſch beſtimmte Balkenfachwerke mehrfachen Syſtems empfohlen worden [11], nachdem bereits das doppelte Syſtem Fig. 36 und ein Träger doppelten Syſtems mit andrer Anordnung eines Auflagers ausgeführt waren [7], [12]. Bei den Trägern Fig. 36—39 muß der Strebenzug, wie die beigeſetzten Zahlen andeuten, von einer Ständerecke ausgehen und ununterbrochen durch die ganze Wand laufend in einer andern Ständerecke endigen [11]. Zu beachten iſt, daß alle dieſe Syſteme zur Trägermitte unſymmetriſch ſind, daß ſie in Endvertikalen gelenkartig gedachte Knotenpunkte enthalten, und daß ſie ungünſtige Beanſpruchungen und Formänderungen aufweiſen [15], I, S. 533, II, S. 469.

Doppeltes Syſtem mit gekreuzten Diagonalen.

Im folgenden ſoll noch auf Beziehungen für Träger doppelten Syſtems mit gekreuzten Diagonalen hingewieſen werden, welche zwar auf der Zerlegung in einfache Syſteme beruhen, aber die Zerlegung im einzelnen Falle überflüſſig machen und weſentliche Vereinfachungen der Berechnung ergeben. Dieſe Vereinfachungen gehen dann auch auf die Berechnung vierfacher und überhaupt $2n$-facher Syſteme mit gekreuzten Diagonalen über, da ſolche in doppelte Syſteme zerlegt werden können, deren Anzahl nur halb ſo groß als diejenige der ſonſt zu berechnenden einfachen Syſteme iſt. Hat man die Stäbe eines beliebigen Trägers mit Vertikalen richtig angeordnet (ſ. Fachwerk), ſo entſteht immer eine richtige Anordnung doppelten Syſtems mit gekreuzten Diagonalen, wenn jedem Feld, welches eine Diagonale enthält, noch eine zweite, gleichzeitig widerſtandsfähige von andrer Stellung gegeben wird.

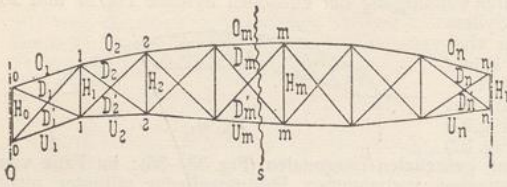


Fig. 40.

Es handle ſich um einen beliebigen einfachen Träger oder um irgend eine Oeffnung eines durchlaufenden Trägers, von der Spannweite l, welche durch Vertikalen in n Felder von gleichen Längen λ geteilt iſt. Die l begrenzenden Stützpunkte 0 und l können gleich oder verſchieden hoch liegen. Wir führen die in Fig. 40 erſichtlichen Bezeichnungen der Stabkräfte ein, o_m, u_m, d_m, d'_m, h_m ſeien die Längen derjenigen Stäbe, welche durch O_m, U_m, D_m, D'_m, H_m beanſprucht ſind. Unmittelbar rechts vom Stützpunkt 0 und links vom Stützpunkt l denken wir uns vertikale Schnitte durch den Träger gelegt und nennen M, M' die Momente der äußeren Kräfte links der Schnitte 0 und l in Hinſicht der Stützpunkte 0 und l (Stützenmomente). Ein Schnitt s werde ſo durch das $m$te Feld gelegt, daß er nur die Stäbe o_m, u_m, d_m, d'_m trifft (Fig. 40) und ſoll dann S das ſtatiſche Moment der zwiſchen den Schnitten 0 und s auf den Träger kommenden Laſten hinſichtlich des Stützpunkts 0, S' das ſtatiſche Moment der zwiſchen den Schnitten s und l auf den Träger kommenden Laſten hinſichtlich des Stützpunkts l bedeuten. K_o, K_u ſeien die Laſten, welche in Vertikale m oberhalb und unterhalb eines zu berechnenden Stücks dieſer Vertikale angreifen, alſo, wenn die Fahrbahn nicht zwiſchen beiden Gurtungen liegt, die Belaſtung des oberen und unteren Knotenpunkts m. Dann hat man bei beliebig geformten einfachen und durchlaufenden Balkenfachwerken für beliebige Belaſtung (entſprechende Formeln für Bogenfachwerke ſ. [5], § 87):

$$\frac{U_m}{u_m} = -\frac{O_m}{o_m} = \left[\left(\frac{n-m}{h_m} + \frac{n-m+1}{h_{m-1}}\right)(M+S) + \left(\frac{m}{h_m} + \frac{m-1}{h_{m-1}}\right)(M'+S')\right]\frac{1}{2l}, \quad 1.$$

$$\frac{D_m}{d_m} = -\frac{D'_m}{d'_m} = -[(n-m+\varepsilon)(M+S) + (m-\varepsilon)(M'+S')]\frac{1}{2\varepsilon l h_{m-1}}, \quad 2.$$

$$H_m = [(n-m)(M+S) + m(M'+S')]\frac{\varrho}{2l} + \frac{1}{2}(K_u - K_o), \quad 3.$$

worin allgemein:

$$\varepsilon = \frac{h_m}{h_m - h_{m-1}}, \qquad \varrho = \frac{2o_m - o_{m-1} - o_{m+1} + 2u_m - u_{m-1} - u_{m+1}}{o_m - u_m}, \quad 4.$$

unter o_m, u_m die vertikalen Ordinaten der Knotenpunkte m im Obergurt und Untergurt bezüglich des Stützpunkts 0 als Urſprung eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems verſtanden. Speziell jedoch folgen

bei horizontalem Obergurt $\varrho = \frac{h_{m-1} + h_{m+1}}{h_m} - 2,$ 5.

bei horizontalem Untergurt $\varrho = 2 - \frac{h_{m-1} + h_{m+1}}{h_m},$ 6.

bei ſymmetriſchen Gurtungen (zu einer Horizontalen) $\varrho = 0.$ 7.

Auf Grund von 1., 2. kann man ausſprechen:

Für jede beſtimmte Belaſtung ſtehen die Beanſpruchungen der beiden Gurtungsſtäbe eines Feldes im negativen Verhältniſſe ihrer Längen und ebenſo die Beanſpruchungen der beiden Diagonalen. Bei wechſelnden Belaſtungen treten die Grenzbeanſpruchungen der beiden Gurtungsſtäbe im gleichen Belaſtungsfalle ein, und gleiches gilt für die Grenzbeanſpruchungen der beiden Diagonalen. Hat man die Grenzbeanſpruchungen einer Gurtung und der Diagonalen einer Stellung berechnet, ſo laſſen ſich die der andern nach $O_m = -U_m \frac{o_m}{u_m}$, $D'_m = -D_m \frac{d'_m}{d_m}$ ohne weiteres angeben. Die Beanſpruchungen gleich langer Gurtungsſtäbe eines Feldes und die

Beanſpruchungen gleich langer Diagonalen eines ſolchen ſind numeriſch gleich und von entgegengeſetzten Vorzeichen.

Speziell wenn in beiden einer Vertikale m anliegenden Feldern die Gurtungen zu einer beliebigen Horizontalen ſymmetriſch liegen (Parallelträger, Linſenträger u. ſ. w.), hat man nach 3. mit $\varrho = 0$:

$$H_m = \frac{1}{2}(K_u - K_o), \tag{8.}$$

während z. B. für Parallelträger mit horizontalen Gurtungen wegen $o_m = u_m = \lambda$, $h_m = h$, $d_m = d'_m = d$, $\varepsilon = \infty$, $\varrho = 0$ neben 8. nach 1., 2. folgen:

$$U_m = -O_m = [(2n - 2m + 1)(M + S) + (2m - 1)(M' + S')]\,\frac{1}{2nh}, \tag{9.}$$

$$D_m = -D'_m = (M' - M + S' - S)\,\frac{d}{2lh}. \tag{10.}$$

Uebrigens gelten die Gleichungen 3., 8. wie die weiter für H_m folgenden nicht für Vertikalen bei den Stützen, für welche wie bei einfachem Syſtem kleine Nebenrechnungen oder beſondere Formeln nötig ſind (ſ. ſolche [6], S. 478, 480). Die Formeln 1. und daraus abgeleitete Beziehungen (ſ. unten) können in einzelnen Fällen unbeſtimmte Ausdrücke liefern (z. B. für $m = 1$, wenn $h_0 = 0$ iſt), und führen dann die Bedingungen für das Gleichgewicht benachbarter Knotenpunkte oder ebenfalls beſondere Formeln zum Ziel (ſ. ſolche [6], S. 488). Näheres über vorſtehende Formeln und Spezialiſierungen derſelben [5], S. 307 u. f.

Einfache Balkenfachwerke. Für einfache Balkenfachwerke doppelten Syſtems mit gekreuzten Diagonalen (ein feſtes und ein horizontal verſchiebbares Gelenkauflager) ſind in obigen Gleichungen die Stützenmomente $M = M' = 0$. Es genügt wieder, U_m, D_m, H_m auszudrücken. Soll das Eigengewicht mit g pro Längeneinheit als gleichmäßig verteilt auf die Trägerlänge gelten und bezeichnen g_o, g_u diejenigen Teile von g, welche auf die Knotenpunkte des Obergurts und Untergurts, bei zwiſchen den Gurten liegender Fahrbahn jedoch auf K_o, K_u zu rechnen ſind, dann ergeben ſich die Werte von U_m, D_m, H_m für Eigengewicht allein:

$$\mathfrak{U}_m = \left[\frac{m(n-m)}{h_m} + \frac{(m-1)(n-m+1)}{h_{m-1}}\right]\frac{g\lambda u_m}{4}, \tag{11.}$$

$$\mathfrak{D}_m = \left(n - 2m + 1 - m\frac{n-m}{\varepsilon}\right)\frac{d_m}{h_{m-1}}\,\frac{g\lambda}{2}, \tag{12.}$$

$$\mathfrak{H}_m = m(n-m)\,\frac{g\lambda\varrho}{4} + \frac{g_u - g_o}{2}\,\lambda. \tag{13.}$$

Bei gleichmäßig verteilter bewegter Laſt ſei p die Belaſtung pro Längeneinheit der ergriffenen Strecke, während $\mathfrak{U}_m$, $\mathfrak{D}_m$, $\mathfrak{H}_m$ die Stabkräfte durch das Eigengewicht (die feſte Laſt) vertreten, welche bei gleichmäßig verteiltem Eigengewicht durch 11.—13. ausgedrückt ſind. Man erhält dann die Grenzwerte von U_m:

$$U_m = \mathfrak{U}_m + \left[\frac{m(n-m)}{h_m} + \frac{(m-1)(n-m+1)}{h_{m-1}}\right]\frac{p\lambda u_m}{4}, \quad U_m = \mathfrak{U}_m, \tag{14.}$$

und ſpeziell bei gleichmäßig verteiltem Eigengewicht, mit $q = g + p$:

$$U_m = \frac{q}{g}\,\mathfrak{U}_m, \qquad U_m = \mathfrak{U}_m. \tag{15.}$$

Die Grenzbeanſpruchungen der Diagonalen ſind in dem gewöhnlichen Falle, daß $m - \varepsilon$ zwiſchen 0 und n liegt oder die Richtungslinien der Gurtungsſtäbe o_m, u_m ſich außerhalb der Spannweite ſchneiden (für den andern, z. B. bei Sichelträgern vorkommenden Fall ſ. [5], S. 321):

$$D_m = \mathfrak{D}_m + \frac{(\varepsilon - m)(n-m)^2}{(n-1)\varepsilon - n + m}\,\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\,\frac{d_m}{h_{m-1}}\,\frac{p\lambda}{4}, \tag{16.}$$

$$D_m = \mathfrak{D}_m - \frac{(\varepsilon - m + n)(m-1)^2}{(n-1)\varepsilon - n + m}\,\frac{d_m}{h_{m-1}}\,\frac{p\lambda}{4}. \tag{17.}$$

Die Grenzbeanſpruchungen der Vertikalen ſchließlich ergeben ſich in dem gewöhnlichen Falle eines poſitiven ϱ (für negative ſ. [5], S. 321), wenn die Fahrbahnlaſt im Knotenpunkte m des Obergurts angreift:

$$H_m = \mathfrak{H}_m + (n-m)\,\frac{p\lambda\varrho}{4}, \qquad H_m = \mathfrak{H}_m - \frac{p\lambda}{2}, \tag{18.}$$

ſpeziell für $\varrho = 0$ (zu einer Horizontalen ſymmetriſche Gurtungen):

$$H_m = \mathfrak{H}_m, \qquad H_m = \mathfrak{H}_m - \frac{p\lambda}{2}; \tag{19.}$$

wenn die Fahrbahnlaſt im Knotenpunkte m des Untergurts angreift:

$$H_m = \mathfrak{H}_m + m(n-m)\,\frac{p\lambda\varrho}{4} + \frac{p\lambda}{2}, \qquad H_m = \mathfrak{H}_m, \tag{20.}$$

ſpeziell für $\varrho = 0$ (zu einer Horizontalen ſymmetriſche Gurtungen);

$$H_m = \mathfrak{H}_m + \frac{p\lambda}{2}, \qquad H_m = \mathfrak{H}_m. \tag{21.}$$

Greift die Fahrbahnlaſt zwiſchen beiden Gurten in Vertikale m an, ſo gelten für das Vertikalenſtück von Fahrbahn bis Untergurt die Formeln 18., 19., für das Vertikalenſtück von Fahrbahn bis Obergurt die Formeln 20., 21. Der erſte Ausdruck 18. iſt nicht genau, aber etwas zu ungünſtig.

Beiſpiele der Anwendung vorſtehender Gleichungen [6], B. 109, analoge Formeln für bewegte Radlaſtzüge [5], § 92, Beiſpiele dazu [6], B. 110, 123. Spezialiſierung der Formeln für gleichmäßig verteilte bewegte Laſt und bewegte Radlaſtzüge entſprechend Paralleträgern, Dreieckträgern, Parabelträgern u. ſ. w. [5], §§ 93, 95—97, Beiſpiele dazu [6], B. 112, 113, 119, 120, 122, 123. Formeln und Beiſpiele für Paralleträger mit ungleich langen Feldern [5], § 94

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und [6], B. 115, 116, Berechnung eines vierfachen Syſtems mit gekreuzten Diagonalen (Fig. 17), [6], B. 118. Formberechnung und Beanſpruchungen von Linſenträgern und Segmentträgern mit konſtanten Maximalgurtungsbeanſpruchungen (Pauliſche Träger) [5], §§ 98—100, Beiſpiele dazu [6], B. 125, 126, 128, 129. Ueber genaue Laſtäquivalente (ſ. d.) an Stelle von Radlaſtzügen vgl. [6], A. 48 und B. 111, 114, 121, 124, 127, 130; ſ. a. Parallelträger, Parabelträger, Ellipſenträger, Pauliſche Träger.

Literatur: [1] Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiſerner Dach- und Brückenkonſtruktionen, Hannover 1863 (4. Aufl. 1880). — [2] Mohr, Zur Theorie des Fachwerks, Zeitſchr. d. Arch. u. Ingen.-Vereins zu Hannover 1874, S. 509. — [3] Winkler, Beitrag zur Wertſchätzung der Träger mit ſtatiſch beſtimmtem mehrteiligem Fachwerk, Wochenblatt für Architekten und Ingenieure 1880, S. 75. — [4] Derſ., Theorie der Brücken, II: Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 32, 69, 117, 239. — [5] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 302. — [6] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 474. — [7] Engeſſer, Umbau der Glasträgerbrücke, Zeitſchr. d. Vereins deutſcher Ingenieure 1890, S. 499. — [8] Derſ., Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken, I, Berlin 1892, S. 66. — [9] Kriemler, Zur Theorie des Ständerfachwerks mit gekreuzten ſteifen Diagonalen, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1896, S. 56. — [10] Lukas, Die Brückenverſuche in Mumpf, Zeitſch. f. Architektur u. Ingenieurweſen, Wochenausgabe, 1896, S. 180. — [11] Mehrtens, Statiſch beſtimmte mehrteilige Wandgliederung der Gitterträger, Zeitſchr. f. Architektur und Ingenieurweſen, Wochenausgabe, 1898, S. 328. — [12] Dietz, Beitrag zum ſtatiſch beſtimmten gegliederten Balkenträger mit zweifachem Ausfüllſyſtem, Zeitſchr. d. Vereins deutſcher Ingenieure 1899, S. 230, 873. — [13] Schüle, Belaſtungsprobe bis zum Bruche der Erlenbachbrücke der Schwarzwaldbahn, Schweiz. Bauztg. 1900, XXXV, S. 15 (ſ. a. Hauger 1897, XXX, S. 139). — [14] In Sachen der ſtatiſch beſtimmten und unbeſtimmten mehrteiligen Fachwerke, Deutſche Bauztg. 1901, S. 494, 558, 575 (ſ. a. 1902). — [15] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901, S. 446, 459, 501, 525; II, Leipzig 1903, S. 439. — [16] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 82. — Weitere Literatur ſ. Fachwerk und Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Gitterträger. *Weyrauch.*

Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte. Ein Fachwerk (ſ. d.), Fachwerkträger, heißt ſtatiſch beſtimmt, wenn ſich ſeine Stützenreaktionen und Stabkräfte aus ſtatiſchen Bedingungsgleichungen allein, ohne Zuhilfenahme der Elaſtizitätslehre beſtimmen laſſen. Die Berechnung wird hierdurch leichter und zuverläſſiger als bei ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerken, während ein weiterer Vorzug der ſtatiſch beſtimmten Fachwerke darin beſteht, daß kleine Verrückungen der Stützpunkte, gleichmäßige Temperaturänderungen der einzelnen Stäbe und kleine Abweichungen der Stablängen gegen deren planmäßige Werte keinen in Betracht kommenden Einfluß auf die Beanſpruchungen ausüben (vgl. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte).

Bedingungen der ſtatiſchen Beſtimmtheit und Stabilität ſowie allgemeine Geſichtspunkte bezüglich der Berechnung von Fachwerken ſ. Fachwerk, über die Berechnung von Balkenfachwerken und Bogenfachwerken mit Vertikalen, wenn nur vertikale Aktivkräfte (Laſten) wirken, vgl. Balkenfachwerke, Bogenfachwerke und eventuell Dreieckträger, Parallelträger, Pauliſche Träger, Schwedler-Träger, über Parallelträger und Polonceauträger ſ. unter dieſen Stichworten. Allgemeines bezüglich der Berechnung von Grenzwerten bei bewegter Laſt ſ. Grenzwerte, Einflußlinien. Die Ermittlung der Formänderungen iſt unter Einſenkung und Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, beſprochen, die Berechnung von Fachwerken mehrfachen Syſtems auf Grund der Zerlegung in einfache Syſteme unter Fachwerke mehrfachen Syſtems. Im folgenden handelt es ſich um die Berechnung der Stabkräfte (Grundſpannungen) beliebiger ſtatiſch beſtimmter und ſtabiler Fachwerke. Der betreffende Träger ſei nach Einwirkung irgend welcher äußerer Kräfte (ſ. Bd. 1, S. 103) zum Gleichgewichte gelangt. Die Verrückungen der Knotenpunkte werden den anfänglichen Abmeſſungen des Fachwerks gegenüber als verſchwindend klein vorausgeſetzt.

Knotenpunktmethode. Bezüglich eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems in feſter Lage gegen die anfängliche Gruppierung der Knotenpunkte ſeien x_m, y_m, z_m die Koordinaten eines Knotenpunkts m und x_n, y_n, z_n diejenigen eines Knotenpunktes n, der mit m durch einen Stab der anfänglichen Länge l und ſchließlichen Stabkraft S verbunden iſt. X_m, Y_m, Z_m mögen die reſultierenden Komponenten der in m angreifenden äußeren Kräfte in den Richtungen x, y, z bezeichnen. Werden dann die S als poſitiv oder negativ angenommen, je nachdem ſie Zug oder Druck bedeuten, ſo beſtehen fürs Gleichgewicht am Knotenpunkte m die Bedingungsgleichungen [5], S. 49, [6], S. 61:

$$X_m + \sum_m S \frac{x_n - x_m}{l} = 0, \qquad Y_m + \sum_m S \frac{y_n - y_m}{l} = 0, \qquad Z_m + \sum_m S \frac{z_n - z_m}{l} = 0, \quad 1.$$

worin die Summen $\sum_m$ ſich auf ſämtliche in m eintreffende Stäbe beziehen. Für ebene Fachwerke hat man, wenn das Koordinatenſyſtem in die Trägerebene gelegt wird:

$$X_m + \sum_m S \frac{x_n - x_m}{l} = 0, \qquad Y_m + \sum_m S \frac{y_n - y_m}{l} = 0. \qquad 2.$$

Bei k Knotenpunkten liefert die Statik $3k$ bezw. $2k$ ſolcher Gleichungen, welche durch die darin auftretenden Größen erfüllt ſein müſſen und zur Beſtimmung von Unbekannten dienen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

können. Unbekannt ſind aber die r voneinander unabhängigen Reaktionskomponenten, welche Größe und Richtung ſämtlicher Stützenreaktionen beſtimmen, und die s wirkſamen Stabkräfte (vgl. Fachwerk). Da nun für ſtatiſch beſtimmte ſtabile Fachwerke gerade $3k = r + s$ (im Raume) bezw. $2k = r + s$ (in der Ebene) iſt, ſo genügen die vorhandenen $3k$ Gleichungen 1. bezw. $2k$ Gleichungen 2., um ſämtliche unbekannte Stabkräfte und Stützenreaktionen zu beſtimmen. — Das vorſtehende Verfahren kommt beſonders bei räumlichen Fachwerken zur Verwendung, kann ſich aber auch mitunter bei ebenen Fachwerken empfehlen. Anwendungen des Verfahrens [6] B. 13—16, A. 16—19, 24, 28, 39, 46, 47, 49. Im folgenden handelt es ſich um ebene Fachwerke. Ueber räumliche Fachwerke ſ. [8], [9], [11], [12].

Schnittmethode. Man denke ſich durch das eben vorausgeſetzte Fachwerk einen beliebig geformten Schnitt s ſo gelegt, daß das Fachwerk in zwei Teile, I und II, getrennt erſcheint (Fig. 2). Für diejenigen äußeren Kräfte des Trägers, welche am Trägerteil I wirken, ſeien H_S die reſultierende Horizontalkraft, V_S die reſultierende Vertikalkraft, M_S das reſultierende Moment hinſichtlich eines beliebig gewählten Drehpunkts in der Trägerebene. Mit H_S, V_S, M_S müſſen

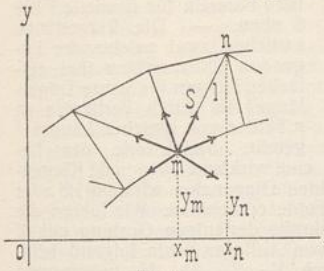


Fig. 1.

diejenigen Kräfte im Gleichgewicht ſein, welche als Stabkräfte vom Trägerteil II aus auf I wirken (alſo für I ebenfalls äußere Kräfte darſtellen). Wir denken uns dieſelben zunächſt wie Zugkräfte vom Schnitte s weggerichtet, ſo daß ſie Druck bedeuten, wenn ſie ſich negativ ergeben. Ein rechtwinkliges Koordinatenſyſtem in feſter Lage gegen die anfängliche Gruppierung der Knotenpunkte werde in der Trägerebene ſo

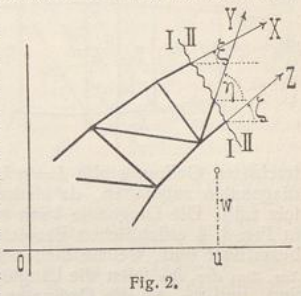


Fig. 2.

angenommen, daß die poſitiven Richtungen der Koordinatenachſen mit den poſitiven Richtungen von H_S, V_S übereinſtimmen. Das Moment M_S ſoll als poſitiv gelten, wenn es, wie der Zeiger der Uhr, rechts um den gewählten Drehpunkt der Koordinaten u, w dreht. Bezeichnen dann für die vom Schnitte s getroffenen Stäbe $X, Y, Z, \ldots$ die Stabkräfte, $\xi, \eta, \zeta, \ldots$ die Winkel ihrer Richtungen mit der poſitiven Richtung der Abſziſſenachſe und $x, y, z, \ldots$ ihre Hebelarme in Hinſicht des Punktes u, w, ſo lauten die Bedingungen fürs Gleichgewicht am Trägerteil I (Fig. 2, vgl. [5], S. 54):

$$\left.\begin{aligned} H_S + X\cos\xi + Y\cos\eta + Z\cos\zeta + \ldots &= 0,\\ V_S + X\sin\xi + Y\sin\eta + Z\sin\zeta + \ldots &= 0,\\ M_S \pm Xx \pm Yy \pm Zz \pm \ldots \qquad &= 0. \end{aligned}\right\} \qquad 3.$$

Die Momente Xx, Yy, $Zz, \ldots$ erhalten das obere oder untere Vorzeichen, je nachdem die vom Trägerteil I weggerichteten Kräfte $X, Y, Z, \ldots$ (Fig. 2) auf Drehung rechts oder links um u, w wirken. Aus den Gleichungen 3. für einen Schnitt s laſſen ſich im allgemeinen drei unbekannte Größen berechnen. Man hat alſo nach Ermittlung der Stützenreaktionen, wozu Bedingungsgleichungen für ſämtliche äußere Kräfte am Träger zu dienen pflegen, die Schnitte s der Reihe nach ſo zu legen, daß durch einen Schnitt s nicht mehr als drei Stäbe mit unbekannten Stabkräften getroffen werden (die Beanſpruchungen der etwa noch weiter getroffenen müſſen aus den Gleichungen für vorausgegangene Schnitte beſtimmt ſein). Die H_S, V_S, M_S in 3. wird man meiſt am einfachſten für den gegebenen Fall numeriſch einführen. Bezüglich allgemeiner Formeln für dieſelben ſ. Schnittkräfte und [5] §§ 7, 8, 10 und [6] A. 4, 5 mit Beiſpielen [6] B. 40, 58, 86. Anwendungen obiger Gleichungen [6] B. 17 und A. 20, 21.

Momentenmethode (Ritterſche Methode). Die Beſtimmung einer Stabkraft aus 3. erfordert im allgemeinen die Auflöſung dreier Gleichungen. Dies iſt häufig unbequem, insbeſondere dann, wenn für eine gewiſſe Belaſtung nur eine Stabkraft intereſſiert (z. B. bei Berechnung von Grenzwerten, ſ. d.). Zur Beſtimmung dieſer einen Stabkraft würde auch eine Gleichung genügen, vorausgeſetzt, daß dieſelbe von unbekannten Kräften nur die geſuchte enthält. Dies iſt bei bekanntem M_S ſtets erreichbar, wenn die übrigen von s getroffenen unbekannten Stabkräfte ſich in einem Punkte ſchneiden, alſo beiſpielsweiſe wenn der Schnitt s, wie auch für die Berechnung nach 3. nötig, nur drei Stäbe mit unbekannten Beanſpruchungen trifft. Da nämlich die Wahl des Momentendrehpunktes freiſteht, ſo legt man ihn nach dem Vorgange von A. Ritter [1] in den Durchſchnitt der nichtgeſuchten unbekannten Stabkräfte. Bezeichnet B das Moment der etwa von Schnitt s getroffenen bekannten Stabkräfte für den gewählten Drehpunkt, ſo folgen aus der letzten Gleichung 3.,

wenn der Drehpunkt in den Durchſchnitt von $Y, Z, \ldots$ gelegt wird: $M_S \pm Xx + B = 0$, 4.
" " " " " " " " $X, Z, \ldots$ " " $M_S \pm Yy + B = 0$, 5.
" " " " " " " " $X, Y, \ldots$ " " $M_S \pm Zz + B = 0$, 6.

u. ſ. w. Trifft s, wie vielfach an Trägerenden, nur zwei unbekannte Stabkräfte, ſo kann bei Berechnung der einen der Drehpunkt in einen beliebigen Punkt der andern gelegt werden. Anwendungen des vorſtehenden Verfahrens ſ. u. a. [6], B. 18—22 und A. 22, 23. Ausdrücke des Momentes M_S und ſeiner Grenzwerte für bewegte Laſt (womit ſich auch aus 4.—6. die Grenzwerte der Stabkräfte ergeben) bei beliebigen Syſtemen einfacher Balkenfachwerke [5], §§ 23—25, durchlaufender Gelenkträger [5], §§ 57—59, von Bogenfachwerken mit drei Gelenken [5], §§ 66—68, in weiteren Fällen [5], §§ 76, 80—82, 85. Betreffend M_S ſ. a. die Bemerkung am Schluſſe der vorigen Methode.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Einfaches Syſtem mit Vertikalen (Ständerfachwerke). Von allen Fachwerkſyſtemen kommt bei weitem am meiſten das einfache Syſtem mit Vertikalen zur Verwendung. Die Ermöglichung bequemer Anſchlüſſe der Querträger und zweckmäßiger Uebertragung der Kräfte von letzteren wie von den vertikalen und horizontalen Querverbänden in die Hauptträger und bis zu den Auflagern pflegt neben anderm dafür zu ſprechen. Im folgenden mag es ſich um ſtatiſch beſtimmte oder ſtatiſch unbeſtimmte, einfache oder durchlaufende Balkenfachwerke und Bogenfachwerke dieſes Syſtems mit gleich oder verſchieden hohen Stützpunkten handeln. Ueber direkt verwendbare Formeln für ſpezielle Fälle ſ. oben. — Die Trägerlänge zwiſchen zwei aufeinander folgenden Stützpunkten (bei einfachen Trägern die ganze Trägerlänge) ſei durch Vertikalen in n Felder von gleichen Längen λ geteilt. Spannweite der betrachteten Oeffnung alſo $l = n\lambda$. In jedem Felde befindet ſich eine wirkſame Diagonale (Gegendiagonalen zugelaſſen, da alsdann auch ſtets nur eine der beiden Diagonalen wirkſam iſt oder ſein ſoll). Die Diagonale kann zweierlei Stellungen in ihrem Felde einnehmen. Wir führen die in Fig. 3, 4 erſichtlichen Bezeichnungen ein, wonach die Stabkräfte derjenigen Gurtung mit X bezeichnet ſind, welche man einer Diagonale nach der Seite von Auflager 0 hin folgend trifft. x_m, z_m, d_m, h_m ſeien die Längen derjenigen Stäbe, welche durch X_m, Z_m, D_m, V_m beanſprucht ſind, und $\mathfrak{x}_m$, $\mathfrak{z}_m$ die Ordinaten der Knotenpunkte m in X-Gurtung und Z-Gurtung bezüglich eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems mit dem Urſprung in Stützpunkt 0 und horizontaler Abſziſſenachſe. Dann gelten in allen das fragliche Fachwerkſyſtem betreffenden Ausdrücken der Stabkräfte die oberen Vorzeichen bei obenliegender X-Gurtung (Fig. 3), die unteren Vorzeichen bei unten liegender X-Gurtung (Fig. 4). Die Anwendung der obigen Momentenmethode liefert folgende Formeln, wobei u, w die Koordinaten des Drehpunkts für das Moment M_s bedeuten (Näheres ſ. [5], § 16):

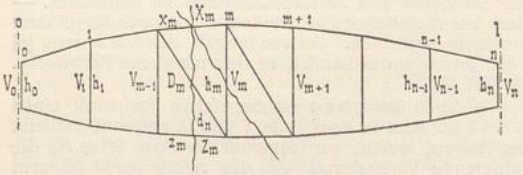


Fig. 3 (obere Vorzeichen).

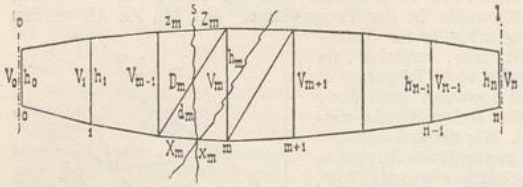


Fig. 4 (untere Vorzeichen).

$$X_m = \mp M_s \frac{x_m}{\lambda h_m} \quad \text{mit } u = m\lambda, \qquad w = \mathfrak{z}_m, \tag{7.}$$

$$Z_m = \pm M_s \frac{z_m}{\lambda h_{m-1}} \quad „ \quad u = (m-1)\lambda, \qquad w = \mathfrak{x}_{m-1}, \tag{8.}$$

$$D_m = \mp M_s \frac{d_m}{\varepsilon \lambda h_{m-1}} \quad „ \quad u = (m-\varepsilon)\lambda, \qquad w_d = \mathfrak{x}_m - \varepsilon(\mathfrak{x}_m - \mathfrak{x}_{m-1}) = \mathfrak{z}_m - \varepsilon(\mathfrak{z}_m - \mathfrak{z}_{m-1}), \tag{9.}$$

$$V_m = \pm M_s \frac{1}{\nu\lambda} \quad „ \quad u = (m-\nu)\lambda, \qquad w_v = \mathfrak{x}_m - \nu(\mathfrak{x}_m - \mathfrak{x}_{m-1}) = \mathfrak{z}_m - \nu(\mathfrak{z}_{m+1} - \mathfrak{z}_m). \tag{10.}$$

In dieſen Gleichungen hat man bei beliebigen Gurtungsformen:

$$\varepsilon = \frac{h_m}{h_m - h_{m-1}}, \qquad \nu = \frac{\mathfrak{x}_m - \mathfrak{z}_m}{\mathfrak{x}_m + \mathfrak{z}_m - \mathfrak{x}_{m-1} - \mathfrak{z}_{m+1}}, \tag{11.}$$

und ſpeziell bei horizontaler X-Gurtung (Fig. 5, 6):

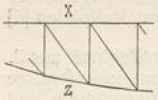


Fig. 5.

$$x_m = \lambda, \qquad \nu = \frac{h_m}{h_{m+1} - h_m}, \qquad w_d = w_v = \mathfrak{x}, \tag{12.}$$

bei horizontaler Z-Gurtung (Fig. 7, 8):

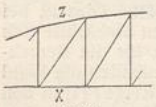


Fig. 6.

$$z_m = \lambda, \qquad \nu = \varepsilon, \qquad w_d = w_v = \mathfrak{z}, \tag{13.}$$

bei ſymmetriſchen Gurtungen (zu einer beliebigen Horizontalen, Fig. 9, 10):

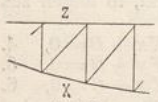


Fig. 7.

$$x_m = z_m, \qquad \nu = \frac{2h^m}{h_{m+1} - h_{m-1}}, \qquad w_d = \frac{\mathfrak{x}_m + \mathfrak{z}_m}{2}. \tag{14.}$$

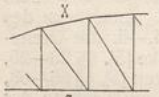


Fig. 8.

Die Formeln für X_m, Z_m, D_m, in denen ſich M_s auf einen Schnitt s durch das $m$te Feld bezieht (Fig. 3 und 4), gelten auch, wenn die Stellung der Diagonalen wechſelt (die X-Gurtung alſo einmal oben, einmal unten liegt); dagegen iſt die Formel für V_m, in der M_s einem Schnitt s durch die mit X_m, V_m, Z_{m+1} beanſpruchten Stäbe entſpricht (Fig. 3 und 4), an die Vorausſetzung gebunden, daß ſich zu beiden Seiten der Vertikale m Felder der betrachteten Oeffnung l mit Diagonalen gleicher Stellung oder ohne Diagonalen (Fig. 11, 12) befinden. In andern Fällen, wie ſie insbeſondere an den Enden und in den Mitten der Oeffnungen vorkommen, führen meiſt die Gleichgewichtsbedingungen für einen die Vertikale begrenzenden Knotenpunkt ſchnell zum Ziel (z. B. bei horizontaler Gurtung die Bedingung: Summe aller im Knotenpunkte angreifenden Vertikalkräfte gleich Null). Direkt verwendbare Formeln für die Beanſpruchungen von

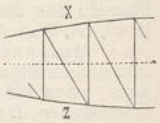


Fig. 9.

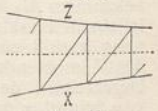


Fig. 10.

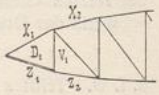


Fig. 11.

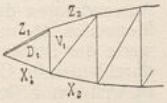


Fig. 12.

End- und Mittelvertikalen ſowie deren Grenzwerte bei bewegter Laſt ſ. [6] A. 19, 24, 28, 39, 42. Neben den angeſchriebenen Gleichungen gelten allgemein:

$$\frac{H_s}{\lambda}+\frac{X_m}{x_m}+\frac{Z_m}{z_m}+\frac{D_m}{d_m}=0, \qquad \frac{H_s}{\lambda}+\frac{X_m}{x_m}+\frac{Z_{m+1}}{z_{m+1}}=0. \qquad 15.$$

Beiſpiele der Anwendung von 7.—10. für beliebig gerichtete Aktivkräfte (ſchiefen Winddruck) ſ. [6] B. 40, 58, 86, Spezialiſierung der Formeln für beliebige Belaſtung, gleichmäßig verteilte Laſt, Radlaſtzüge und die Grenzwerte in den wichtigſten Fällen, insbeſondere für einfache Balkenfachwerke, durchlaufende Gelenkträger, einfache und durchlaufende Bogenfachwerke in [5], Beiſpiele der Anwendung für dieſe und andre Fälle in [6]. Bezüglich M_s, H_s vergl. das oben am Schluſſe der Schnittmethode Geſagte, bezüglich ſpezieller Formeln für Balken- und Bogenfachwerke ſ. auch die obige Einleitung. Wenn am Träger nur vertikale Aktivkräfte (Laſten) wirken, dann iſt in allen Schnitten s für Balkenfachwerke $H_s=0$, für Bogenfachwerke $H_s=H$ von gleichem Wert (Horizontalſchub).

Literatur: [1] Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiſerner Dach- und Brückenkonſtruktionen, Hannover 1863 (4. Aufl. 1880). — [2] Foeppl, Theorie des Fachwerks, Leipzig 1880. — [3] Winkler, Theorie der Brücken, II: Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881. — [4] Henneberg und Smreker, Lehrbuch der techniſchen Mechanik, I: Statik der ſtarren Syſteme, Darmſtadt 1886. — [5] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887. — [6] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888. — [7] Ritter, W., Anwendungen der graphiſchen Statik, II: Das Fachwerk, Zürich 1890. — [8] Foeppl, Das Fachwerk im Raume, Leipzig 1892. — [9] Zimmermann, Ueber Raumfachwerke, neue Formen und Berechnungsweiſen für Kuppeln und ſonſtige Dachbauten, Berlin 1901. — [10] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Brückenkonſtruktionen I, Leipzig 1901. — [11] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2: Der Brückenbau, 2. Abteilung (Theorie der eiſernen Balkenbrücken), Leipzig 1901; 6. Abteilung (eiſerne Brückenpfeiler), Leipzig 1903. — [12] Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904 (Abſchnitt IV: Das räumliche Fachwerk). — [13] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904. — [14] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, II: Statiſch beſtimmte Träger, Leipzig 1904. — Weitere Literatur ſ. Fachwerke, auch mehrfachen Syſtems, und die obenerwähnten Stichworte.

Weyrauch.

Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte. Ein Fachwerk (ſ. d.), Fachwerkträger, heißt ſtatiſch unbeſtimmt, wenn ſich ſeine Stabkräfte und Stützenreaktionen nicht ſämtlich aus ſtatiſchen Bedingungsgleichungen allein beſtimmen laſſen. Vorausſetzungen der ſtatiſchen Beſtimmtheit und Stabilität ſowie allgemeine Geſichtspunkte für die Berechnung von Fachwerkträgern ſ. Fachwerk.

Diejenigen Stäbe und Reaktionskomponenten, welche zuſammen ein ſtatiſch beſtimmtes ſtabiles Fachwerk ausmachen, werden notwendige Stäbe und notwendige Reaktionen genannt, während die bei ſtatiſch unbeſtimmten ſtabilen Fachwerken darüber hinaus vorhandenen auch überzählige Stäbe und Reaktionen heißen. Zur Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Fachwerke müſſen Beziehungen der Elaſtizitätslehre herangezogen werden. Dies kann auf verſchiedene Weiſe geſchehen, wie auch die ſtatiſch unbeſtimmten Größen ſelbſt oft verſchieden gewählt werden können. Früher hat man ſich häufig mit Näherungen begnügt, beſonders bei durchlaufenden Balkenfachwerken (ſ. d.) und einfachen Bogenfachwerken (ſ. d.) mit ausgeſprochener Achſe bis zu den Auflagern. Es wurden dann gewöhnlich als ſtatiſch unbeſtimmt angenommen für Balkenfachwerke die Stützenmomente M, M', für Bogenfachwerke mit Kämpfergelenken der Horizontalſchub H, für Bogenfachwerke ohne Gelenke H und die Endmomente M, M', und dieſe Größen auf Grund der Formeln für wollwandige Träger berechnet (ſ. Balken und Balken, durchlaufende, ſowie Bogen, einfache und durchlaufende). Nach Ermittlung der ſtatiſch unbeſtimmten Größen laſſen ſich die Stabkräfte der Fachwerke nach den unter Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte, angeführten Methoden oder nach den unter Balkenfachwerke, Bogenfachwerke, Parallelträger u. ſ. w. erwähnten Formeln berechnen. Indeſſen waren jene Näherungsverfahren ohne Kontrolle durch genauere Methoden nicht ſehr zuverläſſig, für wichtige Fälle der Praxis konnten ſie überhaupt nicht in Betracht kommen. Schon das gewöhnliche Bogenfachwerk Fig. 1 ließ ſich nicht wohl nach Beziehungen für ſtabförmige Bogen berechnen, wie denn auch hier das Bedürfnis nach genauerer Behandlung zuerſt hervortrat [3], [4]; doch wurde das Nötige über dieſe und andre Bogenfachwerke mit Kämpfergelenken bereits unter Bogenfachwerke gegeben. Hier handelt es ſich um möglichſt genaue Ermittlung ſtatiſch unbeſtimmter Stützenreaktionen und Stabkräfte beliebiger ſtabiler Fachwerke, während bezüglich der weiteren Berechnungen auf die bereits erwähnten Artikel und Einflußlinien, Grenzwerte zu verweiſen iſt. Werden beiſpielsweiſe die ſtatiſch unbeſtimmten Größen (und eventuell auch andre Größen) für eine Laſt 1 in jedem für die Verkehrslaſt in Betracht kommenden Knotenpunkt einzeln feſtgeſtellt, ſo laſſen ſich leicht ihre Werte auch für jede Kombination belaſteter Knotenpunkte angeben und durch Berückſichtigung der Knotenpunkte von poſitivem bezw. negativem Verkehrseinfluß allein insbeſondere ihre beiden Grenzwerte.

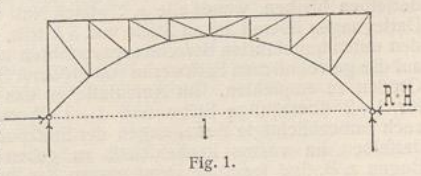


Fig. 1.

Das betrachtete Fachwerk ſei unter Einwirkung beliebiger äußerer Kräfte und Temperaturänderungen zum Gleichgewichte gelangt. Die Verrückungen der Knotenpunkte und Form-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

änderungen der Stäbe werden den anfänglichen Abmeſſungen gegenüber verſchwindend klein vorausgeſetzt. Bezüglich eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems in feſter Lage gegen die anfängliche Gruppierung der Knotenpunkte ſeien x_m, y_m, z_m die anfänglichen Koordinaten eines Knotenpunkts m und x_n, y_n, z_n diejenigen eines Knotenpunkts n, welcher mit m durch einen Stab der anfänglichen Länge s und ſchließlichen Stabkraft S verbunden iſt, wobei ziehende S als poſitiv gelten. X_m, Y_m, Z_m mögen die reſultierenden Komponenten der auf m wirkenden äußeren Kräfte (Laſten, Stützenreaktionen u. ſ. w.) in den Richtungen x, y, z bedeuten. Dann beſtehen fürs Gleichgewicht am Knotenpunkte m die Bedingungen (Fig. 2):

$$X_m + \sum_m S \frac{x_n - x_m}{s} = 0, \qquad Y_m + \sum_m S \frac{y_n - y_m}{s} = 0, \qquad Z_m + \sum_m S \frac{z_n - z_m}{s} = 0, \quad 1.$$

worin ſich die Summen Σ auf alle in m eintreffenden Stäbe beziehen. Bei k Knotenpunkten exiſtieren $3k$ ſolcher Gleichungen, und weil dieſe bei ſtatiſch beſtimmten Fachwerken genügen, um ohne Rückſicht auf die Verrückungen der Knotenpunkte und Längenänderungen der Stäbe alle Stabkräfte und Stützenreaktionen zu berechnen (ſ. Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte), ſo haben eben bei ſtatiſch beſtimmten Fachwerken kleine Verrückungen der Knotenpunkte und kleine Längenänderungen der Stäbe, alſo auch Temperaturänderungen der letzteren wie überhaupt die Beziehungen zwiſchen den Stabkräften S und Längenänderungen Δs, keinen in Betracht kommenden Einfluß auf die Beanſpruchungen. Anders bei ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerken. Multipliziert man die erſte, zweite und dritte Gleichung 1. mit beliebigen verſchwindend kleinen, wirklichen oder gedachten Verrückungen ξ, η, ζ des Knotenpunkts m, verfährt in analoger Weiſe mit den Gleichungen ſämtlicher Knotenpunkte und addiert dann alle $3k$ Gleichungen, ſo folgt nach Reduktion [15], S. 182:

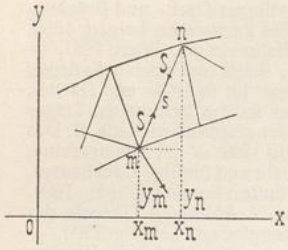


Fig. 2.

$$\sum_k (X\xi + Y\eta + Z\zeta) = \sum_s S \Delta s, \qquad 2$$

worin ſich die Summe links auf alle Knotenpunkte, diejenige rechts auf alle Stäbe bezieht; doch dürfen in erſtere auch außerhalb des Fachwerks gelegene, bezüglich deſſen anfänglicher Lage feſte Punkte aufgenommen werden, weil deren ξ, η, ζ gleich Null ſind, ſo daß der Wert der Summe ungeändert bleibt (ſ. unten drittes Verfahren). Die Δs ſind die Längenänderungen der Stäbe, welche mit den Verrückungen ξ, η, ζ verbunden wären. Wirken in den Knotenpunkten beliebige Laſten oder ſonſtige Aktivkräfte (ſ. d.) Q, beliebige Reaktionen oder Reaktionskomponenten R, und bezeichnen q, r die den ξ, η, ζ entſprechenden Verrückungen der von Q, R ergriffenen Knotenpunkte in den Richtungen von Q, R (poſitiv, wenn in den Richtungen von Q, R ſelbſt, negativ, wenn entgegengeſetzt dieſen Richtungen), dann nimmt 2. die Form an:

$$\Sigma Q q + \sum_s R r \Delta s. \qquad 3.$$

Die Formeln 1. bilden die Grundgleichungen der Statik für die einzelnen Knotenpunkte, die Formel 2. oder 3. drückt das Prinzip der virtuellen Verrückungen für das ganze Fachwerk aus. Auf dieſen Beziehungen beruhen alle Methoden zur Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Fachwerke. Auch die Formänderungen beliebiger ſtabiler Fachwerke ſind dadurch beſtimmt (ſ. unten).

Während die Gleichungen 1.—3. immer erfüllt ſein müſſen, welche Werte auch die Verrückungen ξ, η, ζ haben und welche Beziehungen zwiſchen den wirklichen Stabkräften S und Längenänderungen Δs beſtehen mögen, gilt für elaſtiſche Längenänderungen eines homogenen, anfangs ſpannungsloſen prismatiſchen Stabes vom Anfangsquerſchnitt F, der ſchließlichen Stabkraft S (Zug poſitiv) und der ſchließlichen Temperaturänderung τ (Zunahme poſitiv) zwiſchen S und Δs die Beziehung [15], S. 213:

$$\Delta s = \left(\frac{S}{EF} + \alpha\tau\right)s, \qquad S = EF\left(\frac{\Delta s}{s} - \alpha\tau\right), \qquad 4.$$

worin E den Elaſtizitätsmodul (ſ. d.) von $S = 0$ bis $S = S$, α den linearen Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.) von $\tau = 0$ bis $\tau = \tau$ bedeuten (eventuell Mittelwerte). Die den Gleichungen 4. zugrunde liegenden Vorausſetzungen werden im folgenden beibehalten, ſobald es ſich um die wirklichen Verrückungen unter dem Einfluſſe äußerer Kräfte und Temperaturänderungen handelt, wonach das Fachwerk anfänglich als ſpannungslos gilt. — Für ebene Fachwerke pflegt man die Achſen der x, y in die Trägerebene zu legen und dafür zu ſorgen, daß alle Knotenpunkte immer in derſelben bleiben, womit alle z, ζ gleich Null werden, die dritte Gleichung 1. wegfällt, in unſern Darlegungen überall $2k$ an Stelle von $3k$ tritt, im übrigen aber an vorſtehenden Gleichungen und den unten angeführten Berechnungsverfahren nichts geändert wird. Bei Anwendung der letzteren auf die gewöhnlichen Fachwerke von größerer Stabzahl iſt tabellariſche Anordnung der berechneten Größen zu empfehlen. Im Anſchluſſe an das dritte Verfahren ſind direkt verwendbare Formeln für 1—2 überzählige Stäbe und 1—3 überzählige Reaktionen gegeben. Wir berückſichtigen auch unbeabſichtigte Bewegungen der Stützpunkte, da es gut iſt, ſich über den etwaigen Einfluß derſelben im voraus Rechenſchaft zu geben (bei mehreren aufeinander folgenden einfachen Bogen z. B. ſind federnde Bewegungen der Zwiſchenpfeiler oft nicht zu vermeiden); auch kann dem Ingenieur die Frage vorliegen, welchen Einfluß eine tatſächlich eingetretene Verrückung eines Stützpunkts auf die Beanſpruchungen ausgeübt hat.

Erſtes Verfahren.

Einfachſter Gedankengang, für praktiſche Zwecke der großen Anzahl gleichzeitig auftretender Unbekannten wegen unbequem. Es ſeien ξ_m, η_m, ζ_m und ξ_n, η_n, ζ_n die wirklichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verrückungen der Knotenpunkte m und n. Dann gilt entſprechend 4. für den beliebigen Stab $m\,n$ bei Vernachläſſigung kleiner Größen zweiter Ordnung [15], S. 215:

$$S=\frac{EF}{s^2}[(x_n-x_m)(\xi_n-\xi_m)+(y_n-y_m)(\eta_n-\eta_m)+(z_n-z_m)(\zeta_n-\zeta_m)]-EF\alpha\tau. \qquad 5.$$

und entſprechende Gleichungen für alle Stäbe. Sind nun die Stützenreaktionen durch r voneinander unabhängige Komponenten beſtimmt, ſo haben wir $3k-r$ voneinander unabhängige Knotenpunktsverrückungen und im ganzen $r+(3k-r)=3k$ voneinander abhängige Unbekannte, ebenſoviel als Gleichungen von der Form 1. Denken wir uns die S nach 5. in die $3k$ Gleichungen 1. eingeſetzt, ſo enthalten dieſe von Unabhängigveränderlichen nur noch die erwähnten r Reaktionskomponenten (unter den X, Y, Z) und die $3k-r$ voneinander unabhängigen Verrückungen ξ, η, ζ, ſo daß alle Unbekannten daraus beſtimmt werden können. Nachdem dies geſchehen, ergeben ſich ſämtliche Stabkräfte aus Gleichungen der Form 5. Vgl. [7] § 20, [15] § 82 und [16] A. 106. In der hiermit nachgewieſenen Beſtimmtheit aller Stabkräfte und Stützenreaktionen eines beliebigen ſtabilen Fachwerks liegt zugleich ein Beweis der eindeutigen Beſtimmtheit der Probleme des Gleichgewichts beliebiger feſter Körper überhaupt, da man ſich dieſe als ſtabile Punktſyſteme mit „Stabkräften“ S in den Verbindungsgeraden vorſtellen kann. Vgl. am Schluſſe des Artikels „Elaſtizitätsgeſetz“.

Zweites Verfahren.

Auf Grund des zuerſt von Menabrea [1] erkannten Prinzips der kleinſten Verſchiebungsarbeit (ſ. unten) im weſentlichen von Caſtigliano eingeführt [6]. Bezüglich der folgenden Darſtellung mit Berückſichtigung von Temperaturänderungen und kleinen Bewegungen der Stützpunkte ſ. [16] A. 94, 105, auch [15] § 85, und [13]. Es ſeien X eine geſuchte ſtatiſch unbeſtimmte Größe (überzählige Stabkraft oder Reaktionskomponente), $\mathfrak{U}$ die Arbeit der mit ihren Endwerten konſtant gedachten überzähligen Reaktionen während der eingetretenen Verrückungen, ∂S die Aenderung einer Stabkraft S durch eine beliebige mit den Bedingungen des Fachwerks (Art der Auflager, ſtatiſche Bedingungen u. ſ. w.) verträgliche Aenderung von X, und $\partial\,\mathfrak{U}$ eine ebenſolche Aenderung von $\mathfrak{U}$, jedoch bei konſtanten Verrückungen. Dann hat man zur Beſtimmung von X:

$$\Sigma\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial X}=\frac{\partial\,\mathfrak{U}}{\partial X}, \qquad 6.$$

worin die Summe Σ auf ſämtliche Stäbe zu erſtrecken iſt. Die Berechnung eines beliebigen ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerks auf Grund von 6. könnte nun beiſpielsweiſe wie folgt vor ſich gehen: a) Auswahl der überzähligen Stabkräfte und Reaktionen X. b) Bildung der Ausdrücke ſämtlicher notwendiger Stabkräfte S für die gegebenen äußeren Kräfte bei unbekannt eingeführten X, und der Arbeit $\mathfrak{U}$ ſämtlicher überzähligen Reaktionen für die angenommenen Verrückungen der Stützpunkte. c) Auf Grund dieſer Ausdrücke Bildung der Differentialquotienten in 6. nach jedem der X und Einſetzung derſelben in die Gleichungen 6., deren ebenſoviele als Unbekannte X exiſtieren (für $S=X$ iſt $\frac{\partial S}{\partial X}=1$, für eine überzählige Stabkraft differenziert nach einer andern $\frac{\partial S}{\partial X}=0$, da die überzähligen Größen als Unabhängigvariable gelten). d) Berechnung der X aus den ſo entſtandenen Gleichungen. e) Berechnung der wirklichen Stabkräfte der notwendigen Stäbe aus den unter b) erwähnten Ausdrücken, womit auch die etwa noch verlangten Stützenreaktionen durch rein ſtatiſche Gleichungen, z. B. der Art 1., beſtimmt werden.

Wird angenommen, daß Bewegungen der Stützpunkte entweder gar nicht oder nur ſenkrecht zu den Stützenreaktionen eintreten, dann iſt mit $\mathfrak{U}=0$ auch die rechte Seite von $6.=0$. Will man jedoch z. B. für das Bogenfachwerk Fig. 1 den Horizontalſchub H mit Berückſichtigung einer Aenderung der Spannweite um Δl berechnen (Ausweichen der Widerlager), dann hat man mit $X=H$:

$$\mathfrak{U}=-H\Delta l, \qquad \frac{\partial\,\mathfrak{U}}{\partial X}=-\Delta l, \qquad \Sigma\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial H}=\Delta l.$$

Die S, $\frac{\partial S}{\partial H}$ würden im vorliegenden Falle am einfachſten nach den in Bd. 2, S. 162, gegebenen Formeln ausgedrückt, z. B. für die Obergurtſtäbe der erſten Trägerhälfte $S=X_m$, $\frac{\partial S}{\partial H}=\frac{\eta_m}{h_m}$ u. ſ. w. Uebrigens iſt H für das Fachwerk Fig. 1 bereits in Bd. 2, S. 164, 165, angeführt.

Sind alle $\tau=0$ und $\mathfrak{U}=0$, dann lautet die Bedingung 6.:

$$\Sigma\frac{s\,S}{EF}\frac{\partial S}{\partial X}=0, \text{ oder mit } D=\Sigma\frac{s\,S^2}{2EF} \qquad \frac{\partial D}{\partial X}=0. \qquad 7.$$

Da nun D für $\tau=0$ die Verſchiebungsarbeit des Fachwerks während der betrachteten Deformation darſtellt (Verſchiebungsarbeit [ſ. d.] = Arbeit zur Ueberwindung der inneren Kräfte) und wegen linearer Abhängigkeit der S von den X die zweite Derivierte $\frac{\partial^2 D}{\partial X^2}=\Sigma\frac{s}{EF}\left(\frac{\partial S}{\partial X}\right)^2$ poſitiv iſt, ſo ſind im Falle $\mathfrak{U}=0$, $\tau=0$ alle überzähligen Größen eines ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerks ſo beſtimmt, daß die Verſchiebungsarbeit ein Minimum iſt (Prinzip der kleinſten Verſchiebungsarbeit). Doch genügt die allgemeinere Bedingung 6. unabhängig von dieſer Auffaſſung, und es iſt zu beachten, daß das Prinzip von der kleinſten Verſchiebungsarbeit nicht allgemein gilt.

Drittes Verfahren.

Von Mohr unmittelbar auf das Prinzip der virtuellen Verrückungen begründet [5], [30], vgl. auch [15], §§ 83, 84 und [16] A. 104. Es handle ſich um ein beliebiges ſtabiles Fachwerk.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das nach Entfernung der überzähligen Stäbe und Reaktionen verbleibende ſtatiſch beſtimmte und ſtabile Fachwerk wird Hauptſyſtem genannt, während die notwendigen Stäbe und Reaktionen auch Hauptſtäbe und Hauptreaktionen heißen. Hat das gegebene Fachwerk irgend welche Verrückungen erfahren und denkt man ſich neben den Bedingungen, welche die Hauptreaktionen beſtimmen (feſte und verſchiebbare Gelenkauflager, ſtatiſche Beziehungen u. ſ. w.), die Längenänderungen der Hauptſtäbe bekannt, ſo ſind die neuen Längen und Lagen aller Stäbe beſtimmt. Auch die Entfernungen l von nicht durch Hauptſtäbe verbundenen Knotenpunkten A, B (Fig. 3) oder von Knotenpunkten A zu außerhalb des Fachwerks gelegenen, bezüglich deſſen Anfangslage feſten Punkten B haben im allgemeinen Aenderungen erfahren. Die Geſamtänderung einer ſolchen Entfernung $AB = l$ ſetzt ſich zuſammen aus den Aenderungen, welche die Längenänderungen aller Hauptſtäbe bei Einhaltung der Hauptreaktionsbedingungen einzeln ergeben (vgl. Koexiſtenz). Die Längenänderung Δl, welche von der Längenänderung Δs eines beſtimmten Hauptſtabes herrührt, findet ſich, wenn man dieſen allein ſeine Länge s ändern läßt und zuſieht, welchen Einfluß dies auf l ausübt. Alle andern Hauptſtäbe haben hierbei als ſtarr zu gelten (ihre Δs gleich Null), und alle überzähligen Stäbe und Reaktionen dürfen wegbleiben. Denkt man ſich unter dieſen Umſtänden nur zwei äußere Aktivkräfte Q an A und B angebracht, welche in der Verbindungsgeraden von A, B auf Annäherung dieſer Punkte wirken, ſo liefert 3. $Q(q_a + q_b) + H = S\Delta s$, unter H die virtuelle Arbeit der Hauptreaktionen durch die Q während etwaiger mit Δs eintretender Verrückungen ihrer Knotenpunkte verſtanden. Da $q_a + q_b = -\Delta l$, ſo können wir einfacher ſetzen $-Q\Delta l + H = S\Delta s$ oder, wenn eingeführt wird

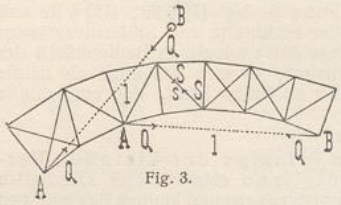


Fig. 3.

$$S = \varrho Q, \text{ d. h. } S = \varrho \text{ für } Q = 1 \qquad 8.$$

und a jene Arbeit der Hauptreaktionen für $Q = 1$ bedeutet: $\Delta l - a = -\varrho\,\Delta s$. Erleiden beliebig viele Hauptſtäbe Längenänderungen, ſo entſpricht jedem derſelben ein beſonderes ϱ und man erhält für die ganze Aenderung Δl von l:

$$\Delta l - a = -\Sigma\varrho\,\Delta s, \qquad f + a = \Sigma\varrho\,\Delta s \text{ mit } f = -\Delta l, \qquad 9.$$

worin die Summe Σ auf alle Hauptſtäbe zu erſtrecken iſt und auch a die ganze Arbeit der Hauptreaktionen durch $Q = 1$ während des Entſtehens der Δs bezeichnet. Liegt B außerhalb des Fachwerks, dann bedeutet f in 9. einfach die Verrückung des Knotenpunktes A in der Richtung Q (bei negativem f entgegengeſetzt der angenommenen Q).

Meiſt läßt ſich das Hauptſyſtem ſo wählen, daß $a = 0$ iſt (Beiſpiele für von 0 verſchiedene a ſ. [25], S. 13, [26], S. 25, 35). Dies trifft insbeſondere immer dann zu, wenn das Hauptſyſtem ein Balkenfachwerk mit einer Oeffnung und frei drehbaren Enden iſt, z. B. unten für Fig. 5—9. Wenn bei $a = 0$ für gleiche ſpezifiſche Längenänderungen (Längenänderungen pro Längeneinheit) aller Hauptſtäbe auch $AB = l$ ſich im gleichen Verhältnis ändern müßte (wie die Spannweite in Fig. 1, wenn alle Stäbe Hauptſtäbe ſind), dann folgt aus 9. durch Multiplikation mit dem konſtanten $\frac{s}{\Delta s} = \frac{l}{\Delta l}$:

$$l = -\Sigma\varrho\,s, \qquad 10.$$

wodurch mitunter Vereinfachungen ermöglicht werden.

Die Gleichungen 9. gelten für ganz beliebige der erwähnten $AB = l$, alſo z. B. auch dann, wenn die l nacheinander in die Richtungslinien aller überzähligen Stäbe und Reaktionen gelegt werden, womit wir ebenſoviel Gleichungen der Form 9. als überzählige Größen erhalten, ſo daß die letzteren daraus beſtimmt werden können, falls ſie als einzige Unbekannte darin auftreten. Dies läßt ſich aber für beliebige äußere Kräfte u. ſ. w. deshalb ſtets erreichen, weil unter den obenangeführten Vorausſetzungen die in 9. auftretenden Δs der Hauptſtäbe wie aller andern Stäbe durch 4. ausgedrückt ſind, und hierin für jeden Hauptſtab gilt:

$$S = A + \varrho_I X_I + \varrho_{II} X_{II} + \varrho_{III} X_{III} + \ldots, \qquad 11.$$

worin A die rein ſtatiſch zu beſtimmende Beanſpruchung für die fraglichen äußeren Kräfte, wenn nur das Hauptſyſtem vorhanden wäre, X_I, X_{II}, X_{III}, ... die überzähligen Stabkräfte und Reaktionen und ϱ_I, ϱ_{II}, ϱ_{III}, ... die obenerwähnten Beanſpruchungen $S = \varrho$ für $X_I = 1$, $X_{II} = 1$, $X_{III} = 1$ u. ſ. w. Die einem beſtimmten X entſprechenden ϱ der einzelnen Hauptſtäbe ergeben ſich als Beanſpruchungen S der letzteren, wenn an dem durch die Hauptſtäbe und Hauptreaktionen allein gebildeten ſtatiſch beſtimmten ſtabilen Fachwerk als äußere Aktivkräfte (ſ. d.) allein angebracht werden: falls X einem überzähligen Stabe AB entſpricht, zwei Kräfte $Q = X = 1$, welche in der Verbindungsgeraden AB auf Annäherung der Punkte A, B wirken; falls X eine überzählige Reaktion bedeutet, eine Kraft $Q = X = 1$ an dem von X ergriffenen Knotenpunkte in der Richtung poſitiver X. — Nachdem alle überzähligen Stabkräfte und Reaktionen in der angeführten Weiſe auf Grund von 9. berechnet ſind, finden ſich die ganzen Beanſpruchungen der Hauptſtäbe aus den Gleichungen 11., deren ebenſoviele als Hauptſtäbe exiſtieren. Auch die Hauptreaktionen R können durch das Hinzutreten der X Aenderungen erfahren, es läßt ſich analog 11. ſetzen:

$$R = A + \varrho_I X_I + \varrho_{II} X_{II} + \varrho_{III} X_{III} + \ldots, \qquad 12.$$

worin A der Wirkſamkeit des Hauptſyſtems allein entſpricht und ϱ_I, ϱ_{II}, ϱ_{III}, ... die Werte $R = \varrho$ für $X_I = 1$, $X_{II} = 1$, $X_{III} = 1$ u. ſ. w. bedeuten; doch ergeben ſich nach Ermittlung aller Stabkräfte die fehlenden Reaktionen im allgemeinen bequemer aus ſtatiſchen Beziehungen, z. B. aus den Gleichungen 1. für die geſtützten Knotenpunkte. — Mittels der vorſtehenden Gleichungen laſſen ſich alle ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerke berechnen. Zur Erläuterung des Vorgehens behandeln wir im folgenden die häufig vorkommenden Fälle, daß das Hauptſyſtem durch Ent-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fernung überzähliger Stäbe allein oder durch Entfernung überzähliger Reaktionen allein gebildet wird. Zur Abkürzung möge dienen:

$$e = \frac{s}{E F}. \qquad 13.$$

Bei der Zahlenberechnung von Summen Σ, deren ſämtliche Glieder den Faktor E oder α enthalten, kann natürlich für gleiches Material E bezw. α vor Σ geſetzt werden.

Fachwerke mit überzähligen Stäben allein. Das anfangs ſpannungsloſe Fachwerk ſei unter Einwirkung beliebiger äußerer Kräfte und für je einen ganzen Stab gleichmäßiger Temperaturänderungen im Gleichgewicht. Wir nennen die anfänglichen Längen der Hauptſtäbe $s_1, s_2, s_3, \ldots$, ihre ganzen Beanſpruchungen $S_1, S_2, S_3, \ldots$, die anfänglichen Längen der überzähligen Stäbe $s_I, s_{II}, s_{III}, \ldots$, ihre ganzen Beanſpruchungen $S_I, S_{II}, S_{III}, \ldots$ Die Beanſpruchungen der Hauptſtäbe, welche durch die fraglichen Einwirkungen entſtehen würden, wenn keine überzähligen Stäbe vorhanden wären, ſeien $A_1, A_2, A_3, \ldots$ Hierzu kommen nun noch die Beanſpruchungen infolge der Kräfte $S_I, S_{II}, S_{III}, \ldots$ in den überzähligen Stäben. Erhalten die ϱ der Hauptſtäbe $s_1, s_2, s_3, \ldots$, welche Kräften $Q = 1$ an den Knotenpunkten eines beſtimmten überzähligen Stabes entſprechen, den Index des letzteren neben denjenigen ihrer Hauptſtäbe, ſo ſind die ganzen Beanſpruchungen der letzteren (vgl. 11.):

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= A_1 + S_I \varrho_{I1} + S_{II} \varrho_{II1} + S_{III} \varrho_{III1} + \cdots \\ S_2 &= A_2 + S_I \varrho_{I2} + S_{II} \varrho_{II2} + S_{III} \varrho_{III2} + \cdots \\ S_3 &= A_3 + S_I \varrho_{I3} + S_{II} \varrho_{II3} + S_{III} \varrho_{III3} + \cdots \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad 14.$$

womit aus 9., wenn $a = 0$ für die Beanſpruchungen der überzähligen Stäbe die zuerſt von Mohr [5], 1875, S. 28, gegebenen Gleichungen folgen:

$$\left.\begin{aligned} S_I e_I + \alpha_1 \tau_I s_I &= -\Sigma \alpha \tau s \varrho_I - \Sigma e A \varrho_I - S_I \Sigma e \varrho_I \varrho_I - S_{II} \Sigma e \varrho_{II} \varrho_I - S_{III} \Sigma e \varrho_{III} \varrho_I - \cdots \\ S_{II} e_{II} + \alpha_{II} \tau_{II} s_{II} &= -\Sigma \alpha \tau s \varrho_{II} - \Sigma e A \varrho_{II} - S_I \Sigma e \varrho_I \varrho_{II} - S_{II} \Sigma e \varrho_{II} \varrho_{II} - S_{III} \Sigma e \varrho_{III} \varrho_{II} - \cdots \\ S_{III} e_{III} + \alpha_{III} \tau_{III} s_{III} &= -\Sigma \alpha \tau s \varrho_{III} - \Sigma e A \varrho_{III} - S_I \Sigma e \varrho_I \varrho_{III} - S_{II} \Sigma e \varrho_{II} \varrho_{III} - S_{III} \Sigma e \varrho_{III} \varrho_{III} - \cdots \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad 15.$$

Die Summen Σ ſind auf alle Hauptſtäbe zu erſtrecken. Man hat ſoviel Gleichungen der Form 14. als Hauptſtäbe und ſoviel der Form 15. als überzählige Stäbe.

Häufig hat man es mit einem überzähligen Stabe oder mit zwei überzähligen Stäben zu tun. Im erſten Falle ergibt ſich aus 15. die Beanſpruchung desſelben:

$$S = -\frac{\alpha \tau s + \Sigma \alpha \tau s \varrho + \Sigma e \varrho A}{e + \Sigma e \varrho^2}, \qquad 16.$$

worin e und $\alpha \tau s$ außerhalb der Summen Σ dem überzähligen Stabe entſprechen. Im zweiten Falle erhält man mit den Bezeichnungen:

$$Y = \alpha_I \tau_I s_I + \Sigma \alpha \tau s \varrho_I + \Sigma e A \varrho_I, \qquad Z = \alpha_{II} \tau_{II} s_{II} + \Sigma \alpha \tau s \varrho_{II} + \Sigma e A \varrho_{II}, \qquad 17.$$

$$\mathfrak{a} = \Sigma e \varrho_I^2, \qquad \mathfrak{e} = \Sigma e \varrho_I \varrho_{II}, \qquad \mathfrak{o} = \Sigma e \varrho_{II}^2 \qquad 18.$$

die Beanſpruchung der überzähligen Stäbe:

$$S_I = \frac{\mathfrak{e} Z - (\mathfrak{o} + e_{II}) Y}{(\mathfrak{a} + e_I)(\mathfrak{o} + e_{II}) - \mathfrak{e}^2}, \qquad S_{II} = \frac{\mathfrak{e} Y - (\mathfrak{a} + e_I) Z}{(\mathfrak{a} + e_I)(\mathfrak{o} + e_{II}) - \mathfrak{e}^2}. \qquad 19.$$

Sind keine Temperaturänderungen zu berückſichtigen, ſo fallen ſelbſtverſtändlich in 15., 16., 17. die Glieder mit τ weg. Wenn bei gleichen ſpezifiſchen Längenänderungen aller Hauptſtäbe auch die überzähligen Stäbe ihre Länge im gleichen Verhältnis ändern müßten, wie dies z. B. bei Balkenfachwerken mit überzähligen Stäben zutrifft, dann hat man entſprechend 10. in 15., 16., 17.:

$$s_I = -\Sigma s \varrho_I, \qquad s_{II} = -\Sigma s \varrho_{II}, \qquad s_{III} = -\Sigma s \varrho_{III}, \ldots,$$

womit bei gleichen $\alpha \tau$ aller Stäbe die mit τ behafteten Glieder wegfallen. Bei gleichem Material haben alſo in ſolchen Fällen gleiche Temperaturänderungen aller Stäbe keinen Einfluß auf die Beanſpruchungen.

Die Berechnung eines Fachwerks mit überzähligen Stäben könnte nun beiſpielsweiſe wie folgt vor ſich gehen: a) Auswahl der überzähligen Stäbe $s_I, s_{II}, s_{III}, \ldots$ gewöhnlich mit Rückſicht auf möglichſt bequeme Berechnung des verbleibenden Hauptſyſtems. b) Unter Vorausſetzung der Wirkſamkeit des letzteren allein Berechnung der Beanſpruchungen der Hauptſtäbe

herrührend von äußeren Kräften $Q = 1$ an Stelle von s_I: ϱ_{I1} ϱ_{I2} $\varrho_{I3} \ldots$

„ „ „ „ $Q = 1$ „ „ „ s_{II}: ϱ_{II1} ϱ_{II2} $\varrho_{II3} \ldots$ u. ſ. w.

c) Bildung der nur von den e, ϱ, nicht von den A, τ abhängigen Summen Σ in 15. bezw. 16. oder 19. d) Berechnung der Beanſpruchungen $A_1, A_2, A_3, \ldots$, welche in den Hauptſtäben $s_1, s_2, s_3, \ldots$ durch die wirklichen Aktivkräfte eintreten würden, wenn keine überzähligen Stäbe vorhanden wären. e) Berechnung der ganzen Beanſpruchungen der überzähligen Stäbe nach 15. bezw. 16. oder 19. f) Berechnung der ganzen Beanſpruchungen der Hauptſtäbe nach 14. — Kommen verſchiedene Belaſtungen zur Behandlung, ſo ſind nur die Berechnungen d) bis f) zu wiederholen.

Fachwerke mit überzähligen Reaktionen allein. Das anfangs ſpannungsloſe Fachwerk ſei wieder unter Einwirkung beliebiger äußerer Kräfte und für je einen ganzen Stab gleichmäßiger Temperaturänderungen im Gleichgewicht. Die Beanſpruchungen der Stäbe s_1, $s_2, s_3, \ldots$, welche hierbei entſtehen würden, wenn keine überzähligen Reaktionen vorhanden wären, ſeien $A_1, A_2, A_3 \ldots$ Hierzu kommen nun die Beanſpruchungen infolge der überzähligen Reaktionen $R_I, R_{II}, R_{III}, \ldots$ Erhalten die ϱ der Stäbe $s_1, s_2, s_3, \ldots$, welche Kräften $R_I = 1$, $R_{II} = 1$ u. ſ. w. entſprechen, den Index des betreffenden R neben denjenigen ihrer Stäbe, ſo ſind die ganzen Beanſpruchungen der letzteren (vgl. 11.):

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= A_1 + R_I \varrho_{I1} + R_{II} \varrho_{II1} + R_{III} \varrho_{III1} + \cdots \\ S_2 &= A_2 + R_I \varrho_{I2} + R_{II} \varrho_{II2} + R_{III} \varrho_{III2} + \cdots \\ S_3 &= A_3 + R_I \varrho_{I3} + R_{II} \varrho_{II3} + R_{III} \varrho_{III3} + \cdots \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad 20.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

womit nach 9. wenn $\alpha = 0$ zur Berechnung der überzähligen Reaktionen:

$$\left.\begin{aligned} f_I &= \Sigma\alpha\tau s\varrho_I + \Sigma eA\varrho_I + R_I\Sigma e\varrho_I\varrho_I + R_{II}\Sigma e\varrho_{II}\varrho_I + R_{III}\Sigma e\varrho_{III}\varrho_I + \dots \\ f_{II} &= \Sigma\alpha\tau s\varrho_{II} + \Sigma eA\varrho_{II} + R_I\Sigma e\varrho_I\varrho_{II} + R_{II}\Sigma e\varrho_{II}\varrho_{II} + R_{III}\Sigma e\varrho_{III}\varrho_{II} + \dots \\ f_{III} &= \Sigma\alpha\tau s\varrho_{III} + \Sigma eA\varrho_{III} + R_I\Sigma e\varrho_I\varrho_{III} + R_{II}\Sigma e\varrho_{II}\varrho_{III} + R_{III}\Sigma e\varrho_{III}\varrho_{III} + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \quad 21.$$

Die Summen Σ ſind auf alle Stäbe zu erſtrecken, während $f_I, f_{II}, f_{III}, \dots$ die Verrückungen der durch $R_I, R_{II}, R_{III}, \dots$ ergriffenen Knotenpunkte in den Richtungen dieſer R bedeuten (negativ, wenn entgegengeſetzt den Richtungen R). Man hat ſoviele Gleichungen der Form 20. als Stäbe und ſoviele der Form 21. als überzählige Reaktionen.

Häufig ſind eine, zwei oder drei überzählige Reaktionen vorhanden. Für eine überzählige Reaktion folgt aus 21.:

$$R = \frac{f - \Sigma\alpha\tau s\varrho - \Sigma e\varrho A}{\Sigma e\varrho^2}, \qquad 22.$$

worin z. B. im Falle von Fig. 1 $R = H$, $f = -\Delta l$ und für gleiche $\alpha\tau$ aller Stäbe entſprechend 10. $\Sigma\varrho\alpha\tau s = -\alpha\tau l$ wären (vgl. Bd. 2, S. 164). Dies gilt übrigens, wenn keine überzähligen Stäbe vorhanden ſind, nicht nur für ganz beliebige einfache Sprengbogenfachwerke mit Kämpfergelenken, ſondern beiſpielsweiſe auch für den Fall Fig. 4, wenn l gleich der Summe der Spann-

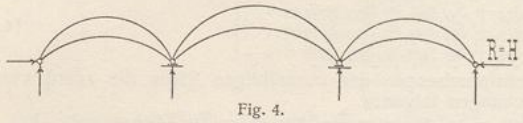


Fig. 4.



Fig. 5.

weiten geſetzt wird (vgl. Bd. 2, S. 167), während für den Hängebogen Fig. 5 nur $f = \Delta l$ anſtatt $f = -\Delta l$ wäre, da poſitive f ſtets der Richtung von R entſprechen. Für zwei überzählige Reaktionen liefern mit den Bezeichnungen 18. und

$$U = \Sigma eA\varrho_I + \Sigma\alpha\tau s\varrho_I - f_I, \qquad V = \Sigma eA\varrho_{II} + \Sigma\alpha\tau s\varrho_{II} - f_{II} \qquad 23.$$

die Gleichungen 21.:

$$R_I = \frac{U\mathfrak{o} - V\mathfrak{e}}{\mathfrak{e}^2 - \mathfrak{a}\mathfrak{o}}, \qquad R_{II} = \frac{V\mathfrak{a} - U\mathfrak{e}}{\mathfrak{e}^2 - \mathfrak{a}\mathfrak{o}}. \qquad 24.$$

Im Falle dreier überzähligen Reaktionen ergeben ſich mit den Bezeichnungen 18., 23. und

$$\mathfrak{m} = \Sigma e\varrho_I\varrho_{III}, \qquad \mathfrak{n} = \Sigma e\varrho_{II}\varrho_{III}, \qquad \mathfrak{r} = \Sigma e\varrho_{III}^2 \qquad 25.$$

$$W = \Sigma eA\varrho_{III} + \Sigma\alpha\tau s\varrho_{III} - f_{III} \qquad 26.$$

die Gleichungen 21.:

$$\left.\begin{aligned} R_I &= -\frac{U(\mathfrak{o}\mathfrak{r} - \mathfrak{n}^2) + V(\mathfrak{m}\mathfrak{n} - \mathfrak{e}\mathfrak{r}) + W(\mathfrak{e}\mathfrak{n} - \mathfrak{m}\mathfrak{o})}{\mathfrak{a}(\mathfrak{o}\mathfrak{r} - \mathfrak{n}^2) + \mathfrak{e}(\mathfrak{m}\mathfrak{n} - \mathfrak{e}\mathfrak{r}) + \mathfrak{m}(\mathfrak{e}\mathfrak{n} - \mathfrak{m}\mathfrak{o})}, \\ R_{II} &= -\frac{U(\mathfrak{m}\mathfrak{n} - \mathfrak{e}\mathfrak{r}) + V(\mathfrak{a}\mathfrak{r} - \mathfrak{m}^2) + W(\mathfrak{e}\mathfrak{m} - \mathfrak{a}\mathfrak{n})}{\mathfrak{e}(\mathfrak{m}\mathfrak{n} - \mathfrak{e}\mathfrak{r}) + \mathfrak{o}(\mathfrak{a}\mathfrak{r} - \mathfrak{m}^2) + \mathfrak{n}(\mathfrak{e}\mathfrak{m} - \mathfrak{a}\mathfrak{n})}, \\ R_{III} &= -\frac{U(\mathfrak{e}\mathfrak{n} - \mathfrak{m}\mathfrak{o}) + V(\mathfrak{e}\mathfrak{m} - \mathfrak{a}\mathfrak{n}) + W(\mathfrak{a}\mathfrak{o} - \mathfrak{e}^2)}{\mathfrak{m}(\mathfrak{e}\mathfrak{n} - \mathfrak{m}\mathfrak{o}) + \mathfrak{n}(\mathfrak{e}\mathfrak{m} - \mathfrak{a}\mathfrak{n}) + \mathfrak{r}(\mathfrak{a}\mathfrak{o} - \mathfrak{e}^2)}. \end{aligned}\right\} \quad 27.$$

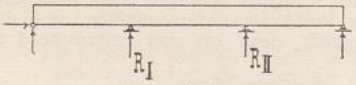


Fig. 6.

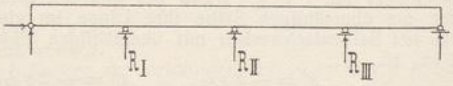


Fig. 7.

Mitunter laſſen ſich dieſe Formeln mit Rückſicht auf die Symmetrie der betreffenden Fachwerke vereinfachen. So hätte man bei ſymmetriſch zur Vertikalen durch die Trägermitte angeordneten Stäben (ſelbſtverſtändlich bei ſonſt beliebigen Fachwerkformen) im Falle von Fig. 6 in 24. $\mathfrak{o} = \mathfrak{a}$, und in den Fällen von Fig. 7, 8, 9 in 27. $\mathfrak{r} = \mathfrak{a}$, $\mathfrak{n} = \mathfrak{e}$, womit z. B.:

$$R_{II} = -\frac{(U + W)\mathfrak{e} - V(\mathfrak{a} - \mathfrak{m})}{2\mathfrak{e}^2 - \mathfrak{o}(\mathfrak{a} + \mathfrak{m})}. \qquad 28.$$

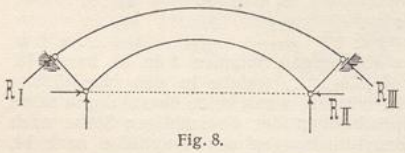


Fig. 8.

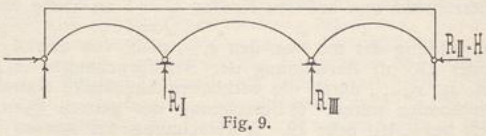


Fig. 9.

Sollen Bewegungen der Stützpunkte in den Richtungslinien der R nicht in Betracht kommen, ſo ſind in 21., 22., 23., 26. die betreffenden f gleich Null zu ſetzen. Soll der Einfluß der äußeren Aktivkräfte (Laſten u. ſ. w) ohne Rückſicht auf Temperaturänderungen feſtgeſtellt werden, ſo ſind die Glieder mit τ zu ſtreichen. Bei Berechnung des Einfluſſes der f oder τ allein ſind alle A gleich Null. Wenn ſich bei gleichen ſpezifiſchen Längenänderungen aller Stäbe auch die $AB = l_I, l_{II}, l_{III}, \dots$ irgend welcher überzähligen Reaktionen R in gleichem Verhältniſſe ändern müßten, dann gelten zufolge 10. die entſprechenden der folgenden Gleichungen:

$$l_I = -\Sigma s\varrho_I, \qquad l_{II} = -\Sigma s\varrho_{II}, \qquad l_{III} = -\Sigma s\varrho_{III}, \dots,$$

womit die Ausdrücke für den Einfluß von Temperaturänderungen bei gleichen $\alpha\tau$ aller Stäbe ſich vereinfachen. Dies trifft z. B. in den Fällen Fig. 1, 4, 5 für R und in den Fällen Fig. 8, 9 für R_{II} zu, während für durchlaufende Balkenfachwerke wie Fig. 6, 7 die Summen $\Sigma s\varrho_I = \Sigma s\varrho_{II} = \Sigma s\varrho_{III} = \dots = 0$ ſind, [16] S. 262, und alſo gleiche Temperaturänderungen aller Stäbe bei gleichem Material weder Stabkräfte (ſ. oben) noch Stützenreaktionen erzeugen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Berechnung eines Fachwerks mit überzähligen Reaktionen könnte nun beiſpielsweiſe wie folgt vor ſich gehen: a. Auswahl der überzähligen Reaktionen, gewöhnlich mit Rückſicht auf möglichſt bequeme Berechnung des verbleibenden Hauptſyſtems. b. Unter Vorausſetzung der Wirkſamkeit des letzteren allein Berechnung der Stabkräfte in

	s_1	s_2	s_3	
herrührend von äußeren Kräften $R_I = 1$:	ϱ_{I1}	ϱ_{I2}	ϱ_{I3}	...
„ „ „ „ $R_{II} = 1$:	ϱ_{II1}	ϱ_{II2}	ϱ_{II3}	... u. s. w.

c. Bildung der nur von den e, ϱ, nicht von den A, τ, abhängigen Summen Σ in den Gleichungen für die R. d. Berechnung der Beanſpruchungen $A_1, A_2, A_3, \ldots$, die in den Stäben $s_1, s_2, s_3, \ldots$ durch die wirklichen Aktivkräfte (Laſten u. ſ. w.) eintreten würden, wenn keine überzähligen Reaktionen vorhanden wären. e. Berechnung der überzähligen Reaktionen nach 21. bezw. 22., 24. oder 27. f. Berechnung der ganzen Stabkräfte nach 20. — Kommen verſchiedene Belaſtungen zur Behandlung, ſo ſind nur die Berechnungen d. bis f. zu wiederholen.

Formänderungen. Stabzugverfahren.

Das folgende betrifft ſtatiſch beſtimmte und ſtatiſch unbeſtimmte ſtabile Fachwerke. Die Verrückung f eines beliebigen Knotenpunktes in beliebiger Richtung läßt ſich für jeden gegebenen Belaſtungsfall aus 9. mit Δs nach 4. berechnen, wobei S, τ die Stabkräfte und Temperaturänderungen für jenen Belaſtungsfall bedeuten und a nach obigem meiſt Null zu ſetzen ſein wird (vgl. Einſenkung). Bei größerer Stabzahl iſt dieſe Rechnung etwas langwierig, ſo daß man nach Vereinfachungen geſucht hat. Zu dieſen gehört das ſogenannte Stabzugverfahren nach Müller-Breslau, bei dem man nur einen einfachen Stabzug zu berückſichtigen hat, und da hierdurch auch die Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Stabkräfte und Stützenreaktionen erheblich abgekürzt werden kann [24], [25], [26], ſo ſoll das Verfahren nachſtehend kurz dargeſtellt werden (vgl. Anhang zu [24]).

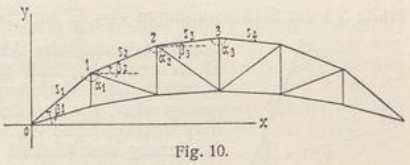


Fig. 10.

Es handle ſich um die horizontale Vorrückung Δx_m und die vertikale Verrückung Δy_m des beliebigen Knotenpunktes m eines ebenen Fachwerks in Hinſicht eines Koordinatenſyſtems mit Urſprung im Bezugsknotenpunkte 0, horizontaler x-Achſe und vertikaler y-Achſe in der Trägerebene. Man betrachte einen einfachen ununterbrochenen Stabzug 0 1 2 ... m zwiſchen 0 und m, für den im ſpannungsloſen Zuſtande $s_1, s_2, \ldots s_m$ die Stablängen, $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_m$ die Neigungswinkel der in der Richtung von 0 nach m beſchriebenen Stabachſen mit der poſitiven Richtung der x-Achſe und $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_{m-1}$ die Winkel zwiſchen den Stabachſen 1 und 2, 2 und 3, ... $m-1$ und m (Fig. 10), während $\Delta s_i, \Delta \beta_i, \Delta \alpha_i$ die Aenderungen von s_i, β_i, α_i bedeuten. Dann ſind die anfänglichen Koordinaten des Knotenpunktes m:

$$x_m = \sum_{i=1}^{i=m} s_i \cos \beta_i, \qquad y_m = \sum_{i=1}^{i=m} s_i \sin \beta_i. \tag{29.}$$

Hiervon ausgehend erhält man, am einfachſten durch Differentiation, Erſetzung der d durch Δ und Umformung, bei Beachtung von

$$\alpha_i = 180 - \beta_i + \beta_{i+1}, \qquad \Delta \alpha_i = \Delta \beta_{i+1} - \Delta \beta_i \tag{30.}$$

und mit den Bezeichnungen:

$$q_i = \frac{\Delta s_i}{s_i} \cot \beta_i, \qquad p_i = \frac{\Delta s_i}{s_i} \operatorname{tg} \beta_i \tag{31.}$$

die verlangten Verrückungen des Knotenpunktes m:

$$\Delta x_m = \sum_{i=1}^{i=m-1} (q_{i+1} - q_i - \Delta \alpha_i)(y_m - y_i) + (q_1 - \Delta \beta_1) y_m, \tag{32.}$$

$$\Delta y_m = \sum_{i=1}^{i=m-1} (p_{i+1} - p_i + \Delta \alpha_i)(x_m - x_i) + (p_1 + \Delta \beta_1) x_m. \tag{33.}$$

Wegen $x_0 = 0$, $y_0 = 0$ und mit

$$q_0 = 0, \qquad p_0 = 0, \qquad \alpha_0 = \beta_1, \tag{34.}$$

können wir auch ſetzen:

$$\Delta x_m = -\sum_{i=0}^{i=m-1} (q_i - q_{i+1} + \Delta \alpha_i)(y_m - y_i), \tag{35.}$$

$$\Delta y_m = -\sum_{i=0}^{i=m-1} (p_i - p_{i+1} - \Delta \alpha_i)(x_m - x_i), \tag{36.}$$

oder mit den Bezeichnungen:

$$Q_i = q_i - q_{i+1} + \Delta \alpha_i = \frac{\Delta s_i}{s_i} \cot \beta_i - \frac{\Delta s_{i+1}}{s_{i+1}} \cot \beta_{i+1} + \Delta \alpha_i, \tag{37.}$$

$$P_i = p_i - p_{i+1} - \Delta \alpha_i = \frac{\Delta s_i}{s_i} \operatorname{tg} \beta_i - \frac{\Delta s_{i+1}}{s_{i+1}} \operatorname{tg} \beta_{i+1} - \Delta \alpha_i \tag{38.}$$

noch überſichtlicher:

$$\Delta x_m = -\sum_{i=0}^{i=m-1} Q_i (y_m - y_i), \tag{39.}$$

$$\Delta y_m = -\sum_{i=1}^{i=m-1} P_i (x_m - x_i). \tag{40.}$$

Man nennt die Größen Q_i, P_i elaſtiſche Gewichte. Nach 39. iſt die horizontale Verrückung Δx_m des Knotenpunktes m gleich dem Momente der in den Knotenpunkten 0 bis $m-1$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

horizontal wirkenden elaſtiſchen Gewichte Q_i in bezug auf Punkt m, und die vertikale Verrückung Δy_m des Knotenpunktes m gleich dem Momente der in den Knotenpunkten 0 bis $m-1$ vertikal wirkenden elaſtiſchen Gewichte P_i in bezug auf m.

Die bisherigen Gleichungen ſind an keine Beſchränkungen in betreff des Bezugsknotenpunktes 0 und ſonſtiger Knotenpunkte gebunden. Hat man nun beiſpielsweiſe für einen durch Fortſetzung des Stabzuges von 0 bis m über m hinaus erreichbaren Knotenpunkt n die vertikale Verrückung $\Delta y_n = 0$ (Auflagerknotenpunkt), dann liefert 33. mit der Bezeichnung 38. für $m = n$:

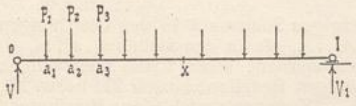


Fig. 11.

$$0 = -\sum_{i=1}^{i=n-1} P_i (x_n - x_i) + (p_1 + \Delta\beta_1)\, x_n$$

und damit wieder 33. für beliebige Knotenpunkte m des Stabzuges von 0 bis n:

$$\Delta y_m = \frac{x_m}{x_n} \sum_{i=1}^{i=n-1} P_i (x_n - x_i) - \sum_{i=1}^{i=m-1} P_i (x_m - x_i). \qquad 41.$$

Hiernach iſt in dieſem Falle die vertikale Verrückung von m dargeſtellt durch das Moment bei $x = x_m$

$$M_x = Vx - \sum_0^x P(x-a) = \frac{x}{l} \sum_0^l P\,(l-a) - \sum_0^x P(x-a) \qquad 42.$$

eines einfachen Balkenträgers der Spannweite $l = x_n$ mit beiderſeits frei drehbaren Enden (Fig. 11) durch die elaſtiſchen Gewichte $P = P_i$ bei $a = x_i$ (vgl. im Art. „Balken“, Bd. 1, S. 504, Gleichung 11. nach Einſetzen von V aus 10.).

In den angeführten Formeln ſind die Längenänderungen Δs_i der Stäbe für beliebige Stabkräfte S oder Stabſpannungen $\sigma = \frac{S}{F}$ und beliebige Temperaturänderungen τ durch 4. bekannt.

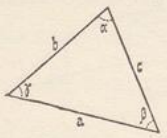


Fig. 12.

Bei Berechnung der Aenderungen $\Delta\alpha_i$ von Winkeln $\alpha_i = 180 + \beta_{i+1} - \beta_i$ iſt zu beachten, daß alle α_i einem Stabdreieck angehören oder ſich als Summen oder Differenzen von Stabdreieckswinkeln erhalten laſſen. Es genügt alſo, die Aenderung eines beliebigen Winkels eines Stabdreieckes auszudrücken. Bei den in Fig. 12 angedeuteten Bezeichnungen hat man die Aenderung des Winkels α:

$$\Delta\alpha = \left(\frac{\Delta a}{a} - \frac{\Delta b}{b}\right)\cot\gamma + \left(\frac{\Delta a}{a} - \frac{\Delta c}{c}\right)\cot\beta, \qquad 43.$$

und wenn den Stäben a, b, c gleiche E, α, τ und die Spannungen σ_a, σ_b, σ_c entſprechen, mit Rückſicht auf 4.:

$$\Delta\alpha = (\sigma_a - \sigma_b)\cot\gamma + (\sigma_a - \sigma_c)\cot\beta. \qquad 44.$$

Bezüglich andrer Darſtellungen des Stabzugverfahrens ſ. [24], [25], S. 86, [26], S. 36.

Literatur: [1] Menabrea, Nouveau principe sur la distribution des tensions dans les systèmes élastiques, Comptes rendus etc., 1858, XLVI, S. 1056 (ſ. auch 1884, XCVIII, p. 714). — [2] Maxwell, On the calculation of the equilibrium and stiffness of frames, Philosophical Magazine, 1864, XXVII, S. 294. — [3] Schulze, Theorie einer Bogenbrücke, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen., 1865, S. 537. — [4] Mohr, Beitrag zur Theorie des Bogenfachwerks, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover, 1874, S. 223; 1881, S. 243. — [5] Derſ., Beitrag zur Theorie des Fachwerks, ebend., 1874, S. 509; 1875, S. 17. — [6] Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1880 (deutſch von Hauff, Wien 1886). — [7] Foeppl, Theorie des Fachwerks, Leipzig 1880. — [8] Winkler, Theorie der Brücken, II: Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881. — [9] Fränkel, Das Prinzip der kleinſten Arbeit der inneren Kräfte elaſtiſcher Syſteme und ſeine Anwendung auf die Löſung bauſtatiſcher Aufgaben, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover, 1882, S. 63. — [10] Allievi, Equilibrio interno delle pile metalliche secondo le leggi della deformazione elastica, Roma 1882 (deutſch von Totz, Wien 1888). — [11] Melan, Ueber den Einfluß der Wärme auf elaſtiſche Syſteme, Wochenſchr. d. öſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver., 1883, S. 183, 202. — [12] Derſ., Beitrag zur Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Stabſyſteme, Zeitſchr. d. öſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver., 1884, S. 100. — [13] Weyrauch, Arbeitsbedingungen für ſtatiſch unbeſtimmte Syſteme, Wochenbl. f. Arch. u. Ingen., 1884, S. 290. — [14] Krohn, Der Satz von der Gegenſeitigkeit der Verſchiebungen, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover, 1884, S. 269. — [15] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884. — [16] Derſ., Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885. — [17] Mohr, Beitrag zur Theorie des Fachwerks, Civilingen., 1885, S. 209. — [18] Land, Die Gegenſeitigkeit elaſtiſcher Formänderungen, Wochenbl. f. Baukunde, 1887, S. 14, 24, 33. — [19] Derſ., Beitrag zur Ermittlung der Biegungslinien ebener elaſtiſcher Stabwerke, Civilingen., 1889, S. 377. — [20] Zſchetzſche, Fachwiſſenſchaftliche Erörterungen zum Brückenwettbewerb in Bonn, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen., 1895, S. 1105, 1196. — [21] Geuſen, Die Berechnung der Ständer eiſerner Wandfachwerke, ebend., 1898, S. 69, 88; 1900, S. 625, 708. — [22] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, II: Graphiſche Statik, Leipzig 1900, S. 194, 319. — [23] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II: Der Brückenbau, 2. Abteilung (Theorie der eiſernen Balkenbrücken von Steiner), Leipzig 1901, S. 225, 241, 267, 278, 342. — [24] Frank, Ueber die analytiſche Beſtimmung der elaſtiſchen Verrückungen von Fachwerken und vollwandigen Trägern mit Anwendung auf die Berechnung von ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen, Stuttgart 1900 (Diſſertation mit Anhang von Weyrauch). — [25] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Bd. 2, 1. Abteilung: Formänderungen ebener Fachwerke, Unterſuchung der ebenen ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerke, Leipzig 1903. — [26] Derſ., Neuere Methoden der Feſtigkeitslehre und der Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1904. — [27] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 213, 311, 378. — [28] Dietz, Die Kaiſer Wilhelm-Brücke über die Wupper bei Müngſten, Berlin 1904. — [29] Sachs, Zur Berechnung räumlicher Fachwerke, all-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gemeine Formeln für ſtatiſch beſtimmte und insbeſondere ſtatiſch unbeſtimmte Kuppel-, Zelt- und Turmdächer, Berlin 1905. — [30] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906, S. 343. — S. auch Fachwerke, Bogenfachwerke, Balkenfachwerke, Gegenſeitigkeit, Träger, zuſammengeſetzte, Nebenſpannungen. *Weyrauch.*

Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, mit überzähligen Stäben.

Zur graphiſchen Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Fachwerke ſchlägt man je nach Umſtänden verſchiedene Wege ein. Im allgemeinen wird der Berechnung der Satz von den virtuellen Arbeiten oder Momenten (oder ein verwandter Satz) zugrunde gelegt.

Handelt es ſich bloß um einen oder zwei Belaſtungsfälle, was bei Dachſtühlen meiſtens zutrifft, und iſt bloß ein überzähliger Stab vorhanden, ſo ſchaltet man dieſen aus und berechnet die Stabkräfte mittels eines Cremonaſchen Kräfteplans (ſ. d.). Dieſe Kräfte ſeien S_0. Dann läßt man in dem ausgeſchalteten Stabe eine Kraft $= 1$ wirken und zeichnet, davon ausgehend (unabhängig von der gegebenen Belaſtung), einen zweiten Kräfteplan. Die neuen Kräfte ſeien S', alsdann ſind die wirklichen Stabkräfte $S = S_0 + S' \cdot X$, wo X die ſtatiſch unbeſtimmte Stabkraft des überzähligen Stabes für die vorliegende Belaſtung iſt. Mit Anwendung des Geſetzes der virtuellen Verſchiebungen auf den Spannungszuſtand $X = 1$ und den tatſächlichen Verſchiebungszuſtand ergibt ſich

$$0 = \Sigma S' \cdot \frac{S \cdot s}{EF} = \Sigma S_0 \frac{S' s}{EF} + X \Sigma \frac{S'^2 \cdot s}{EF}, \text{ woraus } X = -\frac{\Sigma \frac{S_0 S' \cdot s}{EF}}{\Sigma \frac{S'^2 \cdot s}{EF}},$$

dabei erſtreckt ſich die Summe des Zählers nur auf die notwendigen Stäbe, da für den überzähligen Stab $S_0 = 0$ iſt; die Summe des Nenners iſt auf alle Stäbe auszudehnen; für den als überzählig ausgewählten Stab iſt $S' = 1$. Iſt X gefunden, ſo laſſen ſich die Stabkräfte S leicht berechnen. — Das nämliche Verfahren läßt ſich anwenden, wenn mehrere überzählige Stäbe vorhanden ſind. In dieſem Falle macht man das Fachwerk wiederum durch Ausſchaltung dieſer Stäbe ſtatiſch beſtimmt und ermittelt die Kräfte S_0. Dann zeichnet man für jeden ausgeſchalteten Stab einen weiteren Kräfteplan, indem man als einzige Kräfte in dem Stab zwei Kräfte $= 1$ wirken läßt und erhält dadurch die Kräfte S', S'', S'''. — Die wirklichen Stabkräfte ſind $S = S_0 + S' \cdot X' + S'' \cdot X'' + \ldots$ Das Geſetz der virtuellen Verſchiebungen nacheinander angewendet auf den tatſächlichen Verſchiebungszuſtand und die Spannungszuſtände $X' = 1$, $X'' = 1, \ldots$ gibt die Gleichung

$$0 = \Sigma S' \cdot \frac{S \cdot s}{EF}, \qquad 0 = \Sigma S'' \cdot \frac{S \cdot s}{EF} \text{ u. ſ. w.}$$

Setzt man hierin den angegebenen Wert von S ein, ſo erhält man die zur Beſtimmung der ſtatiſch unbekannten Stabkräfte der überzähligen Stäbe notwendige Anzahl von Gleichungen. Mittels dieſer Beziehungen laſſen ſich die X und ſchließlich die Kräfte S zahlenmäßig berechnen. Dieſes Verfahren wird indeſſen meiſtens ſehr umſtändlich, ſobald die Zahl der überzähligen Stäbe über ein beſcheidenes Minimum hinausgeht. — Bei Brückenfachwerken, wo man in der Regel zahlreiche Belaſtungsfälle zu behandeln hat und überdies die ungünſtigſten Belaſtungen nicht immer von vornherein kennt, iſt es im allgemeinen am beſten, für die verſchiedenen Stäbe des Fachwerks Einflußlinien (ſ. d.) zu zeichnen. Die Verfahren, die hierzu angewendet werden, wechſeln von Fall zu Fall je nach der Art des Fachwerks; vgl. Fachwerke, durchlaufende, Hängebrücken, Bogen (graphiſche Berechnung). Zuweilen genügt es, die Berechnung annäherungsweiſe, unter Einführung von paſſenden Annahmen durchzuführen.

Literatur: Mohr, Beitrag zur Theorie des Fachwerks, Zeitſchr. des Hannoverſchen Arch.- u. Ing.-Vereins 1874—75; Winkler, Theorie der Brücken, Heft 2, Wien 1881; Schäffer u. Sonne, Handbuch des Brückenbaus, Kap. 9, Leipzig 1890; Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, 2. Teil, Kap. 4, Zürich 1890; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1892.

(W. Ritter) Mörſch.

Fachwerkformen, ſ. Fachwerk, Fachwerkträger; auch Fachwerke mehrfachen Syſtems, Parabelträger, Dreieckträger u. ſ. w.

Fachwerksbau, zeigt ſeine charakteriſtiſchen Merkmale: 1. in der Ausbildung und Betonung des einzelnen Stockwerks, 2. in der ſtruktiv und äſthetiſch begründeten Vorkragung des oberen Stockwerks über das untere, 3. in der Bundbildung, d. h. Hauptunterſtützung in beſtimmten Abſtänden, 4. in der Erkerbildung. Die techniſch-dekorativen Hilfsmittel beſtehen a) im Gegenſatze der Stoffe, dem Holzbau und der Ausmauerung, b) in dem Wechſel der Füllungen und Oeffnungen, c) in der formalen Ausbildung des Holzwerks in ſeinen Hauptteilen, d. h. der Holzſchnitzerei an Balkenköpfen, Kappen und Bögen, Schwellen, Fenſterumfaſſungen u. ſ. w., d) im Farbenſchmuck des ſchützenden Anſtrichs. Der hierdurch bewirkte maleriſche Reiz kann von keinem andern Materiale in gleicher Weiſe erreicht werden.

Dieſe Bauweiſe war ſchon in den älteſten Zeiten (Aegypten) bekannt, bei den Römern aber in weiteſter Ausdehnung. Die Ausgrabungen in Pompeji ergaben Reſte überhängender Fachwerksbauten. Vitruv, Bd. 2, S. 8, hält ihn für gemeinſchädlich und beklagt, daß er überhaupt erfunden worden ſei. Die nordiſchen Völker haben den Holzbau, beſonders den Fachwerksbau, zu hoher Blüte gebracht (14.—17. Jahrhundert). Leider ſind die erhaltenen Beiſpiele der Vergänglichkeit des Stoffes wegen ſelten und aus den älteren Zeiten ſchwer nachzuweiſen, trotzdem früher das dauerhafte Eichenholz meiſt in bedeutenden Stärken zur Verwendung kam.

Literatur: Bötticher, K., Holzarchitektur d. Mittelalters, Berlin 1895; Dollinger, Architekton.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reiſeſkizzen, Stuttgart 1881; Schäfer, K., Holzarchitektur Deutſchlands vom 14.—18. Jahrhundert, Berlin 1886; Viollet-le duc, Diction. rais. d'architecture, Bd. 6, Maison, Bd. 7, S. 37—50, Paris.

Weinbrenner.

Fachwerkswand, ſ. v. w. Riegelwand; ſ. Fachwand.

Fachwerkſyſtem, ſ. Fachwerk, Fachwerkträger und Fachwerke mehrfachen Syſtems.

Fachwerkträger, in allgemeiner Auffaſſung ein ebenes Fachwerk (ſ. d.), das in zwei oder mehr Knotenpunkten ſo unterſtützt (gelagert) wird, daß es imſtande iſt, äußere, in ſeiner Ebene wirkende Kräfte (Belaſtungen) aufzunehmen und auf die feſten Stützpunkte zu übertragen. Je nach der Art und Weiſe der Auflagerung kann wieder ſo wie beim maſſiven oder vollwandigen Träger die Wirkung als Balken-, Bogen- oder Hängeträger auftreten. Unter Fachwerkträger ſchlechtweg wird aber gewöhnlich nur ein Balkenfachwerkträger verſtanden. Das ideelle Fachwerk denkt man ſich aus Stäben gebildet, die untereinander, in den Knotenpunkten, durch reibungsloſe Gelenke zu einem unverſchieblichen Syſtem verbunden ſind. Praktiſche Anwendung zu Trägern haben aber nur ſolche Fachwerke gefunden, bei welchen Umfangsſtäbe (Gurte) und Ausfachungs- oder Gitterſtäbe unterſchieden werden können.

Bei m Knotenpunkten erfordert die unverſchiebliche Verbindung derſelben eine beſtimmte geringſte Anzahl ($2m-3$) Stäbe. (Statiſch beſtimmtes Fachwerk). Sind mehr Stäbe vorhanden, ſo beeinfluſſen ſich dieſelben gegenſeitig, und es ſind die Stabkräfte nur durch Eingehen auf die elaſtiſchen Formänderungen zu ermitteln. (Statiſch unbeſtimmte Fachwerke).

Bei den ſtatiſch beſtimmten Fachwerken, die als Träger praktiſche Verwendung gefunden haben, bilden die Ausfachungsſtäbe mit den Gurtſtäben aneinandergereihte Dreiecke. Es ſind dann beim Balkenfachwerkträger vornehmlich zwei Anordnungen zu unterſcheiden: das Ständerfachwerk (Fig. 1) und das Strebenfachwerk (Fig. 2). Erſteres mit einer Schar von lotrechten Stäben (Ständern oder Pfoſten) und einer Schar von vorzugsweiſe auf Zug beanſpruchten Schrägſtäben wird bei geradem Gurt auch als Syſtem des rechtwinkligen Dreieckes, als unſymmetriſches oder auch als Fachwerk ſchlechtweg bezeichnet. Letzteres, das Strebenfachwerk, hat beide Stablagen geneigt und führt auch die Bezeichnung ſymmetriſches Fachwerk, Netzwerk, Dreiecksausfachung, Syſtem Warren. Werden die beiden Gurtungen durch mehrere einfache Ausfachungsſyſteme verbunden, ſo entſtehen die ſogenannten mehrteiligen Fachwerksſyſteme (Fig. 3), die aber nicht mehr ſtatiſch beſtimmt ſind. Man kann ſie aber näherungsweiſe durch Zerlegung in die einfachen Syſteme berechnen. In der Anwendung beſchränkt man ſich jetzt meiſt auf einfache und allenfalls noch zwei- bis vierteilige Syſteme. Zweiteilige Syſteme laſſen ſich ſtatiſch beſtimmt machen entweder durch Anſchluß der Endſchrägen unter Einſchaltung eines kurzen Gelenkſtabes (ab in Fig. 4) oder durch Weglaſſung eines Stabes (Träger nach Mehrtens und Dietz, ſ. Brücken, eiſerne, Fig. 9). Will man mit einfachen Syſtemen ohne unvorteilhafte Teilſtellung der Stäbe kleinere Knotenweiten erzielen, ſo kann dies entweder durch das Häfeler-Fachwerk (Fig. 5) oder durch Einſchaltung von Zwiſchenknotenpunkten geſchehen, die mittels Dreiecks-Hänge- oder Sprengewerken an die Hauptknoten angeſchloſſen werden. Letztere Anordnung bei amerikaniſchen Fachwerksträgern häufig anzutreffen (ſ. Brücken, eiſerne). Träger mit engmaſchiger Ausfachung bezeichnet man nicht als Fachwerkträger, ſondern als Gitterträger und verſteht darunter insbeſondere die Träger mit engmaſchigem, mehrteiligem Strebenſyſtem. Die Vereinigung des Ständerfachwerks mit Strebenfachwerk wird auch als Doppelfachwerk bezeichnet (Fig. 6). Die Ausfachung beſteht hier aus drei Scharen von Stäben, aus Ständern oder Pfoſten und aus gekreuzten Schrägſtäben. Das Syſtem iſt ſtatiſch unbeſtimmt und iſt die Zahl der Unbeſtimmtheiten (der überzähligen Stäbe) gleich der Anzahl der Fachweiten; jedoch iſt auch hier eine näherungsweiſe Berechnung durch Zerlegung in die Einzelſyſteme meiſt zuläſſig. Bei flacher, d. i. nicht druckſteifer Ausbildung der Schrägſtäbe iſt übrigens für die meiſten Belaſtungsfälle in jedem Fache nur ein Schrägſtab wirkſam und der zweite Schrägſtab ausgeſchaltet. Sind die Schrägſtäbe ſteif ausgebildet, alſo zur Aufnahme von Druckkräften geeignet, ſo kommen auf die Ständer nur geringe Spannungen, und ſie haben dann hauptſächlich nur die Beſtimmung, den Anſchluß von Querteilen an die Träger zu vermitteln. Die knickſteife Ausbildung der Schrägſtäbe bei den einfachen, ſtatiſch beſtimmten Syſtemen wird heute allgemein vertreten. Ueber die verſchiedenen Formen der Balkenfachwerkträger ſ. Brücken, eiſerne.

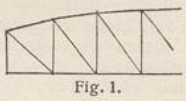


Fig. 1.

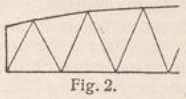


Fig. 2.

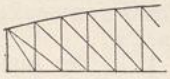


Fig. 3.

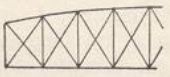


Fig. 6.

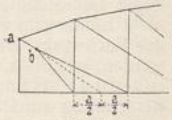


Fig. 4.

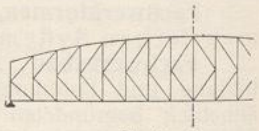


Fig. 5.

In einem ideellen Fachwerkträger, der nur in den Knotenpunkten belaſtet iſt, treten in ſämtlichen Stäben bloß Axialkräfte, die ſogenannten Syſtem- oder Primärſpannungen, auf. Durch die praktiſche Ausführung (feſte Vernietung) wird aber der Bedingung des ideellen Fachwerks (reibungsloſe Gelenkverbindung) nicht entſprochen. Die Folgen davon ſind Biegungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beanſpruchungen der Stäbe, die durch ihre verhinderte Drehung um die Knotenpunkte hervorgerufen und als Sekundär- oder Nebenſpannungen (ſ. d.) bezeichnet werden; dieſelben werden aber auch durch Anbringung von Bolzenknoten nur in ſehr beſchränktem Maße vermindert. *Melan.*

Facies wird in der Geologie die Stellvertretung einer Schichtenreihe oder deren Lebewelt durch eine anders geartete, aber gleichzeitig entſtandene, mit demſelben Altersbegriff bezeichnete genannt.

Es ergab ſich die Notwendigkeit, die unter verſchiedenen Verhältniſſen gleichzeitig entſtandenen, im Ausſehen voneinander abweichenden Geſteinsbildungen unter ſich als geologiſch gleichwertig zu bezeichnen, und man ſpricht daher von Faciesbildungen einer Formation, z. B. von der Tiefſeefacies der Trias im Gegenſatz zu anders gearteten, aber gleichzeitig entſtandenen Uferbildungen (Sandſteine) oder von der fluviatilen Facies des Diluviums neben den gleichzeitig entſtandenen glacialen Ablagerungen desſelben. *Leppla.*

Fackelbaum, ſ. Nutzhölzer.

Fackellampe, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Fackelpech, Gemiſch von 50 kg amerikaniſchem Kolophonium, $^1/_2$ kg Kienruß und 10 kg Harzöl, in das, flüſſig gemacht, mit Werg umwickelte Holzſtäbe eingetaucht werden. *Andés.*

Factis, ſ. Kautſchuk.

Faden, 1. im Seeweſen ein Längenmaß, 100 engliſche Faden = 1 Kabellänge = 182,878 m, in Deutſchland und Oeſterreich = 185 m = 0,1 Seemeile. Der holländiſche Faden (auf Kriegsſchiffen) = 1,884 m, der franzöſiſche = 1,624 m, der ſpaniſche = 1,672 m, der portugieſiſche = 2,2 m, der preußiſche und däniſche = 1,883 m, der ſchwediſche = 1,781 m, der ruſſiſche = 2,134 m. — 2. Im Bergbau ſ. v. w. Lachter (ſ. d.). — 3. Garnmaß, ſo lang wie der Umfang der Haſpel, die ſogenannte Weife. *Plato.*

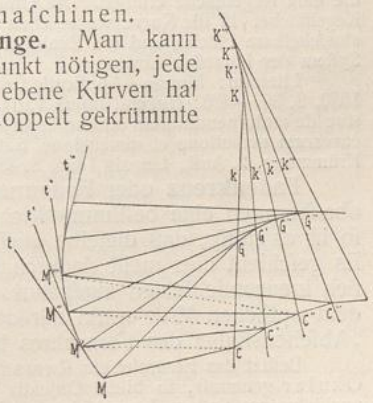
Fadenführer für Spinn- und Vorſpinnmaſchinen, die unmittelbar hinter dem letzten Zylinder liegen, ſind Eiſenſchienen mit gut auspolierten Bohrungen oder Holzſchienen mit Drahtſchnecken (Sauſchwänzchen) oder Schienen mit trichterförmigen Zinkeinläufen.

Die Fadenführungen ſind in Diſtanzen montiert, die genau der Spindeldiſtanz der Maſchine entſprechen. Die Schiene wird durch eine Vorrichtung am Zylinderende (Hubſcheibe) um etwa 20 mm längs den Zylindern hin und her geſchoben. Dadurch wird ein Abnutzen der Zylinderkerbe an einer einzigen Stelle vermieden, und die Zylinderlieferung bleibt eine gleichmäßige. Die Fadenführungen vor den Zylindern bei Ringſpinn-, Zwirn- und Flügelſpinn- und Zwirnmaſchinen, Häſpeln, ſind meiſt aus glaſiertem Eiſen- oder Meſſingdraht hergeſtellte, ſpiralförmig gewundene Ringe, in eine Latte eingeſchraubt. Letztere kann beim Abnehmen der Bobinen gehoben werden. Soll ein Faden ſeine Richtung ändern, ſo wird er über eine Glasſtange geführt (wie bei Häſpeln, Zwirn-, Spulmaſchinen) oder dann über eine Glasöſe mit Kerbe. Die Fadenführer an Schußſpulmaſchinen laufen vertikal um die Spulenlänge auf und ab und ſind horizontale Schienen, aus Stahlblech erſtellt, in denen Schlitze eingeſchnitten ſind, die wohl den Querſchnitt des Fadens, aber keine Knoten an demſelben durchlaſſen; ſ. a. Baumwollſpinnerei. *O. Boßhard.*

Fadenglas, ſ. Millefiori.

Fadenheftmaſchine, ſ. Buchbindereimaſchinen.

Fadenkonſtruktion von Huyghens-Monge. Man kann durch eine geometriſche Konſtruktion einen Punkt nötigen, jede beliebig gegebene Kurve zu beſchreiben. Für ebene Kurven hat Huyghens dieſe Konſtruktion gefunden, für doppelt gekrümmte Kurven hat Monge dieſelbe angegeben.



Wir wollen zunächſt die Mongeſche Konſtruktion als die allgemeinere entwickeln und hierauf die Huyghensſche als einen ſpeziellen Fall dieſer behandeln. Es ſeien (ſ. die Figur) $M, M', M'', M''' \ldots$ eine Folge unendlich naher Punkte einer Kurve, $t, t', t'', t''' \ldots$ die Tangenten in ihnen, welche die Richtungen der Bogenelemente $MM', M'M'', M''M''' \ldots$ ſind; $\nu, \nu', \nu'', \nu''' \ldots$ die zu den Tangenten ſenkrechten Normalebenen und $\sigma, \sigma', \sigma'', \sigma''' \ldots$ die Schmiegungsebenen $MM'M'', M'M''M''' \ldots$, welche drei aufeinander folgende Punkte oder, was dasſelbe iſt, zwei aufeinander folgende Tangenten enthalten. Die Schmiegungsebenen enthalten die Krümmungskreiſe in $M, M', M'' \ldots$, und die Normalebenen ſchneiden ſich der Reihe nach in Geraden $k, k', k'' \ldots$, die in den Mittelpunkten $C, C', C'', C''' \ldots$ der Krümmungskreiſe auf den Schmiegungsebenen ſenkrecht ſtehen und die Krümmungsachſen in $M, M', M'', M''' \ldots$ heißen. Da die Krümmungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

achſen aufeinander folgend in den Normalebenen liegen, ſo ſchneiden ſie ſich in Punkten $K, K', K'', K''' \ldots$, die eine Kurve bilden, deren Tangenten ſie ſind. Sie erzeugen eine abwickelbare Fläche, und die Normalebenen, deren jede durch drei aufeinander folgende Punkte dieſer Kurve gehen, ſind die Tangentenebenen dieſer Fläche und die Schmiegungsebenen dieſer Kurve, die auf der Fläche eine ſcharfe Kante bildet (Rückkehrkante, Gratlinie, Arête de rebroussement). Jede Normalebene ν enthält ein Strahlenbüſchel von Normalen der Kurve M mit M als Scheitel. Die Normale n, die in die Schmiegungsebene σ des Punkts M fällt, heißt die Hauptnormale im Punkte M; ſie geht durch den Krümmungsmittelpunkt C hindurch. Die Hauptnormale $n, n', n'' \ldots$ bilden eine windſchiefe Fläche; denn die Hauptnormalen ſchneiden ſich nicht, da ſie in den aufeinander folgenden Schmiegungsebenen liegen, die ſich aufeinander folgend in den Tangenten t der Kurve $MM'M'' \ldots$ ſchneiden. Die Fläche der Hauptnormalen enthält die Kurve $MM'M'' \ldots$ und die Kurve $CC'C'' \ldots$ der Krümmungsmittelpunkte; die Fläche der Krümmungsachſen enthält die Kurve $CCC''' \ldots$ der Krümmungsmittelpunkte und die Gratlinie $KKK''' \ldots$; die Erzeugungslinien beider Flächen, nämlich die Hauptnormalen und die Krümmungsachſen, ſchneiden ſich in den Krümmungsmittelpunkten rechtwinklig.

Da die Krümmungsachſe k im Krümmungsmittelpunkte C auf der Schmiegungsebene, der Ebene des Krümmungskreiſes, ſenkrecht ſteht, ſo iſt jeder ihrer Punkte G Mittelpunkt eines Rotationskegels, der durch den Krümmungskreis geht, und hat von drei Punkten M, M', M'' der Kurve gleichen Abſtand $GM = GM' = GM''$. Von ihm aus können daher die beiden Bogenelemente MM' und $M'M''$ der Kurve beſchrieben werden, die der Krümmungskreis mit dieſer gemein hat. Ziehen wir jetzt von M nach irgend einem Punkt G der Krümmungsachſe k die Normale MG, ſodann von M' durch G die Normale $M'G'$, welche die folgende Krümmungsachſe k' in G' trifft; ebenſo von M'' durch G' die Normale $M''G''$, welche k'' in G'' begegnet u. ſ. w., ſo erhalten wir auf der Fläche der Krümmungsachſen eine Kurve $GG'G'' \ldots$, deren Tangenten die Normalen in M ſind und deren Schmiegungsebenen durch die Tangenten t gehen und alſo auf den Normalebenen, d. h. den Tangentenebenen der Fläche der Krümmungsachſen, ſenkrecht ſtehen. Spannt man daher einen vollkommen biegſamen Faden von M nach G, biegt ihn über die Kurve $GG'G'' \ldots$ hin und hebt ſodann denſelben von dieſer Kurve allmählich ab, ſo daß er tangential an ſie bleibt, ſo beſchreibt der Punkt M die Kurve $MM'M'' \ldots$ Da der Punkt G auf der Krümmungsachſe k beliebig gewählt werden kann, ſo kann die Kurve $MM'M'' \ldots$ auf unzählige Arten durch dieſe Fadenkonſtruktion beſchrieben werden. Die Kurven $GG'G'' \ldots$ heißen die Evoluten der Kurve $MM'M'' \ldots$; jede Kurve hat daher unendlich viele Evoluten, die ſämtlich auf der Fläche der Krümmungsachſen liegen. Dieſe Fläche heißt die Evolutenfläche der Kurve $MM'M'' \ldots$ Um alle Unſicherheit in der Bewegung des Fadens beim Abheben von der Evolute zu vermeiden, ſpannt Monge, dem man dieſe Konſtruktion verdankt, zwei Fäden, je einen über eine Evolute und verknüpft ſie in dem Punkt M, der die Kurve beſchreibt. Der Evolute gegenüber heißt die Kurve $MM'M'' \ldots$ Evolvente. Es beſchreibt aber jeder Punkt M des geſpannten Fadens eine Evolvente. Alle dieſe Evolventen haben gemeinſchaftliche Fläche der Evoluten.

Iſt die Kurve eben, ſo fallen alle Schmiegungsebenen in der Ebene der Kurve zuſammen, die Krümmungsachſen werden alle parallel und die Fläche der Evoluten wird eine Zylinderfläche. Die Kurve der Krümmungsmittelpunkte, die im allgemeinen Falle keine Evolute iſt, weil ihre Tangenten nicht durch die Punkte der Kurve $MM'M'' \ldots$ hindurchgehen, wird in dieſem Falle eine Evolute, nämlich diejenige, die gewöhnlich als Evolute der ebenen Kurve bezeichnet wird. Sie iſt die einzige ebene Evolute, während alle andern Evoluten Schraubenlinien auf dem Evolutenzylinder ſind. Die Theorie der ebenen Evoluten iſt von Huyghens begründet worden bei Gelegenheit ſeiner Unterſuchungen über das Cykloidenpendel.

Iſt die Kurve ſphäriſch, ſo gehen alle Normalebenen durch den Mittelpunkt der Kegelfläche, der die Kurve angehört, und dieſe Normalebenen ſchneiden ſich in den Krümmungsachſen, die eine Kegelfläche erfüllen. Die Gratlinie $KK'K'' \ldots$ reduziert ſich auf den Mittelpunkt der Kegelfläche. Iſt die Kurve weder eben noch ſphäriſch, ſo iſt die Evolutenfläche eine allgemeine abwickelbare Fläche, und die Evoluten bilden auf ihr, wie leicht erwieſen werden kann, das Syſtem der kürzeſten Linien.

Literatur: Monge, Application de l'analyse à la géométrie, 5. édit. par Liouville, Paris 1850, S. 392—406; Hugenii opera varia, Vol. I, Lugduni Batav. 1724 (Horologium oscillatorium, sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricae, Pars III, De linearum curvarum evolutione et dimensione, S. 90). — Schell, Allgemeine Theorie der Kurven doppelter Krümmung, 2. Aufl., Leipzig 1898, S. 48—59. *(Schell) Finſterwalder.*

Fadenkreuz oder **Fadennetz** in Fernrohren. Soll bei genaueren Beobachtungen eine beſtimmte Richtung mittels eines Fernrohres beſtimmt werden, ſo iſt es nötig, daß dieſelbe auch im Fernrohr zur Wahrnehmung gebracht wird. Es geſchieht dies meiſt dadurch, daß man in der Bildebene des Objektivs zwei ſich kreuzende Fäden ausſpannt, deren Schnittpunkt ſodann in Verbindung mit dem optiſchen Mittelpunkt der dem Objektiv äquivalenten Linſe die ſogenannte „Abſehenslinie“ des Fernrohres beſtimmt.

Beſitzt das Fernrohr ein Ramsdenſches oder ähnliches Okular (auch wohl poſitives Okular genannt), ſo bildet Objektiv und Fadennetz zuſammen ein von der Okularſtellung unabhängiges Syſtem, kommt aber ein Huyghenſches Okular (auch wohl negatives Okular genannt) zur Anwendung, ſo befindet ſich die Bildebene zwiſchen den Linſen desſelben, und bei Einſtellung des Okulars auf deutliche Sehweite wird auch das Fadennetz mit verſchoben und damit die Abſehenslinie leicht verändert. Bei dem Galileiſchen Fernrohr läßt ſich wegen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Anwendung einer Konvexlinie als Okular ein Fadennetz überhaupt nicht anbringen. Für Fernrohre, mit denen exakte Meſſungen ausgeführt werden ſollen, iſt es alſo im allgemeinen nötig, Okulare der erſteren Art zu verwenden, damit die Abſehenslinie ihre Lage zu den geometriſch wichtigen Teilen des Fernrohres oder des Inſtrumentes, mit dem das Fernrohr verbunden iſt, für verſchiedene Okulareinſtellung nicht ändert. — Bei Meßinſtrumenten, die nach dem Reflexionsprinzip oder in der Art der Heliometer (ſ. d.) zu Meſſungen verwendet werden, iſt ein Fadennetz unnötig, was, da man infolgedeſſen bei den Beobachtungen auch keine Feldbeleuchtung gebraucht, als einer der Vorzüge dieſer Art Inſtrumente anzuſehen iſt.


Fig 1.


Fig. 2a.


Fig. 2b.


Fig. 2c.


Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 4a.

Abgeſehen davon, daß man wohl auch die einfachen Diopter als eine Art Fadenkreuz anſehen kann, iſt erſt durch die Verbindung des Fernrohres mit den aſtronomiſchen und geodätiſchen Meßinſtrumenten der Gebrauch der Fadennetze nötig geworden. Die Form, die man den Fadennetzen gibt, iſt ſehr verſchieden, je nach dem Gebrauch des Inſtrumentes. Sollen Horizontalwinkel gemeſſen werden, ſo iſt auf die Sicherung der Ziellinie in vertikalem Sinne, bei Vertikalwinkeln (Zenitdiſtanzen, Höhen u. ſ. w.) auf die Horizontalfäden das Hauptgewicht zu legen. Danach richtet ſich wohl auch die Anzahl der anzubringenden Fäden. Die obenſtehenden Figuren zeigen ſolche verſchiedene Anordnung und Anzahl der Fäden. Fig. 1 iſt ein einfaches Fadennetz für Vertikal- und Horizontalwinkelmeſſungen. Häufig wendet man aber auch an Stelle der einfachen Fäden doppelte an (Fig. 2 a—c), weil in vielen Fällen das anzuviſierende Objekt ſchärfer in die Mitte zwiſchen zwei Fäden gebracht werden kann, als es durch einen einfachen Faden biſeziert wird, namentlich iſt das bei Punkten (Sternen) und bei ſtrichförmigen Objekten der Fall. Auch die in Fig. 3 angedeutete Form wählt man aus einem ähnlichen Grunde. Bei aſtronomiſchen Inſtrumenten werden meiſt viel kompliziertere Fadennetze nötig, wie ſolche in dem Art. Durchgangsinſtrumente und in demjenigen über Mikrometer eingehender beſchrieben ſind. Dort ſoll häufig nicht nur eine einzelne Viſierrichtung feſtgelegt werden, ſondern deren zwei oder mehrere in ihrem durch anderweite Meſſungen beſtimmten Verhältnis zueinander. Dann verwendet man Fadennetze, die in beiden faſt ſtets ſenkrecht zueinander angeordneten Fadenſyſtemen viele Fäden häufig in ſymmetriſcher Anordnung zueinander beſitzen (vgl. die Figuren im Art. Durchgangsinſtrumente). Aehnliche beſtimmte Verhältniſſe zwiſchen den in der Brennebene ausgeſpannten Fäden finden auch ſtatt bei den ſogenannten Diſtanzmeſſern (ſ. d.). Es ſollen dort zwei, meiſt horizontale Fäden einen beſtimmten Winkel zwiſchen ſich faſſen, der geſtattet, die Entfernung einer genau eingeteilten Meßlatte (Diſtanzlatte) dadurch zu beſtimmen, daß man an derſelben ablieſt, eine wie große Strecke des Maßſtabes zwiſchen die Fäden fällt. Das Verhältnis der wirklichen Diſtanz der beiden Fäden zu dem an der Latte abgeleſenen Stück gibt dann unter Berückſichtigung der Brennweite des Objektivs, eventuell noch unter Heranziehung einer experimentell zu beſtimmenden Konſtanten, die Entfernung der Latte vom Aufſtellungspunkt des Inſtruments. (Porroſcher, Reichenbachſcher u. ſ. w. Diſtanzmeſſer, ſ. d.) Um ſolche Meſſungen genauer oder auch für verſchiedene Verhältniszahlen, z. B. $^1/_{100}$ und $^1/_{500}$, mit demſelben Inſtrument ausführen zu können, bringt man wohl auch zwei Syſteme ſolcher Diſtanzfäden, Fig. 4 und 5, an. Auch hat man die Teile des Diaphragmas, welche die Diſtanzfäden tragen, beweglich gemacht, ſo daß das Meſſungsverhältnis verändert werden kann; es wird das dadurch erzielt, daß man die beiden Diſtanzfäden an geſonderten Backen befeſtigt, die durch Schrauben und Federn bewegt und feſtgeſtellt werden können. (Fig. 6.) Feſte Fadenſyſteme ſind in dieſem Falle aber erheblich zuverläſſiger und daher vorzuziehen. In den Mikrometern (ſ. d.) aſtronomiſcher Inſtrumente bringt man aber häufig zum Zwecke der Ausführung beſtimmter Meſſungen bewegliche Fäden an, die durch ſehr ſorgfältig geſchnittene Schrauben direkt über den feſten Fäden hin und her geführt werden können. Kennt man die Ganghöhe der Bewegungsſchraube, ſo kann man mit Hilfe einer eingeteilten Trommel, die auf dem Schraubenkopf befeſtigt iſt, die Fortbewegung der beweglichen Fäden beſtimmen und damit, wenn der Schraubengang in Sekunden bekannt iſt, ſehr genaue ſogenannte relative Winkelmeſſungen machen. (Z. B. die Entfernungen von Doppelſternen, die Durchmeſſer von Planetenſcheiben oder dergl.) Es iſt ſehr ſchwer, die Ebenen, in welchen die feſten Fäden und die beweglichen ſich befinden, einander ſo nahe zu legen, daß bei ſtärkerer Vergrößerung beide Syſteme gleich deutlich erſcheinen, keine merkliche gegenſeitige Parallaxe (ſ. d.) zeigen und daß ſie doch ſicher, ohne ſich im geringſten zu berühren, aneinander vorbeigehen können. Es gibt nur wenige mechaniſche Werkſtätten, die muſtergültige Fadenſyſteme dieſer Art herſtellen können.

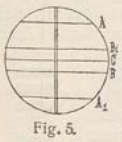


Fig. 5.


Fig. 6.

Auch in Ableſemikroſkopen gebraucht man zur Einſtellung der Teilſtriche der Kreiſe oder der Maßſtäbe Fäden, die meiſt zu je zwei nahe beieinander liegend angeordnet ſind, ſo daß der einzuſtellende Teilſtrich noch gerade zwiſchen ſie paßt und zu beiden Seiten noch eine feine „Lichtlinie“ frei läßt (vgl. Mikroſkope zum Ableſen von Teilungen). Die Fadennetze ſind meiſt auf dem dem Okular zunächſt liegenden Diaphragma, welches zugleich die Bildebene des Geſichtsfelds begrenzt, angebracht. Handelt es ſich um genauere Einrichtungen dieſer Art,

ſo werden zunächſt auf dieſen Diaphragmen mittels beſonderer Teilmaſchinchen entſprechende Striche gezogen und in dieſe dann die Fäden eingelegt. Die Fadennetze müſſen ſowohl in der Richtung der „optiſchen Achſe“ des Fernrohres als auch ſenkrecht dazu korrigierbar ſein. Einmal um dieſelben genau in die Bildebene bringen zu können, und zweitens um dem Kreuzungspunkte der Fäden eine ſolche Stellung geben zu können, daß er zu der geometriſchen Achſe des Fernrohres eine beſtimmte Stellung einnimmt. Die Abſehenslinie des Fernrohrs oder Mikroſkops ſoll zweckmäßig meiſt mit jener ſehr nahe zuſammenfallen. Die Verbindungslinie „Kreuzungspunkt der Fäden“—„Objektivmitte“ wird fälſchlicherweiſe häufig optiſche Achſe genannt, ſie hat mit dieſer, falls man überhaupt von einer ſolchen reden kann, aber direkt gar nichts zu tun, abgeſehen davon, daß natürlich in der Mitte des Geſichtsfeldes die Bildqualität am beſten iſt und dort alſo auch zweckmäßigerweiſe die Meß- und Viſiereinrichtungen angebracht

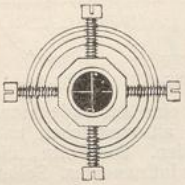


Fig. 7.

werden ſollten, falls dieſe ſo einfacher Natur ſind. — Ob die Fadenebene mit der Bildebene zuſammenfällt, erkennt man am beſten dadurch, daß man das Auge vor dem Okulardiaphragma, ſoweit es dieſes zuläßt, hin und her bewegt und beachtet, ob dabei eine gegenſeitige Verſchiebung von Fäden und Bild ſtattfindet oder nicht. Im erſteren Fall ſind die beiden Ebenen nicht die gleichen, im andern aber iſt die Lage der Fadenebene richtig. Aus der Art der Verſchiebung kann man auch, wie leicht einzuſehen, auf die Richtung der nötigen Korrektur ſchließen. — Die Verſchiebung ſenkrecht zur Viſierrichtung wird durch zwei oder vier paarweiſe angeordnete Schrauben bewirkt, wie Fig. 7 das erkennen läßt. In gewiſſen aſtronomiſchen und geodätiſchen Inſtrumenten wird dieſe Verſchiebung aber durch Gleitbacken geſichert, ſo daß dann jeweils immer nur in einer Richtung eine Bewegung ſtattfinden kann, wodurch die nötigen Korrekturen viel ſicherer und ſchärfer ausgeführt werden können.

Das Material, aus denen die Fäden hergeſtellt werden, iſt in den meiſten Fällen der Faden, den die Spinne erzeugt, und man nimmt entweder einen eben geſponnenen Faden, an dem ſich eine ſolche Spinne von einem Gegenſtande herabläßt, oder weit zweckmäßiger die aus einem Kokon der Kreuzſpinne gewonnenen Fäden, dieſe ſind viel gleichmäßiger und können ſtets vorrätig gehalten werden. Dieſe Fäden ſind ſehr elaſtiſch und erſcheinen im Geſichtsfeld ſehr hübſch gleichmäßig dunkel, aber leider ſind ſie auch ſehr hygroſkopiſch. Der erſtere Umſtand erleichtert die ſonſt ſehr diffizile Behandlung beim Aufſpannen, der letztere aber bewirkt, daß bei ſtark wechſelnder Feuchtigkeit der Luft die Fäden leicht ſchlaff und dann krumm werden. (Es iſt das bei uns namentlich im Frühjahr bei ſchnellem Temperaturwechſel der Fall, und bei uns aufgezogene Fäden werden in den Tropen häufig unbrauchbar. Dieſes geſchieht aber auch manchmal dadurch, daß kleine Spinnen und dergleichen Inſekten zwiſchen den Fäden ganze Geſpinſte ausführen, die ſchwer zu entfernen und auch bei größter Vorſicht nicht zu verhindern ſind.) Zum Aufſpannen der Fäden nimmt man z. B. einen U-förmig gebogenen, etwas federnden Draht, gibt an beide Enden etwas weiches Wachs und ſpannt nun die Fäden, die immer 4—6 cm länger ſein müſſen, als man ſie im Fadennetz gebraucht, darauf. Auch kann man ohne einen ſolchen Draht zu benutzen an die Enden der Fäden kleine Gewichtchen ankleben, um ſie ſo ſtraff zu erhalten. Iſt dieſes in der einen oder andern Weiſe geſchehen, ſo legt man die Fäden, nachdem man ſie vorher einige Zeit in Waſſer getaucht hat, der Reihe nach in der gewünſchten Anordnung auf das Diaphragma (eventuell in die vorher eingezogenen Striche) und gibt dann, wenn alle gehörig eingerichtet ſind, an die Auflageſtellen etwas flüſſiges Wachs oder beſſer noch einige Tropfen Schellack. Nach dem Trocknen ſchneidet man die überſtehenden Enden ab. Da zu dieſem Geſchäft unter Umſtänden viel Geduld und erhebliche Geſchicklichkeit gehört, hat man auch kleine Maſchinchen konſtruiert, die weſentliche Erleichterungen gewähren. Die Spinnefäden, die bei einer Dicke von 0,05—0,01 mm, wie ſie in feineren Inſtrumenten benötigt werden, ſehr leicht der Zerſtörung ausgeſetzt ſind, hat man auch durch andre Materialien zu erſetzen verſucht. Vor allem hat man dünne planparallele Glasplättchen mit den entſprechenden Netzen feiner Striche durch Einſchneiden mit dem Diamant oder durch Aetzen mit Flußſäure verſehen und dieſe auf die Diaphragmen gekittet. Solche Strichnetze haben den Vorteil, daß ſie in ihren Abſtänden unveränderlich, ſehr dauerhaft und auch leicht herzuſtellen ſind. Aber



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

anderſeits lagert ſich auf den Glasſcheibchen leicht Staub ab, oder ſie beſchlagen bei Temperaturſchwankungen, wodurch der ohnehin ſchon vorhandene Lichtverluſt noch erheblich vermehrt wird. Die Reinigung iſt nicht immer leicht ausführbar, ohne das Inſtrument auseinander zu nehmen, wodurch aber häufig gerade die in dieſen Fällen wichtigen Konſtanten: Anguläre Fädendiſtanzen, Kollimationsfehler u. ſ. w. geſtört werden und dann neu beſtimmt werden müſſen. Außerdem bieten auch bei ſehr guter Ausführung der Strichnetze bei ſtarken Vergrößerungen die Tiefen und die ungleiche Beleuchtung der Strichränder für die Fokuſierung manchmal unangenehme Schwierigkeiten. In neuerer Zeit hat man zum Teil mit gutem Erfolg Strichnetze auf Glasplättchen photographiert und dann die Schicht durch ein dünnes Deckglas geſchützt. Dabei iſt nur der Lichtverluſt bedenklich, aber im übrigen geben dieſe Strichnetze ſehr gute und ſcharf einſtellbare Bilder. Die Verwendung ſolcher Glasplatten geſtattet auch den Strichen Formen und Dimenſionen zu geben, die zu beſtimmten Zwecken wünſchenswert ſein können. Zum Beiſpiel iſt es möglich, die Striche nur bis nahe in die Mitte des Geſichtsfeldes gehen zu laſſen, oder keilförmig als Spitzen anzuordnen, damit ſie mehr als Index an Teilungen benutzt werden können oder auch bei Viſuren das beobachtete Objekt nicht verdecken. Die Fig. 8—11

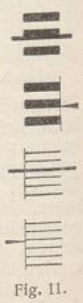


Fig. 11.

zeigen folche Striche und ihre Anwendung. Auch aus Glas, aus Quarz und vor allem aus fehr fein ausgezogenen Drähten hat man „Fadennetze“ hergeftellt. Erfteren geht aber gerade die bei Temperaturwechfel nötige Elaftizität ab und die andern kann man fo fein als nötig nicht herftellen, felbft wenn man Platin in Kupfer- oder Silberumhüllung auszieht und diefe dann mittels Säuren auflöft. (Vgl. dazu Mikrometer.) In geodätifchen Inftrumenten, mit denen faft nur bei Tageslicht gearbeitet wird, find befondere Vorrichtungen, um die Fäden auch im dunkeln Felde fichtbar zu machen, nicht nötig, wohl aber bei aftronomifchen Inftrumenten. Dort muß es möglich fein, entweder das Gefichtsfeld fo weit zu erleuchten, daß neben den zu beobachtenden Objekten auch die Fäden noch fichtbar find, oder daß im dunkeln Felde neben den hellen Sternen oder Miren auch die Fäden hell auf dunkelm Grunde wahrnehmbar find. In bei weitem

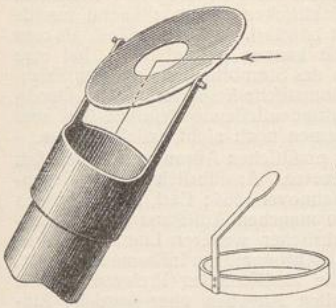


Fig. 12.

Fig. 13b.

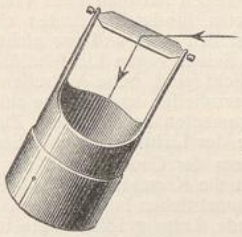


Fig. 13a.

den meiften Fällen benutzt man dunkle Fäden in hellem Gefichtsfeld, die hellen Fäden befitzen mancherlei Nachteile, denn fchwache Sterne, für welche doch diefe Art der Beleuchtung gerade angewendet werden foll, werden fchon bei ihrer Annäherung an die hellen Fäden, die dann immer mit einem hellen Schein umgeben find, unfichtbar, fo daß genaue Pointierungen fehr darunter leiden. Die Beleuchtung gefchieht im wefentlichen auf zwei verfchiedene Arten; erftens dadurch, daß man Licht durch das Objektiv in das Fernrohr mittels vorgefetzter fpiegelnder Ringe oder kleiner zentraler Spiegelchen (Fig. 12 und 13) einfallen läßt, das eine feitlich angebrachte Lampe liefert, oder daß man die Achfen, um die fich das Fernrohr dreht (alfo die Horizontalachfe bei Univerfalinftrumenten oder die Deklinationsachfe bei parallaktifch montierten Inftrumenten) durchbohrt und durch diefe Durchbohrung fodann das Licht hineinfendet, wo es im Fernrohr felbft auf ein kleines Spiegelchen oder auf ein total reflektierendes Prisma trifft (Fig. 14) und fo die Bildebene (d. h. das Gefichtsfeld) hell erfcheinen läßt. Bei großen Fernrohren hat man wohl auch Lampen (neuerdings meiftens elektrifche) dicht neben den Okularftutzen angebracht und dann durch Syfteme von Spiegeln das Licht in das Gefichtsfeld gebracht (vgl. Fig. 15). Ein befonderes Augenmerk ift bei allen diefen Einrichtungen darauf zu richten, daß die reflektierenden Teile keine Teile des bilderzeugenden Strahlenbüfchels abblenden. Deshalb find die vor den Objektiven aufgefteckten Ringe und Spiegelchen nicht zu empfehlen, weil dadurch ein Teil des Objektives (bei letzteren gerade der zentrale) unwirkfam gemacht und außerdem bei der Beleuchtung durch das Objektiv die Lichtquelle mit Veränderungen in der Stellung des Fernrohres meift auch mit verfchoben werden muß. Weit beffer ift die zweite Methode, da man im Fernrohr die reflektierenden Teile leicht feitlich des Strahlenkegels anbringen kann, ohne die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung zu ftören. Soll allerdings darauf befonderer Wert gelegt werden (bei Durchgangsinftrumenten und Meridiankreifen), fo läßt man das Licht wohl auch erft nach einer Reflexion an einem an der Mitte der Innenfläche des Objektivs angekitteten kleinen Spiegelchen in das Gefichtsfeld gelangen. Bei diefen Beleuchtungsmethoden läßt fich auch die Intenfität der Helligkeit durch Verkleinerung der Oeffnungen, durch welche das Licht hindurchgeht, oder durch Zwifchenfchaltung von Blendgläfern leicht den zu beobachtenden Objekten anpaffen, was häufig von großer Bedeutung ift. Befonders lehrt die Erfahrung, daß man in rötlich gefärbtem Gefichtsfeld noch leichter fchwache Sterne bei völlig genügender Sichtbarkeit der Fäden wahrnehmen kann. Helle Fäden im dunkeln Gefichtsfelde werden

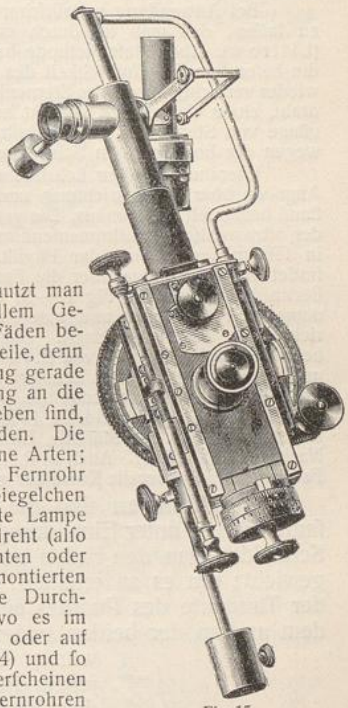


Fig. 15.

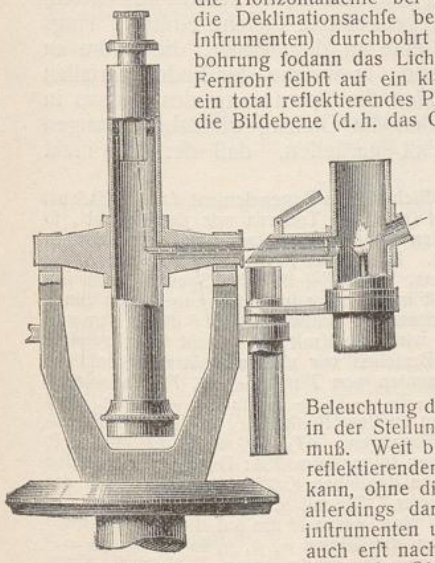


Fig. 14.

entweder dadurch erzeugt, daß man die Fäden von vorn oder von der Seite beleuchtet, wodurch ſie durch die Reflexion des Lichtes an ihnen zu „ſelbſtleuchtenden“ Objekten werden, oder man macht von den Eigentümlichkeiten der Beugung des Lichtes an den Kanten undurchſichtiger Gegenſtände Gebrauch, indem man wohl das Licht von der Objektivſeite auf die Fäden fallen läßt, aber durch geeignete Diaphragmen dafür ſorgt, daß alles direkte Licht nicht in das Auge gelangt, wodurch nur das gebeugte Licht die Fäden hell erſcheinen läßt. Auf dieſer Ueberlegung beruhen die Beleuchtungen, wie ſie beſonders von Abbe vorgeſchlagen und auch danach vielfach ausgeführt worden ſind. Das Verfahren iſt ſehr einfach und läßt ſich auch bei kleineren Inſtrumenten ohne weiteres durch Vorſetzen eines engen Diaphragmas vor das eigentliche Augendiaphragma erreichen. Darüber iſt beſonders der Aufſatz von Czapski im Juliheft für Inſtrumentenkunde 1885, S. 347 ff., zu vergleichen.

Bei Anwendung metalliſcher Fäden hat man auch verſucht dieſe dadurch hell erſcheinen zu laſſen, daß man ſie durch einen hindurchgeleiteten elektriſchen Strom glühend machte (Littrow). Aber dieſe Methode hat ſich ganz und gar nicht bewährt. In neuerer Zeit, als man die beſondere Empfindlichkeit des Selens gegen Lichteinflüſſe kennen gelernt hatte, hat man wieder verſucht, durch das Sternenlicht ſelbſt, beim Auftreffen des Sternbildchens auf den Selendraht, einen elektriſchen Kontakt herzuſtellen und ſo eine automatiſche Regiſtrierung der Durchgänge von Sternen in Meridianinſtrumenten zu bewirken. Zufriedenſtellende Reſultate ſind aber wegen der hochgradigen Schwäche der Lichtwirkung bei Sternen noch nicht erzielt worden.

Literatur: In allen Lehrbüchern der Geodäſie und der praktiſchen Aſtronomie finden ſich Angaben über die Einrichtung und die Korrektur der Fadennetze. Ausführlich iſt der Gegenſtand behandelt in: Hunäus, Die geometriſchen Inſtrumente, Hannover 1864; Carl, Die Prinzipien der aſtronomiſchen Inſtrumentenkunde, Leipzig 1863, ſowie in manchen Aufſätzen dieſes Autors in ſeinem Repertorium der Phyſik. Mit Beibringung ausführlicher weiterer Literaturangaben findet ſich das Nötige über die Fadennetze in: Ambronn, L., Aſtronomiſche Inſtrumentenkunde, Berlin 1899, dem die Fig. 12—15 entnommen ſind. Auch die ausführlichen Preisverzeichniſſe namentlich engliſcher und amerikaniſcher Werkſtätten enthalten Angaben über ſpezielle Einrichtungen von Fadennetzen. Bezüglich der geſchichtlichen Entwicklung der Fadennetze iſt beſonders auf die Studie von E. Hammer in der Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen, 1896, zu verweiſen und auf den Bericht von Lambert über die Branderſchen Mikrometer, Augsburg 1769. In der Zeitſchrift für Inſtrumentenkunde finden ſich viele Mitteilungen über dieſen Gegenſtand, ſo z. B. Bd. 12, 1892, S. 159 ff.; Bd. 22, 1902, S. 142. Außerdem ſeien erwähnt: Littrow, Wiener Sitzungsberichte, 1856, S. 20; Marcuſe, Einrichtung zur Beleuchtung aſtronomiſcher Inſtrumente, Aſtron. Nachr., Bd. 130, S. 41. Auch in R. Wolffs Handbuch iſt über die Beſtimmung der Konſtanten der Fadennetze und über die Korrektur gewiſſer Fehler manches beigebracht, Bd. 28, S. 101. *Ambronn.*

Fadenkurven ſind die Gleichgewichtsformen, die ein vollkommen biegſamer Faden unter Einwirkung kontinuierlich über ihn verteilter Kräfte annimmt. Schneidet man den Faden an irgend einem Punkte durch, ſo zerfällt das Gleichgewicht; um es zu erhalten, ſind zwei entgegengeſetzte gleiche Kräfte T längs der Tangente des Punktes einzuführen, die eine an dem einen, die andre an dem andern der beiden Fadenſtücke angreifend, in welche der Faden zerfallen würde. Dieſe Kräfte heißen die Spannung des Fadens in jenem Punkte. Wir wollen die Gleichgewichtsbedingungen des Fadens für den Fall aufſtellen, daß derſelbe nicht dehnbar iſt.

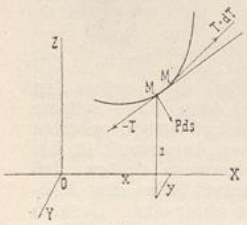


Fig. 1.

Es ſei MM' ein unendlich kleines Bogenelement ds des Fadens, verſchwindend im Punkte $M(x, y, z)$. Trennen wir dasſelbe ab, ſo ſind in M und M' die beiden Spannungen längs den Tangenten in dieſen Punkten anzubringen. Bezeichnet T die Spannung in M im Sinne des wachſenden Bogens, ſo iſt $T+dT$ die Spannung im folgenden Punkte M'; erſtere iſt in M, aber im entgegengeſetzten Sinne als $-T$ anzubringen. Bezeichnen wir einſtweilen mit f die an dem verſchwindenden Elemente ds wirkende Kraft, ſo beſteht Gleichgewicht zwiſchen den drei Kräften $-T, f, T+dT$ (Fig. 1). Beziehen wir alles auf ein rechtwinkliges Koordinatenſyſtem und bezeichnen wir die Komponenten von T mit T_x, T_y, T_z, ſo werden T_x+dT_x, T_y+dT_y, T_z+dT_z die von $T+dT$ und $-T_x, -T_y, -T_z$ die von $-T$ ſein. Sind f_x, f_y, f_z ebenſo die Komponenten von f, ſo beſtehen an dem Punkte M, in dem das Fadenelement verſchwindet, die drei Gleichgewichtsbedingungen: $dT_x+f_x=0$, $dT_y+f_y=0$, $dT_z+f_z=0$. Die Komponenten der Kraft f bildet man folgendermaßen: Denkt man ſich eine Fadenlänge gleich der Einheit in allen Elementen von denſelben Kräften beeinflußt wie das Bogenelement ds und bezeichnet die Reſultante aller dieſer Kräfte mit P, ſo hat man $f:P=ds:1$, d. h. $f=P\,ds$, und hat P dieſelbe Richtung wie f. Man nennt P die auf die Längeneinheit reduzierte Kraft. Bildet P mit den Koordinatenachſen die Winkel α, β, γ, ſo werden $f_x=P\cos\alpha\cdot ds=X\,ds$, $f_y=P\cos\beta\cdot ds=Y\,ds$, $f_z=P\cos\gamma\cdot ds=Z\,ds$, wenn X, Y, Z die Komponenten von P bedeuten. Da die Spannung T die Richtung der Tangente hat, deren Richtungscoſinuſſe $dx:ds$, $dy:ds$, $dz:ds$ ſind, ſo werden $T_x=T\frac{dx}{ds}$, $T_y=T\frac{dy}{ds}$, $T_z=T\frac{dz}{ds}$ und mithin die Gleichgewichtsbedingungen:

$$d\left(T\frac{dx}{ds}\right)+X\,ds=0,\quad d\left(T\frac{dy}{ds}\right)+Y\,ds=0,\quad d\left(T\frac{dz}{ds}\right)+Z\,ds=0.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es ſind Differentialgleichungen zweiter Ordnung; ſie liefern durch Integration die Gleichungen der Fadenkurve und die Spannung. Ohne die Fadenkurve zu kennen, kann man in dem Falle, daß eine Kräftefunktion U für das Problem exiſtiert, nämlich $X=\frac{\partial U}{\partial x}$, $Y=\frac{\partial U}{\partial y}$, $Z=\frac{\partial U}{\partial z}$ die partiellen Abteilungen einer ſolchen ſind, die Spannung finden. Es iſt nämlich, wie ſich durch Multiplikation der Gleichgewichtsbedingungen mit $\frac{dx}{ds}$, $\frac{dy}{ds}$, $\frac{dz}{ds}$ und deren Addition ergibt: $-dT=X\,dx+Y\,dy+Z\,dz$ und folglich $T-T_0=-(U-U_0)$, wo T_0, U_0 ein Paar zuſammengehöriger Werte der Spannung und der Kräftefunktion in einem Punkte x_0, y_0, z_0 ſind. Iſt z. B. die Kraft P normal zur Fadenkurve, ſo iſt $\frac{X}{P}\frac{dx}{ds}+\frac{Y}{P}\frac{dy}{ds}+\frac{Z}{P}\frac{dz}{ds}=0$, alſo auch $X\,dx+Y\,dy+Z\,dz=0$, d. h. $dT=0$ und mithin $T=$ konſt. Dieſer Fall tritt insbeſondere ein, wenn der Faden auf einer glatten Fläche aufliegt, in welchem Falle der Normalwiderſtand dieſer die Kraft $P\,ds$ iſt. Ein über eine glatte Fläche hingeſpannter Faden nimmt die Form einer geodätiſchen Linie der Fläche an. Die Schmiegungsebene der Fadenkurve enthält ſtets die Flächennormale.

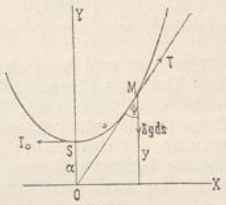


Fig. 2.

Beſondere Wichtigkeit haben die Fadenkurven für Parallelkräfte $P\,ds$. Man erkennt unmittelbar, daß in dieſem Falle die Kurve eine ebene ſein muß, und wenn man die Richtung der Kräfte zur Richtung der y-Achſe, die zu dieſer ſenkrechte Richtung zur Richtung der x-Achſe und die Ebene der Kurve zur xy-Ebene wählt, ſo werden die Gleichgewichtsbedingungen wegen $X=0$, $Z=0$, $z=0$:

$$d\left(T\frac{dx}{ds}\right)=0,\quad d\left(T\frac{dy}{ds}\right)+Y\,ds=0.$$

Durch Integration der erſten Gleichung folgt $T\frac{dx}{ds}=T_0$. Wird T hieraus in die zweite Gleichung eingeſetzt, ſo erhält man die Differentialgleichung der Fadenkurve: $T_0\frac{d^2y}{dx^2}+Y\frac{ds}{dx}=0$.

Für einen homogenen ſchweren Faden iſt $Y\,ds=-\delta g\,ds$ das Gewicht des Bogenelementes ds, wenn δ die ſpezifiſche Maſſe des Fadens (Maſſe der Längeneinheit) iſt. Die Gleichgewichtsform des Fadens heißt die Kettenlinie (Fig. 2). Für ſie iſt, wenn man den Anfangspunkt des Bogens s in den tiefſten Punkt der Kurve verlegt, in dem die Tangente horizontal und folglich $T_1=0$ iſt: $T\frac{dx}{ds}=T_0$, $T_0\frac{dy}{dx}-\delta g s=0$, woraus $\frac{dy}{dx}=\frac{s}{a}$ folgt, indem man die konſtante Horizontalſpannung $T_0=\delta g a$ ſetzt. T_0 wird dadurch als das Gewicht einer Fadenlänge a dargeſtellt, welche Konſtante der Parameter der Kettenlinie heißt. Bezeichnet ψ den Winkel der Tangente mit der Vertikalen, ſo nimmt die Differentialgleichung der Fadenkurve die Form an: $s=a\operatorname{cotg}\psi$. Differenziert man ſie und berückſichtigt, daß $dx=ds\sin\psi$, $dy=ds\cos\psi$, $\frac{dy}{dx}=\operatorname{cotg}\psi$ iſt, ſo ergeben ſich leicht die Koordinaten x, y als Funktionen von ψ. Es wird nämlich, wenn die y-Achſe durch den tiefſten Punkt (Scheitel) und der Koordinatenurſprung um die Strecke a vertikal unter den Scheitel gelegt wird, $e^{-\frac{x}{a}}=\operatorname{tg}\frac{1}{2}\psi$, $y=a:\sin\psi$. Hiermit findet man leicht $y=\frac{1}{2}a(\operatorname{cotg}\frac{1}{2}\psi+\operatorname{tg}\frac{1}{2}\psi)$, $s=\frac{1}{2}a(\operatorname{cotg}\frac{1}{2}\psi-\operatorname{tg}\frac{1}{2}\psi)$ oder

$$y=\tfrac{1}{2}a(e^{\frac{x}{a}}+e^{-\frac{x}{a}}),\quad s=\tfrac{1}{2}a(e^{\frac{x}{a}}-e^{\frac{x}{a}})$$

als Gleichungen der Kurve, welche y und s als Funktionen von x liefern. Für die Spannung T hat man $T=T_0\frac{ds}{dx}=T_0:\sin\psi$ oder, da $T_0=\delta g a$ und $y=a:\sin\psi$ iſt, $T=\delta g y$, d. h. die Spannung iſt der Ordinate y proportional und gleich dem Gewichte eines Fadens von der ſpezifiſchen Maſſe der Kettenlinie und der Länge gleich der Ordinate y.

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 2, S. 83 und 88—107.

(Schell) ***Finſterwalder.***

Fadenplanimeter (Harfe), ein Inſtrument zur Berechnung des Flächeninhalts von Figuren. Es beſteht aus einem feſten Rahmen, auf den ein Syſtem paralleler Fäden in konſtantem Abſtand aufgeſpannt iſt. Der Inhalt einer Figur wird ermittelt als Summe der zwiſchen die Fäden fallenden Paralleltrapeze. — Weiteres ſ. Planimeter.

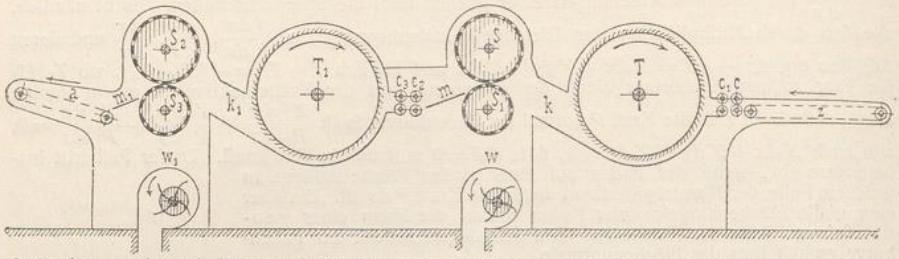
Fadenregulator, eine Vorrichtung an Rundwirkmaſchinen zum Zuführen des Fadens in einer für eine beſtimmte Warendichte erforderlichen Länge.

Fadenreißer für Baumwolle iſt eine Oeffnungsmaſchine, welche die Abgangfäden der Vorſpinn- und Spinnmaſchinen, die ſchon mehr oder weniger Drehung haben, ſo auflockert, daß die einzelnen Baumwollfaſern wieder erſcheinen und als Beimengung zu Rohbaumwolle weiter Verwendung finden können.

Das Material wird dem endloſen Lattentuch z aufgegeben, von zwei kannelierten Zylinderpaaren cc_1 erfaßt und der Trommel T dargeboten. Dieſe hat einen Durchmeſſer von 950 mm, iſt ebenſo breit und hat als Garnitur Hartholzſegmente, in die ſpitze, koniſche Stahlſtifte von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2—3 mm Stärke an der Baſis eingeſetzt ſind. Dieſe erfaſſen das Material, zerzaufen es an dem Blechmantel, der die Trommel umgibt, und führen dasſelbe gelockert zwiſchen die Siebtrommeln SS_1 hinein. Letztere ſaugen der Baumwolle den Staub ab, der durch den Ventilator w dem Staubkanal zugeführt wird. Dieſelbe Einrichtung ſchließt ſich hier noch ein-, zwei- bis



dreimal an und wird demgemäß die Wolle in derſelben Maſchine weniger oder mehr bearbeitet. Der Tambour T macht 600—1000 Umdrehungen pro Minute. — Die wieder erſchloſſene Baumwolle wird vom Auslaufgitter a auf den Boden abgegeben. — Zur Fabrikation von Schießbaumwolle wird der eben beſchriebene Fadenreißer häufig verwendet. Er dient dann als Oeffnungs- und Reinigungsmaſchine für die Baumwollfaſern, die, mit einer geeigneten Säure verſetzt, das meiſt für Torpedos verwendete Sprengmittel liefern.

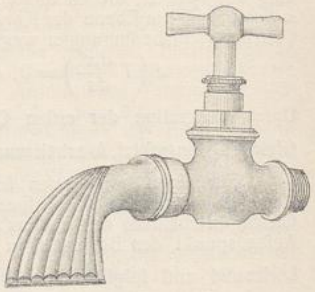
O. Boßhard.

Fadenſpanner, ſ. Nähmaſchinen.

Fadenwächter, ſ. Weberei.

Fächerbogen, ſ. Fächerfenſter.

Fächerbrauſen bei Waſchtoiletten dienen dazu, den Waſſerſtrahl fächerförmig zu erbreitern, ſo daß beim Waſchen die ganze Hand benetzt wird; ein Beiſpiel zeigt nebenſtehende Figur. Sonſt kommen die Fächerbrauſen bezw. -ausläufe vor bei Springbrunnen als Sockelausläufe.



Blecken.

Fächerfenſter, in einzelnen Gegenden, namentlich im romaniſchen Stile gebräuchlich; es ſind dies Fenſter, deren Oberteil ſich aus mehreren Halbkreisbogen zuſammenſetzt. Man kann ſich dieſelben aus halbierten Radfenſtern entſtanden denken (ſ. die Figur). Aehnliche Ueberwölbungen findet man zuweilen auch über Türen oder Säulenſtellungen, und dann entſtehen die ſelten vorkommenden Fächerbogen. *Weinbrenner.*



Von S. Quirin zu Neuß.

Fächergewölbe (Trichtergewölbe), ſ. Gewölbe.

Fächergleiſe, die auf Rangierbahnhöfen vorkommenden Gruppen ſtumpf endigender Gleiſe zum Ordnen der Wagen nach kleineren Gruppen für die aufeinander folgenden Stationen, im Gegenſatz zu den ſogenannten Gleisharfen, deren Einzelgleiſe ſich wieder zu einem zuſammenziehen, mithin für die Benutzung bequemer ſind. (S. Verſchiebebahnhöfe.) *Goering.*

Fächerwerk, Decken- oder Gewölbefelder, die ſich in Fächergeſtalt ordnen.

Fähren ſind ſowohl der Länge als der Quere nach ſymmetriſch gebaute Fahrzeuge zur Vermittlung des Verkehrs über die Flüſſe, wenn derſelbe zu gering iſt, um eine feſte Brücke zu rechtfertigen, oder wenn die letztere aus andern Gründen nicht ausführbar iſt.

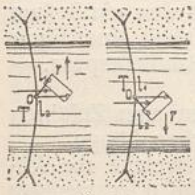


Fig. 1.

Ihrer Konſtruktion nach unterſcheidet man Seil- oder Kettenfähren und fliegende Fähren. Die ſogenannten Trajektanſtalten (ſ. d.), aus mit Riemen oder Dampfkraft betriebenen Booten beſtehend, werden oft unter dem Begriff „Fähren“ zuſammengefaßt, ſind aber nichts andres als Ruderboote oder Dampfſchiffe. Das Prinzip einer Fähre im Sinn der eingangs gegebenen Erklärung iſt die Erzeugung der Bewegung für das Ueberfahren durch die Energie des Stromes ſelbſt. Wird dieſe in der Weiſe dienſtbar gemacht, daß man eine Kette oder ein Seil T (Fig. 1) quer über den Strom ſpannt oder in den Strom legt und an den Ufern befeſtigt, ſo entſteht eine Seil- oder Kettenfähre, wobei die Hochſeil- von der gewöhnlichen Seilfähre unterſchieden wird. Von dem Fahrzeuge aus geht in der Regel ein Tau von der nutzbaren Länge l_1 und l_2 über zwei am vorderen und hinteren Ende des Fahrzeugs angebrachte Winden. Die letzteren geſtatten, ungleiche Längen l_1 und l_2 des in o mittels einer Laufrolle auf T durch eine Oeſe laufenden Taues zu bewirken und dadurch das Fahrzeug ſchräg gegen die Strom-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

richtung zu ſtellen. Der Strom treibt ſodann das ihm derart gebotene Hindernis in der aus Fig. 1 erſichtlichen Richtung *r* nach rechts oder links ab. — Man erreicht denſelben Zweck, wenn Laufrollen am Vorder- und Hinterteil des Fahrzeuges befeſtigt werden und eine Seilſcheibe in der Mitte desſelben angebracht wird; die Bewegung (das Gieren) erfolgt, ſobald das Tau an der Scheibe und an einer der Laufrollen anliegt, in gleicher Weiſe wie vorhin. Wird das Fahrzeug an einem langen Ankertau befeſtigt, das vorher über die Maſten mehrerer kleinen Schiffe (Gier- oder Buchtnachen) geleitet wird, ſo entſteht in ähnlicher Weiſe eine Bewegung quer gegen die Stromrichtung von einem Ufer zum andern (Fig. 2). Das Ankertau liegt bei *A* in der Flußſohle feſt; das durch Brittelketten oder durch Steuerung ſchräg gegen die Stromrichtung geſtellte Fahrzeug treibt dann in einem Bogen gegen das Ufer. Das Ankertau kann auch „verbobert", d. h. unter dem Waſſerſpiegel an eine Reihe von Schwimmern, welche die obenerwähnten Schiffe erſetzen, gehängt werden.

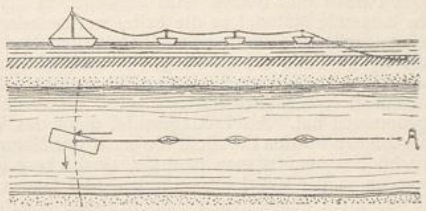


Fig. 2.

Die zum Transport von Perſonen, Tieren und Laſten benutzten Fahrzeuge ſind alle flach gebaut. An dem Ufer beſteht entweder eine landeinwärts eingeſchnittene Uferrampe mit einer Fahrbahn oder eine Art Schiffbrücke, mit der die Verbindung durch eine Klappe hergeſtellt wird. Am Niederrhein heißt die fliegende Fähre auch Gierponte; die Fahrzeuge haben gewöhnlich eine Länge von 10–11 m, die Breite iſt verſchieden, je nachdem das Fahrzeug allein benutzt wird oder mehrere als Unterlage (Pontons) eines ähnlich der Fahrbahn einer Schiffbrücke konſtruierten Plateaus dienen. In letzterem Falle entſteht die fliegende Brücke, deren Gieren durch die Steuerruder an den Pontons bewirkt wird. *Hildebrandt.*

Fäkaldünger, ſ. Poudrette.

Fäkalien, die feſten und flüſſigen Auswurfſtoffe von Menſchen oder Tieren. Ein Menſch liefert durchſchnittlich im Jahre 48,5 kg feſte Exkremente und 422 kg Harn [1]. Für die Beziehungen zwiſchen dem Futter und den feſten und flüſſigen Auswurfſtoffen bei verſchiedenen Tieren ſtellt [2], S. 57 ff., auf Grund von Verſuchen feſt, daß von 100 Teilen der im Futter enthaltenen Subſtanz im friſchen Kot und Harn wieder an Trockenſubſtanz gefunden werden: beim Pferd 52,4, beim Ochſen 50,3, bei der Kuh 43,8, beim Hammel 40,4.

Literatur: [1] Heiden, E., Die menſchlichen Exkremente, Hannover 1881, S. 8. — [2] Wolff, E., Praktiſche Düngerlehre, 12. Aufl., Berlin 1892.

Fällung, in der analytiſchen und angewendeten Chemie häufige Operation, durch die ein Körper aus einer Löſung durch Zuſatz eines andern Stoffes ausgeſchieden wird. Der ausgeſchiedene Stoff heißt Niederſchlag.

Die Ausfällung beruht auf der Ueberführung gelöſter Stoffe in ſchwerlösliche Verbindungen. Die Fällung wird auf zwei Wegen erreicht: entweder dadurch, daß man der Löſung einen fremden Körper hinzufügt, der mit dem in der Löſung befindlichen eine ſchwerlösliche Verbindung eingeht, oder dadurch, daß man das Löſungsmittel verändert. So wird beiſpielsweiſe in Waſſer gelöſter Gips durch Alkoholzuſatz gefällt, weil Gips in dem Gemiſch weniger löslich iſt. Die Abſcheidung durch Fällung iſt niemals ſtreng vollſtändig, häufig aber ſo weitgehend, daß ſie praktiſch dafür gelten kann. *Abegg.*

Färbeln, ſ. Kalkfarben.

Färben, in der Textilinduſtrie die Hervorbringung dauerhafter und einheitlicher Färbungen in der Maſſe der animaliſchen und vegetabiliſchen Geſpinſtfaſern durch phyſikaliſche und chemiſche Vorgänge, bei denen die Farbſtoffe oder die die Färbung zufolge chemiſcher Umſetzung herbeiführenden Subſtanzen in gelöſter Form das zu färbende Material durchdringen.

Die Bedingungen, unter denen ſich eine Färbung vollzieht, ſind ebenſowohl durch die Struktur der Faſer wie durch diejenige des Farbſtoffes beſtimmt. Weder färbt jeder Farbſtoff jede Faſer, noch werden die verſchiedenen Faſern durch denſelben Farbſtoff unter den gleichen Umſtänden angefärbt. Eine Reihe von Farbſtoffen färben die animaliſche Faſer direkt, ſind nach einer Bezeichnung Bancrofts ihr gegenüber ſubſtantive Farbſtoffe. Viele aber, bei denen der baſiſche bezw. ſaure Charakter nicht ſo ſcharf ausgeprägt iſt, bedürfen einer Beize (ſ. Beizen), um von der Faſer aufgenommen und dauernd feſtgehalten zu werden; ſie verhalten ſich zu letzterer als adjektive Farbſtoffe. Dazu gehören namentlich die phenolartigen und insbeſondere die als ſalzbildende Gruppen zwei Hydroxyle, oder ein Hydroxyl und eine Carboxylgruppe, oder ein Sauerſtoffatom und eine Iſonitroſogruppe in benachbarter Stellung im Molekül enthaltenden Beizenfarbſtoffe, wie Alizarin und ſeine Verwandten, Galloflavin, Gallocyanin, Diamantſchwarz, Solidgrün (Dinitroreſorcin), die natürlichen Farbſtoffe der Cochenille, der Farbhölzer (ſ. d.), des Quercitrons, der Kreuzbeeren.

Der Grund, der dieſe Farbſtoffe verhindert, die animaliſche Faſer ſubſtantiv zu färben, iſt ein doppelter. Einerſeits beſitzen ſie, obgleich ſie von der Faſer aufgenommen werden, auf dieſer nur ihre relativ ſchwache Eigenfarbe, anderſeits entwickelt ſich ihre Farbſtoffnatur, werden ſie zu Farben im Sinne v. Pergers [1] erſt in den unlöslichen Verbindungen, den intenſivfarbigen Lacken (ſ. Farblacke), die ſie mit Metalloxyden bilden. Die Baumwollfaſer wird in den ſeltenſten Fälle ſubſtantiv angefärbt. Dies gilt nur vom Canarin, einem Oxydationsprodukt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Rhodanwaſſerſtoffſäure, von der als direkte Baumwollfarbſtoffe bekannten Gruppe von Azofarbſtoffen, vom Primulin und ſeinen Verwandten, von den Schwefelfarbſtoffen und einigen natürlichen Farbſtoffen, wie denjenigen der Curcuma, des Safflor, des Orlean, des Katechu und von gewiſſen Gerbſtoffen. Eine befriedigende Aufklärung über die Umſtände, die gerade dieſen Subſtanzen eine ſolche Ausnahmeſtellung verſchaffen, hat man vielfach zu geben verſucht, aber bisher noch nicht gefunden. Meiſt bedarf die Baumwolle- und auch die Flachsfaſer einer Beize, um die Farbſtoffe auf ſich zu fixieren, der Metalloxyde für ſaure, der Gerbſtoffe für baſiſche Farbſtoffe. Der Gehalt an einer gerbſtoffartigen Subſtanz ermöglicht der Jutefaſer die direkte Aufnahme baſiſcher Farbſtoffe, aber auch ſaure Farbſtoffe können in dieſer Weiſe auf ihr befeſtigt werden. Das Färben und Beizen wird entweder in der Weiſe bewerkſtelligt, daß das zu färbende oder zu beizende Material in die kalte, warme oder kochende Löſung des Farbſtoffes bezw. der Beize eingetaucht und darin entweder hin und her bewegt oder ſo lange liegen gelaſſen wird, bis die nötige Tiefe der Färbung, die beabſichtigte Aufnahme der Beize erfolgt iſt; oder man läßt unter Anwendung mechaniſcher Färbeapparate die Farbſtoff- oder Beizlöſung das ruhende Material in einem Kreisprozeß durchdringen, bis dasſelbe genügende Mengen Farbſtoff oder Beize aufgenommen hat. Als Löſungsmittel dient das Waſſer, ſehr ſelten Alkohol und dieſer dann nur als ſolches für den Farbſtoff. Je nach der Natur der zu färbenden Faſer und des zu verwendenden Farbſtoffes benutzt man neutrale, alkaliſche oder ſaure Färbeflotten. Die animaliſchen Faſern werden in der Regel im neutralen oder ſauren, Seide im Baſtſeifenbade oder im angeſäuerten, ſogenannten gebrochenen Baſtſeifenbade gefärbt. Die vegetabiliſchen Faſern werden meiſt im neutralen oder alkaliſchen, ſeltener im angeſäuerten Bade gefärbt. Die Farbflotte hat zu Beginn des Färbens meiſt gewöhnliche Temperatur, die gegen Ende auf 50° C. oder bis zum Siedepunkt erhöht wird. Letzteres pflegt beim Wollfärben der Fall zu ſein. Die Beizenfarbſtoffe werden meiſt nach dem Zweibadverfahren gefärbt, nach dem das Material im erſten Bade gebeizt und die Farbe im zweiten, dem Färbebade, entwickelt wird. Das Verfahren des Anſiedens und Abdunkelns beſteht im Kochen des Faſermaterials in der Löſung des Farbſtoffes und der Entwicklung der Farbe durch ſpäteres Zubringen des Beizmittels entweder im erſten oder in einem zweiten Bade. Bei dem Dreibadverfahren wird die Ware im erſten Bade gebeizt, im zweiten gefärbt und dann in dieſem oder in einem dritten Bade nachgebeizt oder nachgedunkelt. In allen Fällen wird der Farblack, die Farbe, erſt in der Faſer hervorgebracht. Zuweilen kann dies auch in einem Bade geſchehen (ſ. Einbadfärberei).

Das Weſen des Färbprozeſſes iſt bis in die neueſte Zeit Gegenſtand lebhafter Diskuſſion geweſen. Teils wird der Vorgang beim Färben als ein mechaniſcher, teils als ein chemiſcher aufgefaßt.

Die mechaniſche Theorie, die ihre Hauptvertreter in Hellot, Le Pileur d'Appligny, W. Crum, Perſoz, Müller-Jacobs, Hwaß [2], v. Perger [3], Spohn [4] und v. Georgievics [5] beſitzt, nimmt an, daß zufolge der Poroſität oder Durchläſſigkeit der Faſern die Farbſtoffe und Beizmittel auf Grund der die endosmotiſchen und exosmotiſchen Vorgänge und Kapillaritätserſcheinungen beherrſchenden Kräfte in die Faſern eindringen können und in ihnen feſtgehalten werden. Ihre Hauptſtütze bildet gegenüber der chemiſchen Theorie der Umſtand, daß die direkten Färbungen in ihrem Verhalten nicht den für chemiſche Verbindungen geltenden Geſetzen entſprechen, nach denen ſich Körper nach beſtimmten Gewichtsverhältniſſen verbinden und die entſtandenen chemiſchen Verbindungen andre Eigenſchaften zeigen müſſen als die Komponenten, aus denen ſie entſtanden ſind, und daß das Zuſtandekommen ſubſtantiver Färbungen durch ein Verteilungsgeſetz geregelt wird, welches das Verhältnis zwiſchen den Farbſtoffmengen beſtimmt, die ſich in gleichen Gewichtsteilen der Faſer und der Flotte nach dem Färben befinden. Auch die leichte Entfernung gewiſſer Farbſtoffe von der Faſer durch Erhitzen (Anilingelb, Naphtholgelb), das große Egaliſierungsvermögen mancher Farbſtoffe, die Juxtapoſition eines Farbſtoffes über dem andern beim Ueberfärben einer bereits gefärbten Faſer, die Tatſache, daß die Geſpinſtfaſern aus ſehr verdünnten Farbſtofflöſungen verhältnismäßig mehr Farbſtoff aufnehmen als aus konzentrierteren und daß dieſe geringeren Farbſtoffmengen weit energiſcher als größere Mengen feſtgehalten werden, und manches andre läßt ſich mit der chemiſchen Theorie nicht in Einklang bringen.

Die chemiſche Theorie, die von Bergmann, Chevreul, Dufax, Kuhlmann, Hummel, Noelting, Erdmann, Knecht [6], Vignon [7], Binz und Schröter [8] vertreten wird und die in der Färbung eine chemiſche Verbindung zwiſcher Faſer (oder einem beim Färben ſich bildenden Zerſetzungsprodukt derſelben) und Farbſtoff bezw. Beize (und Farbſtoff) ſieht, ſtützt ſich namentlich auf die Tatſache, daß Wolle und Seide deutlich baſiſche und ſaure Eigenſchaften beſitzen, anderſeits jeder Farbſtoff entweder ſaure oder baſiſche Eigenſchaften hat und damit die Möglichkeit einer in der Färbung zum Ausdruck gelangenden chemiſchen Verbindung gegeben iſt. Demgegenüber wird mit Recht hervorgehoben, daß viele als phyſikaliſche Vorgänge aufgefaßte Erſcheinungen, wie Adhäſions-, Kapillaritäts- und Benetzungserſcheinungen, bekannt ſind, bei denen der chemiſche Charakter der mitwirkenden Subſtanzen einen entſchiedenen Einfluß beſitzt.

Auch die Theorie von Witt [9], der den Prozeß des Färbens als eine Löſungserſcheinung, die Färbung als eine ſtarre Löſung definiert, iſt aus mehreren Gründen nicht ſtichhaltig; insbeſondere widerſpricht ihr die Tatſache, daß die meiſten ſubſtantiven Farbſtoffe von der Wollfaſer bei Siedetemperatur der Flotte am beſten, in der Kälte ſehr wenig aufgenommen werden. Im Sinne der Löſungstheorie müßte daher die Wolle in der Hitze ein weit größeres Löſungsvermögen für Farbſtoffe haben als Waſſer von gleicher Temperatur, umgekehrt in der Kälte demnach Waſſer ein größeres Löſungsvermögen haben als die Wolle. Eine Wollfärbung müßte daher beim Waſchen mit kaltem Waſſer mehr Farbſtoff verlieren als durch ſiedendes Waſſer, während gerade das Umgekehrte zutrifft. Das von Hwaß [2] unter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſuchte Verhalten der Geſpinſtfaſern beim Beizen ſpricht dafür, auch die Beizprozeſſe, ſo ſehr ſie durch die chemiſche Natur der Beizmittel bedingt ſind, als phyſikaliſche Erſcheinungen zu betrachten.

Unſre gegenwärtige Kenntnis des Färbevorgangs berechtigt uns zu der Annahme, daß dieſer im weſentlichen durch phyſikaliſche Kräfte geregelt wird und ſich nach phyſikaliſchen Geſetzen vollzieht [10], wobei die Möglichkeit einer teilweiſen chemiſchen Bindung zwiſchen Faſer und Farbſtoff nicht ausgeſchloſſen iſt. Die Adhäſions-, Abſorptions- und Adſorptionsprozeſſe, wie ſie ſich bei der Färbung und Beizung der Geſpinſtfaſern abſpielen, erſcheinen gewiſſermaßen als Uebergänge mechaniſcher zu chemiſchen Vorgängen.

Literatur: Hummel-Knecht, Färberei und Bleicherei der Geſpinſtfaſern, 2. deutſche Aufl., Berlin 1891; Knecht, Rawſon und Löwenthal, Handbuch der Färberei der Spinnfaſern, Berlin 1900/01; Ganswindt, Theorie und Praxis der modernen Färberei, Leipzig 1903. — [1] v. Perger, Mitteilungen des Technologiſchen Gewerbemuſeums in Wien, Neue Folge II, Jahrg. 1892, 301. — [2] Hwaß, Lehnes Färberztg. 1890/91, 221, 243. — [3] v. Perger, Lehnes Färberztg. 1890/91, 356, 371. — [4] Spohn, Dinglers Polyt. Journ. 1893, Bd. 257, 210. — [5] v. Georgievics, Mitteilungen des Technologiſchen Gewerbemuſeums in Wien, Neue Folge IV, Jahrg. 1894, 205, 349; M. f. Ch. 1894, 711, Lehnes Färberztg. 1903, 214. — [6] Knecht, Berliner Berichte, 1888, 1556; 1902, 1023. — [7] Vignon, Compt. rend., 112, 623—624. — [8] Binz u. Schröter, Berliner Berichte 1902, 4225. — [9] Witt, Otto N., Lehnes Färberztg. 1890/91, 1. — [10] Biltz, Berliner Berichte, 1904, S. 1766; 1905, S. 2963, 2973.

R. Möhlau.

Färbung der Metalle, galvaniſche, ſ. Galvanochromie.

Fäuſtel oder Schlage, ein bei der Steinbearbeitung, beſonders zum Abſprengen von Quadern benutzter Hammer von etwa 5 kg Gewicht, mit dem Keile in eingemeißelte Furchen (Schlitze oder Schrammen) eingeſchlagen werden. S. a. Bohr- und Sprengarbeit.

Fahlband, ſ. Erzlagerſtätten.

Fahlerz, Tetraedrit, eine Mineralgruppe, Schwefelverbindungen in erſter Linie von Kupfer, dann von Silber, Antimon, Arſen, Eiſen, Zink, Queckſilber. Sie enthalten etwa 33—44% Kupfer.

Die einzelnen Arten haben keine beſtimmten Mengenverhältniſſe, ſondern ſind wechſelnde Miſchungen. Die Fahlerze kriſtalliſieren regulär tetraedriſch, ſind ſtahlgrau bis eiſenſchwarz, ſtark metallglänzend, haben ſchwarzen Strich (Arſenfahlerze braunen oder roten Strich), ſchmelzen leicht unter Entwicklung von Antimon oder Arſendämpfen. Durch Salpeterſäure und Kalilauge werden ſie zerſetzt. Ihre Härte liegt zwiſchen 3 und 4. Bei der Verwitterung liefern ſie vielfach Malachit. Die Fahlerze werden zur Kupferdarſtellung, einige auch zur Silbergewinnung verwendet. Man unterſcheidet Fahlerz im engeren Sinn oder Kupferfahlerz (Schwarzerz), Schwefelkupfer-Eiſen-Zink. Spez. Gew. 5—5,6. Das wichtigſte und häufigſte Fahlerz. Antimonfahlerz, Schwefelantimon mit Schwefelkupfer, Silberzink und -eiſen, meiſt queckſilberfrei, dunkel. Silberfahlerz (Graugüldigerz, Weißgüldigerz) mit erheblichem Silbergehalt (bis 31%), meiſt arſenfrei. Spez. Gew. 4,5—5,0. Wird auf Kupfer und Silber verhüttet. Zinkfahlerz, antimon- und ſilberfrei, mit 9% Zink. Arſenfahlerz, wenig verbreitet, frei von Silber. Strich braun bis rot. Spez. Gew. 4,5—4,9. Antimonfahlerz, Queckſilberfahlerz, beide ſelten und techniſch unwichtig.

Leppla.

Fahlleder, ſchwächere, gefettete, lohgare Rindsleder.

Fahne (Banner, Flagge, Standarte), ein Stück Zeug (Fahnenblatt oder Fahnentuch) an dem Fahnenſtock oder der Fahnenſtange befeſtigt.

Der Zweck der Fahnen iſt entweder ein kriegeriſcher, ein kirchlicher oder ein rein dekorativer und richtet ſich danach die weitere Durchbildung des Fahnentuches ſowohl als auch die des Fahnenſtockes. Unter dem Namen Flagge dienen die Fahnen auch zu Signalen bezw. als Erkennungszeichen der Nationalität bei Schiffen. Große Fahnen werden zuweilen vor hervorragenden Gebäuden angebracht; dann ſteckt die Stange zumeiſt in einem reich behandelten, in Bronze gegoſſenen Fuß. Die künſtleriſch bedeutendſten Fahnenſtangenfüße ſind die vor der St. Markuskirche in Venedig. Man pflegte in früheren Zeiten zu unterſcheiden: 1. das Reichsbanner, das ſtets länger als hoch war und das landesherrliche Wappen enthielt; 2. das einfache Banner, die Fahne des Bannerherrn mit quadratiſchem Fahnenblatt; 3. Rennfahne hieß die Fahne der Ritter, die mindeſtens 20 Mann ins Feld führen konnten; 4. Spitzfahne, die Fahne der einfachen Ritter; 5. Rundbanner, eine nach außen abgerundete Fahne, die namentlich bei Begräbniſſen verwendet wurde; 6. Standarte, jene Fahne, die an einem Querholz befeſtigt erſcheint und namentlich bei der Reiterei gebräuchlich iſt; früher hießen dieſe Fahnen Kornette. Für kirchliche Zwecke waren dieſe Fahnen zumeiſt ebenfalls an einem Querholz befeſtigt; das Fahnentuch pflegte dann entweder nach unten zu gerade geſchnitten zu ſein (gonfalon) oder in eine Spitze auszulaufen (flamen) oder auch mit drei Spitzen zu endigen (triflamen). In der Architektur werden Fahnen als Wetterfahnen (ſ. d.) verwendet.

In der Buchdruckerei bezeichnet man mit „Fahnen“ Korrekturabzüge eines noch nicht zu Seiten umbrochenen Schriftſatzes.

Weinbrenner.

Fahrarm, -ſtift, ſ. Pantograph, Planimeter, Rektifizierinſtrumente.

Fahrbahn, der ausſchließlich für den Fuhrverkehr dienende Teil eines Verkehrsweges oder einer Straße, der entſprechend befeſtigt und durch ein gewiſſes Quergefäll trocken erhalten werden muß. — S. Straßenbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fahrbahn der Eisenbahnbrücken (vgl. Brückenbahn, Brückenbelag).

Bei den steinernen Brücken ist der Oberbau ganz wie in der übrigen Bahnstrecke auszuführen, nur darf die Bettungshöhe, um günstige Druckverteilung zu erzielen, nicht zu gering angenommen werden. Bei größeren gewölbten Brücken macht man die Ueberschüttungshöhe im Scheitel des Gewölbes bei Hauptbahnen mindestens 1 m, wovon etwa 40 cm aus besserem Beschotterungsmateriale. Hölzerne und eiserne Brücken erhalten aus Ersparnisrücksichten selten eine durchgehende Schotterbettung; der Oberbau wird vielmehr hier direkt auf die Haupt- oder Fahrbahnträger gelagert. Am häufigsten ist der Holzquerschwellenoberbau in Anwendung. Bei kleineren Brücken mit „Fahrbahn oben" werden die Querschwellen unmittelbar auf die Hauptträger aufgelegt. Bei größeren Brücken mit weiter abstehenden Hauptträgern oder bei Brücken mit „Fahrbahn unten" sind Querträger und Fahrbahnlängsträger (Schwellenträger) anzuordnen (s. Fahrbahngerippe) und auf letztere die Querschwellen aufzulagern. Bei Vorhandensein mehrerer Gleise kann für jedes derselben ein unabhängiges Tragwerk angeordnet werden; andernfalls empfiehlt sich eine gelenkige Auflagerung der Querträger, wenn Torsionsbeanspruchungen im Ueberbau vermieden werden sollen. Dies führt dann zur Ausbildung der sogenannten „freischwebenden Fahrbahnkonstruktion", wie eine solche die neue zweigleisige Rheinbrücke bei Mainz (1904) erhalten hat. Durch diese freischwebende Fahrbahn werden in der vollkommensten Weise alle jene unbeabsichtigten Neben- und Zusatzspannungen ausgeschaltet, die durch eine starre Verbindung von Fahrbahn und Haupttragwerk entstehen und die auch bei großen Brücken nicht rechnungsmäßig festgestellt werden können (vgl. Fahrbahngerippe). Zwischen den Schienen und auch seitlich derselben wird eine Bedielung gegeben. Bei Brücken von einiger Länge sucht man den gefahrdrohenden Folgen einer etwaigen Entgleisung durch besondere Vorkehrungen entgegenzuwirken. Am üblichsten sind die sogenannten Sicherheitsschwellen, d. h. Langschwellen oder Schienen, die innerhalb des Gleises in 16 cm Entfernung von den Fahrschienen auf die Querschwellen festgeschraubt werden. Man hat aber auch durch eine durchgehende tragfähige Fahrbahnabdeckung aus dichtliegenden Holzquerschwellen, Belageisen oder Wellblech (Iglawiaduckt, Cernawodabrücke u. a.) das Durchbrechen der Räder bei Entgleisungen zu verhüten gesucht. In manchen Fällen, auf stark befahrenen Hauptbahnen jetzt häufiger, wird auch bei eisernen Eisenbahnbrücken eine Schotterbettung angewendet. Dieselbe gewährt beachtenswerte Vorteile: Gleichartigkeit des Oberbaues mit jenem in der angrenzenden Bahnstrecke, Mäßigung der Stöße der bewegten Fahrzeuge durch die größere Masse der Fahrbahn, Sicherung gegen Zündung und gegen Durchbrechen der Fahrzeuge bei Entgleisungen, Möglichkeit von Gleisverschiebungen und von Weichenanlagen auf der Brücke. Natürlich werden solche Brücken schwerer und erhöht sich das Eisengewicht um etwa 18—20%. Die Ueberführung der Bettung verlangt die Herstellung einer zusammenhängenden Brückentafel und kommen hierzu dieselben Konstruktionen wie bei Straßenbrücken, vorzugsweise aber Buckelplatten in Anwendung. Näheres über Breite und Lage der Fahrbahn s. unter Brückenbahn.

Die infolge der Temperaturwirkung hervorgerufenen Längenänderungen müssen in der Fahrbahn durch Auszugsvorrichtungen (Dilatations- oder Kompensationsvorrichtungen) ausgeglichen werden. Sie werden insbesondere bei Eisenbahnbrücken notwendig, bei denen die Schienen mit der Tragkonstruktion in fester Verbindung sind. Man hat sie zwar in einigen Fällen selbst bei größeren Spannweiten weggelassen, indem man bei der Befestigung der Schienen dafür sorgte, daß sich die Schienen bei einer Temperaturänderung auf der Tragkonstruktion verschieben können, wobei die Größe der entstehenden Schienenlücken durch den Spielraum in den Löchern der Laschenbolzen begrenzt wurde. Bei größerer Länge des dilatierenden Ueberbaues ist aber diese Anordnung wegen der dadurch bedingten ungünstigen Erhaltung des Gleises nicht empfehlenswert. Zweckmäßiger ist eine vereinzelt (bei der Oesterreichischen Nordbahn-Brücke über den alten Donauarm) angewendete Anordnung, bei welcher an dem beweglichen Brückenende einige (vier) verschiebbare kurze Schienen eingelegt sind, die durch Hebelwerke derart verbunden werden, daß sich die durch die Längenänderungen des Ueberbaues erzeugte Lücke zu gleichen Teilen auf mehrere Zwischenräume verteilt. In den meisten Fällen ist aber bei längeren Brückenüberbauten der Längenausgleich an einen Punkt, an das Brückenende, gelegt und hier durch die Auszugsvorrichtung das Passieren der Schienenlücke unschädlich gemacht. Die Konstruktion dieser Auszugsvorrichtungen findet man verschieden durchgeführt: 1. Die beiden Schienen werden zur Hälfte überplattet, so daß die Radkränze an den Stoßstellen eine halbe Kopffläche zur Unterstützung finden. Diese Auszugsschienen erhalten glockenförmiges oder rechteckiges Profil, und auf der Innenseite des Gleises werden Zwangschienen angeordnet, um den Spurkranz nicht in die Schienenlücke gelangen zu lassen. 2. Eine stoßfreiere Ueberführung des Rades über die Schienenlücke, daher weniger rasche Abnutzung erreicht man durch die Auszugsvorrichtungen mit Lasche, bei denen gewöhnliche breitbasige Schienen durch eine überplattete Lasche derart verbunden sind, daß letztere das Rad beim Uebergang über die Lücke unterstützt, zu welchem Behufe die Lauffläche der Lasche an der Schienenlücke mit sanfter Steigung erhöht ist. Natürlich sind Auszugschienen und Laschen mit Schraubenbolzen in länglichen Löchern verbunden. Am vorteilhaftesten für den regelmäßigen Uebergang der Fahrzeuge sind die Auszüge mit Spitzschienen, bei denen die bewegliche Schiene in eine Spitze oder Zunge ausläuft, die sich an die etwas abgebogene feste Schiene nach Art der Weichenzungen anschließt. Die Spitzschiene muß hierbei in jeder Stellung fest an die Stockschiene angepreßt werden, was durch entsprechende Führung ihres Fußes erreicht wird. Nach dieser Art sind beispielsweise auch die Auszugsvorrichtungen an der Firth-of-Forth-Brücke konstruiert, und zwar ist bei den zwischen den Kragarmen und den Mittelträgern befindlichen eine größte Verschiebung von 61 cm vorgesehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Winkler, Eiserne Brücken, IV, Querkonstruktionen, Wien 1884; Häseler, Der Brückenbau, 1. Teil, Eiserne Brücken, 2. Lief., Braunschweig 1893; Handbuch der Ingenieurwissensch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., bearb. von Steiner, Leipzig 1901. *(Melan) Horowitz.*

Fahrbahn der Straßenbrücken (vgl. Brückenbahn).

Dieselbe setzt sich zusammen aus der Fahrbahndecke, der dieselbe tragenden Fahrbahntafel und den das Fahrbahngerippe bildenden Quer- und Längsträgern. Ueber die Anordnung der Fußwege ist zu bemerken, daß dieselben bei größerer Brückenbreite zweckmäßig außerhalb der Hauptträger auf Konsolen angebracht werden; man erzielt dadurch leichtere Querträger und Querverbände. Die Konsolen sind als Fachwerkkonstruktion oder als Blechwandkonsolen auszubilden; sie tragen die Fußweglängsträger, die entweder unmittelbar die Bedielung (Querdielen) aufnehmen oder wieder mit einer Tafel aus Belageisen, Wellblech, Buckelplatten u. s. w. abgedeckt sind, auf der dann eine Betonschicht und ein Plattenpflaster oder Asphaltestrich aufgebracht wird. Für gute Entwässerung der Fahrbahnoberfläche ist vorzusorgen. Die Fahrbahn enthält zu dem Zweck im Querprofil eine Wölbung, und den über die Fahrbahn um 10—15 cm erhöhten Fußwegabdeckungen gibt man eine schwache Neigung gegen die Fahrbahn. Das in der Rinne zwischen Fahrbahn und Fußwegen zusammenlaufende Wasser ist unter möglichster Abhaltung von der Tragkonstruktion abzuführen. Hierzu dienen Rinnsteine, Rinnen aus umgekehrten Zoreseisen, durchgehende offene Schlitze zwischen Fahrbahn und Fußwegen, Abfallrohre. Längere Brücken, insbesondere solche mit mehreren Oeffnungen erhalten meist auch im Längenprofil eine sanft gewölbte Fahrbahn, was sowohl aus Schönheitsgründen zu empfehlen als auch für die Entwässerung der Fahrbahn günstig ist. Im Anschlusse der Brückenfahrbahn an die Widerlager ist bei längeren Brücken auf die Wärmeausdehnung Bedacht zu nehmen. *Melan.*

Fahrbahndecke der Straßenbrücken, die oberste Schicht der Fahrbahnkonstruktion, auf der unmittelbar gefahren und gegangen wird. Die einfachste und leichteste Konstruktion besteht aus einem Bohlenbelag, der immer senkrecht zur Brückenachse anzuordnen ist.

Gewöhnlich werden weiche Bohlen verwendet, doch ist ein Belag aus harten (Buchen- oder Eichen-) Bohlen seines größeren Abnutzungswiderstandes wegen bei stärkerer Frequenz der Brücke vorzuziehen. Mit Buchenholzbelag sollen gute Erfahrungen gemacht worden sein [1], nur tritt bei nicht guter Entwässerung leicht ein Anfaulen ein. Bei sehr stark befahrenen Brücken muß ein 7 cm starker weicher Fahrbohlenbelag jährlich ein- bis zweimal erneuert werden, während ein harter Belag unter gleichen Umständen 2—3 Jahre dauert. — Sehr häufig wird die Fahrbahndecke auf der Brücke in gleicher Weise ausgeführt wie auf der angrenzenden Straße. Brücken in Landstraßen erhalten dementsprechend meist eine Beschotterung, der eine mittlere Dicke von etwa 15 cm über den höchsten Stellen der Brückentafel und nach der Brückenbreite eine flache Wölbung gegeben wird. An Stelle einer einfachen Schotterdecke sind in neuerer Zeit mehrfach künstliche Chaussierungen mit Asphaltbeton oder Stampfasphalt zur Anwendung gekommen [2]. — Eine sehr empfehlenswerte Brückendecke ist das Holzstöckelpflaster. Es besitzt den großen Vorteil geringen Gewichtes und daß es infolge seiner Elastizität die durch die Wagenräder ausgeübten Stöße in ihrer Wirkung auf die Brückenkonstruktion mäßigt, verlangt aber eine gute Ausführung (s. Holzstöckelpflaster). — Steinwürfelpflaster als Brückendecke wird sich wegen seines großen Gewichtes und der dadurch bedingten Erhöhung der Brückenkosten nur dort rechtfertigen lassen, wo Gleichartigkeit der Straßenoberfläche, sehr starke Frequenz und Monumentalität der Brücke in Frage kommen. Holz- und Steinpflaster erfordern eine Unterlage entweder in Form einer Bohlenlage und Kiesbettung oder in Form einer auf der eisernen Brückentafel aufgebrachten entsprechend starken Betonschicht. Wird dies berücksichtigt, so können die Gewichte pro 1 qm Brückendecke durchschnittlich wie folgt angesetzt werden: Bohlenbelag 140 kg, Beschotterung 270 kg, Holzpflaster 330 kg, Steinpflaster 650 kg. Das Gewicht der Brückendecke vergrößert hiernach das Gewicht der Tragkonstruktion einer eisernen Brücke bei Beschotterung gegenüber Bohlenbelag um etwa 17 %, bei Steinpflaster gegenüber Holzpflaster um etwa 34 %.

Literatur: [1] Häseler, Der Brückenbau, Bd. 1, Eiserne Brücken, 2. Liefer., Braunschweig 1893. — [2] Deutsche Bauztg. 1883, S. 67; Dietrich, Die Asphaltstraßen, Berlin 1882. — [3] Handbuch der Ingenieurwissensch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1890. *Melan.*

Fahrbahngerippe eiserner Brücken, aus den zwischen den Hauptträgern einer Brücke angeordneten Quer- und Längsträgern bestehend, dient zum unmittelbaren Tragen der Fahrbahntafel und der darauf liegenden Fahrbahndecke.

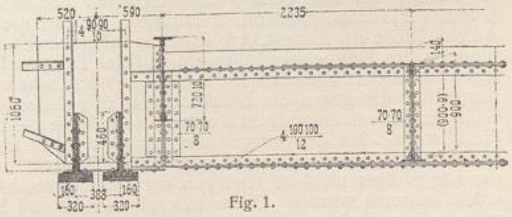


Fig. 1.

Die Querträger liegen bei einer Fachwerksbrücke in der Regel nur an den Knotenpunkten, so daß ihr Abstand der Knotenweite der Hauptträger entspricht.

Bei einer eisernen Brücke werden sie meist als Blechträger (Fig. 1), zuweilen auch als Gitter- oder Fachwerksträger (Fig. 2) konstruiert. Ihr Anschluß an die Hauptträger erfolgt in der Regel durch feste Vernietung mit den lotrechten Pfosten der Ausfachung oder den Gurtungsstehblechen. Diese feste Verbindung hat den Nachteil, daß ein nicht einfach zu berechnendes

Einſpannungsmoment entſteht, das die Hauptträger auf Torſion bezw. deren Ausfachungsſtäbe auf Biegung beanſprucht, und daß ferner insbeſondere bei Hauptträgern mit Doppelgurten eine mehr oder weniger exzentriſche Belaſtung derſelben nicht zu vermeiden iſt. Um dieſen Nachteilen zu begegnen, hat man in neuerer Zeit mehrfach bei ausgeführten Bauten (Brücke über die Merwede bei Dortrecht [5], Rheinbrücke bei Rhenen (Fig. 3), Maasbrücke bei Heumen, Wolgabrücke bei Twer, Belayabrücke und andre ruſſiſche Brücken [4], Straßenbrücke von Tolbiac über die Seine bei Paris [8]) ſowie bei Brückenprojekten (Konkurrenzprojekte über die Rheinbrücken bei Bonn und Worms [6]) die zentriſche gelenkartige Auflagerung der Querträger in Anwendung gebracht. Hierzu dienen kleine Zapfen- oder Tangentialkipplager, mit denen die Querträger auf die Hauptträgergurtungen geſetzt ſind (Fig. 3), oder es werden bei unterhalb der Hauptträger liegender Fahrbahn die Querträger gelenkig angehängt. Die Seitenabſteifung der Hauptträger verlangt dann allerdings meiſt eine Verbindung der Gurtungen, an denen die Querträger liegen, durch beſondere, feſt angeſchloſſene Querriegel (ruſſiſche Brücken); bei den ſogenannten offenen oder Trogbrücken (mit Fahrbahn unten und fehlender oberer Querverbindung) wird man überhaupt den feſten Querträgeranſchluß vorziehen.

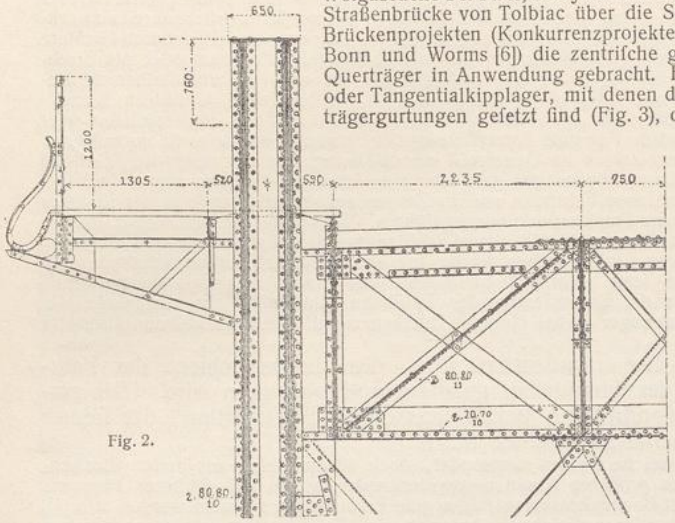


Fig. 2.

Die Längsträger der Fahrbahn können bei ausreichender Konſtruktionshöhe auf die Querträger aufgelagert werden; in der Regel werden ſie aber zwiſchen dieſelben verſenkt und auch wieder feſt an ſie angeſchloſſen. Der Abſtand der Längsträger richtet ſich nach der Konſtruktion und Belaſtung der Fahrbahntafel. Bei Straßenbrücken beträgt dieſer Abſtand etwa 0,7—1,5 m. Regeln für die ökonomiſch günſtigſte Austeilung der Längsträger in [1].

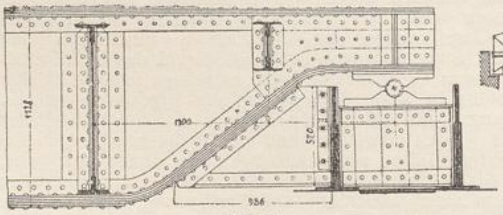


Fig. 3.



Fig. 4.

Bei nicht zu großer Entfernung der Querträger genügen hier Walzträger; ſonſt werden die Längsträger meiſt als Blechträger ausgeführt. Bei Eiſenbahnbrücken, die keine Schotterbettung erhalten, ſind unter jedem Gleiſe zwei Längsträger anzuordnen. Dieſelben tragen unmittelbar die Querſchwellen und heißen deshalb auch Schwellenträger. Wird aber ein durchgehendes Schotterbett gegeben, ſo iſt das Fahrbahngerippe wieder wie für eine Straßenbrücke anzuordnen. Die Feldergröße des von den Fahrbahnträgern gebildeten rechtwinkligen Netzes richtet ſich nach der Konſtruktion der Fahrbahntafel. Wird dieſelbe aus Blechtafeln oder Buckelplatten hergeſtellt, die an allen vier Rändern eine Unterſtützung erhalten ſollen, ſo werden meiſt noch Zwiſchenquerträger oder ſekundäre Querträger notwendig, die ſich auf die Längsträger ſtützen.

Die feſte Verbindung der Längsträger mit den Querträgern hat gewiſſe Nebenſpannungen im Gefolge, die man gerne vermieden ſehen möchte. So werden dadurch insbeſondere auf die Querträger Torſionsmomente übertragen, welche die Trägerwandung und die Nieten an der Anſchlußſtelle der Längsträger ſehr ungünſtig beanſpruchen; ferner wird infolge der feſten Verbindung des Fahrbahngerippes ein Teil der Längskraft jenes Gurtes, an dem die Fahrbahn gelegen iſt, in die Fahrbahnlängsträger übergehen, was wieder Horizontalbiegungsbeanſpruchungen namentlich der gegen die Brückenenden zu gelegenen Querträger zur Folge hat.

Es iſt deshalb verſucht worden, die feſte Verbindung der Längsträger mit den Querträgern, die allerdings bei den ausgeführten Brücken noch immer die Regel bildet, durch bewegliche Anſchlüſſe zu erſetzen, wobei aber darauf Bedacht zu nehmen iſt, daß die Auflagerungsſtelle der Längsträger nicht zu weit von der Querträgerachſe abrückt, da ſonſt auch wieder Torſionskräfte auftreten würden. Dieſer bewegliche Anſchluß kann erzielt werden: a) durch Verbindung mittels Gelenkbolzen; b) durch Auflagerung des Längsträgerſteges auf zwiſchen die Anſchlußwinkel eingeſetzte Futterſtücke; c) mittels Stützwinkel, die an den Steg des Längsträgers angenietet ſind und ſich auf eine an die Wand des Querträgers genietete Platte ſtützen; d) durch Anhängung der Längsträger an die Querträger mittels Federplatten; e) durch unmittelbare längsverſchiebliche Auflagerung der Längsträger auf die Querträger.

Die aus dem ſtarren Zuſammenhange aller Teile einer Brückenkonſtruktion durch Vernietung entſtehenden ſchädlichen Neben- und Zuſatzſpannungen wurden in neuerer Zeit auch durch Einführung der „freiſchwebenden Fahrbahntafel“ beſeitigt. Die Durchführung derſelben iſt nicht nur auf die Einzelheiten der Eiſenkonſtruktion, ſondern auch auf die Umrißlinien der Hauptträger und die Linienführung der Verbände von maßgebendem Einfluß. Das Weſen der Anordnung beſteht darin, daß die geſamte Eiſenkonſtruktion eines Ueberbaues in zwei voneinander faſt unabhängige Hauptteile zerlegt wird. Dieſes Prinzip wurde 1895 von der Geſellſchaft Harkort in ihrem Entwurf für die Bonner Rheinbrücke empfohlen und 1900 bei der Eiſenbahnbrücke bei Worms verwirklicht; weitere Anwendungen dieſes Prinzips zeigen: 1899 die Moſelbrücke bei Trarbach (Straßenbrücke), 1904 Rheinbrücke bei Mainz (zweigleiſige Eiſenbahnbrücke). Bei letzterer (Fig. 4) ſind die beiden voneinander unabhängigen Teile:

1. das Haupttragwerk (Bogenfachwerksträger mit Zugband), der obere und untere Windverband, die Endportale und ſonſtige ſenkrechte Querverbände, welche Teile ſämtlich miteinander feſt vernietet ſind;

2. die Fahrbahntafel, beſtehend aus den Querträgern nebſt Fußwegkonſolen, Längsträgern, Geländer und dem Brückenbelag, welche Teile ebenfalls untereinander feſt vernietet und verſchraubt und als Ganzes mittels Hängeſtangen in die Haupttragkonſtruktion freiſchwebend hineingehängt ſind. Dabei iſt aber eine Verſchiebung der Fahrbahntafel ſowohl in der Querrichtung infolge Winddrucks als auch in der Längsrichtung infolge von Bremskräften unmöglich gemacht. Die Querverſchiebung wird aufgehoben durch konſolartige Vorſprünge des Querträgers (Fig. 5), die ſich mit Kontaktflächen an die Knotenbleche des Windverbandes anlegen, ohne mit ihnen verbunden zu ſein; die Feſtlegung der an den Hängeſtangen pendelnden Fahrbahn in der Längsrichtung geſchieht ausſchließlich am mittelſten Querträger, der beiderſeits mit den Horizontalgurten (Zugband) der Hauptträger feſt verbunden iſt, wogegen die Längsträger der eingehängten Teile der Fahrbahn am Ende derſelben (in den Knoten-

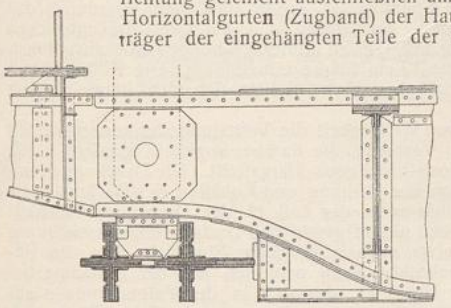


Fig. 5

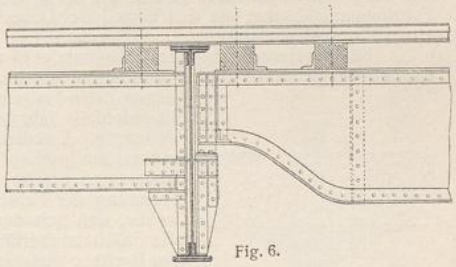


Fig. 6.

punkten 1 längsbeweglich gelagert ſind (Fig. 6). Es kann ſomit eine Verkürzung oder Verlängerung der Hauptträger (insbeſondere des Zugbandes) vor ſich gehen, ohne die Fahrbahn in Mitleidenſchaft zu ziehen. Zur Vermeidung von Biegungsbeanſpruchungen der Hängeſtangen ſind die Querträger an den Hängeſtangen mit Gelenkbolzen befeſtigt. Nähere konſtruktive Details in [7].

Die Querträger werden als frei aufliegende Träger berechnet, obwohl in der Regel, wie oben bemerkt wurde, eine teilweiſe Einſpannung vorhanden iſt. Dasſelbe gilt von den Längsträgern, ſofern ſie nicht, wenn auf den Querträgern liegend, als kontinuierliche Träger auf elaſtiſch nachgiebigen Stützen angeſehen werden können [1]. Es iſt immer die ungünſtigſte Belaſtungsweiſe in Betracht zu ziehen, d. i. bei Straßenbrücken die Belaſtung durch die ſchwerſten für den Verkehr auf der Brücke anzunehmenden Wagen, wobei die von den Wagen frei bleibenden Fahrbahnflächen mit Menſchengedränge beſetzt anzunehmen ſind. — Die gewöhnliche Anordnung der Querträger iſt normal zur Brückenlängsachſe; auch bei ſchiefen Brücken wird durch entſprechende Austeilung der Knotenweiten der Hauptträger in der Regel dieſe normale Querträgerlage herbeigeführt. Eine hiervon abweichende Anordnung des Fahrbahngerippes rührt von Köpcke her. Hiernach werden die Querträger ſchräg unter etwa 45° zur Brückenlängsachſe gelegt und beſteht dann das Fahrbahngerippe aus zwei Scharen ſolcher ſich nahezu rechtwinklig durchkreuzenden Träger. Zwiſchen der einen Schar ſind dann noch nach Erfordernis parallel zur andern Schar laufende Zwiſchenträger eingeſchaltet. Angewendet bei der Loſchwitzer Elbebrücke und auch bei einigen Eiſenbahnbrücken in Sachſen. Als Vorteil dieſer Anordnung wird geltend gemacht, daß eine große Horizontalſteifigkeit erzielt wird und ein eigner Windſtrebenverband an der Fahrbahn entfallen kann.

Literatur: [1] Winkler, Eiſerne Brücken, Bd. 4, Querkonſtruktionen, Wien 1884. — [2] Häſeler, Der Brückenbau, 1. Teil, Eiſerne Brücken, Lief. 2 und 3, Braunſchweig 1893. — [3] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1890. — [4] Rigaſche Induſtrieztg. 1888, S. 205, 217; Engineering 1890, S. 95. — [5] Engineering 1882, Bd. 2, S. 157. — [6] Zentralbl. d. Bauverwaltung 1895, 1896. — [7] Zeitſchr. d. Vereins deutſcher Ingen. 1900, 1904. — [8] Le Génie Civil 1895, S. 305.

(Melan) Horowitz.

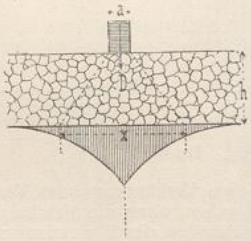
Fahrbahntafel einer Brücke nennt man die Ueberdeckung der Fahrbahnträger und die Unterlage für die eigentliche Brückendecke.

Man unterſcheidet Konſtruktionen in Holz, Eiſen und Stein. Die hölzerne Fahrbahntafel beſteht aus der ſogenannten Bruckſtreu, d. i. aus dicht liegenden ſtarken Bohlen oder Halbhölzern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu den Konſtruktionen aus Eiſen werden die verſchiedenen Belageiſen, insbeſondere Zoreseiſen, ferner Buckelplatten, Wellblech, Hängebleche und in neueſter Zeit auch Flachbleche verwendet (vgl. Brückenbelag). Eine über dieſe Belageiſen gebreitete Betonſchicht gibt einen gewiſſen Roſtſchutz und erhöht die Tragfähigkeit der Fahrbahntafel. Als ein neuerer Vorſchlag iſt eine Konſtruktion aus ebenen Blechtafeln anzuführen, die an den Rändern mit den Quer- und Längsträgern vernietet und durch aufgenietete, in 60 cm Abſtand liegende, 60 mm hohe ⌐-Eiſen verſteift ſind. Auf die ſo gebildete Tafel kommt eine 10 cm ſtarke Betonſchicht [1]. Die bei der Eiſenbahndirektion Altona ſeit 1903 in Verwendung ſtehende Johannſche Fahrbahnkonſtruktion iſt ebenfalls eine Flacheiſenabdeckung, bei der infolge des dachförmigen Querſchnittes der Fahrbahn eine raſche Entwäſſerung derſelben möglich iſt. Näheres unter [8]. Als ſteinerne Fahrbahntafel iſt nur in wenigen Fällen eine Ueberdeckung der Fahrbahnträger mit Steinplatten in Anwendung gekommen; in der Regel beſtehen derartige Konſtruktionen aus Gewölbkappen, die zwiſchen die Fahrbahnträger eingeſpannt ſind. Es empfiehlt ſich, die Gewölbe nach der Querrichtung anzuordnen und den Endquerträger gegen den Horizontalſchub entſprechend zu ſichern. Die Spannweite der Ziegelgewölbe macht man 0,9—1,8 m, gewöhnlich 1,0 m, ihre Stärke bei Hohlziegel 12 cm, bei Vollziegel 16—22 cm, die Pfeilhöhe der Gewölbe $^1/_{10}$—$^1/_5$ der Spannweite. Es iſt für gute Entwäſſerung zu ſorgen und werden die Zwickel über den Gewölben deshalb gewöhnlich voll nachgemauert. Nachteil dieſer Konſtruktion iſt das große Gewicht, was allerdings wieder die Empfindlichkeit der Brücke gegen Stoßwirkungen herabmindert. Anſtatt der namentlich in Frankreich früher häufiger angewendeten Ziegelgewölbe ſind in neuerer Zeit auch Betongewölbe zur Anwendung gekommen (Hackerbrücke in München, Betongewölbe zwiſchen Querträgern von 2,04 m Spannweite, 30 cm Pfeil- und 20 cm Gewölbſtärke [2]). Durch Anordnung armierter Betongewölbe (ſ. Betoneiſenkonſtruktionen) können mit geringeren Gewölbeſtärken größere Spannweiten erzielt und kann hierdurch das Eigengewicht beträchtlich herabgemindert werden. So wurden u. a. bei zwei Straßenbrücken über den Fußacher Rheindurchſtich in Vorarlberg mit T-Eiſen armierte Betongewölbe ausgeführt, die bei 2,6 m Spannweite 10 cm, bei 3,4 m Weite 12 cm Stärke erhielten [9]. Die Koſten dieſer Fahrbahnausführung, die den Vorteil der Dauerhaftigkeit bietet, ſtellten ſich nicht höher als jene eines Zoreseiſenbelages.

Für die Berechnung der Fahrbahntafel iſt von Wichtigkeit die Verteilung der konzentrierten Drücke der Radlaſten durch die Fahrbahndecke. Verſuche, die darüber angeſtellt wurden [3], [4], haben dieſe Frage noch nicht ganz klargeſtellt. Die Druckverteilung iſt jedenfalls ſehr von der Reibung und Kohäſion des Deckmaterials abhängig. Unmittelbar unter der Laſt iſt der Druck pro Flächeneinheit am größten und nimmt gegen den Umfang einer kreisförmig begrenzten Fläche etwa nach beiſtehender Figur ab. Für die Berechnung der Fahrbahntafel kann man ſich mit der Annahme behelfen, daß ſich der Druck D, der ſich in der Felgenbreite a auf die Fahrbahnoberfläche überträgt, auf eine quadratiſche Fläche von der Breite x gleichmäßig verteile. Winkler ſetzt hierfür nach einem Verſuche von Fränkel $x = a + 1{,}5\,h$, bemerkt jedoch, daß bei gutem Schlägelſchotter 2,0 ſtatt 1,5 geſetzt werden können. Iſt die Fahrbahntafel mit einer Betonſchicht von der Stärke h überdeckt, ſo wird man wohl $x = a + 2{,}5\,h$ ſetzen können. Kommt auf die Schotter- oder Betondecke ein Pflaſter zu liegen, ſo ſoll man der Sicherheit halber für h nur die Höhe der Schotter- oder Betondecke und für a die Breite eines Pflaſterſteines einführen.



Literatur: [1] Wettbewerb für die feſte Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, Zentralbl. der Bauverw. 1896, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1896. — [2] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1893. — [3] Fränkel, Zeitſchr. für Bauweſen 1868, S. 175. — [4] Steiner im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2, Abt. 2, S. 178. — [5] Peſtalozzi, Eiſerner Brückenbelag, Zürich 1876. — [6] Winkler, Eiſerne Brücken, IV, Querkonſtruktionen, Wien 1884. — [7] Häfeler, Der Brückenbau, I, Eiſerne Brücken, 2. Lief., Braunſchweig 1893. — [8] Zentralbl. der Bauverw. 1903/04. — [9] Allg. Bauztg. 1900, Heft 4.

Melan.

Fahrbar, ſ. Fahren.

Fahrbühne bei Aufzügen, ſ. d., Bd. 1, S. 374.

Fahrdamm, ſ. Straßenbau.

Fahren, Fahrung. Unter Fahren verſteht man im Bergbau die Fortbewegung der Menſchen in den Grubenräumen, ſei es durch die eigne Muskelkraft oder mit Hilfe maſchineller Einrichtungen. Die zum Zwecke des Fahrens getroffenen Vorkehrungen bezeichnet man als Fahrung. Fahrbar oder befahrbar nennt man Grubenräume, die gehörig zugänglich ſind. Anfahren heißt, ſich in eine Grube hineinbegeben. Man ſagt auch: eine Grube befahren. Dementſprechend werden die Ausdrücke Anfahrt oder Einfahrt, Ausfahrt und Befahrung gebraucht.

Auf den Strecken und in den Abbauen wird häufig unmittelbar auf der Sohle gefahren, in waſſerführenden Strecken, deren Waſſerſeige c (in Fig. 1) die ganze Streckenbreite einnimmt, wird zur Fahrung das Tragewerk (in Oeſterreich auch Tretwerk genannt) aus eingebühnten Stegen a und daraufgenagelten Laufpfoſten b hergeſtellt. Derartiges Tragewerk heißt offenes im Gegenſatz zum geſchloſſenen, bei dem die Stege bis an die Streckenſtöße mit Pfoſten abgedeckt werden. Strecken, die nur zur Fahrung dienen, heißen Fahrſtrecken; man legt ſie

namentlich parallel zu Brems- und Haſpelbergen an, da auf dieſen während der Förderung das Fahren verboten iſt. Unter Fluchtweg verſteht man einen fahrbar gehaltenen Weg durch Strecken und Schächte, auf dem die Arbeiter die Grube verlaſſen können, falls der gewöhnliche Weg aus irgend welchen Gründen zeitweiſe nicht benutzt werden kann. In den Abbauen ſind wohl einfache Treppen, auch Fahrten (ſ. weiter unten) in Benutzung; beim Firſtenbau (ſ. d.) nennt man die zu Treppen aufgeſetzten groben Berge Vorſätze, am Harz auch Abgeſtemme. Selten dienen Einbäume (ſ. Fig. 2) zur Fahrung, das ſind Stämme von Rundholz mit ſtufenartigen Ausſchnitten. In den Fallſtrecken der öſterreichiſchen Salzbergbaue ſind Rutſchen üblich; ſie beſtehen aus zwei nahe beieinander liegenden geneigten glatten Bäumen, auf denen man rittlings herabrutſcht, während man an einem daneben befeſtigten Seil mit der durch ein Leder geſchützten Hand die Geſchwindigkeit mäßigt. Am unteren Ende verläuft die Rutſche allmählich wagerecht; zum Aufwärtsfahren ſind daneben Treppen eingebaut.

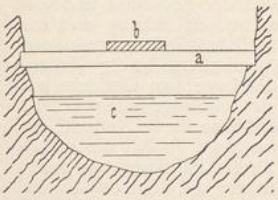
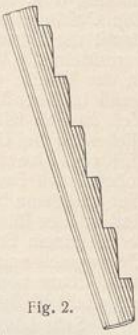
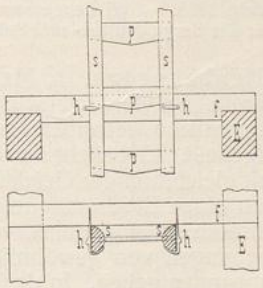


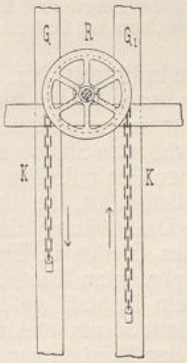
Fig. 1. Offenes Tragewerk.


Fig. 2.

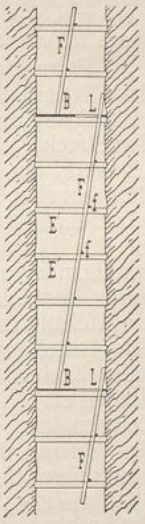
Beſonders wichtig ſind die Einrichtungen in den Schächten. Es werden zur Fahrung entweder Fahrten, das ſind ſtarke Leitern, Fahrkünſte oder die Fördergeſtelle (Fahrung am Seil, Seilfahrung) benutzt. Dient ein Schacht nur zum Fahren auf Fahrten, ſo heißt er Fahrſchacht; diejenige Abteilung eines Hauptſchachtes, in der die Fahrten bezw. die Fahrkunſt eingebaut ſind, heißt Fahrtrum, Fahrkunſttrum.

Eine Fahrt (Fig. 3) beſteht aus den Fahrtſchenkeln *s*, gewöhnlich Fichten- oder Tannenholz, und den Fahrtſproſſen *p*, am beſten Buchenholz. Zum Einbau der Fahrten dienen die Fahrtfröſche *f*, kurze Hölzer, welche auf die Einſtriche *E* aufgeblattet ſind; an ihnen wird die


Fig. 3. Befeſtigung der Fahrt.


Fig. 6. Kettenrolle.

Fahrt mittels der Fahrthaſpen *h* befeſtigt. In den ſenkrechten Schächten ſtehen die Fahrten *F* zweckmäßig in einer Neigung von 75—80° (Fig. 4) auf den in regelmäßigen Abſtänden im Fahrſchacht befindlichen Bühnen *B*, das ſind eingebaute Fußböden, auf denen der Einfahrende von der oberen Fahrt abtritt, um ſie herumgeht und durch eine belaſſene Oeffnung, das Fahrloch *L*, die nächſte Fahrt betritt. Findet auf einer Bühne noch anderweiter Verkehr ſtatt, ſo iſt das Fahrloch für gewöhnlich durch eine kleine Falltür, den Fahrtdeckel oder Schachtdeckel, geſchloſſen.


Fig. 4. Stellung der Fahrten im Schachte.

In flachen (d. h. geneigten) Schächten iſt es unbequem, mit den Händen auf die Sproſſen zu greifen; es werden daher ſeitlich oberhalb der Fahrt Fahrtſtangen angebracht. Wird eine Fahrt nur vorübergehend benutzt, ſo hängt man ſie wohl an S-förmigen Fahrthaken mittels einer der oberſten Sproſſen auf. Stürzt jemand von der Fahrt, ſo ſagt man, er wird fahrtlos.

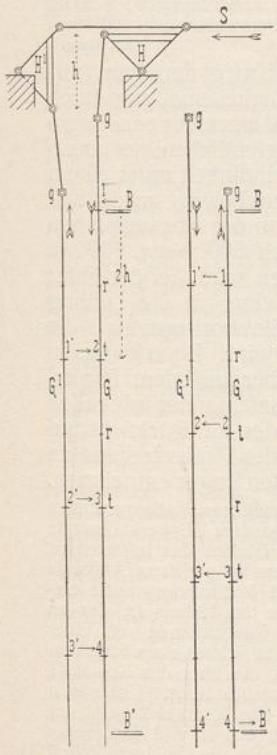

Fig. 5. Zweitrümige Fahrkunſt.

Fig. 5a. Fahrkunſt.

Die Fahrkünſte [1], [2] wurden 1833 von Dörell am Harz erfunden; ſie beſtehen aus abwechſelnd auf und nieder gehenden Geſtängen, an denen ſich feſte Tritte *t* zum Darauftreten und Handgriffe *r* zum Anhalten befinden. Die häufigſte Art der Ausführung als zweitrümige Fahrkunſt mit Tritten *t* im doppelten Abſtande der Hubhöhe *h* zeigen Fig. 5 und 5a. Die Geſtänge *G* und G^1 beſtehen aus Walzeiſen, deren einzelne Längen durch Verlaſchung miteinander verbunden ſind; die Kurbel der umlaufenden Maſchine wirkt mittels der Schubſtange *S* auf die beiden Winkelhebel (Kunſtkreuze, Kunſtwinkel) *H* und H^1, an denen unter Einſchaltung einer Geradführung *g* die Geſtänge befeſtigt ſind; die Tritte ſind in Abſtänden $2h$ angebracht. Ein Mann, der einfährt, tritt von der Schachtbühne *B* auf den Tritt 1 am Geſtänge *G*,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieſes ſinkt, während das andre ſteigt; nach einer halben Umdrehung der Maſchine ſtehen ſich die Tritte 1 und 1′ gegenüber (Fig. 5a), der Mann tritt während der Hubpauſe nach 1′ über und legt auf dieſem Tritte während der zweiten halben Umdrehung der Maſchine wieder den Weg *h* zurück. Nach der erſten vollen Umdrehung der Maſchine ſtehen die Geſtänge in der Anfangsſtellung (Fig. 5), der Mann hat den Weg 2 *h* zurückgelegt und kann von 1′ nach 2 übertreten. Die Geſtänge ſind entſprechend geführt, neben der Fahrkunſt ſind meiſtens Fahrten eingebaut, damit die Fahrenden beim Stillſtand der Maſchine die Fahrkunſt verlaſſen können; Signalzüge vermitteln die Verſtändigung mit dem Maſchinenwärter. Die Fahrkünſte machen etwa fünf Spiele in der Minute, und da die Hubhöhe gewöhnlich 2 m beträgt, ſo legt ein Mann auf der Fahrkunſt in einer Minute $5 \cdot 2 \cdot 2 = 20$ m Weg zurück. Zum Abtreten von der Fahrkunſt ſind von Zeit zu Zeit ſeitlich Bühnen im Fahrkunſttrum eingebaut. Zur Gewichtsausgleichung und zur Sicherung bei Geſtängebrüchen werden bei Fahrkünſten außer den ſonſt bei Geſtängemaſchinen (ſ. Kraftübertragung im Bergbau) üblichen Einrichtungen beſonders häufig Kettenrollen, auch Fangſcheiben genannt (Fig. 6, *R*), angebracht, das ſind eiſerne, am Umfange mit Nut verſehene Scheiben, deren Durchmeſſer gleich dem Abſtande der Geſtängemitten iſt; ſie ſind an der Rückſeite der Geſtänge verlagert, über jede derſelben läuft eine ſtarke Kette *K*, die je mit einem Ende an einem der Geſtänge befeſtigt iſt. Bricht ein Geſtänge, ſo ſoll der untere Geſtängeteil von dieſen Ketten getragen werden. — Ueberhübig iſt eine Fahrkunſt, auf deren Kunſtkreuze noch Geſtänge aufgeſetzt ſind, die alſo über die Sohle, in der die Betriebsmaſchine aufgeſtellt iſt, hinaufhebt.

Sehr häufig dienen die in den Schächten zur Produktenförderung beſtimmten Einrichtungen unter Anbringung beſonderer Sicherheitsvorkehrungen, zu denen namentlich die Fangvorrichtungen (ſ. d.) gehören, auch zur Mannſchaftsfahrung (Seilfahrung); es iſt dies namentlich bei tiefen Schächten die bequemſte Art der Fahrung (ſ. a. Schachtförderung). Das Fahren auf dem Knebel, einem Knüttel, der durch das oberhalb eines Knotens aufgedrehte Seilende geſteckt iſt, wird nur ausnahmsweiſe angewendet; mittels Handhaſpels wird das Seil ab- und aufgewickelt.

Literatur: Vgl. die Bd. 1, S. 696, genannten Lehrbücher der Bergbaukunde. — [1] Hauer, J. v., Die Fördermaſchinen der Bergwerke, Leipzig 1885. — [2] Lengemann und Meinicke, Schacht Kaiſer Wilhelm II. bei Clausthal, Zeitſchr. für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im preußiſchen Staate 1895, S. 227.

Treptow.

Fahrgeſchwindigkeit der Eiſenbahnzüge, 1. Meſſung derſelben auf den Stationen durch Kontaktapparate. Bei der Geſchwindigkeitsmeſſung durch elektriſche Kontaktanlagen wird der eigentliche Meßapparat auf einer der zu sichernden Strecke benachbarten Station aufgeſtellt. Er beſteht im weſentlichen aus einem Uhrwerk, das einen Papierſtreifen mit gleichförmiger Geſchwindigkeit unter einem Zeichengeber entlangführt, der durch einen Elektromagneten bewegt wird. Von letzterem iſt eine Drahtleitung die Strecke entlanggeführt, von der Abzweigungen zu den längs des Gleiſes in Entfernungen von gewöhnlich 500 bezw. 1000 m voneinander angebrachten Kontaktapparaten gehen. In dieſen wird bei der Fahrt durch den Zug ein Kontakt geſchloſſen, ſo daß nun aus einer in die Leitung eingeſchalteten Batterie ein elektriſcher Strom durch den Elektromagneten, die Streckenleitung, den Kontakt zur Erde und zurück geſendet wird. Beim Paſſieren jedes Kontaktapparates wird dadurch von dem Zeichengeber auf dem Papierſtreifen ein Zeichen hervorgebracht. Aus dem Abſtand der aufeinander folgenden Zeichen kann man mit Hilfe eines geeigneten Maßſtabes, der mit Rückſicht auf den Abſtand der Kontaktapparate und die Geſchwindigkeit des Papierſtreifens zu konſtruieren iſt, unmittelbar die Geſchwindigkeit des betreffenden Zuges entnehmen.

Aus Fig. 1 iſt die allgemeine Anordnung des auf der Station befindlichen Meßapparates in der Anordnung von Siemens & Halske in Berlin erſichtlich. Die von dem Uhrwerk bewegte Trommel *T* wickelt von einer Rolle den Papierſtreifen ab. Um jedes Gleiten des letzteren zu verhindern, iſt er auf ſeiner ganzen Länge mit einer Reihe von Löchern in gleichem Abſtande voneinander verſehen, in welche die auf dem Umfang der Trommel befindlichen Stifte eingreifen. Der Zeichengeber beſteht aus einem kleinen Meſſer am Ende des Hebels *H*, der an ſeiner unteren Seite den Anker des Elektromagneten *E* trägt und im Ruhezuſtande von einer Spiralfeder gegen den Selbſtunterbrechungskontakt 2 gedrückt wird. Beim Schluß eines Streckenkontaktes iſt ſonach für den Strom der Batterie eine Leitung hergeſtellt, die über den Kontakt 1 zum Hebel *H*, Kontakt 2, Elektromagnet *E* zur Streckenleitung und zurück führt. Unter dem Einfluß dieſes Stromes und der Selbſtunterbrechung desſelben durch den Kontakt 2 gerät der Hebel *H*, ſolange der Schluß des Streckenkontaktes dauert, in Schwingungen und das Meſſer arbeitet in den Papierſtreifen ein Loch von entſprechender Länge ein. Da die Geſchwindigkeit des Papierſtreifens nur etwa 12—30 mm in der Minute beträgt, ſo werden die Zeichen bei kurz andauerndem Schluß des Streckenkontaktes, wie er z. B. durch einzeln fahrende Lokomotiven bewirkt wird, leicht undeutlich. Der Apparat zeigt deshalb in Fig. 1 noch eine Einrichtung, die beſtimmt iſt, in ſolchen Fällen eine Kontaktverlängerung von hinreichender Dauer in dem Apparat ſelbſt hervorzubringen. Zu dieſem Zwecke trägt der Hebel *H* ein kleines Sperrad, das durch eine am Uhrgehäuſe befeſtigte Sperrfeder gezwungen wird, bei jeder Schwingung des Hebels um einen Zahn vorzurücken, während eine zweite am Hebel ſelbſt befeſtigte Sperrfeder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Rückwärtsdrehung verhindert. In dem gezeichneten Ruhezuſtande unterſtützt ein an dem Sperrade befeſtigter Stift den Kontakthebel *h*, welch letzterer bei der Drehung des erſteren herabfällt und den Kontakt 3 ſchließt, bis nach einer vollen Umdrehung des Rades der Hebel *h* wieder in die Ruhelage zurückgehoben wird. Während des Schluſſes von 3 fließt der Strom der Batterie über 1, Hebel *H*, 2, Elektromagnet *E*, Hebel *h*, 3 zurück zur Batterie. Die Streckenleitung iſt demnach ausgeſchaltet und die Batterie durch den Elektromagneten kurzgeſchloſſen. Das kürzeſte Zeichen entſpricht ſonach der Zeit, die das Sperrad zu einer Umdrehung gebraucht.

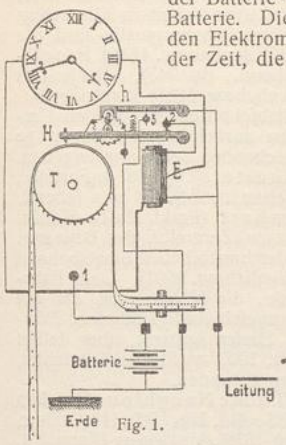


Fig. 1.

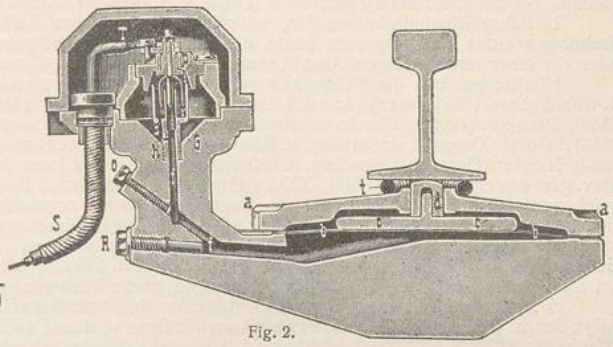


Fig. 2.

Die Streckenkontakte, die bei dieſen Anlagen notwendig ſind, waren anfangs ſolche, bei denen pedalartige Hebel durch den über die Außenſeite der Schienenköpfe hinüberreichenden Rand der Radeiſen niedergedrückt wurden (ſ. Schienenkontakte). Da derartige Einrichtungen aber leicht von unbefugter Hand bewegt werden konnten ſowie auch durch die mit ihrer Konſtruktion verbundenen heftigen Stöße in der Unterhaltung ſehr teuer wurden, ſo werden neuerdings meiſt ſogenannte Durchbiegungskontakte verwendet, bei denen die Durchbiegung, welche die Schiene zwiſchen den Schwellen durch die Räder der Fahrzeuge erleidet, für den Kontaktſchluß verwendet wird. In Fig. 2 iſt ein ſolcher Kontakt in der Konſtruktion von Siemens & Halske dargeſtellt. Der aus Gußeiſen hergeſtellte Apparat iſt mittels zweier längs der Schiene ſich erſtreckenden Arme und Klemmplatten am Schienenfuß befeſtigt. Die Durchbiegung der Schiene wird durch den Stempel *d*, die Scheibe *c* und die Platte *b* auf das unter letzterer befindliche Queckſilber übertragen. Letzteres ſteigt infolgedeſſen durch den Kanal *f* in den Topf *G* und füllt den in demſelben befindlichen Kelch *r* an. Durch die Zinken der in letzteren hineinreichenden Gabel *i*, die von dem Körper des Apparates iſoliert iſt, wird in dieſem Falle die elektriſche Verbindung des Kabels *S* mit dem als Erdplatte wirkenden Körper des Apparates und den ebenſo wirkenden Schienen hergeſtellt. Bei dem Nachlaſſen des Druckes auf die Schiene tritt das Queckſilber zurück und das in dem Kelche *r* befindliche läuft durch das Loch *s* im Boden des letzteren in etwa 10 Sekunden ab, ſo daß alsdann der Kontakt wieder unterbrochen iſt.

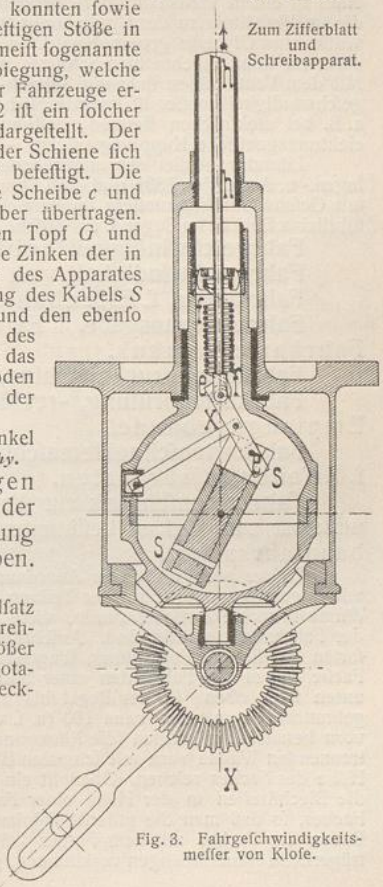


Fig. 3. Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer von Klose.

Literatur: Elektrotechn. Zeitſchr. 1886, April; Grahwinkel und Strecker, Hilfsbuch f. d. Elektrotechnik, Berlin. *Köchy.*

2. Meſſung auf den Eiſenbahnfahrzeugen erfolgt durch Vorrichtungen, die unabhängig von der Fahrſtrecke die Fahrgeſchwindigkeit durch Meſſung der Umfangsgeſchwindigkeit eines Rades angeben. Man unterſcheidet:

a) Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer, die auf dem Grundſatz beruhen, daß in Drehung verſetzte Maſſen ſich von der Drehachſe mit um ſo größerer Kraft zu entfernen ſtreben, je größer die Winkelgeſchwindigkeit der Drehbewegung wird; die Rotationsmaſſen können feſte oder flüſſige Körper (Waſſer, Queckſilber) ſein.

Mit feſten Rotationskörpern ſind die Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer von Klose, Finkbein und Schäfer (Organ f. d. Fortſchr. des Eiſenbahnw. 1878, 1880, 1889, 1890), Buß-Sombart & Cie. (Dinglers Polyt. Journ., Bd. 238) und Jähns (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1884, Bd. 14) konſtruiert. Bei Kloſes Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer (Fig. 3), der vom Verein deutſcher Eiſenbahn-

verwaltungen prämiiert wurde, ſitzt auf der Rotationsachſe *xx* eine aſtatiſch aufgehängte Scheibe *ss*, die ſich bei Drehung jener entſprechend der Umdrehungsgeſchwindigkeit mehr oder minder geneigt zu ihr ſtellt; die Zugſtange *ee* geſtattet, das Maß dieſer Neigung durch die Spannkraft der Feder *ff* zu beſtimmen, und vermittelt die hin und her gehende Bewegung der Stange *hh*, deren Größe an einem Zifferblatte und in einem Schreibapparate in entſprechender Weiſe dargeſtellt wird; an erſterem erſcheint die Angabe der Fahrgeſchwindigkeit in Kilometern pro Stunde (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1879). — Mit flüſſiger Schwungmaſſe ſind die Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer von Stroudley (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1880), Proell-Scharowsky (Dinglers Polyt. Journ., Bd. 238), Schneider (ebend., Bd. 245), Ehrhardt (ebend., Bd. 250) und Brüggemann (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1888) konſtruiert.

b) Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer, welche die in gleichen Zeitabſchnitten erfolgenden Umdrehungen eines Fahrzeugrades bezw. die in gleichen Zeiträumen zurückgelegten Zugswege oder die einer und derſelben Anzahl von Radumdrehungen entſprechenden Zeiträume angeben.

Hierher gehören die Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer von Haußhälter (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1887), Petri (Annal. f. Gew. u. Bauw. 1879), Horn (ebend. 1884), Jähns (ebend. 1884), Pouget (Portefeuille économique des machines 1882), Sombart (Prakt. Maſch.-Konſtr. 1882), Pohl (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1878), Brettmann (Zentralbl. der Bauverw. 1890), Hasler (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1903) und jener der franzöſiſchen Staatsbahnen (Rev. gén. des chem. de fer 1901, XXIV; Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1901). Dem Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer Haußhälters liegt der Gedanke zugrunde, die Höhen, um die ein Gewicht in gleichen Zeiträumen gehoben wird, von der Umdrehungsgeſchwindigkeit einer Fahrzeugachſe in einem beſtimmten Verhältniſſe abhängig zu machen. Dieſer Apparat, über deſſen Genauigkeitsgrad P. Bautze im Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1903 ausführlich berichtet, hat im Vereine Deutſcher Eiſenbahnverwaltungen große Verbreitung gefunden.

c) Anderweitige Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer ſind von Small & Mc Naughton (Dinglers Polyt. Journ. 1887, Bd. 263), Dietze (Annal. f. Gew. u. Bauw. 1883, Bd. 13), Pfeil (Oeſterr. Eiſenb.-Ztg. 1893, S. 261), Göbel (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1879), Volkmar (Zentralbl. d. Bauverw. 1887) und G. A. Glöckner (Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1903) konſtruiert worden.

Pfeils Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer mißt die Fahrgeſchwindigkeit durch die Höhenlage eines in einem vertikalen Rohre verſchiebbaren Ventilkolbens, unter welchen durch eine Pumpe, die im Verhältnis zu der Umdrehungsgeſchwindigkeit des Rades betätigt wird, ein Gemiſch von Waſſer und Glyzerin gepumpt wird. In dem Maße, als ſich der Kolben hebt, wird die Oeffnung eines im Rohr angebrachten Schlitzes frei, durch den die Flüſſigkeit wieder zur Pumpe gelangt. Mit dem Ventilkolben ſteht ein Schreib- und ein Zeigerwerk in Verbindung. Glöckners Fahrgeſchwindigkeitsmeſſer iſt hauptſächlich für raſch und ſtark wechſelnde Fahrgeſchwindigkeiten, z. B. bei elektriſchen Bahnen, beſtimmt; deshalb iſt die mechaniſche Zwangläufigkeit durch elektromagnetiſche Kupplung erſetzt. — S. a. Eiſenbahnbetrieb, S. 288.

Literatur: Außer den angegebenen Zeitſchriften ſ. a. Schlöß in der Wochenſchr. des öſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891 und Röll, Encyklop. d. Eiſenbahnw., S. 1517. Ueber die Erfahrungen mit Geſchwindigkeitsmeſſern im Bereiche Deutſcher Eiſenbahnverwaltungen findet ſich ein ausführlicher Bericht im Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw., 13. Ergänzungsband, 1903. *Alfred Birk.*

Fahrgeſchwindigkeit bei Aufzügen, ſ. Aufzüge, Bd. 1, S. 382.

Fahrgeſchwindigkeit von Schiffen, ſ. Schiffsgeſchwindigkeit.

Fahrkarten, ſ. Eiſenbahnfahrkarten, Eiſenbahnverkehr II.

Fahrkartenausgabe, ſ. Eiſenbahnverkehr II., Empfangsgebäude, Fahrkartenſchrank.

Fahrkartendruckmaſchine, ſ. Eiſenbahnfahrkarten.

Fahrkartenprüfung, -reviſion, -ſchalter, ſ. Eiſenbahnverkehr II. und Empfangsgebäude.

Fahrkartenſchneidemaſchine (Fahrkartenſtreifenſchneidemaſchine), ſ. Eiſenbahnfahrkarten.

Fahrkartenſchrank zur Aufbewahrung und bequemen Entnahme der unmittelbar zum Verkauf beſtimmten Mengen Edmonſonſcher Fahrkarten (ſ. Eiſenbahnfahrkarten).

In der gebräuchlichſten Anordnung beſteht ein ſolcher Fahrkartenſchrank in einem Regal mit wagerechter und lotrechter Teilung, ſo daß in jeder wagerechten Reihe, geſchieden durch dünne lotrechte Zwiſchenwände, viele ſchmale, verhältnismäßig hohe Fächer von der Breite der Fahrkarten gebildet ſind. Anſchriften über oder unter den Fächern geben die Fahrkartenſorten (Zielſtation, Zuggattung, Wagenklaſſe, einfache oder Rückfahrkarte u. ſ. w.) an. In jedem Fache liegen die Fahrkarten einer Sorte übereinander geſchichtet, in der Nummerfolge von unten nach oben, in der Regel bis zu 100 Stück (auch wohl 50 oder 200). Sind dieſe aufgebraucht, ſo werden neue 100 (u. ſ. w.) Stück eingelegt. Damit die Fahrkarten nicht nach vorn herausfallen können (die Rückwand des Schrankes iſt ganz geſchloſſen), ſind die die Fächer trennenden Wände vorn mit ſchmalen Blechſtreifen gerändert, die indeſſen nicht über die ganze Höhe des Faches reichen. Oben iſt ein Spielraum zum Einlegen der Fahrkarten; unten endigen die Blechſtreifen in der Höhe einer Fahrkartenſtärke über dem durchbrochenen Boden jedes Faches, ſo daß man die unterſte Fahrkarte, indem man ſie von unten durch den durchbrochenen Boden des Faches mit dem Finger faßt, herausziehen kann. Hierdurch iſt, ſofern nicht betrügeriſche Handhabungen vorkommen, gewährleiſtet, daß die Fahrkarten ſtets nach der Nummer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

folge verkauft werden. Ob zu einem Zuge Fahrkarten einer Sorte verkauft ſind, wird am einfachſten durch die Befolgung der Vorſchrift erkennbar gemacht, daß die unterſte Fahrkarte in jedem Fache, ſofern ſeit der letzten Beſtandsaufnahme kein Verkauf ſtattgefunden hat, ſo weit vorgezogen iſt, daß die Fahrkartennummer geleſen werden kann.

Die Fahrkartenſchränke ſind verſchließbar und bei größerem Umfange in der Regel ſo eingerichtet, daß die Flügeltüren an der Rückſeite gleichfalls Fächer für die Fahrkartenaufbewahrung tragen, ſo daß die für die Unterbringung der Fahrkarten verfügbare Fläche etwa doppelt ſo breit iſt wie der geſchloſſene Schrank ſelbſt. — Für Fahrſcheinhefte, Buchfahrkarten u. ſ. w. werden Schränke mit entſprechender Fachteilung, für die Aufbewahrung der Bereitſchaftsbeſtände in der Regel Schränke mit nur wagerechten Fächern verwendet. Bisweilen wird für ſolche Zwecke der (alsdann vortretende) Unterbau des Fahrkartenſchrankes benutzt.

Abweichende Anordnungen bezwecken, die Benutzung zu erleichtern (z. B. Anbringung der Fächer an einem drehbaren, trommelartigen Geſtell) oder das Entnehmen von Fahrkarten außer der Reihe zu verhindern (z. B. die Fachteilung — verſchließbar — zum Herausklappen eingerichtet, ſo daß die Fahrkarten von hinten eingelegt werden und vorn nur durch die untere Spalte jedes Faches entnommen werden können) u. ſ. w. In den raumſparenden Fahrkartenſchränken von Müller in Schaffhauſen ſtehen die Fahrkarten aufrecht (mit der bedruckten Seite nach vorn) in den Fächern, unten von einer Leiſte, oben von einer Feder feſtgehalten, von hinten durch eine andre Feder nach vorn gedrückt. Die Fahrkarten werden einzeln nach vorn herausgeklappt.

Literatur: Röll, Encykl. d. geſ. Eiſenbahnw., Wien 1890—95, S. 577. *Cauer.*

Fahrkartenſtempelpreſſe zur Stempelung der Edmonſonſchen Fahrkarten unmittelbar vor ihrer Verausgabung mit dem Datum (bisweilen auch mit der Tageszeit, einer Ordnungsnummer u. ſ. w.).

Die Fahrkartenſtempelpreſſen, auf der Schalterbrüſtung oder dem Schaltertiſch feſtgeſchraubt, enthalten einen auswechſelbaren Typenſatz oder einen Typenräderſatz und ſind faſt ausſchließlich zur trockenen Stempelung (Einpreſſung vertiefter Schrift) eingerichtet. In der Regel erfolgt die Stempelung durch Kniehebelwirkung. Nur bei ſchwachem Verkehr werden ſtatt deſſen wohl auch Schlagpreſſen oder Handſtempel angewandt. Zur Stempelung der Fahrſcheinhefte (Buchfahrkarten) dienen Durchſchlagſtempelpreſſen mit Nadeltypen.

Literatur: Röll, Encykl. d. geſ. Eiſenbahnw., Wien 1890—95, S. 580; ferner die Kataloge der Lieferanten, z. B. Gandenbergerſche Maſchinenfabrik (G. Goebel), Darmſtadt; F. H. Zimmermannſche Maſchinenfabrik, Berlin. *Cauer.*

Fahrkartenvernichtungsmaſchine, -zählmaſchine, ſ. Eiſenbahnfahrkarten.

Fahrkunſt, -loch, ſ. Fahren.

Fahrordnung, -plan, ſ. Eiſenbahnbetrieb IV. und V.

Fahrrad (Veloziped), ein zumeiſt zwei-, ſeltener dreirädriges Fahrzeug, bei dem der Fahrer mittels der Beine die Räder antreibt und durch Balancierung unter Ausnutzung der Schwungkraft der Räder die erwünſchte Fortbewegung erzielt.

Das Zweirad. Die Idee des Balancehaltens und die Urform des Zweirades mit den zwei in einer Linie ſtehenden Rädern ſowie der Steuerung des Vorderrades ging 1816 von dem Freiherrn v. Drais aus. Inſtrumentenmacher Fiſcher, Schweinfurt, konſtruierte 1850 ein Fahrrad mit Pedalen, das im Prinzip demjenigen des Franzoſen Michaux vollſtändig gleichkommt. — Michaux bewerkſtelligte 1860 die Fortbewegung des Fahrzeuges mit Pedalen am Vorderrad, ſo daß alſo die Beine frei vom Erdboden auf den Pedalen ruhend den Antrieb des Vorderrades beſorgten (Fig. 1). Damit beginnt die Entwicklungsperiode des Velozipedes. Zuerſt waren es die unternehmungsluſtigen Engländer, die dieſer neuen Sache ihr Intereſſe zuwendeten und in den ſiebziger und achtziger Jahren einen anſehnlichen Handelsartikel daraus ſchufen. Das Michauxſche Veloziped wurde ſeiner ausgeſtattet; an Stelle der hölzernen Räder mit Eiſenreifen treten zierliche Stahlnaben mit Aeolus-Kugellager und Stahlſpeichen, ein Felgenkranz mit eingelegtem Gummiring; die Maſchine bekommt eine zierliche Lenkſtange, einen Lederſattel, einen Rücken aus hohlen Stahlrohren. Das Vorderrad wird zur Erreichung einer größeren Ueberſetzung und eines aufrechten natürlichen Sitzes der Schrittlänge angepaßt und es entſteht das Bicyclehochrad (Fig. 2). Das Hochradfahren iſt aber mit einiger Gefahr verbunden, weil bei Unebenheiten Kopfſtürze nicht zu vermeiden ſind. Die Technik wandte ſich zur Hebung dieſes Uebelſtandes andern Kombinationen zu: ſo dem Kangaroo mit mittelhohem Vorderrad, kleinem Hinterrad und Kettenüberſetzung auf beiden Seiten, dem Safety-Bicycle mit denſelben Rädern und Hebelfederantrieb; dem amerikaniſchen Star-Bicycle mit kleinem Vorderrad, großem Hinterrad und Federantrieb, dem Facile-Bicycle mit mittelhohem Vorderrad, kleinem

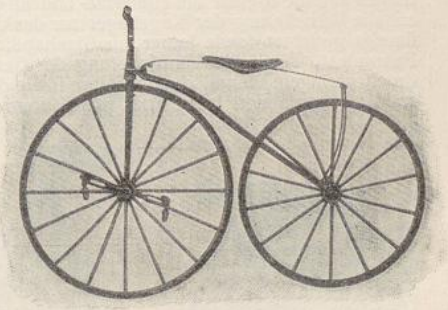


Fig. 1. Veloziped von Michaux 1860.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 2. Bicycle (Hochrad) von 1880.

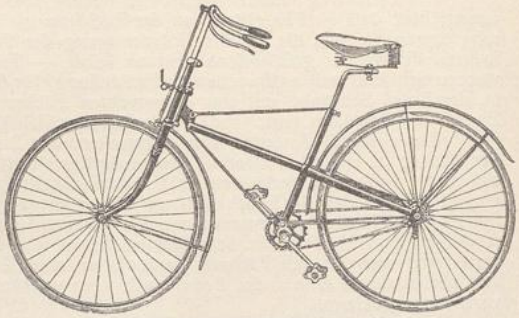


Fig. 3. Rover (Niederrad) von 1886.

Hinterrad und verkapfeltem Kettenradantrieb. Auf die Dauer fanden jedoch auch diefe (teuern und unpraktifchen) Syfteme keinen Anklang. Etwa Mitte der achtziger Jahre kam endlich der Kreuz-Rover (Fig. 3) mit zwei niederen Rädern, einem Tretkurbellager am Sattelquerrohr und Kettenverbindung zum Hinterrad auf, eine Sicherheitsmafchine, die neben dem einige Jahre fpäter von Dunlop erfundenen „Pneumatikreifen" das Fundament der ungeheuern Verbreitung des heutigen Niederrades bildet. Von diefer Zeit ab fängt das Fahrrad, das vorher mehr fportlichen Zwecken diente, an, allen möglichen Berufen, die kleinere und größere Fahrten insbefondere auf das Land ohne Eifenbahn erfordern, nutzbar zu werden. In den neunziger Jahren wurde das Fahrrad auch bei dem Militär, der Poft und fonftigen ftaatlichen Behörden eingeführt.

Hand in Hand mit der fich fteigernden Nachfrage geht die Verfeinerung des Typus, der Ausbau der Einzelteile, die rationellere Arbeitsmethode mit Spezialwerkzeugmafchinen, die Etablierung neuer Fabriken in allen Teilen des Deutfchen Reiches und des Auslandes, das Sinken der Verkaufspreife. An Stelle des Kreuz-Rover tritt der fogenannte Humber-Rahmenbau (Fig. 4), der fich bis in die Neuzeit behauptet und zu einem Standardtyp herausgebildet hat. Beim Damenrad (Fig. 5) gehen zwei Rohre von der Steuerung aus getrennt nach dem Tretlager; überdies find Schutzvorrichtungen für die Kleider am Hinterrad und an der Kette vorgefehen. — Ein Hauptaugenmerk wird auf die Verbefferung der Kugellager zur denkbar möglichften Verminderung des Reibungswiderftandes gerichtet fowie ferner zur Staubabdichtung und Oelhaltung der Lager, „der Seele des Fahrrades". Auch die Verminderung des Gewichtes ftrebt die Fahrradtechnik an und wird dies durch geringere Wandftärke der Rohre fowie durch kleinere Dimenfionen der Preßteile unter Auswahl zäheren Materials bewirkt; das Tourenrad, das früher 28 kg gewogen hat, ift heute fo viel Pfund fchwer; Halbrenn- und Rennräder wiegen nur noch 20 Pfund und weniger.

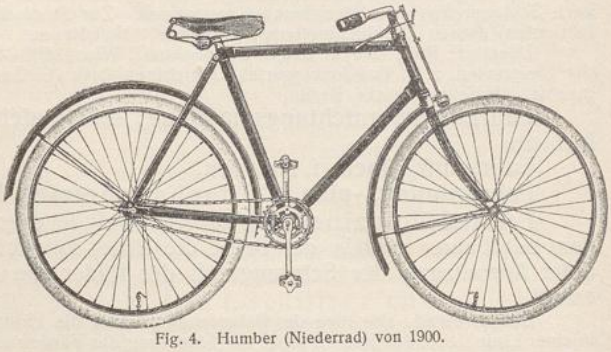


Fig. 4. Humber (Niederrad) von 1900.

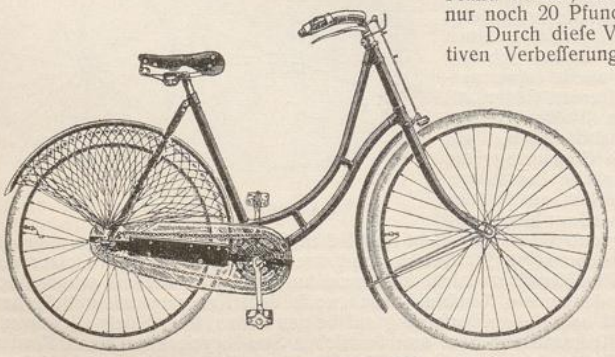


Fig. 5. Damenrad von 1900.

Durch diefe Vereinfachungen und konftruktiven Verbefferungen ift die Bedienung des modernen Fahrrades zu einer Spielerei geworden und es ift eine Gefchwindigkeit von etwa 30 km in der Stunde von einem mittelmäßigen Fahrer leicht zu erreichen, während z. B. der Rekord eines Renners auf der Rennbahn mit Hilfe von Führungsmotorrädern zum Vermindern des Luftwiderftandes zurzeit 78 km pro Stunde beträgt. Bei Fernfahrten wurde in letzter Zeit eine Strecke von 1000 km in 54 Stunden zurückgelegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Pneumatikreifen hat durch Abfederung der Stöße auf Unebenheiten einen derartigen Aufschwung im Fahrradwesen hervorgerufen, daß anfangs der neunziger Jahre die Produktion der Nachfrage nicht mehr gewachsen war. Es schossen daraufhin neue Fahrradfabriken wie Pilze aus der Erde und das Jahr 1897 brachte den Umschwung: eine Ueberproduktion, einen Preissturz und im Verlauf der weiteren Jahre Konkurse vieler Fabriken. Interessant ist der Preisrückgang eines Fahrrades im Verlauf der 1½ Jahrzehnte von 500 ℳ. auf 400—300 ℳ., 200 ℳ. und 150 ℳ. Man begegnet neuerdings sogar Preisen von 75—100 ℳ. für ein Fahrrad, das dann allerdings nicht den Anspruch auf erste Qualität erheben kann. Durch die Massenfabrikation und fortschreitende Verbesserung der Hilfsmaschinen, durch rationellere Arbeitsteilung war es den besseren Fabriken möglich, diese enormen Preisrückgänge zu ertragen. Die deutsche Fahrradindustrie beschäftigte 1905 etwa 50 000 Personen mit einer Produktion von 500 000 Fahrrädern; sie hat ihre Lehrmeisterin, die englische Industrie, längst überholt und unterhält einen umfangreichen Export nach allen Ländern.



Fig. 6. Gepäckdreirad.

Besondere Arten von Fahrrädern. Besonderen Fahrzwecken sind die nachfolgend beschriebenen Fahrräder angepaßt:

1. Das Tandem, ein zweisitziges Zweirad, das einen längeren Rahmenbau besitzt und mit zwei hintereinander liegenden Sitzen für zwei Fahrer ausgestattet ist.

2. Das Triplet, das Quadruplet u. s. w. für drei, vier bis sieben Fahrer eingerichtet. Bei diesen mehrsitzigen Fahrrädern sind die Räder, der Rahmenbau, Gabel u. s. w. wegen der weit schwereren Belastungen entsprechend stärker ausgeführt und dienten diese Räder vor Einführung des Motorrades in der Hauptsache zu Schrittmacherdiensten oder zu Gesellschafts- und Reklamefahrten; sie sind aber heute wenig mehr in Verwendung.

3. Das Einrad, das nur zum Kunstfahren von besonders trainierten Fahrern verwendet wird.

4. Das Dreirad, das namentlich in den Entwicklungsjahren, solange das Niederrad noch nicht existierte, einige Verbreitung finden konnte und hauptsächlich von älteren Herren gefahren wurde, die das Zweiradfahren nicht mehr erlernen wollten oder konnten. Dieses Modell erfordert infolge seines schwereren Gewichtes, seiner drei Spuren zur Bedienung bedeutend mehr Kraftaufwand und ist übrigens namentlich beim Kurvenfahren und auf schlechten Straßen mit einiger Gefahr des Umkippens verknüpft. Der Typ konnte sich daher auch nicht einbürgern und ist heute fast ganz verschwunden.

5. Das Gepäckdreirad. Ein an größeren Plätzen zum Warentransport bestimmtes Fahrzeug, das sehr stark in Aufnahme gekommen ist. Man unterscheidet Gepäckdreiräder mit Vordersitz und hinten angebrachtem Gepäckkasten und umgekehrt; der letztere Typ (Fig. 6) ist zahlreicher, weil derselbe einen einfacheren Bau gestattet und sonst einige Vorzüge aufweist, so ein leichteres Steuern, ein besseres Durchkommen im Großstadtverkehr und Uebersehen des Gepäcks. Der Gepäckkasten ist mit der Firma des Eigentümers versehen, so daß neben der raschen Bedienung der Kundschaft eine gewisse Reklame für die betreffende Firma erwächst. Für schwerere Lasten sind neuerdings die Gepäckdreiräder mit motorischer Einrichtung aufgekommen, die dem Fahrer die Mühe des Tretens insbesondere auf hügeligen Straßen abnehmen.

6. Krankenfahrräder. Ein meist dreirädriges Fahrzeug mit kleinem Vorderrad und zwei größeren Hinterrädern, zwischen welchen sich ein gepolsterter Sitz mit Rückenlehne befindet; die Räder dienen in der Hauptsache Fußkranken und sind mit Handbetrieb eingerichtet.

Besondere Einrichtungen an Fahrrädern. Eine sehr wichtige Einrichtung an Fahrrädern ist der Freilauf und der Freilauf mit Innenbremse. Der Freilauf (Fig. 7) ist in der Hinterradnabe im Zahnkranz gelagert und ermöglicht eine Ausschaltung der Antriebsvorrichtung, so daß dadurch bei Gefällen die Schwerkraft des Fahrrades ausgenutzt werden kann und bergab die Beine auf dem Pedal ruhen können, ohne die rotierende Bewegung mitzumachen. Der Zahnkranz ist zu diesem Zweck mit mehreren Ausfräsungen versehen, in denen sich Keile oder ähnliche Teile befinden, um beim Vorwärtstreten den Antrieb zu erhalten, jedoch beim Stillstand der Beine die Keile in den tieferen Teil der Einfräsung zurückzulegen und so nur den inneren Teil der Nabe mit dem Rad, nicht aber den äußeren Zahnkranz, die Kette und das Tretlager in Bewegung zu setzen. Der bloße Freilauf ist namentlich in England in Kombination mit der Felgenbremse sehr gebräuchlich. — Der gleichzeitig mit Innenbremse versehene Freilauf ist eine wichtige Sache geworden, und es existieren verschiedene Spezialfabriken, die sich ausschließlich mit diesem Artikel befassen. Neben dem vorgeschilderten Freilauf ist die Hinterradnabe gleichzeitig als Bremse ausgebildet, indem beim Rückwärtstreten der Pedale ein auf der Hinterradachse befindlicher Antreiber die Bremsbackeneinrichtung auseinander treibt und so diese Teile sich an dem in der Nabenflansche befindlichen Bremsmantel reiben und dadurch die Bremswirkung hervorrufen. Die Bremsung wird also vermittelst der Beine durch Rückwärtstreten der Pedale erzeugt und erfordert keinen so großen Kraftaufwand wie die mit der Hand zu betätigende Reifenbremse, die nebenbei auf die Gummireifen schädlich einwirkt; die letztere wird daher nur als Reservebremse in besonderen Fällen angewendet. Die bekanntesten Bremsnaben sind die Torpedo, Neckar-

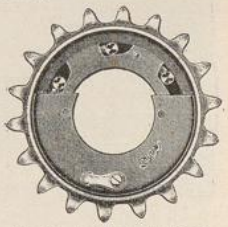


Fig. 7. Freilaufzahnkranz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

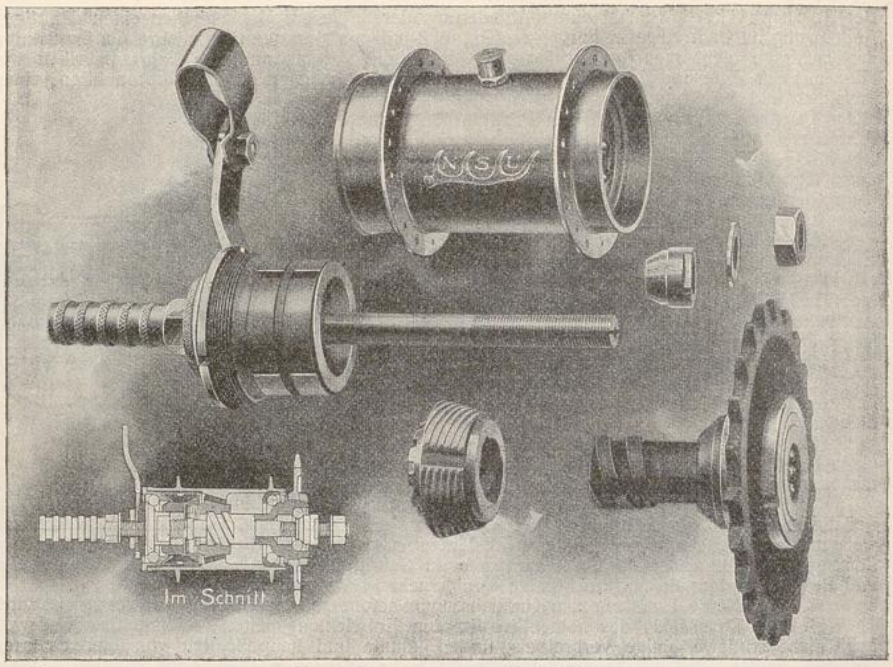


Fig. 8. Freilaufbremsnabe, Modell 1906.

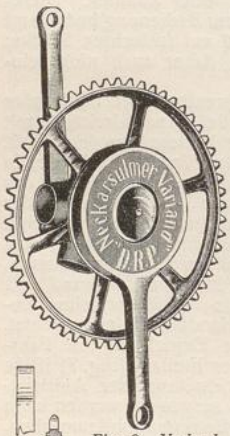


Fig. 9. Variand (Doppelüberſetzung im Tretlager).

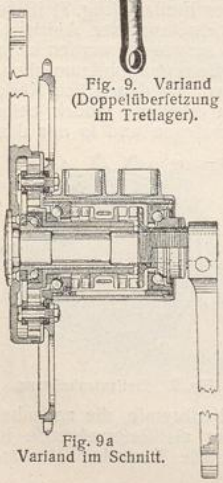


Fig. 9a Variand im Schnitt.

fulmer (Fig. 8), New Departure, Morrow, Rotax, Cinch, Atlas. Faſt an jedem modernen Fahrrad iſt dieſe Einrichtung anzutreffen, die ſehr zur Bequemlichkeit des Fahrers beiträgt.

Eine weitere beſondere Einrichtung iſt das Variand und die Doppelüberſetzungsnabe. Das Variand (Fig. 9 u. 9a) iſt ein von den Neckarſulmer Werken hergeſtelltes patentiertes Tretlager, das vermittelſt eines Kryptogetriebes die Auswechſlung des Ueberſetzungsverhältniſſes während der Fahrt geſtattet und zwar in dem Verhältnis von 2 : 3; iſt alſo die normale Ueberſetzung auf der Ebene 84″, ſo wird durch Umſchaltung bergauf eine 56″-Ueberſetzung erreicht, die das Bergfahren

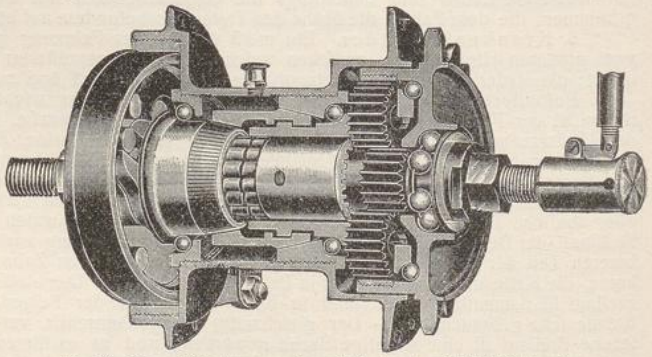


Fig. 10. Doppelüberſetzungsnabe mit Freilauf und Rücktrittbremſe.

ungemein erleichtert. Die Doppelüberſetzungsnabe (Fig. 10, Wanderer, Neckarſulmer, Eadie) beſitzt neben dem Freilauf der Rücktrittbremſe einen ähnlichen, nur in zierlicherer Ausführung in der Nabe gelagerten Mechanismus, der ebenfalls eine Auswechſlung des Ueberſetzungsverhältniſſes während der Fahrt geſtattet.

Einzelteile der Zweiräder. Im nachfolgenden ſind die Einzelteile des gebräuchlichſten Zweirades geſchildert, und dieſe Ausführungen ſind in der Hauptſache auch auf die Abarten anwendbar. Hauptbeſtandteile des Fahrrades ſind: Rahmen, Vordergabel, Steuerung, Bremſe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lenkſtange, Schutzbleche, Getriebe, Kettenübertragung, Kettenſpannung, Pedale, Vorderrad, Hinterrad, Sattelwinkel, Sattel, Pneumatik, Werkzeugtaſche ſamt Werkzeug und bei Damenrädern die Kleiderſchutznetze.

Der moderne Humber-Rahmen (Fig. 11) beſteht aus dem oberen und unteren Rahmenrohr, dem Steuerrohr, dem Querrohr, den Hinterradſtreben und der Hinterradgabel zur Aufnahme

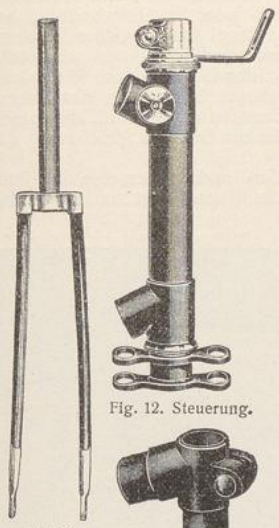


Fig. 12. Steuerung.

Fig. 16. Vordergabel.



Fig. 13. Sattelrohrklemmſtück.

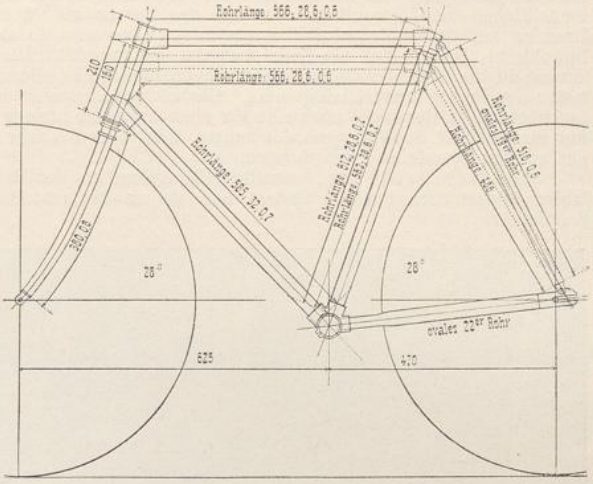


Fig. 11. Maßtabelle für Herrenräder.

des Hinterrades; die Röhren aus Stahl ſind nahtlos gezogen und haben in der Regel eine Wandſtärke von 0,5—1,5 mm, je nach dem Zweck des Fahrrades; ebenfalls mittels gezogener Verbindungsſtücke als Steuerung (Fig. 12), Sattelrohrklemmſtück (Fig. 13), Gabelenden (Fig. 14), Hintergabelbrücke (Fig. 15) ſind die Rohre zu einem kompakten Rahmen zuſammengefügt und hart verlötet; bei den früheren Modellen waren dieſe Verbindungsſtücke nach außen gelegt (Außenlötung); neuerdings werden dieſe Verbindungsſtücke nur noch

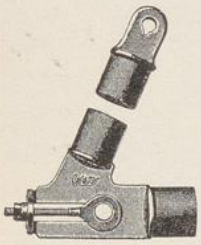


Fig. 14. Gabelenden.

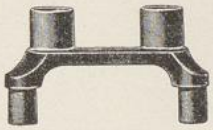


Fig. 15. Hintergabelbrücke.

nach innen gelegt (Innenlötung), was dem Fahrrad ein ſchlankeres Ausſehen verleiht. Eine Maßtabelle über die Dimenſionen der einzelnen Rohre ſtellt Fig. 11 dar.

Die Vordergabel (Fig. 16), zur Aufnahme des Vorderrades, beſteht aus dem Schaftrohr, den beiden Gabelſcheiden, die wiederum durch einen Kopf in entſprechender Ausformung zuſammengelötet ſind; die Gabel iſt im Steuerrohr des Rahmens mit der Lenkſtange durch eine Innenklemmung verbunden und iſt je oben und unten am Steuerrohr ein Kugellager (Fig. 17) behufs leichten Steuerns des Fahrrades angebracht.

Die Lenkſtange, aus dem Schaftrohr und Querrohr beſtehend, iſt mit zwei Handgriffen aus Kork oder Celluloid verſehen und hat verſchiedene Formen je nach dem Zweck des Fahrrades; die Halbrenn- und Rennmaſchinen haben tief nach abwärts gebogene Lenkſtangen, ſo daß der Fahrer bei einem vorgebeugten Sitz weniger Luftwiderſtand hat und dadurch größere Geſchwindigkeiten erzielen kann; die

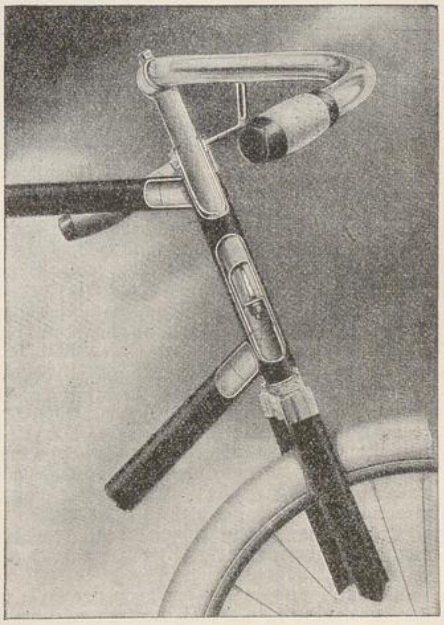


Fig. 17. Steuerung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gebräuchlichſten und jedenfalls auch in ſanitärer Hinſicht vorteilhafteſten Lenkſtangen ſind die etwas nach aufwärts gebogenen, weil ſie einen aufrechten Sitz geſtatten.

Die Bremſe, zur Hemmung der Geſchwindigkeit bei Gefällen, iſt verſchieden konſtruiert: es gibt Reifenbremſen, die auf den Gummireifen wirken, Felgenbremſen auf die Vorder- oder Hinterradfelgen, Bandbremſen auf eine mit der Vorder- oder Hinterradnabe verbundene Scheibe; auch die Betätigung der Bremſen iſt verſchieden und erfolgt entweder mit der Hand vermittelſt eines Hebels und Stängchens oder mit den Beinen als Rücktritt- oder Scharnierbremſe; bei Bremſen auf das Hinterrad mit einem langen Weg wird in der Regel der biegſame Rowden-Spiraldraht, in dem ſich ein Kabel befindet, angewendet. Die gebräuchlichſte und wirkſamſte Bremſe iſt die früher erwähnte Nabeninnenbremſe (Fig. 8), die mit den Beinen durch Rückwärtstreten der Pedale bewerkſtelligt wird. Der Sicherheit wegen befindet ſich neben der Nabeninnenbremſe in der Regel noch eine der obengenannten andern Bremſen am Fahrrad, die jedoch nur für den Fall des Verſagens der andern dient oder bei ſehr ſtarken Gefällen gleichzeitig mit der zweiten Bremſe erforderlich wird.

Die Schutzbleche, vermittelſt Stängchen an der Vorder- und Hinterachſe befeſtigt, laufen konzentriſch mit den Rädern und dienen bei ſchlechtem Wetter zum Auffangen des Schmutzes.

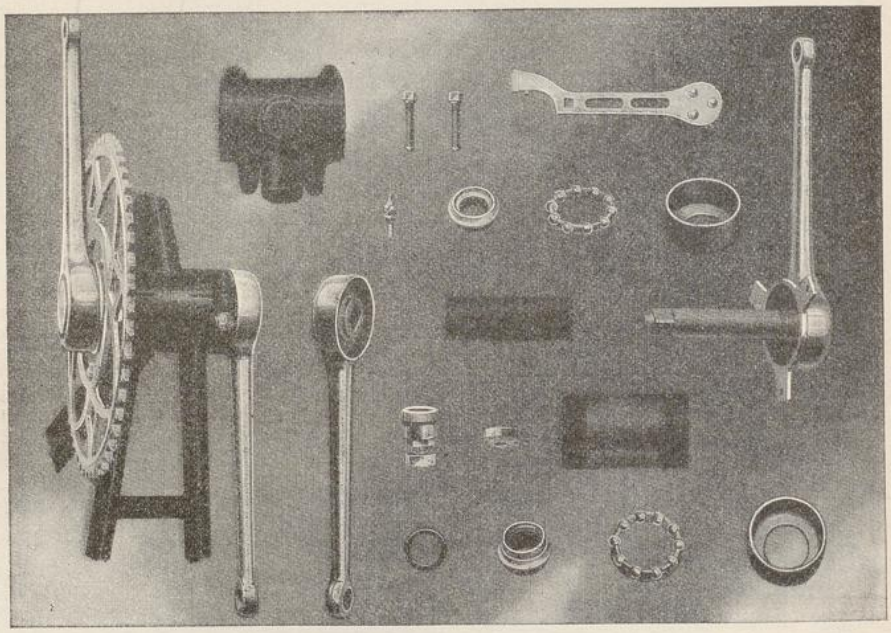


Fig. 18. Doppelglockenkurbellager, zerlegt.

Das Getriebe (Tretkurbellager) iſt einer der wichtigſten Teile des Fahrrades und war von jeher der Gegenſtand techniſcher Verbeſſerungen, beſonders hinſichtlich des Kugellagers ſelbſt, ſeiner Staubabdichtung und Oelhaltung, einer ſoliden Kurbelbefeſtigung und Wegfalls des früher gebräuchlichen Kurbelkeils, einer eleganten Form des Kettenrades und eines eleganten abgerundeten Ausſehens überhaupt. Die Kurbeln ſind neuerdings glockenartig ausgebildet (Fig. 18) und liegen in dieſen Ausfräſungen die Kugelreihen, ſo daß bei möglichſt engem Tritt ſich die Kugellager weit möglichſt auseinander befinden und den Kettenzug zwiſchen dieſelben verlegen. Das Kettenrad iſt abnehmbar und weiſt eine große Zahl aller möglichen Formen auf. Nach der Größe des Kettenrades und des Hinterradzahnkranzes richtet ſich die Ueberſetzung des Fahrrades; iſt z. B. das Hinterrad 28″ im Durchmeſſer und beſitzt das Kettenrad 72 Zähne, das hintere Zahnrad 24 Zähne, ſo iſt die Ueberſetzung $3 \cdot 28 = 84''$ groß, d. h. bei einer Umdrehung legt das Fahrrad einen Weg von $3{,}14 \cdot 84 = 263'',76 = 21',98 = 6{,}7$ m zurück. Die Uebertragung von dem Kettenrad zum Hinterrad erfolgt vermittelſt einer Kette aus gutem Stahl und gehärteten Rollen, die genau der Form der Zähne angepaßt iſt; man unterſcheidet $^1/_2''$-, $^5/_8''$- und 1″-Ketten und Zahnradteilung; die $^5/_8''$ Teilung iſt die gebräuchlichſte, weil dieſelbe weniger Kettenglieder erfordert und auch bei kleinen Zahnkränzen genügend gelenkig iſt. — Um die Kette auf ihre richtige Spannung zu bringen, befindet ſich an den Hintergabelenden eine Einrichtung, die eine kleine Verſchiebung des Hinterrades nach vor- oder rückwärts geſtattet und eine richtige Spannung ermöglicht (Fig. 14).

Die Pedale zum Auflegen der Füße und zum Antrieb des Kurbellagers ſind vermittelſt der Pedalachſe in die Tretkurbel eingeſchraubt; man unterſcheidet Gummi- und Zackenpedale, erſtere (Fig. 19) mit weicher Auflage zum Tourenfahren, letztere (Fig. 20) namentlich zu Renn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwecken; wie an allen reibenden Teilen, so befinden sich auch hier zwei Kugellager, und da diese Lager dem Erdboden am nächsten liegen, so ist auf eine solide Staubabdichtung Rücksicht genommen.

Das Vorderrad besteht aus der Nabe mit zwei Kugellagern (Fig. 21), aus 36—40 Tiegelgußstahlspeichen von 1,8 mm Stärke und aus der Felge; durch peinliches Zentrieren wird einem Schwanken des Rades nach den Seiten vorgebeugt; die Speichen sind tangential eingeführt, wobei die Beanspruchung nicht auf Druck wie bei den früher üblichen radial angeordneten, sondern auf Zug erfolgt. — Das Hinterrad ist in derselben Weise gebaut, nur ist die Nabe noch mit einem Zahnkranz zur Kettenübertragung versehen.

Der Sattelwinkel ist genau in das Rahmenquerrohr eingepaßt und mit einer Schraube und Mutter verklemmt; derselbe ist verstellbar, um die Entfernung vom Sattel zu den Pedalen der Verschiedenheit der Körpergröße bezw. Beinlänge anpassen zu können; an dem Querrohr ist der Sattel, aus Spiralfedern und einer Lederdecke bestehend, vermittelst einer Klaue festgeschraubt; auch der Sattel ist nach vor- und rückwärts verstellbar.

Die Bereifung des Fahrrades ist ein wichtiger Punkt und sind hier im Laufe der Jahre viele Veränderungen und Verbesserungen eingetreten; die ersten Niederräder und auch noch die Bicycles waren ursprünglich mit massiven Gummiringen versehen und haben begreiflicherweise nur in geringem Maße gefedert; später kamen alsdann die Kissengummireifen auf, die von größerer Dimension und im Innern etwa 10 mm hohl waren. Erst in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre erfand der Engländer Dunlop den Pneumatikreifen (Fig. 22), der zuerst mit Mißtrauen betrachtet wurde, jedoch — wie erwähnt — eine förmliche Umwälzung im Fahrradbau hervorgerufen hat. Mit der Anwendung des Pneumatiks wird das Fahrrad infolge der Federung und Abminderung der Stöße wesentlich leichter; die Rahmenrohre, die Gabel und die Speichen, Preßteile, überhaupt fast alle Teile können zierlicher gefertigt werden, und das Radfahren nimmt durch diese bedeutende Erleichterung einen ungeahnten Aufschwung. Wenn auch der Pneumatik durch Eindringen von Nägeln und spitzigen Gegenständen leicht defekt werden kann, so wurde dieser Uebelstand wegen der weit größeren Bequemlichkeit in Kauf genommen und der Kissenreifen in kurzer Zeit vollständig verdrängt. Wiederholte Versuche, diesem Mangel durch eine panzerartige Schutzdecke oder durch eine Zwischenlage aus zähem Material zwischen Mantel und Schlauch abzuhelfen, führten zu keinem Resultat, da wohl ein Defektwerden etwas eingeschränkt wird, jedoch der Nachteil durch Einbuße der Federung überwiegt; so wird jedem Fahrrad ein Pneumatiknecessaire beigegeben, um dem Fahrer selbst das Flicken eines defekten Schlauches auf der Landstraße vermittelst Gummilösung und Gummistreifen zu ermöglichen. Der Pneumatik besteht aus dem Laufmantel mit einer äußeren Gummischicht, nach den Seiten etwas dünner und auf der Lauffläche etwas dicker; an beiden Enden befinden sich Wulste, die der Form der Felgen angepaßt sind und nach Aufpumpen der Pneumatiks vermittelst der Luftpumpe bis zu einem Druck von $2^1/_2$ Atmosphären auf dem Rad absolut festsitzen; im Innern des Luftmantels ist eine starke Leinwand, um dem Mantel einen festen Halt zu geben. Der Luftschlauch ist aus Paragummi und mit einem Ventil versehen (Fig. 23), durch das die Luft in den Schlauch eingepumpt wird. Die Dimensionen des Pneumatikreifens für Fahrräder sind $1^1/_4$, $1^1/_2$, $1^5/_8$ und $1^3/_4$″, je nach dem Zweck der Maschinen. Die sogenannten Moosgummireifen ohne Luftschlauch, jedoch im Innern mit einer moosartigen Schicht, konnten sich nicht behaupten und werden höchstens noch bei Fahrrädern zu Geschäftszwecken auf sehr schlechten Straßen angewendet.

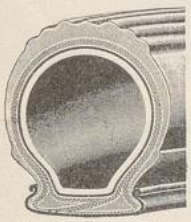


Fig. 22. Pneumatik.

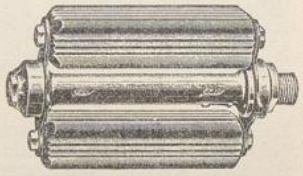


Fig. 19. Gummipedal.

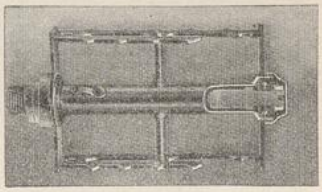


Fig. 20. Zackenpedal.

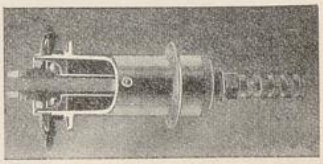


Fig. 21. Nabe im Schnitt.

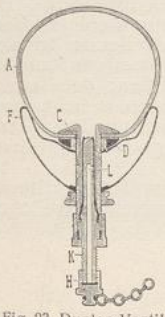


Fig. 23. Dunlop-Ventil. *A* Luftschlauch. *C* Ansatz. *D* Ventilblech. *F* Felge. *H* Staubklappe. *K* Konus zum Aufschrauben der Luftpumpe. *L* Oeffnung zum Reifen.

Zwischen dem Rahmenrohr ist eine Werkzeugtasche aus Leder angeschnallt, in der sich die zum Fahrrad notwendigen Werkzeuge: Schraubenzieher, Luftpumpe, Oelkanne u. s. w., befinden.

Literatur: Fahrradzeitschriften: Radwelt, Berlin; Radmarkt, Bielefeld; Deutsche Rad- und Kraftfahrerzeitung, Essen (Organ des Deutschen Radfahrerbundes); Radtourist, Mannheim (Organ der Allgemeinen Radfahrerunion); Das Fahrzeug, Eisenach; Rad und Motor, Magdeburg; Das Stahlrad, Leipzig; Fahrrad- und Automobilmarkt, Dresden; Arbeiterradfahrer, Halberstadt; Zentralanzeiger für Fahrradindustrie Frankfurt; Der Radwanderer, München; Märkische Radfahrerztg., Berlin; Schlesische Radfahrerztg., Breslau; Sächsische Radfahrerztg., Leipzig.

Das Motorfahrrad. Die Idee, dem Zweirad eine motorische Kraft einzufügen, um dem Fahrer die Mühe des Pedalierens abzunehmen, ist im Anfang der 1890er Jahre aufgetaucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

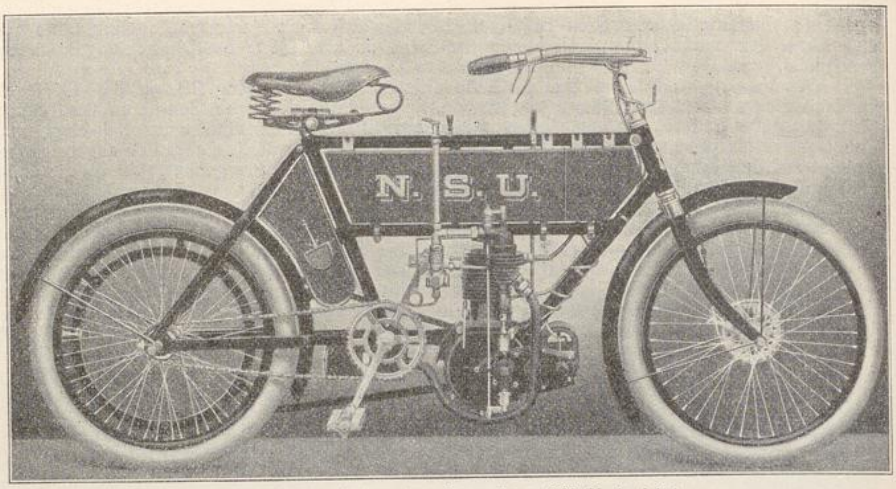


Fig. 24. Einzylindermotorrad vom Jahre 1906 (Neckarfulm).

Es war die Firma Hildebrandt & Wolfmüller, München, welche um diese Zeit die Fabrikation dieser Vehikel aufnahm. Die Konstruktion konnte sich jedoch wegen des schweren Gewichts, der Unzuverlässigkeit der Einrichtungen und wohl auch des hohen Preises nicht durchringen und es vergingen mehrere Jahre, bis eine französische Firma, Werner, Paris, die Idee wieder aufgriff und einen brauchbaren Typ, analog dem gewöhnlichen Zweirad mit über dem Vorderrad gelagertem Motor und Riemenantrieb auf dasselbe, schuf. Gegen Ende der 1890er Jahre tauchten ähnliche Konstruktionen in Deutschland auf; doch waren die Erinnerungen an die Hildebrandtschen Konstruktionen derartig trübe, daß die neue, verbesserte Form nur schwer Eingang finden konnte. Erst zu Anfang des 20. Jahrhunderts waren es die Neckarsulmer Fahrradwerke, welche diese Sache im großen Stile aufnahmen und mit einem für damalige Verhältnisse leistungsfähigen Typ den Grund zu der Entwicklung dieses Industriezweiges legten. Die motorische Einrichtung war dem gewöhnlichen Zweirade angepaßt; der Motor wurde am Tretlager im Rahmenrohr aufgehängt und in einem Kasten zwischen dem Rahmen das Benzin, Schmiermaterial, Zündung u. s. w. eingebracht. Man ging von dem Grundsatze aus, dem gewöhnlichen Zweirad ohne weiteres den Einbau der motorischen Einrichtung zu ermöglichen; doch erwies sich diese Maßnahme als unpraktisch; die Ansprüche steigerten sich im Laufe des Gebrauches, und aus den ursprünglichen 1-PS.-Motoren wurden 1½-, 1¾-, 2-, 2½-, 3-, ja neuerdings 5- und 8-PS.-Motore, die veränderte Anordnungen des Motors, einen stärkeren, längeren und niederen Rahmenbau erforderten.

Der Einbau des Motors in das Zweirad hat im Laufe der Zeit viele Wandlungen erfahren; ursprünglich über dem Vorderrad gelagert, wanderte er an das vordere Rahmenrohr unten, oben, an das Rahmenquerrohr nach vorn, nach hinten, an das Hinterrad, um neuerdings am gebräuchlichsten neben dem

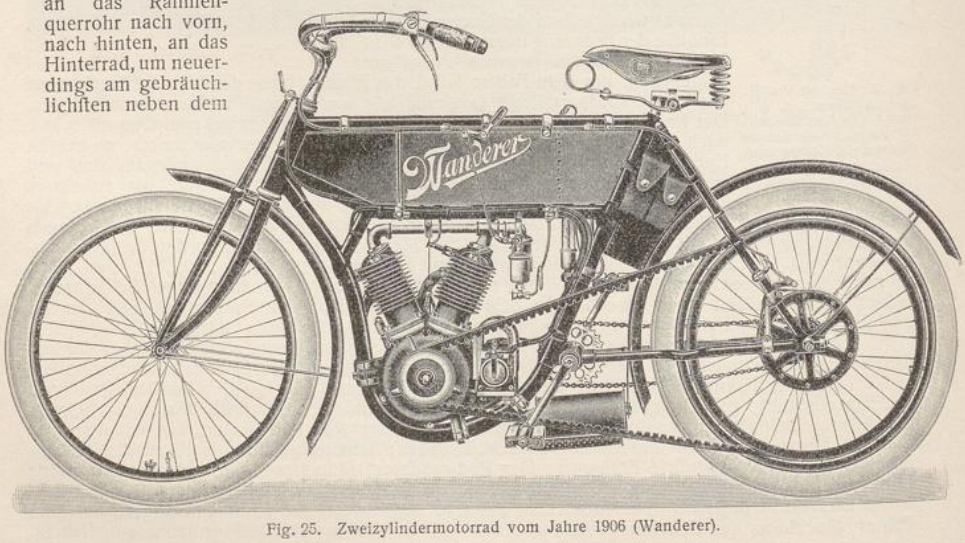


Fig. 25. Zweizylindermotorrad vom Jahre 1906 (Wanderer).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

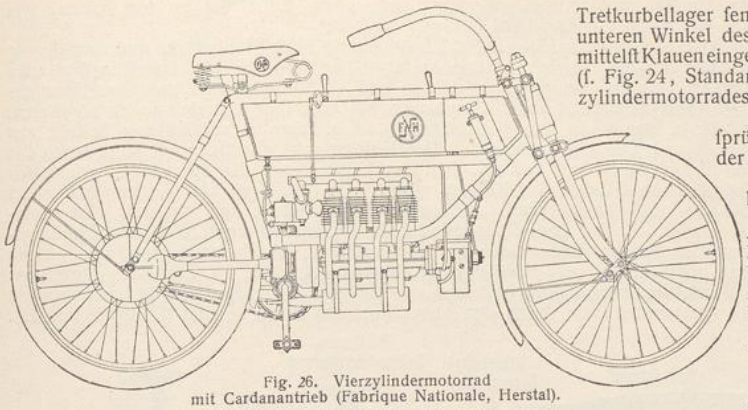


Fig. 26. Vierzylindermotorrad mit Cardanantrieb (Fabrique Nationale, Herstal).

Tretkurbellager fenkrecht an dem unteren Winkel des Rahmens vermittelft Klauen eingebaut zu werden (f. Fig. 24, Standardtyp des Einzylindermotorrades von 1906). Mit den Anfprüchen und mit der Steigerung der Pferdeftärken bildeten fich die Mehrzylindermotore heraus, f. Fig. 25, Zweizylindermotorrad, und Fig. 26, Vierzylindermotorrad, die befonders in Kombination mit dem Beiwagen (f. Fig. 27, Motorrad mit Vorfteckwagen oder mit Seitenwagen), für gebirgige Terrainverhältniffe und für Rennzwecke Verwendung finden; für den Durchfchnittsfahrer bleibt der Einzylindermotor, fchon der größeren Einfachheit halber, der Haupttyp.

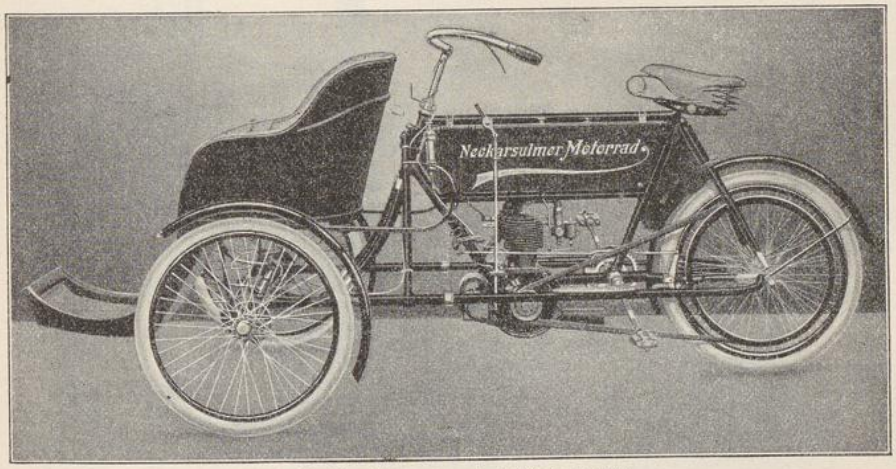


Fig. 27. Einzylindermotorrad mit Vorfteckwagen.

Die Leiftungsfähigkeit des modernen Motorzweirades ift eine ungeahnt große; mit dem 2-PS.-Einzylindermotor wurden fchon Gefchwindigkeiten von 60 km in der Stunde erzielt; der 3-PS.-Einzylindermotor vermochte 75 bis 80 km in der Stunde zurückzulegen, und mit den fchweren Mehrzylindermotoren wurde ein Rekord von 112 km pro Stunde erreicht, alfo eine Gefchwindigkeit, die jene unfrer rafcheften Expreßzüge übertrifft. Das Nehmen von Steigungen, felbft von lange anhaltenden auf Gebirgsftraßen, ift noch mit mittleren Pferdeftärken leicht möglich; wenn der Motor infolge Ueberhitzung an Kraft nachläßt, ift eine Nachhilfe des Fahrers durch Pedalieren anzuwenden. Diefe rafche Durchbildung der Konftruktionen, die große Beweglichkeit, leichte Unterbringung, einfache Bedienung, geringe Anfchaffungs- und Betriebskoften haben dem Motorrad diefen rafchen Aufftchwung verliehen

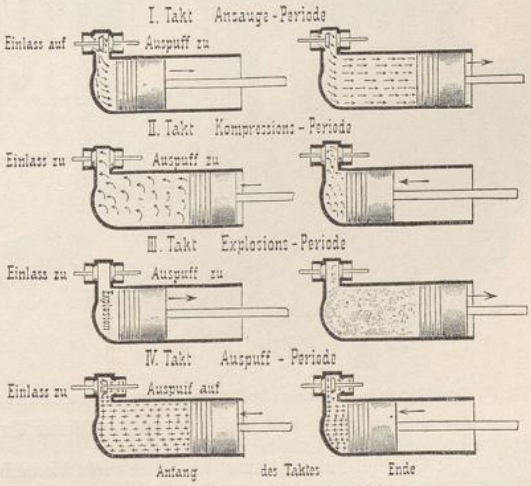


Fig. 28. Die vier Takte des Motors.

und solches allen Kreisen, welche viel auf dem Lande ohne Eisenbahn zu tun haben, wie Aerzten, Beamten, Reisenden, Handwerkern u. s. w., zugeführt.

Die Anschaffungskosten eines Motorrades schwanken je nach Pferdestärke und Ausführung zwischen 600 und 1000 *M.*; das Gewicht beträgt ca. 60—80 kg und die Betriebskosten sind etwa 1—2 *₰* pro Kilometer. Durch Gasdrosseleinrichtung und Verstellung des Zündungszeitpunktes ist es möglich, die Geschwindigkeit vom Schnellzugs- bis zum Fußgängertempo zu regulieren.

Der Motor ist in der Regel ein Viertaktmotor, d. h. seine Arbeitsleistung besteht aus folgenden vier Perioden: 1. Der Ansaugeperiode: Der Kolben geht abwärts und saugt durch das Ansaugeventil den Zylinderraum mit Gas an, bis das Ventil durch die Spiralfeder geschlossen wird. 2. Der Kompressionsperiode: Der Kolben wird durch die Kraft der Schwungräder bei geschlossenem Ansauge- und Auspuffventil nach aufwärts getrieben und dadurch eine Kompression der Gase erzielt. 3. Der Explosionsperiode: In diesem Moment setzt die Zündungseinrichtung ein und es werden durch einen an der Zündkerze übergesprungenen Funken die Gase zur Explosion gebracht und der Kolben nach abwärts getrieben. 4. Der Auspuffperiode: Der Kolben wird durch die Schwungkraft während des Hebens des Auspuffventils nach aufwärts getrieben und die verbrannten Gase durch den Auspufftopf ins Freie geleitet (s. Fig. 28 und 29).

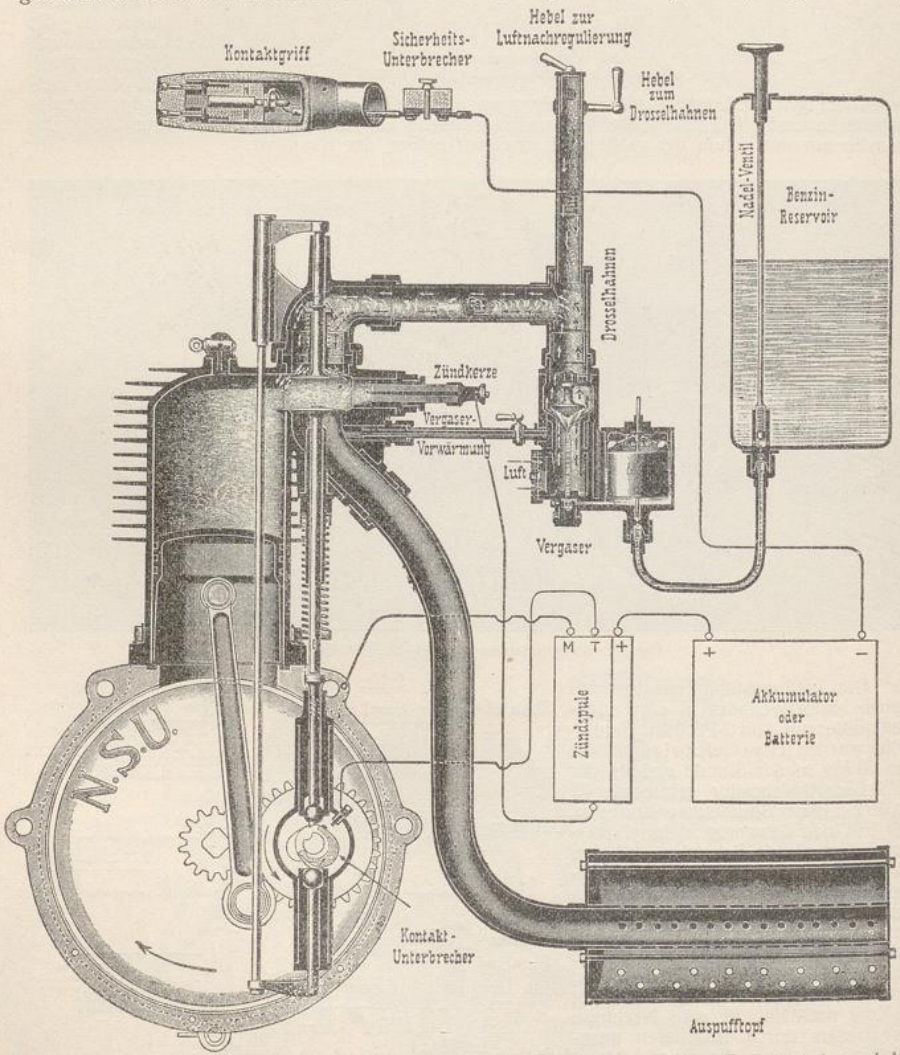


Fig. 29. Funktionsweise des Motors im Zusammenhang mit Ventilen, Vergasung und Zündung (Ende der Ansaugperiode).

Es wurden wiederholt Versuche mit ventillosen Zweitaktmotoren angestellt, die jedoch zu einem befriedigenden Resultat nicht führten.

Die Technik hat im Laufe der Jahre viele Verbesserungen an den hauptsächlichsten Einrichtungen vorgenommen; so wurden die Einlaßventile mechanisch gesteuert, um auch bei lang-

famer Tourenzahl eine vollkommene Oeffnung des Einlaßventils zu erzielen; das Uebertragungsmittel erfuhr wiederholte Aenderungen, fo vom Rundriemen zum Flachriemen, zum Keilriemen aus Leder oder Gummi, Kette und Cardanübertragung; die ftarren Uebertragungsmittel, die zwar einen Kraftverluft durch Rutfchen ausfchließen, konnten jedoch über den weichen und elaftifchen Riemen, der Stöße und Unebenheiten beffer ausgleicht, nicht fiegen.

Zur Zündung wurde urfprünglich eine Batterie, dann ein Akkumulator und fchließlich hauptfächlich der zuverläffigere elektrifche Magnetapparat verwendet, welch letzterer vom Motor aus durch Kette oder Zahnräder in Betrieb gefetzt wird. Vom Oberflächenvergafer ift man faft allgemein zum Spritzvergafer übergegangen.

Die Pferdeftärke eines Motors wird nach den Formeln der maßgebenden deutfchen Automobilverbände wie folgt berechnet: $(6 \cdot d^2 \cdot h) : 1000$. Beifpiel: 80 mm Bohrung, 80 mm Hub $= 6 \cdot 80 \cdot 80 \cdot 80 : 1000 = 3{,}07$ PS.; (d = Bohrung, h = Hub).

Abarten. Zu erwähnen find noch Motordreiräder mit kleinerem Vorderrad, zwei größeren Hinterrädern und Sitz zwifchen denfelben oder zwei Vorderrädern und einem Hinterrad nach Art der Vorfteckwagen fowie ferner Motorgepäckdreiräder zum Warentransport, die in größeren Städten bereits gute Aufnahme gefunden haben.

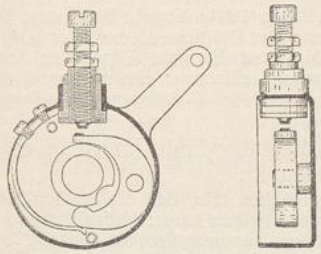


Fig. 31. Unterbrecher für Akkumulatorenzündung.

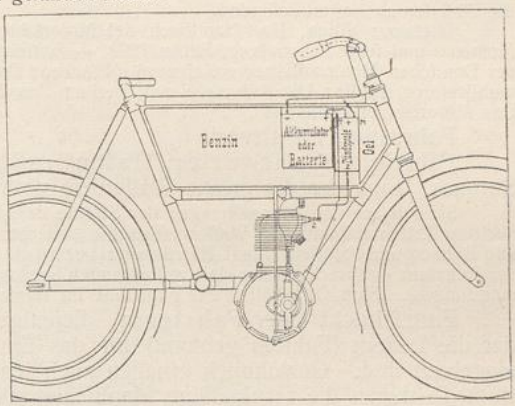


Fig. 30. Drahtleitung (Stromzirkulation) bei der Akkumulatoren- oder Batteriezündung.

Fig. 29 ftellt die Funktionsweife des Motors im Zufammenhang mit der Zündung und Vergafung dar; es ift daraus die Stellung der Ventile, der Nockenbetätigung dazu, die Arbeit des Vergafers und die Stellung des Zündungsunterbrechers deutlich zu erfehen.

Fig. 30 veranfchaulicht die elektrifche Stromzirkulation vom Akkumulator zur Induktionsfpule, zum Handgriff behufs Abftellung und zur Zündkerze.

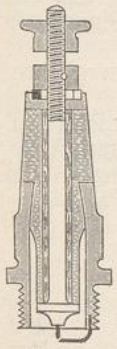


Fig. 32. Zündkerze im Schnitt.

Die Einzelteile des Motorrades find folgende:

A. Das Motorfahrrad. Hier verweifen wir auf Fahrrad, das im wefentlichen die Charaktereigenfchaften des Motorfahrrades erläutert, nur daß das letztere entfprechend feinem größeren Gewichte, der hohen Gefchwindigkeit und den größeren Erfchütterungen weit ftärker gebaut ift; die Rohre, die Gabeln, die Preßteile, die Felgen, die Speichen, die Naben, die Schutzbleche, die Pneumatikreifen find von ftärkeren Dimenfionen, und ift im übrigen alles kräftiger gehalten.

B. Die motorifche Einrichtung. Diefelbe befteht aus

a) dem Motor mit folgenden Hauptbeftandteilen: dem Gehäufe aus Aluminium oder Grauguß zur Aufnahme der Schwungräder; der Kurbelftange mit den beiden Lagern für die Schwungrad- und Kolbenachfe; dem Kolben mit den Kolbenringen; dem Zylinder mit dem Explofionsgehäufe und den Kühlrippen, daran anfchließend dem Einlaß- und dem Auspuffventil; der Zahnradübertragung für die Nocken und Zündungsbetätigung, dem Schutzgehäufe dafür fowie der Riemenfcheibe zur Uebertragung der Motorkraft auf das Fahrrad;

b) der Zündung. Hier unterfcheidet man Batterie- bezw. Akkumulatorenzündung oder magnetelektrifche Zündapparate. Die erftere Art befteht aus einer Batterie bezw. einem Akkumulator, einer Induktionsfpule zur Verftärkung des Stroms und einem Unterbrecher (f. Fig. 31), um die Stromquelle nur in dem Moment, wo der Zündungsfunken benötigt wird, in Anfpruch zu nehmen, aus der ins Explofionsgehäufe eingefchraubten

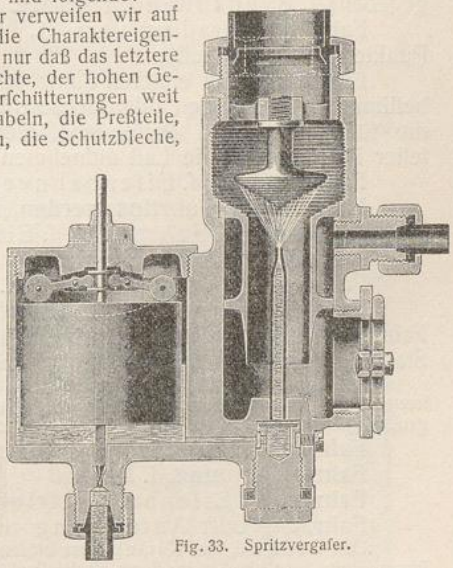


Fig. 33. Spritzvergafer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zündkerze zur Entzündung des Gasgemiſches (ſ. Fig. 32). Die Magnetzündung beſteht aus dem durch Zahnräder vom Motor aus angetriebenen Magnetapparat und im übrigen wie bei der Akkumulatorenzündung aus der Induktionsſpule, dem Unterbrecher (am Magnetapparat ſelbſt) und der Zündkerze. Die Stromzirkulation zur Zündkerze iſt aus Fig. 30 zu erſehen;

c) dem Vergaſer; Fig. 33 zeigt den Spritzvergaſer im Schnitt, woraus die Benzinzufuhr, die Schwimmereinrichtung, die Spritzeinrichtung, die Kammer der Gemiſchregulierung, Vorwärmekammer für kalte Jahreszeit und das Abzugsgasrohr zu erſehen iſt; eine Droſſel- und Luftgemiſchregulierungsvorrichtung vervollſtändigt in der Regel den Vergaſer;

d) verſchiedenen Zubehörteilen als Auspufftopf (Schalldämpfer) zum Abdämpfen des Geräuſches der ausgeſtoßenen Abgaſe, Riemenübertragung, Reſervoir für Benzin, Oel u. ſ. w., Oelpumpe zum regelmäßigen Schmieren des Motors und den verſchiedenen Werkzeugen.

Als praktiſche Vorrichtung zum Motorrad ſind zu erwähnen: Der Leerlauf zum mühelosen Anfahren; ohne Mittreten vermittelſt Friktionsſcheibe kann der Motor von der Uebertragungsſcheibe ausgeſchaltet und durch einen Handgriff wieder eingeſchaltet werden. Sodann die Federgabel, welche dazu dient, auf unebenen Straßen die Stöße des Vorderrades aufzunehmen bezw. abzumildern; es gibt hier viele Syſteme, durch Flachfedern, Spiralfedern oder Kniegelenke die Abfederung bewerkſtelligend.

Literatur: Filius, Das Handbuch des Motorfahrers, Wien 1904; Vogel, Wolfgang, Das Motorrad und ſeine Behandlung, Berlin 1903. — Zeitſchriften: Der Deutſche Motorfahrer (Organ der Deutſchen Motorradfahrervereinigung), München; Das Motorrad, Breslau; Allgemeine Automobilzeitung, Berlin; Die Automobilwelt, Berlin; Das Fahrzeug, Eiſenach; Der Radmarkt und Das Motorfahrzeug, Bielefeld. *C. Schwarz, Neckarſulm.*

Fahrraum, ſ. Fahren.

Fahrrinne (Fahrwaſſer, Hafenſtraße), diejenige Linie im Bette eines Stromes, längs der die größte Waſſertiefe vorhanden iſt.

Sie ſoll auf den Binnenſtrecken der Ströme derart beſchaffen ſein, daß die Flußſchiffahrt auch zu Zeiten ungünſtigſter Waſſerverhältniſſe aufrechterhalten bleiben kann; Hilfsmittel hierzu ſind Buhnen und Parallelwerke (ſ. Flußregulierung); auf den Mündungsſtrecken muß die Tiefe der Fahrrinne entſprechend den dort verkehrenden Seedampfern geſtaltet ſein (Korrektion der Flußmündungen). Zum Offenhalten der Fahrrinne im Winter dienen die Eisbrecher. *Hildebrandt.*

Fahrſchacht oder Fahrtrum, diejenige Abteilung eines Schachtes, in der die Leitern (Fahrten genannt) für das Ein- und Ausfahren der Mannſchaft eingebaut ſind. Gewöhnlich erhalten auch jene Schächte ein beſonderes Fahrtrum, in denen die regelmäßige Mannſchaftsfahrung am Seil oder auf der Fahrkunſt ſtattfindet. Vgl. a. Fahren, Fahrung und Aufzüge. *Treptow.*

Fahrſcheinheft, ſ. Eiſenbahnverkehr II.

Fahrſignal zeigt im Eiſenbahnverkehr dem Lokomotivführer an, daß die zu befahrende Strecke frei iſt. Dasſelbe wird gewöhnlich mit dem Signalmaſt gegeben; ſ. Bahnzuſtandsſignale.

Fahrſtrahl (radius vector), die Verbindungslinie eines beweglichen Punktes mit einem feſten.

Fahrſtühle, im engeren Sinne die zur Aufnahme von Laſten oder Perſonen beſtimmten Plattformen oder Gehäuſe bei Aufzügen (ſ. d.), im weiteren Sinne die für Laſten- und Perſonenbeförderung dienenden Hebevorrichtungen mit feſter Führung der die Laſt aufnehmenden Teile. *K. Specht.*

Fahrtausweis, ſ. Eiſenbahnverkehr II.

Fahrtdeckel, Fahrtlos werden, ſ. Fahren.

Fahrtenplan (Fahrplan), ſ. Eiſenbahnbetrieb V.

Fahrtrum, ſ. Fahrſchacht.

Fahrtverluſt beim Wenden, ſ. Ruder.

Fahrtzeichen geben in einem ſchiffbaren Fluſſe die jedesmalige Lage der Fahrrinne an, markieren Hinderniſſe für die Schiffahrt und beſtehen meiſt aus Stangen, die mit im Fluß verſenkten Steinen durch Ketten verbunden ſind.

An den Strommündungen beſtehen ſie aus Leuchtbojen und Leuchtbaken zur Bezeichnung der Fahrrinne (ſ. d.) (Fahrwaſſer-, Hafenſtraße, ſ. Küſtenbeleuchtung). Eine der großartigſten neuzeitlichen Anlagen iſt die Beleuchtung der Fahrwaſſerſtraße der Oder. *Hildebrandt.*

Fahrung, ſ. Fahren.

Fahrwaſſertonne, ſ. Bojen.

Fahrzeit, ſ. Eiſenbahnbetrieb V., VIII.

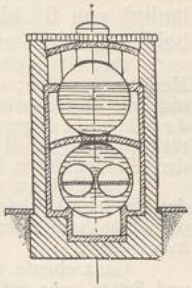
Fahrzeug oder Anfahrzeug nennt der Bergmann ſeinen Arbeitsanzug.

Das Oberkleid, der Kittel, von bluſenartigem Schnitt, wird durch einen Leibgurt zuſammengehalten; eine andre Form iſt die Puffjacke, eng anliegend, doch mit weiten Aermeln. Der Kopf iſt durch einen ſtarken Filzhut (Schachthut) geſchützt; von alters her gehört auch das Leder oder Bergleder zum bergmänniſchen Anzuge, urſprünglich wohl ein Schutz gegen die Kälte des Geſteins beim Sitzen. Zum Arbeiten im Knien wurden beſondere Knieleder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder Kniebügel getragen; ſie gehören heute noch zur Paradeuniform. Kurze ſtarke Meſſer (Zſcherper oder Tzſcherper) werden im Erzgebirge in Lederhülſen ſeitlich einer kleinen Ledertaſche, der Zſcherpertaſche, am Leibriemen geführt; letztere dient zum Aufbewahren von Oelfläſchchen, Schwefelfaden, Feuerzeug u. ſ. w. Die Zſcherper wurden früher hauptſächlich zum Schnitzen der Eiſenhelme benutzt; ſie ſind zu gleicher Zeit ein Rangabzeichen: der Lehrhäuer trägt einen Zſcherper, der Doppel- oder Vollhäuer deren zwei. *Treptow.*

Fairbairn-Keſſel, Flammrohrkeſſel, die von Fairbairn zur Schaffung eines großen Waſſer- und Dampfraumes mit einem über dem Flammrohrkeſſel liegenden Walzenkeſſel verſehen wurden (ſ. die Figur).



Die aus den beiden Flammrohren austretenden Rauchgaſe ziehen unter dem Unterkeſſel nach vorn, beſtreichen auf dem Rückwege deſſen beide Seiten, kommen unter dem Oberkeſſel zurück und ziehen über dieſem nach dem Schornſtein ab. Neuerdings werden als Fairbairn-Keſſel auch ſolche Keſſel bezeichnet, bei denen an die beiden glatten Flammrohre ſich ein elliptiſcher Stutzen anſchließt, von dem eine größere Anzahl von Heizrohren zum hinteren Keſſelboden geht, von wo die Heizgaſe zu beiden Seiten des Keſſels nach vorne ſtreichen und dort in den dritten, unter dem Keſſel nach hinten führenden Zug niederfallen. Als Vorzüge dieſes Keſſelſyſtems wird raſche Dampfentwicklung, große Waſſeroberfläche und großer Waſſerraum bezeichnet. Der Nutzeffekt dieſes Keſſels ſoll bis zu 80% gehen und findet derſelbe ſowohl zum Betriebe von Dampfmaſchinen, als auch in der chemiſchen Großinduſtrie feiner raſchen und ſtarken Dampfentwicklung wegen zahlreiche Anwendung. *G. Schwarz.*

Fairbanks-Maſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen.

Faktis, ſ. Kautſchuk.

Faktoren (Mathemat.), die Beſtandteile eines Produkts, durch deren Multiplikation dasſelbe entſteht; im allgemeinen die bei Konſtitution von Erklärungen, Formeln u. ſ. w. beſtehenden einzelnen Unterlagen. *Wölffing.*

Faktorielle, Fakultät mit der Differenz 1. Die Faktorielle der natürlichen Zahlen mit dem Anfangsglied 1 lautet: $1.2.3\ldots n = n!$; ſie ſpielt bei der Bildung der Binomialkoeffizienten eine Rolle.

Literatur: Hagen, Synopſis der höheren Mathematik, I, Berlin 1891, S. 122 ff. *Wölffing.*

Fakultäten, eine beſondere Art von Produktenreihen, deren Differenz nach einem beſtimmten Geſetz fortſchreitet.

Bei der Krampfchen Fakultät $\overset{m-1}{\lceil r}\,(z + r\,d) = z\,(z + d)\,(z + 2\,d)\ldots(z + [m-1]\,d)$ bilden die Faktoren eine arithmetiſche Reihe. — Zur Abkürzung wird die Krampfche Fakultät mit $z^{m|d}$ bezeichnet. Es iſt

$$a^{m|d} = \left(\frac{a}{\alpha}\right)^m \alpha^{m|\frac{d\,\alpha}{a}} = \left(\frac{d}{\delta}\right)^m \left(\frac{a\,\delta}{d}\right)^{m|\delta}.$$

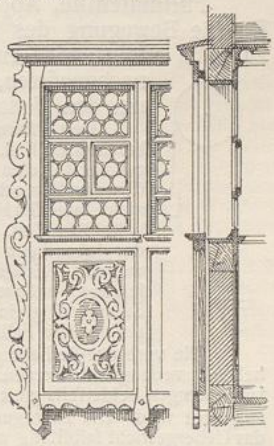
Durch dieſe Formeln wird an Stelle der Baſis a eine andre Größe α und an Stelle der Differenz d eine andre Größe δ eingeführt. Die Fakultät $z^{m|d}$ läßt ſich nach Potenzen der Baſis z und der Differenz d entwickeln.

Literatur: [1] Hagen, Synopſis der höheren Mathematik, I, Berlin 1891, S. 118 ff. — [2] Oettinger, L., Theorie der analytiſchen Fakultäten, Freiburg 1854. *Wölffing.*

Falkenauge, ſ. Quarz.

Fall, ſ. Takelage; Fall, freier, ſ. Fallmaſchine, Schwere.

Falladen, Ladenverſchluß, der durch Aufziehen und Niederlaſſen in ſeitlich angebrachten Nuten der aufgeſetzten und mit Schweifung verzierten Fenſterverkleidung bewegt wird. Der Laden iſt als platte Tafel mit Hirnleiſten gebildet und meiſt mit Oelfarbe geſtrichen, manchmal auch vielfarbig ausgemalt. Gebräuchlich ſind dieſe Laden an den Holzbauten des Schwarzwaldes und der Nordſchweiz (ſ. die Figur).



Literatur: [1] Eiſenlohr, F., Die Holzbauten des Schwarzwaldes. — [2] Gladbach, O., Die Holzarchitektur der Schweiz, Zürich 1876. *Weinbrenner.*

Fallband, ſ. v. w. Fahlband, ſ. Erzlagerſtätten.

Fallcoſinus und Fallſinus, ſ. Fallen und Streichen, Markſcheidekunde.

Falle, die aufziehbare, den Waſſerverſchluß bildende Tafel bei Stauanlagen (ſ. d.). — S. a. Schloß.

Fallebene, ſ. Fallen und Streichen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fallen und Streichen. Fallen oder Fallwinkel (Vertikalwinkel) ist der Neigungswinkel einer Geraden gegen die Horizontale, gezählt von 0^0 bis $+90^0$ (steigend) und bis -90^0 (fallend). Die Horizontalprojektion der Geraden bildet mit einer festen Anfangsrichtung, Nordrichtung, einen Horizontalwinkel, den man das Streichen der Geraden heißt, gezählt in positivem Sinne (rechtsläufig) von 0^0 bis 360^0, früher mit Angabe der Richtung Ost oder West nach beiden Seiten von 0^0 bis 180^0 oder 0^h bis 12^h.

Das Streichen wird meist mit dem Kompaß bestimmt, also auf den magnetischen Meridian bezogen; durch die Anschlußmessung auf einer festen Orientierungslinie erhält man aus dem beobachteten das reduzierte Streichen oder den Richtungswinkel der Geraden gegen die Nullrichtung (Abszissenachse) des Koordinatensystems oder mit Berücksichtigung der Meridiankonvergenz, das wahre Streichen, d. i. das Azimut gegen den astronomischen Meridian.

Das Fallen wird mit dem Gradbogen (oder mit dem Theodolit) bestimmt. Zwischen der flachen (schiefen) Länge l, ihrem Fallwinkel α, ihrer söhligen Länge s (Horizontalprojektion) und ihrer Seigerteufe h (Vertikalprojektion) besteht die Beziehung $s = l \cdot \cos \alpha$, $h = l \cdot \sin \alpha$.

Ganz ebenso wie bei einer Geraden spricht man bei einer Ebene von ihrem Streichen und Fallen, nur mit der Vereinfachung, daß man hier Anfangs- und Endrichtung nicht unterscheiden muß, also das Fallen ohne Vorzeichen, das Streichen nur von 0^h bis 12^h oder 0^0 bis 180^0 anzugeben hat.

Die Streichlinie steht im Raume senkrecht zur Fallinie, und da man die Fallrichtung gewöhnlich besser erkennt (größter Neigungswinkel) als die Streichrichtung, so wird meist zuerst das Fallen einer Ebene, dann senkrecht dazu das Streichen bestimmt. Die Flächen einer Lagerstätte faßt man im einzelnen als Ebenen auf; man mißt in einzelnen Punkten das Spezialfallen und -streichen, auch die Mächtigkeit der Lagerstätte. Aus den Einzelbestimmungen ergibt sich dann im Mittel das Generalfallen und -streichen oder das mittlere Fallen, mittlere Streichen und die mittlere Mächtigkeit der Lagerstätte (s. Grubenmessungen). *Haußmann.*

Faller, s. Flachsspinnerei.

Fallgesetze, s. Fallmaschine, Schwere.

Fallgitter (Fallgatter), eisernes Gitter zum Absperren an Toren durch Auf- und Niederschieben.

Fallhammer, Fallwerk, s. Hammer.

Fallinie, in der Lagerstättenlehre, s. Fallen und Streichen.

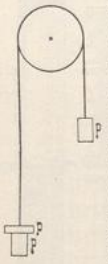
Fallinien, die Orthogonallinien der Niveaulinien auf einer Fläche $f(x,y,z)=0$, sind die Kurven, längs deren ein schwerer Punkt auf der Fläche herabgleitet.

Die Neigung ihrer Tangente gegen die Horizontalebene ist in jedem Punkt ein Maximum. Ihre Differentialgleichung ist: $\frac{\partial f}{\partial x} dy - \frac{\partial f}{\partial y} dx = 0$. Die Fallinien der Fläche $\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = 1$ haben als Horizontalprojektionen die Kurven $\frac{x^A}{y^B} = \text{const.}$

Literatur: [1] Salmon, Analytische Geometrie des Raumes, deutsch von Fiedler, Bd. 2, 3. Aufl., Leipzig 1880, S. 205. — [2] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutsch von Harnack, I, Leipzig 1884, S. 480. *Wölffing.*

Fallkessel nennt man die Ueberfallschachte bei Durchläffen (s. d.).

Fallmaschine, Apparat zur Demonstration des Fallgesetzes beim Unterricht. Da die Bewegung des freien Falls für die unmittelbare Prüfung des Gesetzes zu rasch erfolgt, wird entweder das Gesetz an einer verlangsamten Fallbewegung nachgewiesen, oder man bedient sich chronographischer Vorrichtungen, um den Verlauf der Bewegung zu prüfen.



Den ersteren Weg ging Galilei, indem er eine Kugel die schiefe Fallrinne herabrollen ließ. Ist g die Beschleunigung beim freien Fall, f die Beschleunigung auf der schiefen Rinne, die mit der horizontalen Richtung den Winkel α bildet, so ist unter Vernachlässigung der Reibung die Beschleunigung der Kugel $f = \frac{5}{7} g \sin \alpha$, nicht, wie Galilei [1] annahm, $f = g \sin \alpha$. Die lebendige Kraft der Kugel nach beliebiger Zeit, z. B. einer Sekunde, setzt sich nämlich aus zwei Teilen zusammen, der lebendigen Kraft der fortschreitenden und derjenigen der rotierenden Bewegung. Erstere hat für die Masse m nach einer Sekunde den Betrag $\frac{1}{2} m f^2$, letztere, entsprechend dem Trägheitsmoment der Kugel, den Betrag $\frac{1}{5} m f^2$, die Summe ist gleich der Arbeit der Schwere, dem Produkt aus Gewicht mg und senkrechter Fallhöhe $\frac{1}{2} f \sin \alpha$, woraus $\frac{1}{2} f + \frac{1}{5} f = \frac{1}{2} g \sin \alpha$ sich ergibt.

Die verbreitetste Fallmaschine ist die Atwoodsche. Auch bei ihr kann die Fallbewegung beliebig verlangsamt werden. An einem über eine leicht bewegliche Rolle gelegten Seidenfaden hängen beiderseits gleiche Gewichte P (s. Figur), auf deren eines ein kleines Uebergewicht p aufgelegt wird. Die Bewegung erfolgt entlang einer geteilten Säule, an der in beliebiger Höhe das Uebergewicht selbsttätig abgehoben werden kann, so daß die weitere Bewegung der Gewichte

annähernd gleichförmig wird. Sind K und r die Größen des Trägheitsmoments und des Radius der Rolle, ſo iſt $a = \frac{K}{r^2}$ die auf den Umfang der Rolle reduzierte Maſſe der Rolle, und die Beſchleunigung der unter der Wirkung des Uebergewichts eintretenden Bewegung unter Vernachläſſigung der Reibung und des Fadengewichts iſt: $f = \frac{pg}{2P + p + ag}$. Eine empfehlenswerte Einrichtung der Atwoodſchen Fallmaſchine ſ. bei [2].

In betreff der nach dem zweiten Prinzip eingerichteten Fallmaſchinen ſei auf [3], [4] und [5] verwieſen, ſowie auf den Art. Chronoſkop, und nur diejenige von Morin noch erwähnt. Entlang einer 2 m hohen, gleichförmig rotierenden Trommel mit vertikaler Achſe fällt zwiſchen Gleitſchienen ein ſchwerer Körper, der im Fallen einen Schreibſtift der Trommel entlang herabführt. Die gezeichnete Kurve hat die Fallhöhen als Ordinaten und Abſziſſen, die der Zeit proportional ſind; ſie iſt dem Fallgeſetz entſprechend eine Parabel.

Literatur: [1] Mach, E., Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Leipzig 1883, S. 137, 138 u. 322. — [2] Weinhold, Phyſikaliſche Demonſtrationen, Leipzig 1861, S. 61. — [3] Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, Braunſchweig 1890—95, Bd. 1, S. 500 u. 521, Bd. 2, S. 269 u. 270. — [4] Violle, Lehrbuch der Phyſik, Berlin 1892, Bd. 1, S. 177. — [5] Müller, Pouillet-Pfaundler, Lehrbuch d. Phyſik und Meteorologie, Braunſchweig 1886, 9. Aufl., Bd 1, S. 117 u. 118.

A. Schmidt.

Fallnullenzirkel, ſ. Reißzeug.

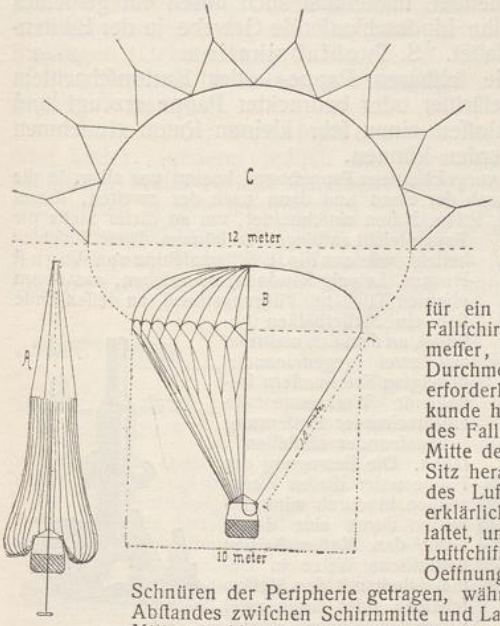
Fallort, ſ. Strecken.

Fallprobe, ſ. Proben, technologiſche.

Fallreep, der Zugang zum Oberdeck eines Schiffes; ſ. Schiffbau.

Fallrohr, ſ. Abfallrohre, Bd. 1, S. 11; Abortrohr, Bd. 1, S. 24. S. a. Kanaliſation der Privatgrundſtücke, Rutſche.

Fallſchirm, wurde von Leonardo da Vinci 1480 [1] erfunden, in ſpäterer Zeit (1784) zunächſt von dem Franzoſen Sébaſtien Lenormand in Montpellier der Akademie zu Lyon als Ergebnis ſeiner Verſuche, mit Schirmen ohne Beſchädigung von hohen Punkten herabzuſpringen, vorgelegt.



Die Anſchauung, der Fallſchirm vertrete ein Rettungsmittel für Unfälle, die bei Ballonfahrten eintreten können, iſt eine irrige, denn einmal kann man der entſtehenden Ueberlaſtung wegen des Ballons nicht für jeden Paſſagier einen Fallſchirm mitnehmen; dann aber ſpielen ſich bei einer Kataſtrophe die Momente in ſo unglaublich kurzer Zeit ab, daß eine Benutzung des Fallſchirms ſchon deswegen ausgeſchloſſen erſcheint, abgeſehen von der Unmöglichkeit, dieſen hierbei von dem in Unordnung geratenen Tauwerk loszuneſteln. — Fallſchirme ſind bisher nur für einzelne Perſonen angefertigt worden. Erfahrungen haben ergeben, daß für ein Geſamtgewicht von 100 kg (Menſch- und Fallſchirmgewicht) eine Fläche von 12 m Durchmeſſer, die bei konkaver Wölbung ſich auf 10 m Durchmeſſer reduziert, alſo 80 qm gewölbter Fläche erforderlich ſind, um einen Fall von 1 m pro Sekunde herbeizuführen. — Um für ſichere Entfaltung des Fallſchirms Gewähr zu bieten, hat Yon in der Mitte desſelben einen Gurt angebracht, der bis zum Sitz herabreicht und von dem zunächſt das Gewicht des Luftſchiffers getragen wird. Hierdurch wird erklärlicherweiſe die Peripherie des Schirmes entlaſtet, und ihre Schnüre, die ebenfalls zum Sitz des Luftſchiffers hinführen, hängen loſe. Erſt bei voller Oeffnung des Schirms wird die Laſt von den Schnüren der Peripherie getragen, während der Gurt nun wegen Verkürzung des Abſtandes zwiſchen Schirmmitte und Laſt loſe hängt. Der Fallſchirm hat in ſeiner Mitte ein kleines Abzugsloch für die Luft, wodurch ſtarke Pendelungen desſelben vermieden werden.

Zur Verbeſſerung des Fallſchirms ſchlug Hengler 1832 vor [3], die Fallfläche anſtatt konkav konvex zu geſtalten, zur Beſeitigung der Pendelungen. Er will auch ſelbſt gelungene Verſuche mit ſolcher Form angeſtellt haben. Der Engländer Cocking, der 1836 dieſelbe Idee zur Ausführung brachte, kam dabei um; der Fallſchirm pendelte ſo ſtark, daß der Korb abriß und Cocking herabſtürzte [4]. Eine neuere Verbeſſerung hat Popper vorgeſchlagen [5]; er teilt die konkave Fläche durch ſenkrecht darin angebrachte Scheidewände in vier gleiche Teile und verſieht jeden Teil am Mittelpunkt des Schirms mit einem Abzugsloch für die Luft. Bei dieſer Konſtruktion iſt ein Pendeln nicht möglich, wie man ſich leicht an Modellen überzeugen kann. Es ſind fernerhin auch Vorſchläge gemacht worden, den Fallſchirm lenkbar zu machen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo durch Renard [6], jedoch ſind ernſthafte Projekte dieſer Art nicht zur Ausführung gelangt. Köppen hat erfolgreiche Verſuche mit einem rotierenden Fallſchirm angeſtellt [7].

Literatur: [1] I Manoscritti di Leonardo da Vinci, Codice sul volo degli Uccelli, herausgegeben von T. Sabachnikoff, Paris 1894. — [2] Entwicklung der Fallſchirmtechnik von Moedebeck, Prometheus, 1. Jahrg., Nr. 9. — [3] Zeitſchr. des deutſchen Vereins zur Förderung der Luftſchiffahrt, 5. Jahrg., 1886, und 2, 1887. — [4] Astra Castra von Hatton Turnor, London 1865. — [5] Popper, Joſef, Flugtechnik, Berlin 1889. — [6] Revue de l'aéronautique, Paris 1889. — [7] Moedebeck, Taſchenbuch für Flugtechniker und Luftſchiffer, Berlin 1904. *Moedebeck.*

Fallſchirmballon, Luftballon, dahin eingerichtet, in der Luft nach dem Willen des Luftſchiffers oder bei eintretenden Unglücksfällen ſich in einen Fallſchirm zu verwandeln.

Die einfachſte Form eines ſolchen ſtellt der Fallſchirmballon von Roſe vor, bei dem der obere Teil des Ballons von einem Fallſchirm bedeckt iſt, der in das Ballonnetz ausläuft. Vgl. Zeitſchr. für Luftſchiffahrt, 12. Jahrg., 1893. Die Fallſchirmkünſtlerin Fräulein K. Paulus benutzt die obere Ballonkalotte als Fallſchirm, indem ſie deren Rand mit einem ſtarren Ring verſieht. (D.R.P. 118834.) *Moedebeck.*

Fallſinus, ſ. Fallen und Streichen.

Falltor, Tor mit Fallgatter.

Falltüre, wagerecht liegende, meiſt mit dem Boden ebene Türe, zum Aufklappen eingerichtet, bei Magazinen, Speichern u. ſ. w. gebräuchlich.

Fallwerk, ſ. Hammer und Schlagverſuch.

Fallwinkel, ſ. Erzlagerſtätten, Fallen und Streichen, Balliſtik.

Faltboot, ein aus Rahmenhölzern und Segeltuch gefertigtes und zum Zuſammenklappen eingerichtetes Boot.

Falten, Faltung, ſ. Lagerung.

Faltenverwerfung, ſ. Verwerfung.

Faltring, ein bei der Tuchfabrikation in der Walkmaſchine angewendeter, aus Holz, Glas oder Porzellan beſtehender, manchmal auch durch ein gelochtes Brett erſetzter Ring, der das durch ihn hindurchlaufende Gewebe in der Breitenrichtung (Schußrichtung) zuſammenfaltet. S. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Faltſchachtelfabrikation. Die faltbaren Pappe- oder Kartonſchachteln werden aus einem Stück weißer, gefärbter oder bedruckter Pappe erzeugt und haben den Vorteil, daß ſie ungeſchloſſen einen ſehr kleinen Raum einnehmen und daher ökonomiſch verſendet werden können.

Der in entſprechenden Dimenſionen vorgeſchnittene Pappebogen kommt vor allem in die Papperitz- oder Nutmaſchine, die zuerſt nach der einen und dann nach der zweiten, darauf ſenkrechten Richtung ſchmale Vertiefungen, Ritze, Nuten einſchneidet, um an dieſer Stelle die Pappe leicht aufbiegen zu können. Dieſe Maſchine beſteht, wie aus Fig. 1 (Ritzmaſchine von Auguſt Fomm, Leipzig-Reudnitz) zu erſehen, aus einem eiſernen Tiſch mit Führungslineal, an deſſen Ende ſich ein Meſſerbalken befindet, an dem ſich mehrere, aus zwei gegeneinander geneigten Kreismeſſern beſtehende Werkzeuge in entſprechender Entfernung voneinander einſtellen laſſen. Die Bewegung der Pappe unter dieſen Werkzeugen hindurch wird entweder durch eine direkt unter den Meſſerſcheiben befindliche Walze in Gemeinſchaft mit den Meſſerſcheiben oder durch zwei neben den Meſſern angeordnete Walzen bewirkt, deren Drehung durch den Fußtritt des Arbeiters zur Ausführung kommt. Sehr zweckmäßig und zurzeit am meiſten verbreitet iſt der in Fig. 2 dargeſtellte Nutapparat der Aktiengeſellſchaft für Kartonageninduſtrie, Dresden (D.R.P. Nr. 42019), der die Pappe nicht bloß ritzt, ſondern eine Nute aushebt, wodurch größere Haltbarkeit der Kartons erzielt wird. Nach dem Nuten werden die Verſchlußklappen geſtanzt, meiſt in der aus Fig. 3 und 4 erſichtlichen Form. Ein hierzu gut verwendbarer Stanzapparat iſt in Fig. 5 dargeſtellt; er beſteht aus der Unterlagsplatte *A*, auf der ſich durch Schrauben befeſtigte und daher auswechſelbare Untermeſſer (Matrizen) befinden. In zwei ſeitwärts angeordneten Ständern *B* iſt die Oberplatte *D* ſenkrecht geführt und kann durch einen beliebig erzeugten Druck auf *I* nach abwärts geführt werden, während das nach Aufhören des Druckes ſofort eintretende Heben der Platte durch vier Federn beſorgt

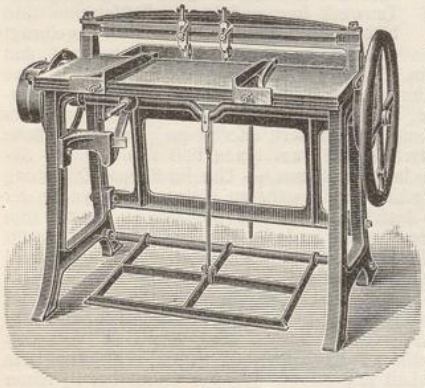


Fig. 1.

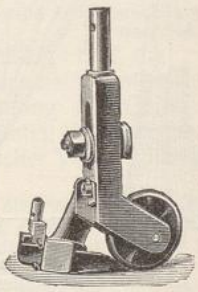


Fig. 2.

wird. An dieſer Oberplatte ſind die zu den Untermeſſern paſſenden Obermeſſer, Stanzen, Lochſtempel u. ſ. w. befeſtigt. Die Anſchläge *G* dienen zum entſprechenden Auflegen der Pappe. Das Schließen dieſer Schachtel wird auf einer Drahtheftmaſchine vorgenommen, wobei häufig

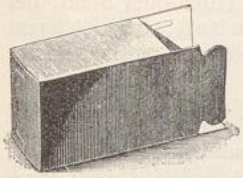


Fig. 4.

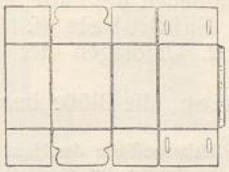


Fig. 3.

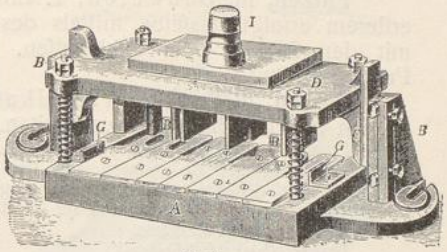


Fig. 5.

flacher, vernickelter Draht verwendet wird. Um den Vorteil der ökonomiſchen Verſendbarkeit auch für die weniger leicht deformierbaren Deckelſchachteln zu erreichen, werden heute Schachtel und Deckel für ſich im gefalteten Zuſtande ſo hergeſtellt und verſendet, daß beide Teile durch einen leichten Druck in die richtige Form gebracht werden können. *Kraft.*

Faltſchachteln, jene aus Karton oder Pappe in einem Stück hergeſtellten Schachteln, die gewöhnlich durch Drahthefte geſchloſſen werden.

Falz, im Bauweſen, 1. rechtwinkliger Ausſchnitt — Ausfalzung — an der Kante z. B. eines Hauſteins, Holzpfoſtens, wodurch ein guter Anſchlag (ſ. d.), d. h. ein Uebergreifen und dichtes Anſchließen z. B. eines Brettes, einer Türe, eines Ladens oder Fenſters erzielt wird. Dieſer Anſchlag wird um ſo dichter, je mehr Falze in Anwendung kommen (ſ. Fig. 3). 2. Bei Bretterſchalung oder Fußböden wird der Falz angewendet zur Dichtung der Stoßfugen (Ueberfalzung, ſ. Fig. 4). 3. Oft fälſchlich gebraucht für Nut (ſ. d.). 4. Bei Metallen iſt Falz der umgebogene Rand, mit dem Bleche ineinander greifen (ſ. Falzen). *Weinbrenner.*



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

Falz, in der Buchbinderei, 1. der ſchmale Streifen von Papier, Stoff oder Leder, letzterer jedoch nur in ausgeſchärftem Zuſtande; 2. der wenige Millimeter breite Bruch am Buchvorſatz, mit dem das letztere um den erſten und letzten Bogen herumgelegt wird; 3. die durch das Abpreſſen des Buches gebildete Erhöhung zu beiden Seiten des Buchrückens. (Vgl. Buchbinderei.)

Falzen, Falz, Falzmaſchine. Das Verbinden zweier Bleche oder der Enden eines Bleches durch Umbiegen, Ineinanderhaken und Zuſammendrücken der Blechränder heißt Falzen. Die hierdurch entſtehende Naht iſt der Falz oder die Falznaht.

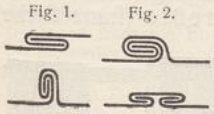


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Man unterſcheidet den einfachen (Fig. 1) und den doppelten Falz. Letzterer wird als liegender (Fig. 2) oder ſtehender (Fig. 3) ausgebildet. Auch verbindet man die umgebogenen Ränder zweier Bleche nach Fig. 4 durch einen übergeſchobenen Falzſtreifen. Der Falz nach Fig. 1 hat den Nachteil, leicht aushaken zu können. Falzverbindungen werden beſonders bei Gefäßen, Röhren, Konſervenbüchſen u. ſ. w. angewendet. Beim Dachdecken bieten Falzverbindungen gegenüber dem Zuſammenlöten der einzelnen Bleche den Vorteil, daß ſie nachgiebig ſind und den Ausdehnungen und dem Zuſammenziehen der Bleche durch Temperaturſchwankungen folgen. Häufig werden Niete durch die Falze gezogen, um eine feſtere Verbindung herzuſtellen; auch werden die Falze verlötet, um ſie waſſerdicht zu machen.

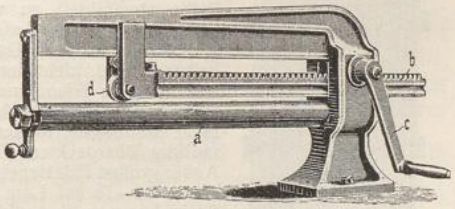


Fig. 5.

Werkzeuge zum Falzen ſind außer dem Hammer zum Zuſammenſchlagen der Falze die Deckſchaufel (ſ. d.) zum Dachdecken und die Falzzange; letztere hat ein ſehr breites Maul und dient zum Faſſen und Umbiegen des Blechrandes. Falzmaſchinen (Abkantemaſchinen, ſ. d.) werden gebraucht zum Umbiegen langer oder kreisförmiger Blechränder (ſ. Biegemaſchinen, Blechgefäßherſtellung). Auch zum Zudrücken der Falze dienen beſondere Maſchinen, Falzzudrückmaſchinen, wenn es ſich darum handelt, lange Falze wie bei Rohren zuzudrücken. Bei der Falzzudrückmaſchine (Fig. 5) von Erdmann Kircheis, Aue i. S., wird das Rohr auf den unteren Rundbalken *a* geſchoben und die Druckrolle *d* mit Hilfe der Kurbel *c* und der Zahnſtange *b* über den Falz hinweggeführt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In der Böttcherei (s. d.) bezeichnet man eine flache Nut zur Aufnahme der Faßböden als Falz, im Gegensatz zur Kimme, einer tiefen Furche, die zur Aufnahme der zugeschärften Ränder der Faßböden dient. *Dalchow.*

Falzen, im Bauwesen, 1. Einarbeiten der Falze in Holz oder Stein; bei ersterem erfolgt dasselbe mittels des Falzhobels (s. Hobel), bei letzterem mit dem Meißel oder Schlageisen. 2. Umbiegen der Ränder von Blechen, Pappen u. s. w. *Weinbrenner.*

Falzen, in der Lederfabrikation, die Blöße bezw. das Leder an allen Stellen gleichmäßig stark ausarbeiten.

Es werden bei dieser Bearbeitung die stärkeren Teile der Haut mit dem scharfen Falze, oder auch Falzmesser genannt, auf dem Falzbocke ausgefalzt (s. a. Blanchieren, Bd. 2, S. 39). Anstatt des Falzens spaltet man in größeren Betrieben jetzt häufig die Blößen oder das Leder auf der Spaltmaschine, wobei der Abfall, der sogenannte Spalt, wertvoller ist als die beim Falzen entstehenden Falzspäne. *Päßler.*

Falzhobel, s. Hobel.

Falzhorn, amboßartiges, beim Treiben (s. d.) als Unterlage benutztes Werkzeug.

Falzmaschine, Apparat zum Zusammenlegen gedruckter flacher Bogen. Es sind entweder selbständige oder mit Buchdruckmaschinen gekuppelte Maschinen oder stellen auch einen integrierenden Bestandteil der genannten dar. Falzmaschine, zur Herstellung der Verbindung von Blechen, s. Blechbearbeitung, Bd. 2, S. 46, und Falzen; Falzmaschine, in der Buchbinderei, s. Buchbindereimaschinen, Bd. 2, S. 377.

Bei den selbständigen Papierfalzmaschinen, die man von 1 bis 4 „Bruch" liefernd baut, wird der Bogen auf den Anlegetisch der Maschine gelegt, hier von einem stumpfen Messer in einen Spalt und zwischen zwei rotierende Walzen gedrückt, wodurch er einen festen Bruch erhält; sind mehrere Brüche nötig, so gelangt der Bogen vom ersten Walzenpaar mittels Bänderführung unter ein zweites Messer, geht wiederum durch Walzen zum dritten und wird, nachdem auch hier der Bruch beim Durchgange durch ein Walzenpaar Festigkeit erlangt hat, von der Maschine einem Sammelkasten zugeführt. (Vgl. den Katalog von Gebrüder Brehmer in Leipzig-Plagwitz.) — Mit Zylinderflachdruckmaschinen in direkte Verbindung gebrachte Falzmaschinen gleichen im wesentlichen den vorbeschriebenen; bei den an Rotationsmaschinen angebrachten Apparaten kommen außerdem noch Falztrommeln und Falztrichter (bei diesem erhält der über eine trichterförmig gebogene Metallfläche herabschießende Bogen in der Laufrichtung den ersten Falz) in Betracht. (Vgl. Pilz, Die Rotationsschnellpresse, Leipzig 1892.) *A. W. Unger.*

Falzmesser, s. Falzen (in der Lederfabrikation).

Falzrahmen, s. Fenster.

Falzverbindung, -verschluß, -werkzeug, -zange, s. Falz und Falzen.

Falzziegel, Dachziegel mit Vorsprüngen, mit denen sie einen oder mehrere Nachbarziegel übergreifen, während anderseits der Nachbarziegel mit seinem Vorsprung in den Falz eingreift. Man unterscheidet gepreßte (französische) Falzziegel und Strangfalzziegel (Bergziegel).

Das älteste Modell der Falzziegel (Gilardoni, Altkirch) ist der sogenannte Rauten- oder Herzziegel (Fig. 1). Die einzelnen Ziegel überdecken sich bei dieser Art kreuzweise, weshalb an den Seiten des Daches noch halbe Ziegel (Fig. 1, in der untersten Reihe abgebildet) zu verwenden sind, um einen richtigen Anschluß am Dachgiebel zu erreichen. Da die Benutzung halber Ziegel nicht immer wünschenswert war, so erfand man bald Formen, bei denen sich die einzelnen Ziegel nicht mehr kreuzweise, sondern geradlinig überdeckten (Fig. 2). Außer großen Falzziegeln, von denen 14—15 auf 1 qm Dachfläche kommen, sind auch vielfach, namentlich in den nördlichen Teilen Frankreichs und in Nordwestdeutschland, Falzziegel in Gebrauch, von denen 22 auf 1 qm Dachfläche erforderlich sind. Es sind dies die nach ihrem Erfinder benannten Bouletziegel (Fig. 3). Falzziegel eigenartiger Form werden in den Vereinigten Staaten von Amerika hergestellt; es sind Ziegel, die in ihrer gesamten Konstruktion an die Mönche und Nonnen erinnern, nur ist der Mönch viel schmaler als bei den genannten Dachziegeln und die Nonne verhältnismäßig breiter;

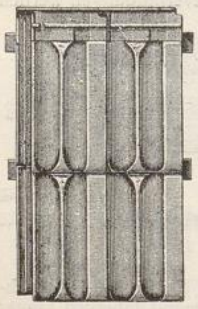


Fig 2.

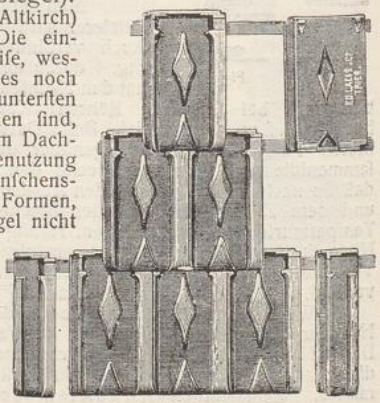


Fig. 1. Gilardoniziegel.

Fig. 4 gibt einen Querſchnitt durch eine Reihe ſolcher Dachziegel. Zur Deckung von runden Türmen werden vielfach nur Nonnen, Conosera tiles genannt, angewendet, von denen Abbildungen und Beſchreibung ſich in [2] finden. — Rautenförmige Falzziegel, die wie die vorhergenannten eine ſehr wirkungsvolle, wenn auch etwas ſchwerere Dachdeckung geben, zeigt Fig. 5.

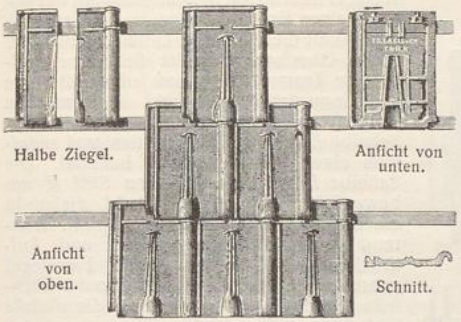


Fig. 3. Bouletziegel.

Fig. 4.

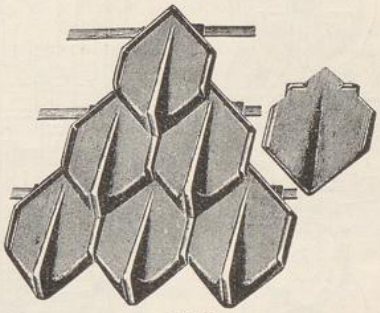


Fig. 5.

Die Strangfalzziegel beſitzen nur in ihrer Längsrichtung Falze; ſie überdecken daher nur einerſeits den Nachbarziegel und werden auf der andern Langſeite von dem andern Nachbarziegel überdeckt. Eine Dachdeckung mit ſolchen Strangfalzziegeln, Syſtem Benekendorff & Jüngſt, iſt in Fig. 6 in perſpektiviſcher Anſicht und in Fig. 7 im Schnitt dargeſtellt [3], [4]. Dieſe Dachziegel wurden zuerſt von verſchiedenen Ziegelfabrikanten in der Schweiz hergeſtellt und erhielten aus dieſem Anlaß im Gegenſatz zu den franzöſiſchen Falzziegeln den Namen Bergziegel.

Während die franzöſiſchen oder eigentlichen Falzziegel mittels beſonderer Preſſen hergeſtellt werden (ſ. Falzziegelpreſſe), erfolgt die Herſtellung der Strangfalzziegel auf gewöhnlichen, einen kontinuierlichen Strang auspreſſenden Ziegelmaſchinen unter Benutzung beſonderer Mundſtücke und Abſchneideapparate (ſ. Ziegelfabrikation). Außer dieſen hier im Bilde vorgeführten Formen von Falzziegeln ſind noch zahlloſe andre vorhanden, da faſt jede Maſchinenfabrik, die Falzziegelpreſſen baut, und jede große Ziegelei, die Falzziegel fabriziert, ihr eignes, vielfach durch Patent oder Muſter geſchütztes Modell beſitzt.

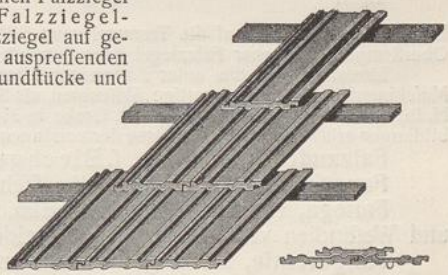


Fig. 6.

Fig. 7.

Literatur: [1] Lejeune, E., Guide de Briquetier et de Chaufournier, 3. Aufl., Paris (ohne Jahreszahl). — [2] Dümmler, K., Die Ziegel- und Tonwareninduſtrie in den Vereinigten Staaten und auf der Columbus-Weltausſtellung in Chicago, Halle a. S. 1893. — [3] Jüngſt, C., Neuere Strangfalzziegel, in Deutſche Töpfer- und Zieglerzeitung 1890, Nr. 2—5, Halle a. S. — [4] Mitteilungen über die Fortſchritte der Strangfalzziegelfabrikation, ebend., Jahrg. 1897, Nr. 11. — [5] Dümmler, K., Handbuch der Ziegelfabrikation, Halle a. S. 1900, S. 506 ff. — [6] Notizblatt des Deutſchen Vereins für Fabrikation von Ziegeln u. ſ. w., 1865—1880, und Notizblatt des Deutſchen Ziegler- und Kalkbrennervereins, 1881—1900.

Dümmler.

Falzziegeldeckung, ſ. Falzziegel und Dachdeckung.

Falzziegelpreſſe, zur Herſtellung der gepreßten oder franzöſiſchen Falzziegel, iſt ſo eingerichtet, daß gleichzeitig die Ober- und Unterſeite des Falzziegels (wie aus den Fig. 1, 3 und 5 des Art. Falzziegel hervorgeht, nicht identiſch) gepreßt wird. Zu dieſem Zwecke wird erſt eine Mutterform hergeſtellt, die den Falzziegel ſo zeigt, wie er in der Vollendung, zuzüglich der Schwindung werden ſoll; von dieſer Form wird ein Abguß für die Unterform und ein ſolcher für die Oberform angefertigt, welche dann für die Preſſung benutzt werden.

Dieſe eigentlichen Formen werden meiſt aus Gips, ſeltener aus Metall angefertigt; iſt letzteres der Fall, ſo müſſen die Formen während des Gebrauches angewärmt werden, was durch Benutzung von heißem Dampf, der im Innern der Formen zirkuliert, bequem zu erreichen iſt; die Zuführung des Dampfes muß an den Stellen, wo die Rohrleitung an die beweglichen Preßformen anſchließt, in biegſamen Röhren vorgenommen werden. Die genannten Preßformen, von denen die untenliegende in vertikaler Richtung nicht beweglich iſt, werden während der Preſſung ſo gegeneinander geführt, daß die Entfernung zwiſchen den Formen gleich der Stärke wird, die der Falzziegel erhalten ſoll. Die Führung des Oberſtempels erfolgt mit Hilfe von Schraubenſpindeln, unrunden Rädern, Kurbelzapfen und ähnlichen Vorrichtungen. Iſt die Preſſung erfolgt und der Oberſtempel wieder gehoben, ſo wird der Unterſtempel vorgezogen und der fertig gepreßte Ziegel abgenommen, was dadurch erleichtert iſt, daß man die Unterform auf einer runden Stange führt, um welche dieſelbe gedreht werden kann. — Für größere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Leiſtungen werden ſogenannte Revolverpreſſen benutzt. Eine ſolche Preſſe von Jean Schmerber in Tagolsheim iſt in Fig. 1 und 2 dargeſtellt; ſie beſteht aus einer Hauptwelle *C*, die durch Zahnräder mit der Triebwelle *A* verbunden iſt, auf der die Riemenſcheiben und zwei Schwungräder *B* befeſtigt ſind. Inmitten der Welle *C* iſt ein Exzenter angebracht, der mit Hilfe einer Exzenterſtange *E* den Träger *F* und damit die Oberform *G* hält. Unterhalb dieſer Oberform befindet ſich eine fünfkantige Trommel, die auf jeder Seite eine Unterform trägt; ſie dreht ſich um eine Achſe *I*, auf deren Ende ſich einerſeits eine Scheibe *L* mit fünf Einſchnitten und anderſeits eine Riemenſcheibe *R* befindet. Die Scheibe *L* wird durch einen Stift *K* unbeweglich feſtgehalten, ſobald dieſer in einen Einſchnitt der erſteren eingreift. Während durch das Niedergehen und Aufdrücken der Oberform *G* ein Falzziegel gepreßt wird, legt ein Arbeiter an der Rückſeite der Preſſe ein Tonblatt auf die nächſte Unterform auf und ein andrer nimmt den Falzziegel, der vorher gepreßt wurde, mit Hilfe eines Trockenbrettes von der Form ab. Sowie jeweilig ein Falzziegel fertig gepreßt iſt, hebt ſich der Oberſtempel, und gleichzeitig wird durch die Bewegung der unrunden Scheibe *M* und der Hebelkombination *NP* der Stift *K* aus dem Einſchnitt der Scheibe *L* entfernt, worauf ſich dieſe und damit die Trommel weiterdreht, und zwar ſo weit, bis der Stift *K* in den nächſten Einſchnitt eintritt, worauf die Trommel zum Stillſtand kommt und durch den Niedergang des Oberſtempels ein neuer Falzziegel gepreßt wird.

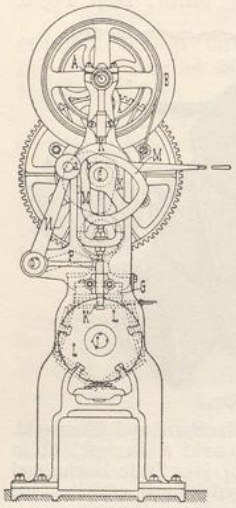


Fig. 1.

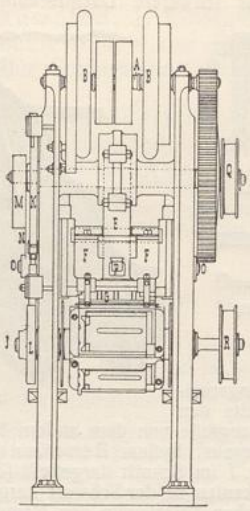


Fig. 2.

Literatur: Vgl. die unter Falzziegel angegebene Literatur; außerdem haben faſt alle Maſchinenfabriken, die derartige Maſchinen als Spezialität bauen (z. B. Ed. Laeis & Co. in Trier, H. Bolze & Co. in Braunſchweig, Th. Groke in Merſeburg u. v. a.) in ihren Proſpekten durch Abbildungen erläuterte Beſchreibungen der von ihnen gebauten Falzziegelpreſſen gegeben. *Dümmler.*

Falzzudrückmaſchine, ſ. Blechgefäßherſtellung und Falzen.

Fan, Gewicht in China = $^1/_{10}$ Tſchin = 10 Li = 0,38 g.

Fanega, ein noch heute in Mexiko, Zentral- und Südamerika außer Braſilien, und Weſtindien viel gebrauchtes Getreidemaß = etwa 55 l.

Fangbremſe, ſ. Fangvorrichtungen.

Fangdamm. Zur Umſchließung der Baugrube bei Gründungen im und am Waſſer verwendet man, ſobald Spund- oder Pfahlwände des großen Waſſerdruckes wegen nicht ausreichen, Fangdämme. Ihre Konſtruktion richtet ſich nach dem Untergrund, der Waſſertiefe und dem Baumaterial.

Die wichtigeren Konſtruktionsweiſen ſind die folgenden:

1. Wenn die Höhe des Fangdammes 0,6—1,0 m nicht überſchreitet, ſo kann man ihn als Erddamm ausbilden; doch gewährt ein ſolcher keinen hohen Grad von Waſſerdichtheit. Letzteres iſt nur der Fall, wenn der Damm aus gewachſenem Boden ſtehen geblieben iſt; alsdann kann er auch für größere Höhen benutzt werden.

2. Bei einem aus Erde zu ſchüttenden Fangdamm kann man die Waſſerdichtheit erhöhen, wenn man eine Stülpwand oder eine Spundwand ſchlägt und gegen dieſe die Erde ſchüttet.

3. Bei größeren Höhen (bis zu ca. 3 m) ſchlägt man eine lotrechte oder eine ſchräge Pfahlreihe, überdeckt dieſe mit einem wagerechten Holm und lehnt gegen letzteren eine ſchräge Bretter- oder Bohlenwand; auf dieſe kommt eine Schüttung von Erde, Miſt, Dünger u. ſ. w.

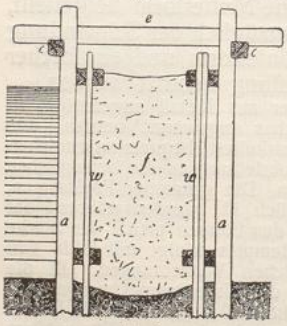


Fig. 2.

4. Alle dieſe Fangdammkonſtruktionen nehmen im Grundriß eine meiſt nicht zuläſſige große Fläche in Anſpruch; auch ſind ſie bei größerem Waſſerdruck nicht feſt genug. In beiden Richtungen ſind Kaſtenfangdämme vorteilhafter. Ein ſolcher Fangdamm wird aus zwei Holzwänden, zwiſchen denen möglichſt waſſerundurchläſſiges Füllmaterial eingebracht

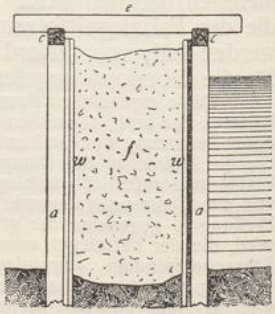


Fig. 1.

wird, gebildet (Fig. 1 und 2). Die Holzwände beſtehen entweder aus dicht nebeneinander geſchlagenen Pfählen oder aus Bretter-, Stülp- und Spundwänden *w*, die durch Pfahlreihen *a* geſtützt werden; zur Längsverbindung dienen Holme und Gurthölzer *c*. Um beim Einbringen der Füllung das ſeitliche Ausweichen der Wände zu verhüten, bringt man eine Querverbindung *e* an, die entweder aus hölzernen Zangen oder eiſernen Ankern beſtehen kann. Zur Füllung *f* iſt friſcher Klaiboden am beſten geeignet, weil er am dichteſten iſt; dieſem zunächſt ſtehen feuchter, ſandiger Lehm, Gartenerde oder lehmiger Sand. Der untere Teil der inneren Holzwand bleibt häufig zum Schutz des Fundamentes ſtehen; nicht ſelten umgibt dieſelbe eine Steinſchüttung.

5. Man erreicht bei einem Kaſtenfangdamm den höchſten Grad von Waſſerdichtheit, wenn man als Füllmaterial hydrauliſchen Beton verwendet; dadurch entſteht ein Betonfangdamm. Obwohl ein ſolcher ſchwächer als ein gewöhnlicher Kaſtenfangdamm gehalten werden kann, kommt er doch teurer als letzterer zu ſtehen.

6. Um an Füllmaterial zu erſparen, hat man den Kaſtenfangdamm ſeiner Breite nach durch Zwiſchenwände in zwei, ſelbſt drei Abteilungen zerlegt und dieſe, dem nach oben abnehmenden Waſſerdruck entſprechend, verſchieden hoch gemacht; ſo entſtehen zwei- bezw. dreifache Fangdämme.

7. Iſt der Untergrund ſehr ſteinig oder felſig, ſo kann man Fangdämme der ſeither beſchriebenen Konſtruktion nicht anwenden, weil man keine Pfähle ſchlagen kann. Bei geringer Waſſertiefe erſetzt man die Pfähle durch eiſerne Stangen in vorgebohrten Löchern; dazu kommt eine Verkleidung aus lotrechten Bohlen, die ſo feſt eingeſchlagen werden, bis ſie ſich den Unebenheiten des Bodens etwas anpaſſen.

8. Bei größerer Waſſertiefe wird in einem ſolchen Falle ein Damm, am beſten aus Lehmerde, geſchüttet, und in dieſen werden die Pfähle eingerammt.

9. Iſt dies nicht zuläſſig, ſo wendet man Senkgerüſte oder ſchwimmende Fangdämme an. Ueber Waſſer wird ein der ſonſtigen Fangdammkonſtruktion entſprechendes Gerüſt, das die erforderlichen Längs- und Querverbindungen ſowie auch Verſtrebungen erhält, zuſammengezimmert; dieſes wird an der Bauſtelle auf die Sohle des betreffenden Gewäſſers verſenkt.

Im Grundriß ſchließen ſich die Fangdämme der Grundform des zu fundierenden Bauwerkes tunlichſt an; doch vermeidet man gern zu viele und ſpitze Ecken. *Schmitt-Darmſtadt.*

Fangdaumen, eine Fangvorrichtung an Schachtgeſtängen. Vgl. Kraftübertragung im Bergbau.

Fanggraben (Hinter-, Saumgraben), Graben am oberen Rande eines Einſchnittes zum Abfangen des Tagewaſſers oberhalb der Einſchnittböſchung.

Fangkettenſtuhl (Raſchelmaſchine), ein Kettenwirkſtuhl mit zwei einander gegenüberſtehenden Nadelreihen zur Herſtellung von Rechts- und Rechtskettenwaren. S. a. Wirkerei.

Fanglager, ſ. Kraftübertragung im Bergbau.

Fangmaſchine (Rändermaſchine), die am Wirkſtuhle außer der gewöhnlichen Nadelreihe angebrachte zweite Nadelreihe zur Herſtellung von Rechts- und Rechtskettenware.

Fangplüſch, ſ. Wirkerei.

Fangprobe, ſ. Fangvorrichtungen.

Fangſcheibe, ſ. Kraftübertragung im Bergban.

Fangſchere, ſ. Tiefbohren.

Fangſtuhl, ein Wirkſtuhl, der außer der gewöhnlichen Nadelreihe noch eine zweite der erſteren entgegenſtehende Nadelreihe enthält, zur Herſtellung von Rechts- und Rechtskettenware (ſpeziell Fangware).

Fangtuch, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Fangvorrichtungen werden an den Schachtfördergeſtellen (ſ. Fahren und Schachtförderung), namentlich wenn letztere zur Mannſchaftsfahrung dienen, angebracht und haben den Zweck, nach eingetretenem Seilbruch das Geſtell an den Leitungen feſtzuhalten [1], [2].

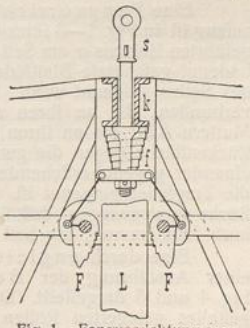


Fig. 1. Fangvorrichtung von White & Grant.

Die Betätigung der Fangvorrichtungen erfolgt allgemein derart, daß die Fänger durch eine Feder, die ſich ausdehnt, mittels Hebelübertragung an oder in die Leitung gedrückt werden. Die erzeugte Reibung ſoll die lebendige Kraft des Geſtelles vernichten. Bei den älteren Fangvorrichtungen (Exzenterfangvorrichtung von White & Grant, Fig. 1, Fontaines Fangvorrichtung) trat die Fangwirkung verhältnismäßig ſchnell ein, daher wurden zuweilen bei großer Fördergeſchwindigkeit die fangenden Teile zerſtört. Man hat ſich bei den neueren Einrichtungen bemüht, das Fangen allmählich durch Bremswirkung zu erreichen; hierher gehören die Hoppeſche Fangbremſe, Pinnos Keilfangvorrichtung, die Bleyſche und die Münznerſche Fangvorrichtung (Fig. 2, 2a und 3). — Die an Fördertonnen benutzten Fangvorrichtungen (Tonnenfangvorrichtungen) ſind gewöhnlich mit einem Führungsſchlitten in Verbindung

gebracht und im übrigen den Einrichtungen an den Fördergeſtellen ähnlich. Um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß eine Fangvorrichtung zweckentſprechend iſt, werden vor der Ingebrauchnahme mit den Fördergeſtellen in beſonderen, zu dieſen Verſuchen in den Maſchinenfabriken oder in der Nähe der Schächte erbauten Gerüſten, die dem Schachtausbau nachgebildet ſind, Fangproben angeſtellt. Zunächſt bringt man an dem in der Ruhelage befindlichen Fördergeſtell durch Löſung der Verbindung mit dem Seile die Fangvorrichtung zur Wirkung; dann ſtellt man die Fangvorrichtung zunächſt feſt und läßt das Geſtell behufs Erlangung einer beſtimmten Geſchwindigkeit durch eine gemeſſene Höhe frei fallen. Nun erſt tritt nach ſelbſttätiger Auslöſung der Feſtſtellung das Fangen ein, und zwar bei den neueren Fangvorrichtungen mit nur geringem Stoß; das Geſtell kommt allmählich zur Ruhe, indem es an den Leitungen einen der lebendigen Kraft entſprechenden Bremsweg zurücklegt [3]. Als Beiſpiele mögen hier die Fangvorrichtungen von White & Grant und diejenige von Münzner kurz beſchrieben werden. In Fig. 1 bedeutet *k* das Kopfſtück des Geſtelles; in dieſem iſt die Königſtange *s* geführt, die unter dem Einfluſſe des Seilzuges und Geſtellgewichtes die Feder *f* zuſammendrückt und dadurch die Exzenter *F*, die an im Geſtell verlagerten Wellen befeſtigt ſind, von den Leitungen *L* zurückzieht. Bricht das Seil, ſo entſpannt ſich die Feder, dreht mittels Hebelübertragung die Wellen und drückt die Fänger an die Leitungen, einige Zähne dringen in das Holz ein, ſtoßen Späne davon ab und fangen bei nicht zu großer lebendiger Kraft das Geſtell. — Fig. 2, 2a und 3 zeigen den Bau der Münznerſchen Fangvorrichtung. Beim Seilbruch wird durch die Federſpannung die Königſtange *s* mit dem Querſtück *Q* niedergezogen, dadurch werden die auf den

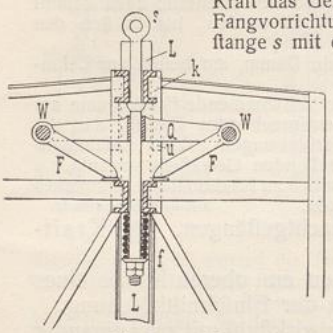


Fig. 2. Münznerſche Fangvorrichtung.

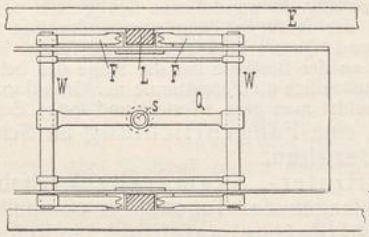


Fig. 2a.

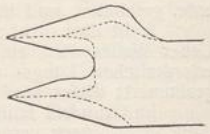


Fig. 3. Form der Fänger der Münznerſchen Fangvorrichtung.

Wellen *W* loſe ſitzenden Fänger *F*, deren Form Fig. 3 wiedergibt, in die Leitung gedrückt; das weiterfallende Geſtell treibt ſie ſo weit ein, daß ſie ſich gegen die Anſchläge *u* legen. Im Holz der Leitung wird hierbei eine ſehr bedeutende Reibung, namentlich an dem zwiſchen den Meſſern der Fänger eingeklemmten Spane erzeugt und das Geſtell kommt nach Zurücklegung eines entſprechenden Bremsweges allmählich zur Ruhe [4]. Vgl. a. Aufzüge, Tiefbohren, Unfallverhütung und den nächſten Artikel.

Literatur: [1] Vgl. die Bd. 1, S. 696, genannten Lehrbücher der Bergbaukunde. — [2] Hauer, J. v., Die Fördermaſchinen der Bergwerke, 3. Aufl., Leipzig 1885. — [3] Undeutſch, H., Fallbremſen und Energieindikatoren, Freiberg 1905. — [4] Franke, G., Weitere Ausbildung und Bewährung der Münznerſchen Fangvorrichtung u. ſ. w., in Zeitſchr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenweſen im preuß. Staate, 1895, Bd. 43, S. 244.

Treptow.

Fangvorrichtungen, Einrichtungen an Aufzuganlagen mit hängendem Fahrkorb, die beim Reißen des Seiles und ähnlichen Zufällen den nun freigewordenen Fahrkorb an derjenigen Stelle im Fahrſchacht feſthalten ſollen, an der ſich derſelbe zur Zeit des Seilbruches befand. Ihre Wirkung beruht entweder auf der von Federn oder auf der ungleichen Spannung der Tragſeile; erſtere kommen vielfach bei Laſtenaufzügen, letztere namentlich bei Aufzügen mit Perſonenbeförderung zur Anwendung.

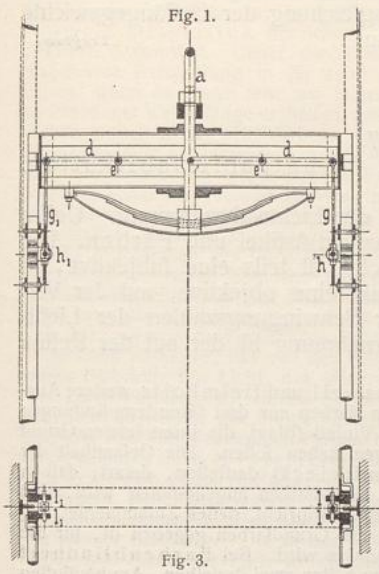
Eine Fangvorrichtung mit Federwirkung von C. Flohr, Berlin, für einen Laſtenaufzug iſt in Fig. 1—3 ſkizziert. Der Fahrkorb iſt mittels des durch ſeine obere Querverbindung geführten Bolzens *a* am Seil befeſtigt; derſelbe trägt die durch ein Blech vor Berührung mit dem Ladegut geſchützte Blattfeder, die ſich gegen die Querverbindung legt und durch das Anziehen des Seiles geſpannt wird. Der Bolzen *a* iſt mit den um die Bolzen *e e* drehbaren Hebeln *d d* verbunden, die an ihren andern Armen die Zugſtangen *g* g_1 tragen. Auf dieſen ſitzen die Muttern *h* h_1, die an ihren ſeitlichen Zapfen Keilſtücke *l* l_1 tragen, die ſich mit ihrer ſchrägen Rückenfläche gegen die geneigten Seitenſtangen des Geſtelles legen, während ihre ſenkrechten, einander gegenüberſtehenden Flächen frei an den T-förmigen Führungsſchienen gleiten, ſolange die Tragfeder geſpannt iſt. Reißt das Seil, ſo wird dieſe frei, und dadurch werden die Keilſtücke ſo angezogen, daß ſie ſich gegen die Führungsſchienen preſſen und den fallenden Fahrkorb feſtklemmen; die Laſt desſelben verſtärkt die Klemmwirkung.

Eine durch ungleiche Spannung der Laſtſeile betätigte Fangvorrichtung nach einer Ausführung der Berlin-Anhalt. Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft iſt in Fig. 4 und 5 dargeſtellt. Die beiden Tragſeile werden durch die im oberen Bügel des Fahrkorbgeſtelles gelagerten Rollen *g g* nach den Enden des zwiſchen der oberen Querverbindung gelagerten Wagebalkens abgelenkt und ſind an demſelben nachſtellbar befeſtigt. Dieſer Wage-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

balken ſteht mit den beiden doppelarmigen Hebeln *c c* in Verbindung, an deren äußeren Armen die am Fahrkorb entlang geführten Zugſtangen *b b* gelenkig befeſtigt ſind, die wieder die aus Bronze oder Stahl hergeſtellten, in ſchmiedeeiſernen Kopfſtücken geführten Fangkeile *a a* tragen.

Fig. 1.



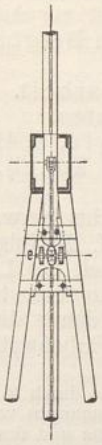


Fig 2.

Fig. 3.

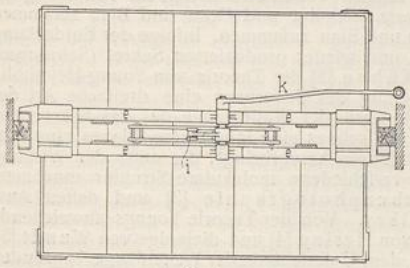


Fig. 5.

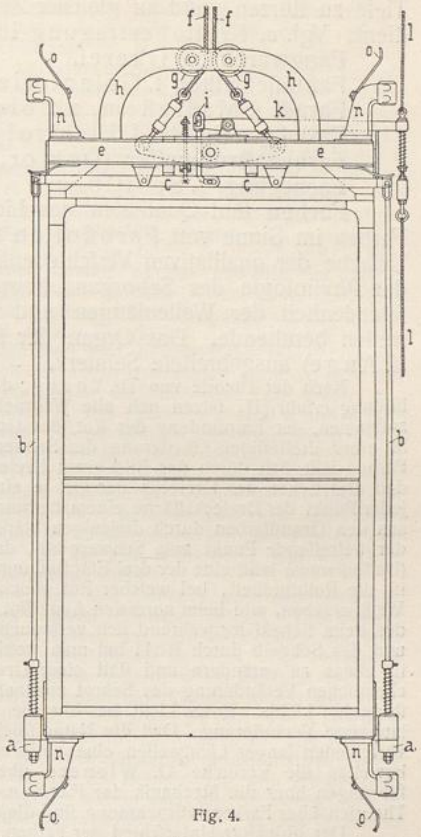


Fig. 4.

Solange beide Tragſeile geſpannt ſind, gleiten die Fangkeile frei an den zwiſchen ihnen liegenden Führungslatten vorüber, reißt aber oder reckt ſich auch nur eines der Seile, ſo bewegt ſich der Wagebalken auf dieſer Seite nach abwärts, dadurch werden aber die Zugſtangen und Keile angehoben, die ſich nun gegen die Führungslatten preſſen, ſo daß der Fahrkorb nach einem kurzen Weg (40—50 mm) zum Stillſtand kommt; auch hier wird die Fangwirkung durch das Gewicht des Korbes unterſtützt. Durch Hochziehen des Fahrkorbes werden die Keile wieder frei.

Es iſt an vielen Orten, beiſpielsweiſe in Berlin, polizeiliche Vorſchrift, daß Aufzüge für Perſonenbeförderung mit einer Einrichtung verſehen ſein müſſen, die ein Ueberſchreiten der größten zuläſſigen Fahrgeſchwindigkeit (0,5—1,0 m in der Sekunde) verhindert. Hiezu dient der in Fig. 6 abgebildete, am höchſten Punkt des Fahrſchachtes aufgeſtellte Geſchwindigkeitsregler. Derſelbe wird durch ein auf ſeine Seilſcheibe gelegtes, mit dem Fahrkorb verbundenes und durch den ganzen Fahrſchacht geführtes endloſes Seil *l* (Fig. 4) betätigt. Von der Seilſcheibe aus wird durch ein Rädervorgelege eine Zentrifugalbackenbremſe in Umdrehung verſetzt, die ſo reguliert iſt, daß bei Ueberſchreitung der zuläſſigen Fahrgeſchwindigkeit ihre Bremsbacken im Gehäuſe ſchleifen. Infolgedeſſen wird die Bewegung des Seiles gegenüber dem Fahrkorb verlangſamt, dann aber wirkt das Seil durch den Hebel *k i* (Fig. 4 und 5) auf den Wagebalken, der in bekannter Weiſe die Fangkeile beeinflußt. — Andre Fangvorrichtungen ſ. Specht, Die gebräuchlichſten Bauarten der Perſonen- und Laſtenaufzüge, Berlin 1891.

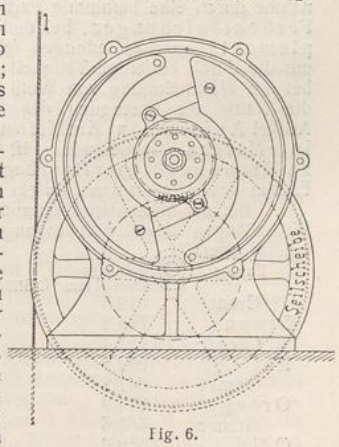


Fig. 6.

K. Specht.

Fangvorrichtungen, ſ. Briefbeutelabgabe- und -fangvorrichtungen.

Fangwage, eine Fangvorrichtung an Geſtängemaſchinen, die nach einem Geſtängebruch den unteren Teil des Geſtänges verhindern ſoll, in die Tiefe zu ſtürzen, und zu gleicher Zeit zur Ausgleichung der Geſtängegewichte dient. Vgl. a. Kraftübertragung im Bergbau. *Treptow.*

Fangware, ſ. Wirkerei.

Fantaſieartikel, ſ. Galanteriearbeit.

Farad, ſ. Maßſyſtem, abſolutes.

Faradays Geſetz, ſ. Elektrolyſe, S. 417.

Farbeabſtreifmeſſer (Doktor, Rakel), ſ. Buntpapierfabrikation.

Farbegang, ſ. Schiffbau.

Farben ſind Qualitäten des Lichts bezw. der Lichtwahrnehmung. Ueber Farben im Sinne von Farbſtoffen ſ. die folgenden Artikel und Färben. Die Urſache der qualitativen Verſchiedenheit des Lichts iſt teils eine ſubjektive, in der Phyſiologie des Sehorgans begründete, teils eine objektive, auf der Verſchiedenheit der Wellenlängen und damit der Schwingungszahlen der Lichtwellen beruhende. Das Organ der Farbenwahrnehmung iſt der auf der Retina (ſ. Auge) ausgebreitete Sehnerv.

Nach der Theorie von Th. Young, die durch Maxwell und Helmholtz weitere Ausbildung erfuhr [1], ſetzen ſich alle Wahrnehmungen von Farben aus drei Grundempfindungen zuſammen, der Empfindung des Rot, des Grün und des Violett (Blau), die ihren letzten Grund in einer dreiteiligen Gliederung der Sehnervenendigungen haben ſollen. Die Geſamtheit der Farben läßt ſich durch das Bild eines Dreiecks (Farbendreieck) darſtellen, derart, daß in den drei Ecken des Dreiecks der Ort je einer der drei Grundfarben angenommen wird, und jeder Punkt der Dreiecksfläche einem beſtimmten Farbentone entſpricht, deſſen Zuſammenſetzung aus den Grundfarben durch diejenigen Stärkeverhältniſſe der Grundfarben gegeben iſt, für die der betreffende Punkt zum Schwerpunkt der drei Eckpunkte wird. Bei Farbenblindheit (Daltonismus) fehlt eine der drei Empfindungen, in ſeltenen Fällen zwei derſelben. Am häufigſten iſt die Rotblindheit, bei welcher Rot gleich Schwarz erſcheint und Grün und Blau zuſammen Weiß ergeben, wie beim normalen Auge Rot, Grün und Blau zuſammen. Infolge der Entdeckung des beim Sehakt fortwährend ſich verbrauchenden und wieder produzierten Sehrot (Sehpurpur) und des Sehgelb durch Boll hat man wohl mit Kühne [2] die Theorie von Young-Helmholtz in etwas zu verändern und ſtatt einer Dreigliederung des Sehorgans eine dreifache Art der chemiſchen Veränderung des Sehrot anzunehmen je nach der Wellenlänge des das Sehrot zerſtörenden Lichts. Rotes Licht bewirkt die raſcheſte, grünes eine langſamere, blaues eine ſehr langſame Veränderung. Daß die Natur ſolche Subſtanzen hervorbringt, die unter der Wirkung verſchieden langer Lichtwellen eine entſprechend verſchiedene molekulare Struktur annehmen, beweiſen die Verſuche O. Wieners über Farbenphotographie [3] und deſſen Ausführungen über die Mechanik der Farben-Mimikry. Von der Theorie Youngs abweichende Theorien über Farbenwahrnehmung ſind diejenige von Hering [4] und diejenige von Wundt [5].

Der objektive Unterſchied der Farben iſt in dem Unterſchiede der Wellenlänge begründet. Soweit Farbenempfindungen nicht dieſem objektiven Unterſchiede des Lichts entſprechen, ſondern durch ſonſtige Reize des Sehnerven erzeugt werden, nennt man die Farben ſubjektive Farben. Dahin gehören beſonders die durch Ermüdung des Sehnerven bei längerer Inanſpruchnahme durch eine beſtimmte Farbe erzeugten Nachwirkungen bei geſchloſſenen Augen und die Farbentäuſchungen, bei denen das Auge die zu den objektiv vorhandenen Reizen komplementären Empfindungen ſelbſttätig in Nebenbildern und Nachbildern erzeugt, um die durch einſeitige Tätigkeit geſtörte Harmonie der drei Grundempfindungen, wie ſie nur bei der Wahrnehmung von Weiß beſteht, zu ergänzen (Kontraſtfarben). Die Mittel, deren ſich die Natur zur Erzeugung des farbigen Lichtes bedient, ſind ſehr mannigfaltig; vgl. die Artikel Abſorption, Emiſſion, Polariſation, chromatiſche, Licht, Lumineszenz, Interferenz. Insbeſondere iſt die Brechung des Lichts immer von einer Farbenzerſtreuung (Diſperſion) begleitet, wobei gewöhnlich weißes Licht in die prismatiſchen Farben des Spektrums zerlegt wird.

Bei der normalen Diſperſion folgen die Farben im Spektrum nach der Ordnung ihrer Wellenlängen bezw. Schwingungszahlen in folgender von Liſting bezeichneten Ordnung vgl. [6] oder [7].

Farbe	Wellenlänge i. Millionſtel mm	Schwingungszahl i. Billionen pro Sekunde	Farbe	Wellenlänge i. Millionſtel mm	Schwingungszahl i. Billionen pro Sekunde
Grenze	819,8	363,9	Grün	512,4	582,3
Braun	768,6	388,2	Grenze	491,9	606,6
Grenze	723,4	412,5	Cyan	473,0	630,8
Rot	683,2	436,7	Grenze	455,5	655,1
Grenze	647,2	461,0	Indigo	439,2	679,3
Orange	614,9	485,2	Grenze	424,0	703,6
Grenze	585,6	509,5	Violett	409,9	727,9
Gelb	559,0	533,8	Grenze	396,7	752,1
Grenze	534,7	558,0	Lavendel	384,3	776,4
			Grenze	372,6	800,6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nur die durch Beugung erzeugten Gitterſpektren zeigen eine ganz regelmäßige Anordnung der Spektralgebiete und eine der verſchiedenen Größe der Wellenlänge entſprechende Ausdehnung der einzelnen Gebiete. Bei den durch Brechung im Prisma erzeugten Spektren ſtehen die Ausdehnungen der einzelnen Gebiete je nach den brechenden Subſtanzen in verſchiedenem Verhältnis, ja, es treten ſogar Inverſionen in der Farbenfolge auf, die man als anomale Disperſion bezeichnet. Dieſe Erſcheinung ſteht in enger Verbindung mit der elektiven Abſorption. Ueber die Theorie der Erſcheinung vgl. H. v. Helmholtz [8] ſowie die eingehende Behandlung in [9] nebſt eingehenden Literaturangaben. Die einzelnen Spektralfarben, wenn ſie einem ſehr eng begrenzten Gebiet des Spektrums angehören, alſo nicht Licht verſchiedener Wellenlänge enthalten, ſind homogene Farben. Aus der Miſchung der homogenen Farben entſtehen die Miſchfarben. Das Auge beſitzt die Fähigkeit nicht, in den Miſchfarben die Beſtandteile zu erkennen; mittels des Prismas iſt die Trennung der Miſchfarben in ihre Beſtandteile ebenſo wie umgekehrt die Vereinigung einzelner Spektralgebiete zu einer Miſchfarbe oder des ganzen Spektrums zu Weiß möglich. Zwei Farben, die ſich zu Weiß ergänzen, alſo komplementär ſind, brauchen indeſſen nach dem Obigen nicht zuſammen das ganze Spektrum zu umfaſſen, wenn ſie nur die drei Grundempfindungen gleichmäßig erregen. — Ein bequemes Mittel, Miſchfarben aus ihren Beſtandteilen entſtehen zu laſſen, bildet der Farbenkreiſel, eine Scheibe, deren Sektoren mit den Einzelfarben bemalt werden und die bei raſcher Rotation den Eindruck der Miſchfarbe hervorbringt. Beim Miſchen verſchiedener Farbſtoffe erhält man die Miſchfarbe nur, ſoweit eine wirkliche Addition der Farben möglich bleibt, wie beim Mengen von pulverförmigen Subſtanzen, ſonſt nicht. Da nämlich die Körperfarben dasjenige Licht enthalten, das von den Körpern nicht abſorbiert wird, ſo enthält das innige Gemiſch zweier Farbſtoffe nur Licht, das weder der eine noch der andre absorbieren konnte. Iſt *a* das vom einen Farbſtoff abſorbierte Spektralgebiet, *b* ein von *a* verſchiedenes, vom andern abſorbiertes, ſo enthält das innige Gemiſch weder *a* noch *b*, das Gemenge enthält *a* und *b* [10]. Beiſpiele von komplementären Farben bieten die Farben dünner Blättchen im reflektierten bezw. durchgehenden Licht (ſ. Interferenz) und die zweierlei Farben dünner Gipsblättchen vor und nach gedrehtem Nikol (ſ. Polariſation, chromatiſche). Medien, die, an ſich durchſichtig, durch ſehr feine eingelagerte Partikelchen von anderm Brechungsvermögen getrübt ſind, erſcheinen im durchgehenden Lichte gelb, im reflektierten blau, ganz entſprechend den Farben ſehr dünner Blättchen. Die in der Luft unſrer Atmoſphäre ſchwebenden kleinſten Partikel von Waſſer und Staub erzeugen ſo das Himmelsblau als von der Luft reflektiertes und das Gold des Abendrots als durchgelaſſenes, zu jenem komplementäres Licht [11].

Die Verſuche, eine Farbenharmonie entſprechend den Zahlengeſetzen der Harmonielehre in der Akuſtik zu begründen, haben zu keinen ſicheren Reſultaten geführt. Die Wellenlängen der Farben umfaſſen nur ungefähr eine einzige Oktave; das Ohr unterſcheidet im Tongemiſch die Beſtandteile, das Auge im Farbengemiſch unterſcheidet ſie nicht. Die Chromatik hat ihre eignen Geſetze, welche die Phyſiologie zu ermitteln beſtrebt iſt als exakten Ausdruck des Strebens der Netzhaut nach einer Ergänzung der Farbenempfindungen durch die komplementären Empfindungen. — Auch die äſthetiſchen Geſetze der Farbenverwendung fußen hauptſächlich auf der Befriedigung des Auges durch komplementäre Reize. Die ſtärkſten Reize geben die ſogenannten geſättigten Farben, die, wie die reinen Spektralfarben, keine komplementären Beſtandteile beigemiſcht enthalten. Durch die Beimiſchung von Weiß bezw. von Grau verlieren die Farben ihre Sättigung, der Künſtler hat je nach der Stimmung, die er erzielen will, das Maß der Reize und deren Abwechſlung zu beſtimmen. — Für den Techniker empfehlenswerte Werke über Farben und Farbenharmonie ſind [12]–[16], aus der neueren phyſiologiſchen Literatur über Farben iſt hervorzuheben [1], [17]—[22]. Vgl. den nächſten Artikel.

Literatur: [1] v. Helmholtz, H., Handbuch der phyſiologiſchen Optik, § 20, 2. Aufl., Hamburg und Leipzig 1895. — [2] Kühnes Abhandlungen in den Verhandlungen des naturhiſtoriſch-medizin. Vereins zu Heidelberg 1877—79. — [3] Wiener, O., Farbenphotographie der Körperfarben und mechaniſche Farbenanpaſſung in der Natur, Wied. Ann., Bd. 55, S. 225—281, 1895. — [4] Hering, E., Lehre vom Lichtſinn, Wien 1878. — [5] Wundt, Philoſophiſche Studien, Leipzig 1888, Bd. 4, S. 311. — [6] Poggendorffs Annalen, Bd. 131, S. 564, 1867. — [7] Müller, Johannes, u. Pfaundler, L., Lehrbuch d. Phyſik u. Meteorologie, 8. Aufl., Braunſchweig 1879, Bd. 2, S. 338. — [8] Sitzungsber. der Berliner Akademie d. Wiſſenſch. 1874, S. 667, und Dezember 1892. — [9] Drude, Winkelmanns Handbuch der Phyſik, Breslau 1894, Bd. 2, 1, S. 682. — [10] Dove, Ueber den Unterſchied der auf der Palette des Malers entſtandenen Miſchfarben und der auf dem Farbenkreiſel hervortretenden, Poggendorffs Annalen, Bd. 121, S. 142, 1864. — [11] Brücke, E., Ueber die Farben trüber Medien, ebend., Bd. 88, S. 363, 1853. — [12] Chevreul, Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels, Paris 1864. — [13] Brücke, Die Phyſiologie der Farben für die Zwecke der Kunſtgewerbe, 2. Aufl., Leipzig 1887. — [14] Farbenkreis in 15 Abſtufungen und 20 Anwendungstafeln nach Brückes Phyſiologie der Farben unter deſſen Anleitung zuſammengeſtellt, Wien 1877. — [15] Rood, Ogden N., Die moderne Farbenlehre mit Hinweis auf ihre Benutzung in Malerei und Kunſtgewerbe, Leipzig 1880. — [16] Guichard, Harmonie der Farben, 1296 Zuſammenſtellungen von Farbenverbindungen, deutſch von Krebs, Frankfurt a. M. 1882, kleine Ausg., 1892. — [17] Rood, Ogden N., Ueber ein Farbenſyſtem, Silliman's Journal of Science, Bd. 44, S. 264—270, 1892. — [18] Kirſchmann, Beiträge zur Farbenblindheit, Wundt, Philoſ. Studien, Bd. 8, S. 173—230 u. 407—430, Leipzig 1893. — [19] Bericht des Komites für Farbenblindheit (in Großbritannien), Proc. Royal Soc., S. 281—393, 1892. — [20] König, A., Ueber den menſchlichen Sehpurpur, Sitzungsber. d. Akademie d. Wiſſenſch. in Berlin, math.-phyſ. Cl., Bd. 30, S. 577, 1894. — [21] Vogel, W. H., Ueber Farbenwahrnehmungen, Wied. Ann., Bd. 54, S. 745—751, 1805. — [22] Zeitſchr. für Pſychologie und Phyſiologie der Sinnesorgane von H. Ebbinghaus und A. Koenig enthält Abhandlungen von H. v. Helmholtz,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

E. Tonn, E. Brodhun, A. Koenig, J. v. Kries u. a.; neueſtes von Oppolzer: Grundzüge einer Farbentheorie, Bd. 33, S. 325—354, 1903. *A. Schmidt.*

Farben (oder beſſer Farbſtrahlen) ſind Lichtſtrahlen, die durch ihre Wellenlänge charakteriſiert ſind. Die Farben ſind entweder einfache Farben (Spektralfarben) oder Farbgemiſche. Faſt alle in der Natur vorkommenden Farben ſind Farbgemiſche. Durch einen Spektralapparat kann man ſich das Gemiſch in ſeine Komponenten zerlegen.

Farbe oder Farbſtrahlen darf man nicht mit Farbſtoffen verwechſeln. Blaue Farbſtrahlen mit gelben Farbſtrahlen vermiſcht geben Weiß, blaue Farbſtoffe mit gelben vermiſcht meiſtens Grün. Das Zuſtandekommen der Körperfarbe beruht auf der Fähigkeit beſtimmter Subſtanzen, von den auffallenden Lichtſtrahlen vorzugsweiſe die ihm gleichfarbig erſcheinenden Strahlen zu reflektieren, ein grüner Körper alſo die grünen Strahlen, ein blauer die blauen u. ſ. w. — So reflektiert Smalte (blaues Kobaltglas) hauptſächlich Blau und kleine Mengen von Rot; das Blau überwiegt aber bei weitem, ſo daß die ſchwache Rotempfindung gar nicht zum Bewußtſein gelangt. Die Fähigkeit des Ohres, aus einer Reihe gemeinſchaftlich erklingender Töne, z. B. einem Akkord, die einzelnen Töne herauszuhören, beſitzt unſer Auge nicht in bezug auf Farbenkennung bei Miſchungen. Jeder farbige Körper erſcheint nur in ſeiner Lokalfarbe, wenn das ihn beſtrahlende Licht gleichfarbige Farbſtrahlen enthält. Ein roter Körper erſcheint nur rot in einer Beleuchtung, die rote Strahlen enthält, wie Tages-, Lampenlicht u. ſ. w., ein blauer Körper in einer Beleuchtung, die blaue Strahlen enthält, nur blau u. ſ. w. Daher erſcheinen blaue Stoffe in gelber Beleuchtung (Lampenlicht), die arm an blauen Strahlen iſt, faſt ſchwarz.

Bei der Beurteilung einer Farbe, in der ein farbiger, nicht leuchtender Körper erſcheint, ſind die ſogenannten Farbkonſtanten zu berückſichtigen. Dieſelben ſind:

1. **Die Reinheit oder Sättigung der Farbe.** Eine Farbe iſt um ſo reiner oder geſättigter, je weniger weißes Licht ſie beigemiſcht enthält.

2. Die **Helligkeit** oder Quantität der betreffenden Strahlengattung. Sehr dunkles Grün erſcheint grau, bei etwas größerer Helligkeit olivgrün (L. Weber). Die Region der grünblauen F-Linie (O. Szellenius) iſt bei ſehr großer Helligkeit blau, bei ſehr geringer grün. Nachſtehende Tabelle gibt einige Meſſungsreſultate von Helligkeiten von Farbſtoffen (nach Rood):

Weißes Papier	100	Blaſſes Smaragdgrün als Teig	48,6
Zinnober als dicker Teig	25,7	Kobaltblau als Waſſerfarbe	35,4
Blaſſes Chromgelb als Waſſerfarbe . .	80,3	Künſtliches Ultramarin	7,6

3. Die **Farbtinte,** die durch die Wellenlänge der Strahlenſorten genau definiert iſt.

Aus dem Mitgeteilten geht hervor, daß die Farbe, in der ein farbiger, nicht leuchtender Körper erſcheint, nicht bloß von ſeiner Natur abhängig iſt, ſondern auch von der Beleuchtung. Somit muß folgenden Bedingungen genügt werden, um einen Körper in einer beſtimmten Farbe erſcheinen zu laſſen: 1. der Körper muß die Strahlen der gewünſchten Farbe kräftig reflektieren, 2. die Beleuchtung muß die entſprechenden farbigen Strahlen enthalten. Nach den Verſuchen von H. W. Vogel tritt die Eigenfarbe beſſer hervor, wenn neben den einfachfarbigen Strahlen noch eine zweite Strahlengattung zugelaſſen wird, die im Spektrum weniger weit von der erſten Strahlengattung abſteht als die ſogenannte Komplementärfarbe. H. W. Vogel gibt u. a. als Beweis folgendes Beiſpiel: Auf der Gewerbeausſtellung in Nürnberg 1880 hatte ein Ultramarinfabrikant für ſeine Erzeugniſſe einen beſonderen Glaspavillon gebaut und dieſen in dem Glauben, im blauen Lichte müßten ſeine blauen Ultramarine am ſchönſten hervortreten, ganz mit blauem Glaſe eingefaßt. Zur allgemeinen Verwunderung erſchienen aber die blauen Pigmente nicht brillanter blau, ſondern im Gegenteil mehr grau. Eine weitere allgemein bekannte Tatſache iſt, daß gelbe Pigmente bei gelblichem Lampenlicht viel weißlicher erſcheinen als am Tage. Goldſtücke erſcheinen bei gelbem Lampenlicht hell wie Silber und ſind dann ſchon oft mit letzterem verwechſelt worden. H. W. Vogel nennt die dem fraglichen Pigment in Farbe ähnlichen Spektralſtrahlen die Grundſtrahlen, die hinzuzufügenden die erregenden Strahlen.

Bei der Farbmiſchung muß man die Miſchung von Farbſtrahlen (additive Farbmiſchung) wohl unterſcheiden von der Miſchung von Farbſtoffen (ſubtraktive Farbmiſchung). Zur Beſtimmung einer Miſchfarbe kann das Farbenſyſtem von Newton verwendet werden. Bei demſelben ſind ſämtliche Spektralfarben an der Peripherie eines Kreiſes angeordnet. Vom Rande bis zur Mitte des Kreiſes werden die Farben allmählich blaſſer; das Zentrum ſelbſt iſt weiß. Um die Miſchfarbe von mehreren Farben zu finden, ſind an den Stellen des Farbkreiſes Gewichte im Verhältnis der Intenſität der Farben einzuſetzen und deren Schwerpunkt zu beſtimmen. Der Punkt gibt die geſuchte Miſchfarbe. Maxwell verwendet bei ſeinem Farbendiagramm an Stelle eines Kreiſes ein Dreieck, an deſſen Seiten die Spektralfarben, und zwar an den Ecken die Farben Rot, Grün und Blau vorhanden ſind. — Zu den Farbſyſtemen, bei denen alle drei Farbkonſtanten berückſichtigt ſind, gehören die Farbkarten von Chevreul. Er nahm einen Kreis mit drei Radien, die um 120° voneinander abſtanden; an dieſe drei Radien kam Rot, Gelb und Blau. Zwiſchen den Radien befinden ſich die verſchiedenen Tinten von Orange, Grün und Violett. Außer dieſem Kreis wurden noch zehn Kreiſe hergeſtellt und die Farben des Kreiſes mit wachſenden Mengen von Schwarz gemengt. Zur Demonſtration des Farbenſyſtems konſtruierte vor kurzem Höfler in Wien einen Farbenoktaeder. Die Farbenkugel von Runge iſt eine Kugel, die an dem einen Pol weiß, am andern ſchwarz iſt und am Aequator 30 geſättigte Farben enthält, die nach dem Pol hin in die ungeſättigten (gebrochenen) Farben übergehen. Tafelwerke, die ſyſtematiſche Zuſammenſtellungen von ſolchen verſchieden gebrochenen Farben enthalten, die für den Buchdrucker großen Wert beſitzen, ſind [1], [2], [3].

Ueber das **Zuſtandekommen von Farbenempfindungen** beſtehen mehrere Theorien;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Newton und Goethe nahmen als die drei Grundfarben Rot, Blau und Gelb an, aus denen durch Mischung sich sämtliche Spektralfarben ableiten. Das Prinzip beruht auf der falschen Voraussetzung, daß die Mischfarbe von Gelb und Blau Grün ist; die wahre Mischfarbe von Gelb und Blau ist Weiß. — Nach Young (1807) und Helmholtz (1867) sind die Grundfarben Orange, Grün und Violett. Das menschliche Auge besitzt drei Arten von Nervenfasern, die für je eine von diesen Farben empfindlich sind. Die Farbenblindheit erklärt sich dadurch, daß von diesen drei farbenempfindlichen Organen des Auges eines blind ist. — König und Dieterici bestimmten mit dem Farbenmischapparate von Helmholtz die Mengen Rot, Grün und Violett, die nötig sind, um eine gegebene Spektralfarbe im Farbenton möglichst genau nachzuahmen. Es ergeben sich für alle Farben des Spektrums gewisse Zahlen für Rot, Grün und Violett, die zu ihrer Darstellung nötig sind. Diese Zahlen liefern als Kurven dargestellt die rote, grüne und violette Empfindungskurve. — Prof. Exner in Wien prüfte die von König und Dieterici gewählten Grundempfindungen mit Hilfe des Brücke-Bezoldschen Phänomens. Dabei wurde als Grundempfindung Rot ein Farbenton etwas außerhalb des sichtbaren Spektrums komplementär zum Blau-Grün von 494 Millionstel Millimeter, als Grün ein solcher von 508 Millionstel Millimeter, als Blau ein solcher von 475 Millionstel Millimeter Wellenlänge ermittelt. Diese Resultate stimmen gut mit den Untersuchungen von König und Dieterici überein. — Nach Herings Theorie werden die verschiedenen Farbenempfindungen durch drei Paare von Grundfarben, Weiß-Schwarz, Rot-Grün und Gelb-Blau, hervorgerufen. Es wird dabei angenommen, daß diese Paare in einem gewissen Gegensatz stehen; z. B. bei der Weißempfindung wird ein gewisser Stoff im Auge (Sehsubstanz) zersetzt, bei der Schwarzempfindung wieder erzeugt.

Kontrast- oder Induktionsfarben. Für das Wesen der Farbenwahrnehmung ist es charakteristisch, daß wir unter gewissen Umständen Farben wahrzunehmen glauben, wo tatsächlich gar keine vorhanden sind. Für die Farbenpraxis ist sehr wichtig der gleichzeitige oder simultane Kontrast, der darin besteht, daß jede größere farbige Fläche auf ihre nächste Nachbarschaft eine farbeninduzierende Wirkung ausübt, namentlich, wenn die größere Fläche ein erheblich kleineres Feld ganz umschließt und die beiden Flächen dicht zusammenstoßen. Legt man z. B. ein graues Quadrat auf ein mindestens viermal so großes rotes Quadrat, so erscheint die graue Fläche merklich grün, auf einer grünen Fläche merklich rot, auf einer gelben Fläche merklich blau, auf einer blauen Fläche merklich gelb, vorausgesetzt, daß man weißes Tageslicht zur Beleuchtung anwendet. — Wenig gesättigte, d. h. blasse oder gebrochene Farben zeigen lebhaftere Kontrasterscheinungen als satte Farben. Die satten Farben drängen uns ihren Ton so gewaltsam und unzweifelhaft auf, daß der Urteilstäuschung, auf der die Erscheinung des gleichzeitigen Kontrastes beruht, kein Spielraum frei bleibt; so kommen bei dem vorher erwähnten Versuche die Induktionsfarben noch sichtbarer zustande, wenn man über die beiden Quadrate einen weißen Schleier oder ein Pauspapier legt. — Aehnliche Fälle treten auch in der Technik häufig auf. Grauer Besatz auf einem farbigen Kleid erscheint deshalb beim Ueberdecken mit Schleier nicht mehr grau, sondern in der Induktionsfarbe. Für die Hervorrufung des Kontrastes auf grauem Felde ist es am vorteilhaftesten, wenn sich die Helligkeit des farbigen Grundes zur Helligkeit des grauen Feldes verhält wie die natürliche Helligkeit der induzierenden Farbe zur natürlichen Helligkeit der Kontrastfarbe; daher erregen die kalten Farben (Grün, Blau, Violett) auf grauem Feld lebhaftere Kontrastfarben, wenn das graue Feld heller ist, die warmen Farben (Rot, Gelb, Gelbgrün), wenn das graue Feld dunkler ist. Komplizierter werden die Induktionserscheinungen, wenn die induzierten Flächen auch gefärbt sind. Bringt man neben eine Farbe irgendeine andre Farbe, so wird die erstere scheinbar so verändert, als ob man ihr etwas von der Ergänzungsfarbe der andern beigemischt hätte. Künstler sprechen den Satz so aus: Kältere Farben machen eine danebenstehende wärmer, wärmere kälter. Diese Fälle kommen in der kunstgewerblichen Praxis überaus häufig vor, wo kleine farbige Flächen (Besatz, Muster) auf andersfarbigem Grund sitzen. Ist z. B. das Muster rot, der Untergrund blau, so entsteht durch Induktion auf dem Muster Gelb. Letzteres mischt sich zu dem ausgestrahlten Rot des Musters, woraus Rotgelb entsteht. Die Wirkung des Farbenkontrastes läßt sich verringern, wenn man zwischen den beiden Farbengrenzen einen schwarzen oder andersfarbigen Rand zieht (Schwarz und Rot wirken am besten). Diese Tatsache ist für die Kunst und das Kunstgewerbe von großer Wichtigkeit. Der Künstler von feinem Farbensinn kann daraus Vorteil ziehen. Fehlt dieser Farbensinn, so erwachsen schwere Nachteile für die Farbenzusammenstellung. Auch der Körper, an den die Farbe gebunden ist, ist auf die Farbenwirkung von größtem Einfluß. Die gleiche Farbenkombination kann für Papier häßlich, für Wolle, Samt, Plüsch sehr gut aussehen. Die Feststellung dieser Wirkungen ist nur durch den Versuch möglich. Exner in Wien hat die Frage zu lösen versucht, ob es schöne und häßliche Farben gibt und worin physiologisch der Unterschied zwischen beiden begründet ist. Eine direkte Statistik ergab bei 200 Personen eine auffallende Bevorzugung bestimmter Farbentöne, Rot, Grün, Blau. Ebenso zeigte sich, daß gerade bei den koloristisch besonders geschätzten Gemälden bestimmte Farbentöne, Rot, Grün und Blau, immer wieder auftreten. Eine spektral-photometrische Untersuchung dieser Farben ergab nun, daß sie alle sehr genau mit dem Farbenton der Grundempfindung übereinstimmen. Auch bei den kostbaren, geschätzten Edelsteinen Rubin, Smaragd und Saphir ergab sich dasselbe. Auch diese Farben fallen mit den Grundempfindungen fast vollkommen zusammen. Die als unschön bezeichneten Farben ergaben sich als von den Grundempfindungen weit abweichend. Eine Farbe wirkt demnach nach Exner um so schöner, je näher sie mit dem Farbton der Grundempfindung übereinstimmt.

Literatur: [1] Steinheil, R., La reproduction des couleurs, Paris 1896. — [2] Hoffmann, H., Systematische Farbenlehre für die Technik, insbesondere für den Gebrauch in Buchdruckereien, Zwickau 1892. — [3] Müller, J., und Dethleffs, M., Praktischer Leitfaden für Buntbuchdruck, Berlin 1900. — [4] Vogel, H. W., Ueber Farbenwahrnehmung, Wiedemanns Annalen der Physik,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

neue Folge, Bd. 54, 1895. — [5] Derf., Verhandlungen der Phyſik. Geſellſchaft, Berlin, 13. Jahrgang. — [6] v. Bezold, Farbenlehre, Braunſchweig 1874. — [7] Helmholtz, Handbuch der phyſiologiſchen Optik, Leipzig 1896. — [8] Rood, Die moderne Farbenlehre, Leipzig 1880. — [9] Wouvermans, Farbenlehre, Wien 1891. — [10] Brücke, Phyſiologie der Farben für die Zwecke der Kunſtgewerbe, Leipzig 1887. *Fr. Novak.*

Farben (Körperfarben, Farbekörper), in der Natur fertig gebildet vorkommende oder künſtlich dargeſtellte chemiſche Verbindungen, die, nachdem man ſie mit klebender Flüſſigkeit (wäſſerigen Klebſtoffen, trocknenden Oelen, ſpirituöſen, ätheriſchen oder fetten Harzlöſungen) gemiſcht hat, den mit der Miſchung beſtrichenen Gegenſtänden irgend welcher Art eine gefärbte Oberfläche geben. Sie ſind entweder deckend, d. h. die beſtrichene Oberfläche wird durch dieſelben verdeckt, ſo daß ſich ihre Natur nicht mehr erkennen läßt, oder ſie ſind laſierend, in welchem Falle die Oberfläche (z. B. die Textur des Holzes) durchſcheint und nur eine andre Färbung beſitzt, unlöslich in Waſſer, ebenſo in fetten und ätheriſchen Oelen, Alkohol (wodurch ſie ſich weſentlich von den „Farbſtoffen“ unterſcheiden) und werden durch Säuren und Alkalien je nach ihrer Beſchaffenheit mehr oder weniger angegriffen und in andre, anders oder gar nicht gefärbte Verbindungen übergeführt. Es gibt Körperfarben anorganiſcher, organiſcher und gemiſchter Natur; die erſteren beiden Gruppen ſind als Erd-, Mineral- und chemiſche Farben, die letzteren als Lackfarben (ein organiſcher Farbſtoff, z. B. Kochenille-, Kreuzbeeren- u. ſ. w. Farbſtoff auf eine anorganiſche Subſtanz, wie Tonerde, Gips, Schwerſpat, niedergeſchlagen) im Handel. Mit dem Namen „Farben“ werden übrigens im gewöhnlichen Leben auch alle zubereiteten Farben, gleichgültig ob Oel- oder Waſſerfarben, für Kunſt- oder Anſtrichzwecke, belegt und höchſtens die Unterſcheidung trockener (pulverförmiger) und geriebener Farben gemacht.

Nicht alle Farben ſind gleich geeignet, mit verſchiedenen Bindemitteln angemacht zu werden, viele eignen ſich beſſer als Waſſer-, andre beſſer als Oelfarben; einzelne Farben werden in Waſſer decken, während ſie in Oel nicht decken, weil die einzelnen mikroſkopiſch kleinen Körperchen, aus denen ſie beſtehen, durch Oel durchſichtig werden und nicht decken können, wie es z. B. bei Kreide, Schwerſpat, Schweinfurtergrün und allen Lackfarben der Fall iſt, weshalb die Farbenfabrikanten in ihren Preisliſten die Bezeichnung *W* als geeignet für Waſſerfarbe, *O* als geeignet für Oelfarbe, *WO* für beide Bindemittel, *K* für Kalkfarbe eingeführt haben. Ueber die Verwendung der Farben mit Waſſerglas als Bindemittel ſ. Waſſerglasfarben. Wert und Güte aller Farben iſt abhängig

1. **von dem Farbenton;** je reiner derſelbe iſt, d. h. je mehr ſich derſelbe den Spektralfarben nähert und je ſchöner die Miſchungen, die ſo vielfach gemacht werden müſſen, ausfallen, deſto beſſer iſt die Farbe;

2. **von der Deckkraft oder Farbenintenſität,** die wieder davon abhängig iſt, in welcher Verteilung ſich dieſelben befinden und ob und welche Mengen fremder, nicht oder ſchlecht deckender Subſtanzen behufs Verbilligung beigefügt ſind.

Die Deckkraft wird ausgedrückt und beſtimmt durch die Farbenmengen, die nötig ſind, um eine gleichgroße Oberfläche ebenſo intenſiv zu färben wie eine gewiſſe Menge der zum Vergleiche dienenden Normalfarbe. Auch läßt ſich die Farbenintenſität prüfen, wenn man die Farbe in feinſtem Pulver mit einer indifferenten weißen Subſtanz (Kaolin, Schwerſpat) miſcht und dieſe Miſchung mit einem aus der Normalfarbe hergeſtellten Gemenge vergleicht. Behufs Ausführung der Prüfung miſcht man 0,4 g der Normalfarbe, deren Wert man kennt, nach und nach 5 g Kaolin hinzu. Eine gleiche Menge der zu unterſuchenden Farbe wird ebenſo behandelt. Sind beide Miſchungen nicht gleich, ſo beſitzen beide Farben eine verſchiedene Intenſität; man miſcht dann der am intenſivſten gefärbten Probe ſo viel Kaolin zu, bis beide Miſchungen gleichgefärbt erſcheinen, und wiegt. Das Färbevermögen ergibt ſich aus dem Verhältnis der jeder Probe zugeſetzten Menge von Kaolin. Deckkraftproben können auch in der Weiſe ausgeführt werden, daß man je 10 g von dem Normalfarbenmuſter und von der zu prüfenden Farbe genau abwiegt und zu denſelben je 10 g Sightingfarbe (für weiße und helle Farben Knochenſchwarz, für dunkle Farben Barytweiß) mit Leinöl vermiſcht, auf eine Porzellanplatte aufträgt und ſo lange Sightingfarbe zuſetzt, bis der tiefere Ton erreicht iſt. Auch kann man von der zu prüfenden Farbe und der Normalfarbe kleine, aber gleiche Gewichtsmengen, mit Oel abgerieben, auf ſchwarze Glasplatten in gleich dicken Schichten auftragen und dann ſehr leicht beſtimmen, welche von den beiden Proben die Unterlage am beſten deckt. Deckkraft und Färbekraft iſt aber nicht ein und dasſelbe und es muß diesbezüglich genau unterſchieden werden. Eine Farbe kann viel färbende Kraft und doch zugleich wenig Deckkraft haben — ſie iſt alſo mehr laſierend. Färbekraft iſt die Fähigkeit einer Farbe, ihre eigne Farbe einer andern ganz oder teilweiſe mitzuteilen (Miſchfarben, abgetönte Farben); Pariſerblau z. B. hat keine große Deckkraft, dagegen eine außerordentliche Färbekraft, denn es genügen ganz geringe Mengen davon, um eine weiße Farbe damit zu bläuen, ja es wird ſogar erſt durch Zuſatz einer weißen Farbe in eine Deckfarbe umgewandelt. Chromgelb dagegen hat eine ſehr große Deckkraft, aber nur eine geringe Färbekraft, denn es müſſen verhältnismäßig viel größere Mengen davon zu Weiß gemiſcht werden, damit es eine gewiſſe gelbe Nuance ergibt. Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Deckkraft und Färbekraft ist außerdem auch abhängig von der Gestalt der einzelnen Farbeteilchen, wie es z. B. beim Bleiweiß der Fall ist, wo die nach verschiedenen Methoden hergestellten Sorten bei gleicher chemischer Zusammensetzung doch verschiedene Deckkraft besitzen, und der Größe derselben, also von der Feinheit des Pulvers; je gröber das Pulver ist, desto weniger Deckkraft besitzt die Farbe und infolgedessen ist auch um so mehr davon notwendig, um eine bestimmte Fläche zu bedecken; auch das spezifische Gewicht ist ausschlaggebend, denn man deckt z. B. mit 1 kg Zinkweiß eine weit größere Fläche als mit 1 kg Bleiweiß.

3. **Der Beständigkeit oder Echtheit.** Viele Farben verhalten sich gegen Luft, Licht, Säuren, Alkalien, Bleichmittel verschieden (vgl. Farbenechtheit); je größer der Widerstand ist, den eine Farbe oder der damit gestrichene Gegenstand den Agentien oder Reagentien darbietet, desto beständiger oder echter ist die Farbe. Hieraus folgt aber nicht, daß z. B. Chromgelb, wenn es in einer mit Schwefelwasserstoff geschwängerten Luft sich befindet, sich braun oder schwarz färbt, Pariserblau in Kalk seine Farbe verliert oder aus Chromgelb und Pariserblau zusammengesetzte Farben an der Luft verblassen u. s. w., diese Farben unecht wären; sie sind eben nur für den Zweck nicht geeignet. Man muß in der Auswahl der Farben zu bestimmten Verwendungen vorsichtig sein.

Die Farben sind teils giftig, teils wirken sie schädlich auf den menschlichen Organismus ein, teils sind sie, wie z. B. die Erdfarben, völlig unschädlich. Es sind rücksichtlich ihrer Zusammensetzung alle Farben, die Metalle (mit Ausnahme von Eisen und Mangan) enthalten, als giftig und schädlich zu bezeichnen, doch sind bedeutende Unterschiede vorhanden. So wirken z. B. Arsenfarben (Schweinfurtergrün) auf offenen Wunden vergiftend, Bleiweiß — also eine Bleifarbe — dagegen nicht, während beide innerlich Vergiftungserscheinungen hervorrufen. Von den Farben sind: Antimonhaltig: Blauer Lack, Kaiserblau, Grünlack, Braunlack, Antimonzinnober, Eisenschwarz. — Baryum, kohlensaures, enthaltend: Türkischrot, Solidgrün und viele Lackfarben. — Baryum, schwefelsaures, enthaltend: Blanc fixe, Schwerspat. — Barytlacke, frei von kohlensaurem Baryt: Scharlachlack, Purpurlack, Brillantlack, Bordeauxrot, Viridinlack, gelber Lack. — Bleihaltig: Geraniumlack, Scharlachlack, imitierte Zinnober, Chromrot, Saturnrot, Deckrot, Krapprosaimitation, Seidengrün, Smaragdgrün, Chromgrün, Oelgrün, Braunlack, Neutralgelb, Chromgelb, Chromorange, Parisergelb, Kremserweiß, Mennige, Bleiweiß. — Chromhaltig: Zinkgrün, Permanentgrün, Viktoriagrün, gelbes Ultramarin, Zinkgelb. — Chromoxyd enthaltend: Smaragdgrün, Chromoxydgrün, Permanentgrün. — Kadmium enthaltend: Kadmiumgelb. — Zink enthaltend: Königsgelb, Zinkweiß, Schneeweiß, Permanentweiß. — Zinnhaltig: Karminlack, Brillantlack, Krimsonlack, Purplelack, Cäsarlack, Florentinerlack, Karmoisinlack, Rouge de Capucine, Neurot, Amaranthlack, Bronzelack, Brillantviolett, Neuviolett, Coelin, blauer und grüner Lack, Nachtgrün, rotbrauner und gelbbrauner Lack, Braunlack, Sepiabraun, Persischgelb, Neutralschwarz. — Queckfilber enthaltend: Karmin ordinär, Karminlack, Drucklack, Türkischrot, Karminzinnober, Zinnober. — Arsenhaltig: Schweinfurtergrün, Neuwiedergrün, Kaisergrün, Mitisgrün, Berggrün, Braunschweigergrün, Mineralrot, Auripigment. — Kupfer enthaltend: Bremerblau, Bremergrün, Grünspan, Kalkblau, Neuwiederblau (-grün), Bergblau, Neubergblau, Berggrün, Braunschweigergrün, Casselergrün. — Eisen enthaltend: Alle roten, braunen, gelben und grünen Erdfarben, Pariserblau, Berlinerblau, Miloriblau. — Mangan enthaltend: Manganbraun, Manganviolett. — Mit Rücksicht auf die — allerdings verschiedene — Giftigkeit der meisten Farben erscheint bei ihrer Anwendung, besonders aber als Wasserfarben, einige Vorsicht geboten, und das Deutsche Reichsgesetz vom 5. Juli 1887 bestimmt diesbezüglich folgendes:

1. Gesundheitsschädliche Farben dürfen zur Herstellung von Nahrungs- und Genußmitteln, die zum Verkaufe bestimmt sind, nicht verwendet werden. Gesundheitsschädliche Farben in diesem Sinne sind diejenigen Farbstoffe und Farbzubereitungen, die Antimon, Arsen, Baryum, Blei, Kadmium, Chrom, Kupfer, Queckfilber, Uran, Zink, Zinn, Korallin, Pikrinsäure enthalten.

2. Zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genußmitteln, die zum Verkaufe bestimmt sind, dürfen Gefäße, Umhüllungen oder Schutzbedeckungen, zu deren Herstellung Farben der genannten Kategorien verwendet sind, nicht benutzt werden. Auf die Verwendung von schwefelsaurem Baryum, Schwerspat (blanc fixe), Barytfarblacken, die von kohlensaurem Baryum frei sind, Chromoxyd, Kupfer, Zinn, Zink und deren Legierungen als Metallfarben, Zinnober, Zinnoxyd, Schwefelzinn als Musivgold sowie auf alle Glasmassen, Glasuren oder Emails, eingebrannte Farben und auf den äußeren Anstrich von Gefäßen aus wasserdichten Stoffen findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

3. Zur Herstellung von kosmetischen Mitteln (Mitteln zur Reinigung, Pflege oder Färbung der Haut, des Haares oder der Mundhöhle), die zum Verkaufe bestimmt sind, dürfen die in 1 Abs. 2 bezeichneten Stoffe nicht verwendet werden. Auf schwefelsaures Baryum (Schwerspat, blanc fixe), Schwefelkadmium, Chromoxyd, Zinnober, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Schwefelzink, sowie auf Kupfer, Zink, Zinn und deren Legierungen in Form von Puder findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

4. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Spielwaren (einschließlich der Bilderbogen, Bilderbücher und Tuschfarben für Kinder), Blumentopfgittern und künstlichen Christbäumen dürfen die unter 1 Abs. 2 bezeichneten Farben nicht verwendet werden. Auf die in 2 Abs. 2 bezeichneten Stoffe sowie auf Schwefelantimon und Schwefelkadmium als Färbemittel von Gummimasse, Bleioxyd in Firnis, Bleiweiß als Bestandteil des sogenannten Wachsgusses, jedoch nur, sofern dasselbe nicht einen Gewichtsteil in 100 Gewichtsteilen der Masse übersteigt; chromsaures Blei (für sich oder in Verbindung mit schwefelsaurem Blei) als Oel- oder Lackfarbe oder mit Lack- oder Firnisüberzug, die in Wasser unlöslichen Zinkverbindungen, bei Gummispielwaren jedoch nur, soweit sie als Färbemittel der Gummimasse, als Oel- oder Lackfarben oder mit Lack- oder Firnisüberzug verwendet werden; auf alle in Glasuren oder Emails

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eingebrannten Farben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. Soweit zur Herstellung von Spielwaren die in 7 und 8 bezeichneten Gegenstände verwendet werden, finden auf letztere lediglich die Vorschriften in 7 und 8 Anwendung.

5. Zur Herstellung von Buch- und Steindruck auf den in 2, 3 und 4 bezeichneten Gegenständen dürfen nur solche Farben nicht verwendet werden, welche Arsen enthalten.

6. Tuschfarben jeder Art dürfen als frei von gesundheitsschädlichen Stoffen bezw. giftfrei nicht verkauft oder feilgehalten werden, wenn sie den Vorschritten in 4 Abs. 1 und 2 nicht entsprechen.

7. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Stoffen zu Vorhängen oder Bekleidungsgegenständen, Masken, Kerzen sowie künstlichen Blättern, Blumen und Früchten dürfen Farben, die Arsen enthalten, nicht verwendet werden. Auf die Verwendung arsenhaltiger Beizen oder Fixierungsmittel zum Zweck des Färbens oder Bedruckens von Gespinsten oder Geweben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. Doch dürfen derartig bearbeitete Gespinste oder Gewebe zur Herstellung der in Abs. 1 bezeichneten Gegenstände nicht verwendet werden, wenn sie das Arsen in wasserlöslicher Form oder in solcher Menge enthalten, daß sich in 100 qcm des fertigen Gegenstandes mehr als 2 mg Arsen vorfinden. Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Feststellung des Arsengehaltes anzuwendende Verfahren zu erlassen.

8. Die Vorschriften von 7 finden auch auf die Herstellung von zum Verkauf bestimmten Schreibmaterialien, Lampen- und Lichtschirmen sowie Lichtmanschetten Anwendung. Die Herstellung von Oblaten unterliegt den Bestimmungen in 1, jedoch sofern sie nicht zum Genusse bestimmt sind mit der Maßgabe, daß die Verwendung von schwefelsaurem Baryum (Schwerspat, blanc fixe), Chromoxyd und Zinnober gestattet ist.

9. Arsenhaltige Wasser- oder Leimfarben dürfen zur Herstellung des Anstriches von Fußböden, Decken, Wänden, Türen, Fenstern der Wohn- oder Geschäftsräume, von Roll-, Zug- oder Klappläden oder Vorhängen, von Möbeln und sonstigen häuslichen Gebrauchsgegenständen nicht verwendet werden.

10. Auf die Verwendung von Farben, welche die in 1 Abs. 2 bezeichneten Stoffe nicht als konstituierende Bestandteile, sondern nur als Verunreinigungen, und zwar höchstens in einer Menge enthalten, die sich bei den in der Technik gebräuchlichen Darstellungsverfahren nicht vermeiden läßt, finden die Bestimmungen in 2—9 nicht Anwendung.

11. Auf die Färbung von Pelzwaren finden die Vorschriften dieses Gesetzes nicht Anwendung.

Um die Beschaffenheit einer Farbe, ihren Wert, ihre Bestandteile zu bestimmen, mögen die folgenden Anhaltspunkte dienen:

1. Weiße Farben: Bleiweiß, Kreide, Zinkweiß, Gips, Baryumsulfat (Schwerspat oder blanc fixe), Ton; löslich sind in verdünnter Salpetersäure (eventuell unter Erwärmung) Bleiweiß, Kreide (unter Aufbrausen, weil Kohlensäure entweicht) und Zinkweiß, unlöslich darin Gips, Schwerspat, blanc fixe und Ton. Bildet sich in der Lösung mit Zusatz von Schwefelwasserstoff ein schwarzer Niederschlag, so ist Bleiweiß vorhanden. Resultiert beim Versetzen der Lösung mit Natriumhydroxyd im Ueberschuß und mit Schwefelwasserstoffwasser im Ueberschuß ein weißer Niederschlag, so deutet derselbe auf Zinkweiß, kein Niederschlag auf Kreide. Ist die Lösung in Salpetersäure unlöslich, so schüttelt man die Farbe mit Wasser, filtriert und gibt Chlorbaryum zu. Ein weißer Niederschlag deutet auf Gips, Bestätigung des Kalkes durch Ammoniumacetat in einem andern Teil des Filtrates. Ist Gips nicht vorhanden, so glüht man eine kleine Probe mit Kohlenpulver; entwickelt sich dann beim Uebergießen mit Salzsäure Schwefelwasserstoff und färbt sie, im Platindraht in die nicht leuchtende Flamme gebracht, letztere gelbgrün, so ist Baryumsulfat zugegen. Ton erkennt man durch Schmelzen einer kleinen Probe mit der zehnfachen Menge Natriumkarbonat, Behandeln der Schmelze mit Salzsäure und Abdampfen. Ein bleibender Rückstand ist Kieselsäure, die in Phosphorsäure ein sogenanntes Kieselskelett erzeugt.

2. Gelbe Farben: Neapelgelb, Operment (Auripigment), Ocker, Barytgelb, Zinkgelb. In der Glühhitze unter Verbreitung nach Knoblauch und schwefliger Säure riechender Dämpfe vollständig flüchtig: Operment. Ist die Farbe nicht flüchtig und färbt dieselbe die Boraxperle grün, so kann sie aus Chromgelb, Barytgelb oder Zinkgelb bestehen. Man koche eine Probe mit Natriumkarbonat, bis die Flüssigkeit gelb und der darin enthaltene Niederschlag weiß geworden ist, filtriere ab, wasche aus; den Rückstand auf dem Filter löst man mit verdünnter kalter Salpetersäure. Zu einem Teil der Lösung gibt man Schwefelwasserstoff, ein entstandener schwarzer Niederschlag zeigt Chromgelb an. Erhält man durch Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag, so setzt man zu einer neuen Probe verdünnte Schwefelsäure hinzu; entsteht hierdurch ein weißer Niederschlag, so ist die Farbe Barytgelb, bleibt die Flüssigkeit aber klar, so spricht dies für Zinkgelb, das durch die Fällung von Schwefelzink in der mit Natronlauge im Ueberschuß versetzten Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff erkannt wird. In dem Filtrat der mit kohlensaurem Natron gekochten Farbe kann die Chromsäure nach dem Ansäuern mit Essigsäure durch Bleiacetat bestätigt werden. Erhielt man keine grün gefärbte Boraxperle, wodurch die Anwesenheit der gelben Chromfarben konstatiert ist, so behandelt man die Farbe mit Salzsäure; entsteht in der kalten, salzsauren Lösung mit gelbem Blutlaugensalz ein blauer Niederschlag, so war die Farbe gelber Ocker; ist kein blauer Niederschlag gebildet worden, so läßt dies auf Neapelgelb schließen, das in rauchender Salzsäure vollständig löslich ist. Nach dem Erkalten der Lösung kristallisiert Chlorblei aus; versetzt man die klare Flüssigkeit mit viel Wasser, so entsteht eine weiße Trübung.

3. Rote Farben: Zinnober, Chromrot, Mennige, Englischrot, Realgar, Antimonzinnober. Realgar und Zinnober sind in der Glühhitze flüchtig, und man unterscheidet dieselben durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erwärmen mit Natronlauge: Realgar iſt teilweiſe löslich und hinterläßt einen dunkelbraunen Rückſtand, Zinnober wird gelblich. Iſt keine der vorher genannten Farben zugegen, ſo prüft man einen Teil der Subſtanz mit der Boraxperle und zeigt Chromrot eine grüne Perle. Iſt Chromrot nicht vorhanden, ſo behandelt man eine neue Probe mit Salzſäure; löſt ſich dieſelbe unter Schwefelwaſſerſtoffentwicklung, ſo iſt die Farbe Antimonzinnober; unter Chlorentwicklung löſt ſich Mennige und ohne Chlorentwicklung Engelrot. Zur ſalzſauren Löſung wird Schwefelwaſſerſtoff gegeben; ein orangeroter Niederſchlag zeigt Antimonzinnober, ein ſchwarzer Niederſchlag Mennige, eine weiße, milchige Trübung von ausgeſchiedenem Schwefel Engelrot an.

4. Grüne Farben: Grünes Ultramarin, Guignets Grün, grüne Kupferfarben (Bremer Grün, Berggrün, Braunſchweiger Grün), Kupferarſenikfarben (Schweinfurtergrün und Scheelſches Grün), Rinnmanns Grün. Enthält die Subſtanz der Boraxperle eine blaue Farbe, ſo liegt Rinnmanns Grün vor; eine grüngefärbte Perle deutet auf Kupfer- oder Kupferarſenikfarben oder Guignets Grün; bleibt die Perle hingegen weiß, ſo iſt die Farbe Ultramarin. Zur Unterſcheidung der verſchiedenen Grüne behandelt man die Subſtanz mit Salzſäure; verſchwindet die Farbe unter Schwefelwaſſerſtoffentwicklung, ſo beſteht ſie aus Ultramarin; löſt ſie ſich nicht oder ſehr wenig ohne Aenderung der Farbe, ſo hat man Guignets Grün; löſt ſie ſich aber zugleich zu einer grüngelben Flüſſigkeit, ſo hat man eine Kupfer- oder Arſenikfarbe. In letzterem Falle macht man die gelbgrüne Löſung mit Ammoniak alkaliſch und verſetzt mit Schwefelammonium im Ueberſchuß. Nach dem Abfiltrieren des ſchwarzen Kupferſulfidniederſchlages verſetzt man das Filtrat mit Salzſäure im Ueberſchuß. Ein gelber Niederſchlag von Schwefelarſen ergibt die Anweſenheit von Kupferarſenikfarben, eine Trübung von ausgeſchiedenem Schwefel die arſenfreien Kupferfarben.

5. Blaue Farben: Ultramarin, Bergblau, Thenards Blau, Pariſerblau, eventuell Berlinerblau, Turnbulls Blau, Smalte. Boraxperle farblos: Ultramarin; grün: Bergblau; blau: Smalte; gelb: die übrigen. Beim Erwärmen einer Probe mit Natronlauge bleibt Ultramarin unverändert, Bergblau wird ſchwarz, die Cyaneiſenfarben werden unter Abſcheidung eines rotbraunen oder ſchwarzen Niederſchlages zerſetzt. Man filtriert denſelben ab und ſäuert das Filtrat ſchwach an. Gibt Eiſenchlorid einen blauen Niederſchlag, ſo iſt die Farbe Pariſerblau; erhält man mit Eiſenchlorid keinen Niederſchlag, wohl aber mit Eiſenvitriollöſung, ſo war ſie Turnbulls Blau.

6. Schwarze und braune Farben. Manganfarben, Umbra, Ruß, Frankfurter-, Reben-, Beinſchwarz. Glüht man eine Probe der Farbe bei Luftzutritt auf dem Platinblech, ſo hinterbleibt faſt kein Rückſtand, wenn das Schwarz Ruß oder Frankfurter- oder Rebenſchwarz iſt. Ein weißer Rückſtand läßt auf Beinſchwarz ſchließen. Wenn keine dieſer Farben vorhanden iſt, ſo erwärmt man mit Salzſäure, in der ſich die Manganfarben unter Chlorentwicklung löſen, Umbra aber nur teilweiſe unter Hinterlaſſung eines tonigen Rückſtandes löslich iſt. Gibt man zur Löſung der letzteren Farbe gelbes Blutlaugenſalz, ſo erhält man einen blauen Niederſchlag. Lackfarben erkennt man an ihrem leichten Gewicht ſowie daran, daß anorganiſche Säuren die Farben ändern, erhöhen oder vertiefen, wohl auch in ganz andre Nuancen überführen.

Ausführliches über die einzelnen Farben, ihre Herſtellungsweiſe, Eigenſchaften und Verwendung ſ. unter den Einzelartikeln. Ueber die natürlichen organiſchen Farbſtoffe ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, über die künſtlichen organiſchen den Art. Farbſtoffe, künſtliche organiſche; vgl. ferner Färben und Farbſtofftheorie.

Literatur: [1] Andés, Praktiſches Handbuch für Anſtreicher, 3. Aufl., Wien 1904. — [2] Berſch, Mineral- und Lackfarben, 2. Aufl., Wien 1893. — [3] Derſ., Erdfarben, 2. Aufl., Wien 1893. — [4] Dammer, Lexikon der Verfälſchungen, Leipzig 1885. — [5] Gentele, Farbenfabrikation, 2. Aufl., Braunſchweig 1880. — [6] Mierczinski, Erd-, Mineral- und Lackfarben, 4. Aufl., Weimar 1881. — [7] Tſchelnitz, Farbenchemie, Wien 1857. — [8] Zorr und Rübencamp, Handbuch der Farbenfabrikation, Dresden 1904–05. — [9] Jenniſon-Rübencamp, Herſtellung von Farblacken aus künſtlichen Farbſtoffen, Dresden 1903.

Andés.

Farben, in der Lohgerberei alle diejenigen Gerbſtofflöſungen, die dazu beſtimmt ſind, die Blößen anzugerben.

Da bei dieſem Angerben die weißen Blößen eine mehr oder weniger lohbraune Farbe annehmen, bezeichnet man dasſelbe auch als Anfärben, woher die Bezeichnung „Farbe“ für die hierbei verwendeten Gerbſtoffbrühen herrührt. Laſſen ſich die Blößen in ſolchen Farben durch ein an dem betreffenden Gefäß befindliches Schaufelrad in Bewegung ſetzen, ſo heißen dieſelben Hafpel- oder Treibfarben. Bei Anwendung derſelben iſt die Angerbung eine ſchnelle und zugleich auch ſehr gleichmäßige. *Päßler.*

Farben, keramiſche. Die eigentliche Tonſubſtanz, beſtehend aus kieſelſaurem Aluminiumoxyd mit zwei Molekülen Waſſer, $Al_2O_3\,2\,SiO_2\,2\,H_2O$, nimmt im Feuer eine reinweiße Farbe an, wobei die Stärke des Brandes (Brenntemperatur) ohne Einfluß iſt; ſie iſt jedoch meiſtens durch Beimengung verſchiedener Oxyde und andrer Verbindungen verunreinigt, die eine andre Färbung der Tone im Feuer hervorbringen. Es ſind namentlich die Oxyde des Eiſens und Mangans die Begleiter der Tone in der Natur. Je nach der Menge dieſer Oxyde, der Menge und Art der in den Tonen enthaltenen andern Verunreinigungen kann die Farbe der gebrannten Ware eine verſchiedene ſein; außerdem iſt dieſelbe aber noch von der Höhe des Brenngrades ſowie von der Beſchaffenheit des Feuers, dem ſie ausgeſetzt war, abhängig.

Um eine beſtimmte Brandfarbe zu erhalten, die dem Tone von Natur aus nicht zukommt, ſetzt man demſelben die bezüglichen Oxyde in geeignetem Verhältnis zu. Für die gewöhnliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ziegel- und Tonwarenfabrikation geſchieht dies dadurch, daß man zwei oder mehrere Tone, von denen der eine zu viel, der andre zu wenig des färbenden Oxydes enthält, zuſammenmiſcht. Für beſſere Waren werden färbende Oxyde ſelbſt zugeſetzt, wenn der Scherben in der ganzen Stärke oder doch in der oberſten, zur Anſicht und Abnutzung kommenden Schicht gefärbt ſein muß, wie dies z. B. bei der Fabrikation der Mettlacher Platten der Fall iſt; auch legt man auf den Scherben eine anders gefärbte Schicht auf oder ſtellt die Färbung lediglich durch Bemalen her, wie dies bei den reichdekorierten Porzellanwaren geſchieht. Durch das Auflegen anders gefärbter Schichten auf den rohen oder gebrannten Scherben (ſ. Engobe und Glaſuren) wird die Farbenmenge, die zur Erzielung einer beſtimmten Brandfarbe nötig iſt, erheblich vermindert und damit alſo auch der Aufwand für die Fabrikation.

An Farben für keramiſche Waren, die im Feuer ſelbſt erzeugt, nicht etwa ſpäter aufgemalt werden ſollen, wie dies bei den Siderolithwaren und ähnlichen der Fall iſt, finden in erſter Linie Metalloxyde Verwendung; hierbei iſt aber zu beachten, daß nur ſehr wenige Oxyde eine hohe Temperatur aushalten, ohne ihre Farbe zu verändern; die meiſten zerſetzen ſich in hohen Temperaturen und geben dann ganz andre Farben als dieſelben Oxyde bei niederen Temperaturen.

Die aufzumalenden, im Feuer aufzubrennenden Farben müſſen folgende Eigenſchaften haben: ſie müſſen feſt auf dem Gegenſtand haften, auf den ſie aufgetragen werden, dürfen weder vom Waſſer noch der Luft, noch den in der Luft enthaltenen Gaſen angegriffen werden, müſſen ferner durch Zuſatz von Flußmitteln ſo zuſammengeſetzt ſein, daß ſie bei einer beſtimmten Temperatur ſchmelzen und hierbei die gewünſchte Farbe erhalten, ſie müſſen endlich ſich beim Erhitzen und Erkalten in demſelben Verhältnis ausdehnen und zuſammenziehen wie die Maſſe, auf die ſie aufgetragen ſind.

Je nach den Hitzegraden, die zur Entwicklung einer beſtimmten Farbe erforderlich ſind, unterſcheidet man weiche oder Muffelfarben, harte oder Ofenfarben und Gut- oder Scharffeuerfarben. Die beiden erſten können nur auf der Glaſur angewendet werden, während die Scharffeuerfarben auch unter der Glaſur zur Anwendung gelangen. Letztere geben meiſt nicht ſo lebhafte und intenſive Töne wie die Muffelfarben, die bei einer viel niedrigeren Temperatur aufgebrannt werden; dieſe ſind daher als die eigentlichen Dekorationsfarben für das Porzellan zu betrachten.

Als Farbe, die unter Glaſur auch auf diejenigen Porzellanwaren, welche die höchſten Temperaturen zum Garbrand erfordern, angewendet werden kann, iſt in erſter Linie das Kobaltoxyd zu nennen, das eine licht- bis dunkelblaue Farbe gibt, die unter gewiſſen Modifikationen bis in Dunkelgrau übergeht. Außer dieſer blauen Farbe ſind die Oxyde des Antimons, Chroms, Mangans und Urans unter Glaſur zu verwenden, obſchon letztere nicht die vielſeitige Anwendung finden wie das Kobaltoxyd. Die Beſchränkung der Palette für die Scharffeuerfarben hat dazu geführt, Porzellanmaſſen zuſammenzuſetzen, die bei niederer Temperatur glaſiert werden können (japaniſches Porzellan, Weichporzellan von Sèvres, Seger-Porzellan von Berlin u. dergl.); ſ. Tonwaren (Porzellan).

Die in der Keramik hauptſächlich zur Anwendung gelangenden Farben ſind: Chromoxyd grün; Eiſenoxyd gelb, rot, braun, ſchwarz, grau; Uranoxyd gelb, ſchwarz; Manganoxyd violett, braun, ſchwarz; Antimonoxyd und antimonſaures Kali gelb; Kobaltoxyd und kohlenſaures Kobaltoxyd blau, grauſchwarz; Kupferoxydul rot; Kupferoxyd grün; Titanoxyd gelb; chromſaures Eiſenoxydul braun bis ſchwarz; chromſaures Bleioxyd und chromſaurer Baryt gelb, Zinnoxyd weiß; außerdem werden noch ſchwefelſaures Eiſenoxydul, Tonerdehydrat, Umbra, Sepia, Siena, gelber und roter Ocker ſowie verſchiedene andre Stoffe als Farben verwendet. Zinkoxyd und andre Zinkverbindungen, die an und für ſich farbloſe Gläſer geben, werden zum Beleben von grünen, gelben und blauen Farben angewendet. — Die durch die Metalloxyde hervorzubringenden Farbentöne variieren oft ſehr, je nach der Ofenatmoſphäre, der das zu färbende Stück während des Brennens ausgeſetzt war (ſ. Flamme, oxydierende und reduzierende); ſo gibt z. B. Chromoxyd, in einer reduzierenden Flamme gebrannt, Lichtblau, in einer neutralen Chromgrün und in einer oxydierenden Grün, das bei Abendlicht einen Purpurſchimmer zeigt. Uranoxyd gibt gelbe, dunkelgrüne und braunrote Farben in den entſprechenden Flammen. — Als chemiſch reine Verbindungen werden die vorſtehend genannten Oxyde nur zur Dekoration für Porzellan und feines Steingut verwendet; zum Bemalen des gewöhnlichen Töpfergeſchirrs nimmt man auch weniger reine Materialien, z. B. ſtatt des Eiſenoxydes Ocker, ſtatt des Manganoxydes Braunſtein, ſtatt des Kupferoxydes Kupferaſche u. ſ. w. — Außer den Oxyden finden die reinen Edelmetalle, Gold, Platin und Silber als Farben zur Verzierung von Tonwaren Verwendung. Man benutzt hierzu entweder die reinen Metalle in feinſt verteiltem Zuſtande, welchem Pulver geringe Mengen von Flußmitteln zugegeben werden, um das Haften an der zu dekorierenden Ware zu ermöglichen oder man wendet Metallſalze an, die im Feuer unter Zurücklaſſung der reinen Metalle ſich zerſetzen. Die erſtere Art der Vergoldung, Verſilberung u. ſ. w. iſt die ſolidere und ſollte für alle ſolche Waren, die einem ſtärkeren Gebrauch unterworfen ſind, ausſchließlich angewendet werden; die Dekorierung unter Benutzung von Metallſalzen (Glanzgold, -platin, -ſilber) iſt inſofern für Gebrauchsgeſchirre nicht zu empfehlen, als die deckende Metallſchicht an und für ſich nur ſehr ſchwach iſt und ſchon aus dieſem Grunde leicht abgerieben wird, außerdem aber aus Anlaß des Entweichens der Säuren die einzelnen Moleküle ſelbſt nicht ſo feſt aneinander gelagert ſind (ſ. Keramik und Tonwaren).

Literatur: Sprechſaal, Coburg 1868 u. folg. Jahrgänge; Deutſche Töpfer- u. Zieglerztg. 1870 u. ff.; Langenbeck, Karl, The Chemistry of Pottery, Easton, Pa., 1895. *Dümmler.*

Farbenabweichung, ſphäriſche und chromatiſche, ſ. Aberration.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Farbenanſtriche, Beſeitigung derſelben.

Alte Lack- und Oelfarbenanſtriche müſſen häufig, ehe man neue Farbenlagen auftragen kann, entfernt werden, einesteils, weil ſie blaſig, riſſig geworden ſind, andernteils aber alte Farbenlagen ſehr häufig Veranlaſſung geben, daß neue Anſtriche binnen kurzer Zeit abblättern, abſpringen oder reißen. Wachsfarbenanſtriche müſſen unbedingt beſeitigt werden, da Wachsfarbe kein Bindeglied für neuen Anſtrich abgibt. Sind alte Farbenlagen nicht blaſig, ſo kann man ſolche mit Waſſer und Bimsſtein abſchleifen, ſind aber die Farbenlagen blaſig, riſſig, teilweiſe abgeſprungen oder ſo dick, daß ein Schleifen unmöglich oder nicht rätlich iſt, ſo müſſen dieſelben mit chemiſchen oder mechaniſchen Mitteln beſeitigt werden. Zu den chemiſchen Mitteln gehören die Laugen aus kohlenſauren oder ätzenden Alkalien (Aetzmaſſe, Farbenvertilger, Color venenum, Antikolorit, Paint removed u. ſ. w.), die warm oder kalt angewendet werden, und Waſſerglas, dann auch Fuſelöl, Amylacetat; unter die mechaniſchen Mittel rechnet man das Abkratzen (Abſcharren) mittels ſcharfer Spachteln und das Abbrennen mit eigens konſtruierten Lampen oder kleinen Holzkohlenkörben.

Die Laugen, die zum Abbeizen angewendet werden, müſſen ſcharf ſein; doch dürfen ſie für Eichenholz nicht aus ätzenden Alkalien beſtehen, weil dieſe das Holz dunkel färben. Kann man die Laugen heiß anwenden, ſo geht die Erweichung der alten Farbenlage raſch vor ſich. Die Anwendung geſchieht, indem man entweder die Farbenlagen vollſtändig mit der Lauge begießt oder mit einem Pinſel aus Glasfäden (Borſtenpinſel werden ſofort zerſtört) mehrere raſch aufeinander folgende Anſtriche macht. Die aufgeweichte Farbe wird mit der Spachtel beſeitigt und neuerlich Lauge aufgegoſſen, bis das Holz oder Metall ganz rein geworden iſt, worauf man mit Waſſer ſo lange nachwäſcht, bis keine alkaliſche Reaktion mehr eintritt. Kleine Gegenſtände, namentlich ſolche von Metall, kann man in die Lauge einlegen, dann mit einem Meſſer oder dergl. die Farben völlig beſeitigen, in reinem Waſſer abwaſchen und in Sägeſpänen trocknen. Die neuen Anſtriche dürfen auf abgebeizten Objekten erſt dann angebracht werden, wenn keine alkaliſche Reaktion mehr wahrnehmbar und das Objekt vollkommen trocken iſt. Auf alkaliſch reagierendem oder noch feuchtem Grund hat der Anſtrich keine Dauer.

Das Abbrennen erfolgt bei aufrechtſtehenden Objekten wie Türſtöcken, Wandverkleidungen, deren Abbeizen nicht oder nur ſchwierig durchführbar iſt. Die hierbei angewendeten Lampen und Körbe werden in der Weiſe gehandhabt, daß man mit denſelben, wenn angezündet, ſo lange nahe an den Farbenlagen auf und ab fährt, bis dieſe teilweiſe verkohlt und verbrannt — hart — geworden ſind, ſo daß die wenigen Ueberreſte mittels einer eiſernen ſcharfen Spachtel mühelos und ſehr raſch entfernt werden können. Um ein Anbrennen des Holzes zu vermeiden, darf man nicht zu lange auf einem Teil der Fläche verweilen, ſondern muß Lampen und Körbe langſam auf und nieder bewegen, bis alle Teile der Farbenlagen gleichmäßig verbrannt ſind. Die Konſtruktion der Lampen iſt verſchieden; ſie werden mit Spiritus oder Benzin geheizt und erzeugen eine ziemlich intenſive Stichflamme. Die Körbe beſtehen aus einem aus dünnen Eiſenſtäben zuſammengeſetzten flachen Kaſten, der mit einer Handhabe verſehen iſt und mit Holzkohlen gefüllt wird. Angezündet und in vollkommener Glut befindlich, wird mit denſelben ebenſo wie mit den Lampen manipuliert. Beim Abbrennen entwickeln ſich aus den verbrennenden Farben üble Gerüche, viel Rauch und ſelbſt giftige Gaſe (Arſen-, Blei- oder Queckſilberdämpfe); beim Abbeizen läuft man Gefahr, daß durch zurückbleibendes Alkali die neuen Anſtriche ſich minder dauerhaft erweiſen. *Andés.*

Farbenblindheit, ſ. Farben, S. 604.

Farbendruck, eigentlich jeder in den verſchiedenen Drucktechniken nicht in Schwarz ausgeführte pigmentierte Druck; im engeren Sinne jedoch nur die Herſtellung von polychromen Abdrücken. Hiebei iſt zwiſchen dem Akzidenz- und dem Bilderfarbendruck grundſätzlich zu unterſcheiden. Der erſtere bezweckt nur, eine beliebige Druckſorte willkürlich bunter zu geſtalten, der letztere die möglichſt getreue Reproduktion eines farbigen Originales. Die Herſtellung von Akzidenzmehrfarbendrucken erfolgt faſt ausſchließlich mittels Buchdruck oder Lithographie, welche beiden Verfahren auch vornehmlich zur Maſſenproduktion von Bilderdrucken dienen, während bei Kunſtblättern auch noch andre Drucktechniken ſowie Kombinationen der verſchiedenen Methoden herangezogen werden. Je nach der Herſtellungsart ſpricht man von Buntdruck- oder Chromotypographie, Chromotypie, Chromolithographie, Chromoalgraphie, Farbenlichtdruck, Farbenheliogravüre, Kombinationsdruck u. ſ. w., ferner werden im Gegenſatze zu den meiſten Verfahren, bei denen die Farben einzeln hintereinander gedruckt werden, ſogenannte ſynchrone Farbendruckmethoden unterſchieden, die ein polychromes Bild mit einem einzigen Abdruck ergeben.

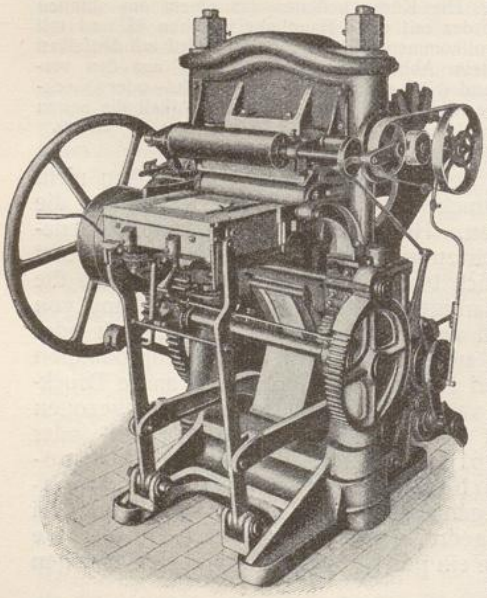
Zur Anfertigung von mehrfarbigen Drucken muß in der überwiegenden Mehrzahl der Techniken für jede Farbe eine eigene Druckform geſchaffen werden, was z. B. bei Sätzen durch Zerlegung in mehrere Paßformen erfolgt. Für die Bildreproduktion wird die Farbenauslöſung entweder auf zeichneriſchem Wege (z. B. Holzſchneidekunſt, Chromozinkotypie, Chromolithographie, Tondruck, ſ. d.) oder auf photographiſchem mit Hilfe von Selektionsfiltern und Senſibilifatoren (ſ. Drei- und Vierfarbendruck) vorgenommen. Die Herſtellung der Farbenteilplatten durch den Zeichner erfordert eine außerordentliche Sicherheit in der Beherrſchung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der jeweils herangezogenen Technik und klares Erkennen der nötigen Farbenkomponenten in allen Details. Je geſchickter dieſe Arbeit vorgenommen wird, mit umſo weniger Farbenplatten kann das Auslangen gefunden werden. Der Farbendruck ſelbſt erheiſcht wieder von ſeiten des Druckers beſondere Anforderungen. Er muß auch bei ſchwierig zu kontrollierenden Nuancen die richtige Stärke genau einhalten, die Eigenſchaften der Farben in bezug auf ihre Beſtändigkeit, ihr chemiſches Verhalten, Laſur- oder Deckvermögen kennen, die vielen Faktoren, von denen das abſolut nötige Paſſen abhängt, ſtets aufmerkſam beachten und ſchließlich alle Mängel zu vermeiden wiſſen, die durch Temperatureinflüſſe, Feuchtigkeitsunterſchiede, ungeeignetes Papier u. ſ. w. verurſacht werden können. — Kunſtreproduktionen nach ſehr tonreichen Stimmungsbildern werden heute zumeiſt entweder auf rein photomechaniſche (Drei- und Vierfarbenlichtdruck, Dreifarbenheliogravüre z. B.) oder in der Weiſe angefertigt, daß die Farbendarſtellung chromolithographiſch (chromoalgraphiſch) vorgenommen wird und eine Lichtdruck- oder Helogravüreplatte die feine Zeichnung und die Fakſimilität erzeugt; ſolche graphiſche Erzeugniſſe nennt man Kombinationsdrucke. Derartige Drucke werden auch erzielt durch Vereinigung von Heliogravüre und Dreifarbenlichtdruck, Photoalgraphie oder Autotypie und Steindruck u. ſ. w. — Unter den ſynchronen Farbendruckverfahren (ſ. a. Blockdruck, Congrevedruck, Orloffdruck und Synchromie) hat mit Rückſicht auf die künſtleriſche Qualität eigentlich nur der Farbenkupferdruck Bedeutung, bei dem die Druckplatte gleichſam gemalt und ſo mit einem einzigen Abdruck ein vielfarbiges Bild erhalten wird. Aber ſeiner Koſtſpieligkeit wegen kann er nur für die Herſtellung von Blättern für Kunſtliebhaber verwendet werden. — Unter den Farbendrucken rangieren auch der Bronzedruck, Irisdruck und Tondruck (ſ. d.) — Farbendruck kann faſt auf ſämtlichen im Gebrauch befindlichen Druckmaſchinen hergeſtellt werden; jedoch gibt es auch eine große Reihe von Spezialmaſchinen, ſo insbeſondere für den Orloffdruck (ſ. d.), den Zeitungsfarbendruck und in neuerer Zeit für den autotypiſchen Vierfarbendruck (Lambertſche Schnellpreſſe.)

Literatur: Perwolf, E., Die Farbendruckerzeugung, Wien 1878; Fritz, G., Ueber theoretiſche und praktiſche Farbenlehre für die graphiſchen Künſte, Wien 1891; Derſ., Farbendruckbilder, Wien 1901; Müller, J., und Dethleffs, M., Praktiſcher Leitfaden für Buntdruck, Berlin 1900; Earhart, J. F., The Color Printer, Cincinnati, Ohio 1892. *A. W. Unger.*

Farbendruck, in der Buchbinderei, wird auf der Kniehebelvergoldpreſſe oder auf beſonderer Farbendruckpreſſe (ſ. die Figur) mittels geſchnittener Meſſing- oder geätzter Zinkplatten hergeſtellt. Bei Handbetrieb wird die Farbe mit Handwalzen aus Walzenmaſſe, denen mit Rückſicht auf die ziemlich ſtrengen „Buchbinderfarben“ ein Zuſatz von Haufenblaſe gegeben wird, auf die Druckplatte übertragen. Sorgfältige Auswahl und genaue Kenntnis der verſchiedenen Farben, ihrer Deckkraft und ihres Verhaltens nach dem Druck ſind dabei unerläßlich.



Während man früher vielfach die Technik des Farbendrucks auf die Buchdecke verwandte und mit laſierenden Farben bildartige Darſtellungen ſchuf, hat die moderne Einband- und Umſchlagdekoration mehr die Grundſätze der Plakatkunſt zur Richtſchnur genommen und erzielt mit gut deckenden Farben und einfachen Ziermotiven wirkungsvolle Effekte, die dem Charakter der Buchdecke als Schutzhülle mehr entſprechen und eine Maſſenherſtellung ermöglichen. Hierzu wurde ein ganz neuer Maſchinentyp konſtruiert, der die kräftige Druckwirkung der Kniehebelpreſſe mit der automatiſchen Einfärbung und Tiſchbewegung der Tiegeldruckpreſſe vereinigt: die Buchbinderfarbdruckpreſſe (ſ. die Figur).

Dieſe ausſchließlich für Motorbetrieb gebaute Maſchine beſitzt ein vollſtändiges, ausſchaltbares Farbwerk mit Farbkaſten, Speiſewalze, rotierenden und traverſierenden Verreibewalzen, deren Auftragwalzen nach jeder Auswärtsbewegung des Tiſches vor- und rückwärts unter der am Oberteil befeſtigten Druckplatte hinlaufen und dieſe mit gleichmäßig verteilter Farbe einfärben, während der Tiſch behufs Auflegen des Arbeitsſtückes in der Außenſtellung verharrt. Iſt dies geſchehen, ſo führt die Maſchine ſelbſttätig den Tiſch unter die Gravur, und es erfolgt der Druck — bei entſprechenden Platten und Matrizen — Relief und Farbendruck gleichzeitig. Nach dem Druck geht der Tiſch wieder nach außen, und das Arbeitsſtück kann abgenommen werden. Die Maſchine läuft ununterbrochen oder rückt je nach Einſtellung nach jedem Druck aus, mit einer Leiſtung von 7—12 Drucken pro Minute.

Fabriziert wird die Maſchine von den meiſten im Artikel Buchbindereimaſchinen

genannten Firmen; die hier abgebildete Maschine von Krause, Leipzig, hat ein besonders gutes Verreibungssystem. Bezugsquellen für Farben: Lorilleux & Cie., Paris-Leipzig; E. F. Gleitsmann, Dresden; Kast & Ehinger, Stuttgart; für Druckplatten: R. Gerhold, H. Horn, Franke & Halle, Leipzig; Schüßler, Leipzig und Wien; Hafert Nachf., Stuttgart u. a.

Literatur: Tonndorf, Arbeiten an der Vergoldepresse, Stuttgart 1892; Bube, Anleitung zur Preßvergolderei, Leipzig 1902; Mais, H., Arbeiten an der Vergoldepresse, München 1905; Harms, Bernh., Entwicklung der Buchbinderei, Leipzig 1903; Technische Beilagen aus dem Journal für Buchb., Leipzig.

Saalfeld.

Farbenechtheit, die Widerstandsfähigkeit der auf der Gespinstfaser erzeugten Farben gegenüber den bei der Verwendung des gefärbten Fasermaterials in Betracht kommenden mannigfaltigen Einflüssen.

Da es keine Farbe gibt, die allen denkbaren Einwirkungen widersteht, anderseits das Fasermaterial teils starker, teils geringer Beanspruchung unterliegt, so ist der Begriff der Echtheit einer Farbe bedingt und abhängig von den Einflüssen, denen die Färbung ausgesetzt ist. Die Tragechtheit eines Kleidungsstückes ist insofern eine ziemlich umfassende, als man darunter die Widerstandsfähigkeit der Färbung desselben gegen Licht, Luft, gegen Reiben, das zuweilen die Farbe von der Faser entfernt, sie abrußen oder abschmutzen läßt, gegen Wasser, Wäsche (Seife), gegen Säuren und Alkalien versteht. Infolge des Schwefelgehaltes der Kohlen enthält die Luft vieler Städte Schwefligsäure und Schwefelsäure, welch erstere durch ihre reduzierenden und sauren Eigenschaften, letztere nur durch ihre sauren verändernd wirken kann. — Schwefelechtheit, d. h. Beständigkeit gegen Schwefligsäure, wird von solchen gefärbten Wollgarnen verlangt, die mit weißen, im Stück zu bleichenden Wollgarnen verwebt werden. Eine besondere Art der Säureechtheit ist die Schweißechtheit, der Ausdruck der Beständigkeit der Färbung gegen den freie organische Säuren enthaltenden menschlichen Schweiß. Unter Alkaliechtheit versteht man die Widerstandsfähigkeit gegen Alkalikarbonate und insbesondere gegen die Einwirkung des alkalischen Straßenschmutzes; unter Wetterechtheit diejenige gegen die Witterung (Licht, Luft, Feuchtigkeit). Als Dampfechtheit, Dekatierechtheit und Bügelechtheit bezeichnet man die Beständigkeit des Farbstoffes auf der gefärbten Faser bei Stoffen, die gedämpft, heiß gepreßt oder gebügelt werden. Walkechtheit wird von gefärbter loser Wolle verlangt, die zu Tuchen verarbeitet wird. Die Färbung muß dem Kneten mit konzentrierten, zuweilen stark alkalischen Seifenlaugen zu widerstehen vermögen. Farben auf baumwollenem und leinenem Fasermaterial sollen möglichst der Einwirkung schwacher Chlorkalklösung gegenüber unempfindlich sein, Chlorechtheit zeigen. Die für den Färber und Farbenfabrikanten sehr wichtige Prüfung der Farben auf ihre Echtheit kann in nachstehender Weise vorgenommen werden:

Licht-, Luft- und Wetterechtheit. Man befestigt die gefärbten Proben auf einem Holzbrett oder auf Pappdeckel, bedeckt sie zur Hälfte lichtdicht (etwa unter Benutzung eines Kopierrahmens) und setzt sie vor einem nach Südwest gelegenen Fenster der Einwirkung der Witterung aus. Gleichzeitig exponiert man in derselben Weise solche Färbungen, die demselben Zweck dienten und die auf derselben Faser dieselbe Intensität besitzen. Von Zeit zu Zeit stellt man unter Berücksichtigung der verflossenen Zeit und der während derselben herrschenden Witterungsverhältnisse die eingetretene Veränderung fest (s. Belichtung der Farben). — Reibechtheit. Man reibt mit einem weißen, unappretierten Baumwollstoffstück unter Druck mehrfach über dieselbe Stelle der gefärbten Probe und überzeugt sich, ob der weiße Stoff mehr oder weniger beschmutzt ist oder nicht. Dieselbe Prozedur nimmt man mit der für die gleiche Verwendung als brauchbar anerkannten Färbung vor. — Wasserechtheit. Man flicht das gefärbte Garn mit ungefärbtem zusammen oder überdeckt das gefärbte Stoffstück mit gleichartigem ungefärbtem und läßt es über Nacht in destilliertem Wasser liegen. Letzteres darf nicht oder nur schwach gefärbt, das weiße Garn oder Stoffstück muß unverändert weiß bleiben. — Wasch- und Seifenechtheit. Man flicht gefärbtes mit weißem Garn zusammen oder mischt gefärbte unversponnene Baumwolle für Halbwollgespinst mit weißer Wolle mittels Handkratzen. Die Proben werden in einer 50° C. warmen Lösung von 5 g neutraler Seife in 1 l destilliertem Wasser 5 Minuten gut durchgedrückt, darauf 15 Minuten darin liegen gelassen, dann gespült, 15 Minuten im Spülwasser gelassen, ausgerungen und getrocknet. Die weiße Probe soll nicht angefärbt, die gefärbte in der Nuance nicht erheblich verändert sein. — Walkechtheit. Baumwollfärbungen prüft man wie auf Waschechtheit, nur verwendet man für neutrale Walke 5 g neutrale Seife und 10 g Walkerde, für alkalische Walke 10 g Schmierseife für 1 l Wasser und knetet und reibt die Proben. Gefärbte Wollgarne werden nach dem Spülen und Trocknen mit der doppelten Menge weißem reinem Wollgarn (bezw. Baumwollgarn) zusammengeflochten und in einer 50° C. warmen Lösung von 5 g neutraler Seife und 1 g calcinierter Soda in 1 l Wasser 10 Minuten lang kräftig geknetet und gerieben, darauf 10 Minuten hindurch in der Lauge liegen gelassen, in reinem Wasser gespült und getrocknet. Ist die weiße Faser nicht angefärbt und hat sich die Färbung nur unbedeutend verändert, so kann sie als ziemlich waschecht bezeichnet werden. Es ist jedoch oft vorteilhaft, eine Nachprüfung durch eine Fabrikwalke folgen zu lassen. — Alkaliechtheit. Diese Prüfung bezieht sich namentlich auf die Widerstandsfähigkeit von Wollfärbungen gegen den alkalischen Straßenschmutz und Staub. Man legt eine Probe während 5 Minuten in konzentriertes Ammoniak und beobachtet den Farbenton derselben im nassen und trockenen Zustande oder man betupft sie mit 10prozentiger Sodalösung, die man darauf eintrocknen läßt, dann spült man, trocknet und beobachtet die eventuelle Veränderung an der betupften Stelle. — Schweißechtheit. Die Wirkung des organische Säuren enthaltenden Schweißes prüft man, indem man eine Probe, in der Achselhöhle des Rockes oder auf der Sohle des Strumpfes befestigt, bei anstrengendem längerem Marsche trägt. Bei nachfolgendem Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gleich mit einem Gegenmuſter darf keine erhebliche Veränderung der Färbung konſtatierbar ſein. — Säureechtheit. Man prüft gefärbte Wolle auf Dauerhaftigkeit der Färbung beim Karbonisieren, indem man ſie mit Schwefelſäure von 4° Bé tränkt, abwindet oder -preßt, zwiſchen weißem Wollſtoff bei 90° C. während 2 Stunden trocknet, in Waſſer gründlich ſpült nnd trocknet. Nach letzterer Operation muß ſie noch die urſprüngliche Färbung zeigen. Baumwollfärbungen prüft man durch viertelſtündiges Einlegen einer Probe in Eſſigſäure von 8° Bé, einer andern Probe in Salzſäure von 3° Bé, worauf man ſie ſpült und trocknet. — Schwefelechtheit. Man hängt die durchfeuchtete gefärbte Wollprobe in einen mit Stopfen dicht verſchließbaren Glaszylinder, auf deſſen Boden ſich ein Porzellanſchälchen mit Schwefel befindet, den man kurz vor dem Einhängen der Probe entzündet, oder einige Stücke Natriumſulfit, die man mit verdünnter Schwefelſäure übergießt. Die Probe bleibt 12 Stunden lang in dem Schwefligſäuregas, wird dann geſpült und getrocknet. — Chlorechtheit. Man tränkt die gefärbte Baumwolle mit einer mit 5 Teilen Waſſer verdünnten klaren Chlorkalklöſung von 5° Bé, windet oder preßt ab und trocknet die Probe auf einer Dampfplatte oder bei ca. 100° C. Farben, die dieſe Behandlung vertragen, ſind als ſehr chlorecht zu betrachten. — Bügel- und Dekatierechtheit. Man fährt auf der auf einer weichen Unterlage liegenden gefärbten Probe mit einem heißen Bügeleiſen hin nnd her. Die Färbung darf ſich nicht verändern oder muß nach kurzem Liegen an der Luft ihren urſprünglichen Ton wiedererlangen. Auf Dekatierechtheit prüft man am rationellſten durch Einlegen einer Probe zwiſchen die Lagen eines im großen zu dämpfenden Stückes. Hierbei muß die Farbe unverändert bleiben.

Literatur: Knecht, Rawſon u. Löwenthal, Handbuch der Färberei der Spinnfaſern, Berlin 1900/1901; Lange, Lehnes Färberzeitung 1903, 269, 286. *R. Möhlau.*

Farbenharmonie, -kreiſel, ſ. Farben, S. 605.

Farbenlehre (Chromatik), ſ. Farben, S. 604 ff.

Farbenmeſſung, ſ. Kolorimetrie.

Farbenreaktionen ſind ſolche, die ein auffälliges Auftreten, Verſchwinden oder eine Aenderung der Farbe der reagierenden Stoffe verurſachen, von denen der eine in der Regel zur Klaſſe der Farbſtoffe gehört.

Sie bieten ein bequemes Mittel, um mit Hilfe des einen, die Farbenreaktion liefernden Stoffes die Gegenwart oder Abweſenheit des andern nachzuweiſen oder ſeine Quantität zu beſtimmen. Sie ſind ſowohl in der anorganiſchen wie organiſchen Chemie ungemein häufig und werden ſpeziell in den maßanalytiſchen Methoden ausgiebig verwandt, indem der eine farbig reagierende Stoff als Indikator (ſ. d.) für den andern dient. So werden die faſt farbloſen Löſungen von Phenolphtalein oder Nitrophenol durch Spuren baſiſch reagierender Subſtanzen (z. B. Natronlauge) tief rot bezw. gelb gefärbt; Eiſenoxydſalzlöſungen bilden mit Rhodanſalzen blutrote Färbung, mit gelbem Blutlaugenſalz tiefblaue Fällung u. ſ. w. *Abegg.*

Farbenreibmaſchine, beſtimmt, die zum Malen und Anſtreichen benutzten Farben mit dem Bindemittel innig zu vermiſchen und das Gemiſch ſo zu verfeinern, daß es eine äußerſt zarte Salbe darſtellt, in der keinerlei Körnchen wahrnehmbar ſind, iſt an die Stelle der früher gebräuchlichen Farbreibplatten getreten, die mit Aufwand von viel Zeit und Kraft nur geringe Mengen fertiger Farbe zu liefern vermochten.

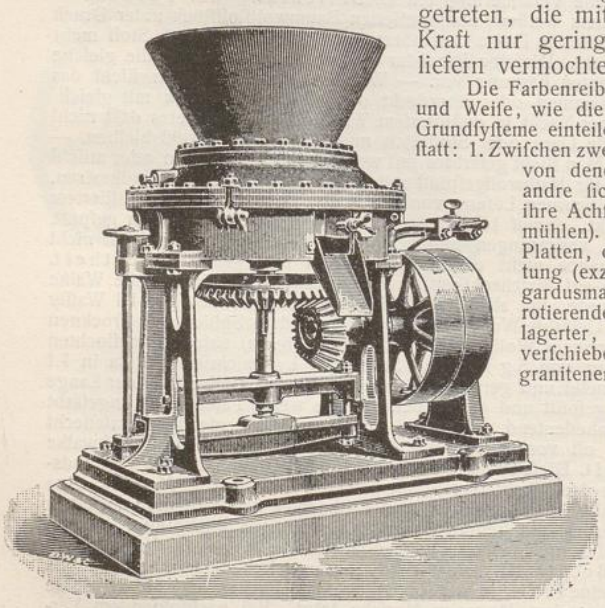


Fig. 1. Konusmühle mit Waſſerkühlung.

Die Farbenreibmaſchinen laſſen ſich nach der Art und Weiſe, wie die Verreibung erfolgt, in verſchiedene Grundſyſteme einteilen, und zwar findet das Verreiben ſtatt: 1. Zwiſchen zwei ſchiefgeſtellten, gezahnten Flächen, von denen die eine feſtſteht, während die andre ſich in kreisförmiger Bewegung um ihre Achſe befindet (Konusmühlen, Trichtermühlen). 2. Zwiſchen zwei flachen, gerippten Platten, die beide ſich in umgekehrter Richtung (exzentriſch) bewegen (Teller- oder Bogardusmaſchine). 3. Zwiſchen einem Syſtem rotierender, über- oder nebeneinander gelagerter, teilweiſe auch nach ſeitwärts ſich verſchiebender rotierender ſtählerner oder granitener Walzen (Walzenmaſchinen).

Die Maſchinen der Kategorie 1, aus Eiſenguß mit ſtählernen, Rotguß- oder Porzellanmahlteilen (letztere, um weiße Farben nicht durch das Eiſen zu beeinfluſſen), haben ſich vermöge ihrer Billigkeit (ſie koſten je nach Größe zwiſchen 9 ℳ und 100 ℳ) und großen Leiſtungsfähigkeit (20—500 kg Bleiweißölfarbe) auch in den kleinſten Malerwerkſtätten Eingang verſchafft, ſind leicht in Betrieb zu ſetzen, erfordern

keine ſubtile Behandlung und liefern ein ziemlich feines Mahlgut. — Die Tellermaſchinen (Preis ca. 350 ℳ bei ca. 40 cm Tellerdurchmeſſer) ermöglichen die Herſtellung äußerſt feingeriebener Farben, bedürfen aber ziemlicher Kraft und liefern weit geringere Mengen als die Konusmühlen; auch ſind ſie, weil die Teller der

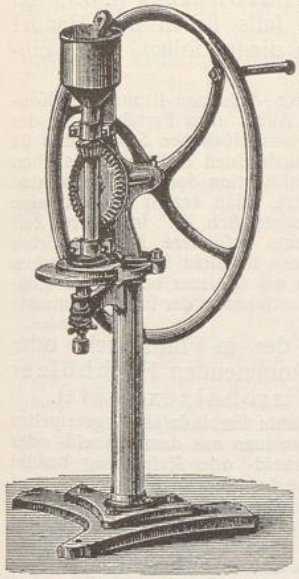


Fig. 2. Tellermaſchine.

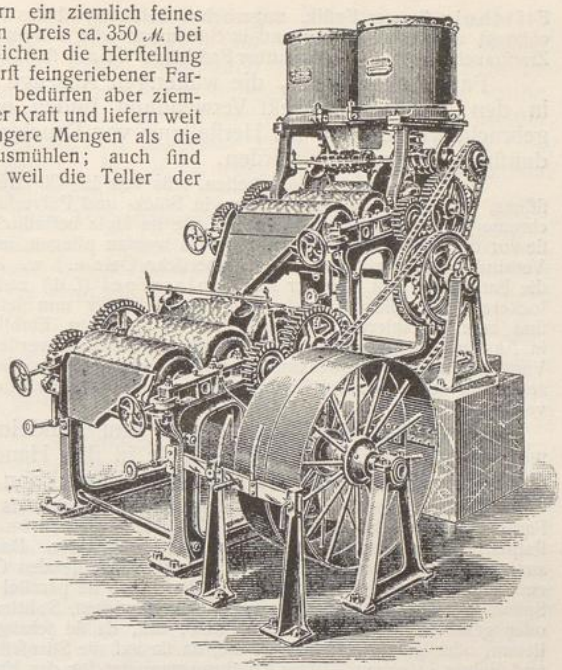


Fig. 3. Walzenfarbreibmaſchine mit Miſchapparat.

Luft zugänglich ſind, für ſchnelltrocknende (z. B. ſpirituöſe) Farben wegen der Verdunſtung weniger geeignet. — Die Walzenmaſchinen, die in ſehr verſchiedenen Dimenſionen für Handbetrieb (von 150 ℳ an) und für Maſchinenbetrieb (von 400 ℳ bis 2500 ℳ) in deutſchen, franzöſiſchen und engliſchen Maſchinenfabriken gebaut werden, dienen hauptſächlich für Buchdruckfarben, die vermöge ihrer Zähigkeit große Kraft erfordern, und für Bewältigung großer Mengen von Oelanſtrichfarben; ſie liefern bis zu 300 Kilo Buchdruckfarben und bis zu 800 Kilo in Oel dick geriebenes Bleiweiß. Die großen Walzenmaſchinen werden auch gleichzeitig mit Miſchmaſchinen verſehen, die das Mahlgut den Walzen nach Bedarf automatiſch zuführen, ſo daß für die Bedienung ein Mann genügt. — Die Feinheit des Mahlguts wird bei allen drei Kategorien durch eigne Stellvorrichtungen reguliert. *Andés.*

Farbenringe, Newtonſche, ſ. Interferenz; Farbenringe ein- und zweiachſiger Kriſtalle, ſ. Polariſation, chromatiſche; Farbenringe um Sonne und Mond, ſ. Licht.

Farbenſchießpulver, ſ. Fentons Pulver.

Farbenſiebmaſchine, ſ. unter Zeugdruck.

Farbentonkarte, von P. Baumann in Aue i. S. erfundenes Hilfsmittel zum Beſtimmen, Einſtimmen und Vereinbaren von Farbentönungen und Farbenakkorden.

Sie beſteht aus einem Kartenblock (80:50 cm) mit 360 gemiſchten Tönen und aus zwei Holzrahmen, zwiſchen denen der Block angebracht wird. Innerhalb der Rahmen werden die — im übrigen in der Zuſammenſetzung genau angegebenen — Farbentöne zur Erſcheinung gebracht, und damit kommen die früher vielfach üblichen Probeanſtriche in Wegfall.

Farbenvertilger, ſ. Farbenanſtriche, Beſeitigung derſelben.

Farbenzerſtreuung (Farbendisperſion), ſ. Farben, S. 604.

Farbhölzer, die von Rinde und Splint befreiten Stammhölzer verſchiedener, die Farbſtoffe vorwiegend in der Form von Glukoſiden ihrer Leukoverbindungen enthaltender exotiſcher Bäume.

Das wichtigſte Farbholz iſt das Blauholz, ſodann das als Rotholz oder Braſilienholz bezeichnete Kernholz mehrerer in Oſtindien, Südamerika und auf den Antillen wachſender Cäſalpinaceen. Außer dieſen Rothölzern finden ſich noch einige ihnen ähnliche von geringerer Bedeutung, wie das Braſilietteholz oder gelbe Braſilienholz, das Kalifornienholz und Terrafirmaholz im Handel. Ferner ſind zu nennen das Sandelholz von Pterocarpus santalinus, als Erſatz desſelben das Caliaturholz, Madagaskarholz, Barwood und Camwood. Ein in der Färberei vielfach verwendeter Farbſtoff, das Morin, $C_{15}H_{10}O_7$, iſt in dem Gelbholz enthalten. Nach der Bezugsquelle unterſcheidet man Cuba-, Braſilien-, Portorico- und Jamaica-Gelbholz. — Das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fifetholz (junger Fuſtik, ungariſches Gelbholz) iſt das Kernholz des Perückenbaumes (Rhus cotinus), der in Weſtindien und in Südeuropa wild vorkommt, in Deutſchland ſich vielfach als Zierſtrauch findet. — Weiteres über Farbhölzer ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, S. 634. *R. Möhlau.*

Farbholzextrakte, die wäſſerigen Auszüge der Farbhölzer (ſ. d.), die in den Farbflotten direkt Verwendung finden oder, falls ſie in den Handel gebracht werden und zur Herſtellung von Druckfarben dienen ſollen, durch Eindunſtung konzentriert werden.

Sie ſind entweder Flüſſigkeiten, teils von 10—30° Bé Stärke, teils von ſirupartiger Konſiſtenz, oder feſte, amorphe Maſſen in Stück- und Pulverform. Außer dem Farbſtoff oder der chromogenen Subſtanz enthalten ſie alle im Holz befindlichen, waſſerlöslichen Stoffe, und da ſie vor der Verwendung nicht filtriert zu werden pflegen, meiſt auch einen Teil der unlöslichen Verbindungen, harzartige Körper, ätheriſche Oele u. ſ. w. Zur Fabrikation der Extrakte werden die Farbhölzer erſt auf der Farbholzraſpel (ſ. d.) zerkleinert. Man erzielt dadurch eine lockere Maſſe, die der Auslaugung durch Waſſer nun leicht zugänglich iſt. In neuerer Zeit ſind zum Extrahieren der Farbhölzer in größeren Etabliſſements beſondere Farbholzkocher in Anwendung gekommen. Die erhaltenen Auszüge werden, wenn ſie nicht ſofort zum Färben Verwendung finden, zweckmäßig durch Eindampfen im Vacuum bis zu einer beſtimmten Konzentration oder bis zur völligen Entfernung des Waſſers in die Handelsform der Farbholzextrakte verwandelt. *R. Möhlau.*

Farbholzraſpel, Vorrichtung zum Zerkleinern der in Form mehr oder weniger großer Blöcke oder Scheite in den Handel kommenden Farbhölzer (ſ. d.) zum Zwecke der nachfolgenden Extraktion (ſ. Farbholzextrakte).

Je nach dem Grade der Zerkleinerung ergibt ſich als Produkt: Farbholzſpäne, geraſpeltes Farbholz oder Farbholzpulver. Die Maſchinen beſtehen im allgemeinen aus dem Schneid- oder Raſpelzeug und dem Zuführungsapparat für das Holz. Das Schneid- oder Raſpelzeug beſteht aus einer rotierenden Scheibe, auf der die ſchneidenden Organe befeſtigt ſind. Letzteres ſind entweder hobelartig wirkende Meſſer, die, wenn ſie parallel zur Faſerrichtung des Holzes wirken, Späne, wenn ſie ſenkrecht zur Faſerrichtung wirken, Splitter oder geraſpeltes Farbholz ergeben, oder gezahnte, kreisrunde Sägeblätter, die, da ſie ſchräg zur Faſerrichtung wirken, Splitter liefern, oder gezahnte Schienen, die, da ſie auf die Stirnſeite des Holzes wirken, Späne, Splitter und Pulver erzeugen. — Der Zuführungsapparat für das Holz iſt in der Regel ein kaſtenartiger Trog, in dem die eingelegten Holzblöcke ſtetig oder in langſamen Rucken gegen das Schneidzeug vorgeſchoben werden.

Literatur: Zipſer, Apparate, Geräte und Maſchinen der Wäſcherei, Bleicherei, Färberei, Garn- und Zeugdruckerei, Leipzig und Wien 1894; v. Cochenhauſen, Muspratts Chemie, Braunſchweig 1889, III, 186; Sauſone, Zeugdruck, Berlin 1890, 61. *R. Möhlau.*

Farbkochapparate, ſ. Zeugdruck.

Farblacke, durch Unlöslichkeit oder Schwerlöslichkeit in Waſſer, alkaliſchen und ſauren Flüſſigkeiten, ſowie häufig durch große Beſtändigkeit gegen Licht, Luft und andre Einflüſſe ausgezeichnete farbige Körper, die durch Vereinigung von Beizenfarbſtoffen mit gewiſſen Metalloxyden, wie Aluminiumoxyd, Eiſenoxyd, Chromoxyd, Zinnoxydul, Zinnoxyd, und von baſiſchen Farbſtoffen mit gewiſſen gerbſauren (und ölſauren) Metalloxyden, wie Antimonoxyd, Zinkoxyd, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Eiſenoxyd, Aluminiumoxyd entſtehen und, in der Faſer erzeugt, letzterer aus mechaniſchen oder chemiſchen Urſachen feſt anhaften und ſie bleibend gefärbt erſcheinen laſſen.

Literatur: Weber, C. O., Dinglers Polyt. Journ. 1892, 283, S. 161; Jenniſon-Rübencamp, Die Herſtellung von Farblacken, Dresden 1901. *R. Möhlau.*

Farbſchreiber, ein Telegraphenapparat, ſ. Telegraphie.

Farbſteine, Reibplatten, Farbreibplatten, größere oder kleinere, flache und glatte, polierte Steine (Lithographieſteine) oder Glasplatten, auf denen die Farben pulveriſiert und mit dem Bindemittel zuſammen vermittelſt des Läufers oder der Keule verrieben werden, bis ſie eine zum Malen oder Anſtreichen genügend feine Farbe liefern (ſ. Farbenreibmaſchine). *Andés.*

Farbſtichel (Federſtichel), ſ. Gravieren.

Farbſtoffe, künſtliche organiſche. Eine überſichtliche Einteilung dieſer Farbſtoffe erfolgt zweckmäßig auf Grund ihrer Konſtitution in Nitro- und Nitrofarbſtoffe, Azofarbſtoffe, Triphenylmethanfarbſtoffe, Anthracenfarbſtoffe, Chinonimidfarbſtoffe, Indigo, Chinolin (Acridin)farbſtoffe, Schwefelfarbſtoffe.

Dieſe im folgenden eingehaltene Einteilung deckt ſich nicht mit einer andern, die aus dem Bedürfnis der Praxis hervorgegangen iſt. Nach dieſer werden die Farbſtoffe entſprechend ihrer Verwendung in der Färberei und Druckerei eingeteilt in: ſaure Farbſtoffe, baſiſche Farbſtoffe, Beizenfarbſtoffe, direkt ziehende Baumwollfarbſtoffe; doch iſt hierbei eine ſcharfe Gruppierung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nicht immer durchführbar, da einzelne Farbſtoffe die Eigenſchaften mehrerer Gruppen in ſich vereinigen. Der Kürze wegen ſind im folgenden die Namen der bedeutenderen Farbenfabriken durch Buchſtaben bezeichnet, die dem betreffenden Farbſtoff nachgeſetzt ſind, und zwar bedeutet B. = Badiſche Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh., H. = Farbwerke Höchſt vorm. Meiſter, Lucius & Brüning, E. = Farbenfabriken Elberfeld vorm. Friedr. Bayer & Cie., C. = L. Caſſella & Cie. in Frankfurt a. M., K. = Kalle & Cie. in Biebrich a. Rh., L. = L. Leonhardt & Cie. in Mühlheim.

Zwiſchenprodukte. Das Ausgangsmaterial zur Darſtellung der künſtlichen Farbſtoffe bildet eine Reihe von Verbindungen, die teils der aromatiſchen, teils der Fettreihe angehören und deren Darſtellung ſo eng mit dieſer Induſtrie zuſammenhängt, daß ein kurzer Hinweis auf ihre Gewinnung an dieſer Stelle zweckmäßig erſcheint.

Zu den Derivaten der Fettreihe gehören in erſter Linie: Methylalkohol (Holzgeiſt), Aethylalkohol, die für die Zwecke der Farbenfabrikation möglichſt rein, namentlich frei von Aceton, zur Verwendung gelangen; ferner Chlorkohlenoxyd ($COCl_2$) und neuerdings Formaldehyd. Die erſtere Verbindung wird durch direkte Vereinigung gleicher Moleküle Kohlenoxyd und Chlor durch Ueberleiten über erhitzte Tierkohle gewonnen und kommt gewöhnlich in kondenſiertem Zuſtande als Flüſſigkeit vom Siedepunkte 8° C. zur Verarbeitung. Formaldehyd wird techniſch durch Ueberleiten von Holzgeiſtdämpfen und Luft über erhitzte poröſe Körper dargeſtellt und kommt als wäſſerige 40prozentige Löſung in den Handel.

Von aromatiſchen Verbindungen kommen in Betracht: die Kohlenwaſſerſtoffe der Benzolreihe, die gegenwärtig von den Teerdeſtillationsfabriken faſt chemiſch rein geliefert werden (Benzol, Toluol, Xylol, Naphthalin, Anthracen, ferner Phenole, Creſole ſowie in ſeltenen Fällen Carbazol, Chinolin reſp. Iſochinolin, Chinaldin). Die weitere Verarbeitung dieſer Verbindungen erfolgt nach wenigen, möglichſt glatt verlaufenden Reaktionen, nämlich: 1. Nitrierung = Einführung von NO_2-Gruppen durch Einwirkung von Salpeterſäure, HNO_3. 2. Reduktion der entſtandenen Nitrokörper zu Aminen (Alkylierung derſelben). 3. Sulfurierung = Darſtellung von Sulfoſäuren durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelſäure (H_2SO_4). 4. Umwandlung der entſtandenen Sulfoſäuren durch Schmelzen mit Aetznatron ($NaOH$) in Phenole. 5. Chlorieren reſp. Bromieren. 6. Umwandlung der Chlorprodukte in Karbonſäuren. Die genannten Operationen beziehen ſich ausſchließlich auf Verbindungen, welche die Ausgangsprodukte aromatiſcher Natur erleiden.

Nitro-Derivate. Die techniſche Darſtellung erfolgt ausſchließlich durch Einwirkung eines Gemiſches von Salpeterſäure von 40—42° Bé und konzentrierter Schwefelſäure von 66° Bé (im Verhältnis von 1:2 bis 2:3) auf die betreffende aromatiſche Verbindung. Die zugeſetzte Schwefelſäure hat den Zweck, eine vollſtändige Ausnutzung der in Reaktion tretenden Salpeterſäure herbeizuführen, indem ſie das bei der Nitrierung entſtandene Waſſer bindet und eine Verdünnung der Salpeterſäure, die dann nicht mehr ihre frühere Reaktionsfähigkeit beſitzen würde, verhindert. Als Beiſpiel für eine derartige Nitrierung diene die Darſtellung von Nitrobenzol aus Benzol: 100 Teile Benzol werden in einem zylindriſchen gußeiſernen Gefäß, deſſen untere Hälfte ausgewechſelt werden kann, bei äußerer Kühlung unter lebhaftem Umrühren mit einer Miſchung von 130 Teilen Salpeterſäure (ſpez. Gew. = 1,4) und 200 Teilen konzentrierter Schwefelſäure von 66° Bé verſetzt, ſo daß die durch die Reaktion bedingte Temperaturerhöhung 25° C. nicht überſchreitet. Erſt gegen das Ende der Operation kann behufs vollſtändiger Ausnutzung der Salpeterſäure durch Abſtellen die Temperatur des Kühlwaſſers auf + 50° C. geſteigert werden und führt man die Reaktion durch mehrſtündiges Rühren zu Ende. Die Flüſſigkeit ſcheidet ſich bei ruhigem Stehen in zwei Schichten: Die untere beſteht aus einer verdünnten Schwefelſäure, die noch ca. ½ % Salpeterſäure enthält, die obere aus rohem Nitrobenzol, das durch Waſchen mit Waſſer von vorhandener freier Säure befreit und durch Deſtillation mit Waſſerdampf und beſonderem Auffangen eines kleinen, zuerſt übergehenden Anteils gereinigt wird. Die Ausbeute iſt faſt quantitativ (bei reinem Benzol 154 %, Theorie = 157,4 % Nitrobenzol). Die techniſche Nitrierung des Toluols und Xylols erfolgt in analoger Weiſe, doch iſt bei den erſten Kohlenwaſſerſtoffen ein vorſichtigeres Arbeiten erforderlich (niedrigere Temperatur) und die Ausbeute an Nitroprodukt infolge der nie zu vermeidenden Bildung von ſauer reagierenden Subſtanzen (u. a. Dinitrokreſole) eine etwas niedrigere. Bei der Nitrierung von Toluol bilden ſich unter dieſen Bedingungen ca. 35 % Para-Nitrotoluol, 63 % Ortho-Nitrotoluol und 2 % Meta-Nitrotoluol, von denen die beiden erſteren durch ihren namentlich bei vermindertem Druck differierenden Siedepunkt oder durch die verſchiedene Flüchtigkeit mit Waſſerdampf ſowie durch die Kriſtalliſationsfähigkeit des feſten Para-Nitrotoluols (Schmelzpunkt 54° C., Siedepunkt 236° C.) voneinander getrennt werden. Die Zuſammenſetzung des rohen Nitroxylols hängt von der Zuſammenſetzung des zur Nitrierung verwendeten Xylols ab, in dem gewöhnlich *m*-Xylol überwiegt. Eine Trennung in die einzelnen Iſomeren wird hier nur ſelten vorgenommen.

Die Darſtellung der ebenfalls als Ausgangsprodukt in der Farbenfabrikation verwendeten Dinitroverbindungen (*m*-Dinitrobenzol, *m*-Dinitrotoluol und 1,5- reſp. 1,8-Dinitronaphthalin[ſulfoſäuren] Dinitroanthrachinon) erfolgt durch Einwirkung eines zweiten Moleküls Salpeterſchwefelſäure auf die Mononitroverbindungen, und zwar bei den erſtgenannten immer bei höherer Temperatur (70—100°). Abweichend von der Darſtellung der aromatiſchen Nitrokohlenwaſſerſtoffe verläuft die Mononitrierung von Phenol bereits bei Verwendung von wäſſeriger, verdünnter Salpeterſäure (ſpez. Gew. = 1,1). Von den dabei entſtehenden Iſomeren wird das *o*-Nitrophenol vermöge

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſeiner Flüchtigkeit mit Waſſerdampf von der *p*-Verbindung getrennt. Es dient zur Darſtellung von *o*-Nitroanifol. Zur Ueberführung des Phenols in Pikrinſäure = Trinitrophenol iſt auch hier die Verwendung von Salpeterſchwefelſäure erforderlich, die man indeſſen zweckmäßig nicht auf Phenol ſelbſt, ſondern auf Phenolſulfoſäure zur Einwirkung kommen läßt. Die Darſtellung einiger ſpeziellen Nitroderivate der aromatiſchen Reihe wie *p*-Nitranilin (Toluidin), Nitronaphthalinſulfoſäuren u. ſ. w. iſt weiter unten beſchrieben.

Primäre aromatiſche Baſen. Mit wenigen Ausnahmen (wie β-Naphthylamin) erfolgt die Darſtellung dieſer für die Farbenfabrikation außerordentlich wichtigen Körper durch Reduktion der betreffenden Nitroderivate, wofür neuerdings als Reduktionsmittel faſt ausſchließlich Eiſen(ſpäne) und Salzſäure, Schwefelſäure oder Eſſigſäure zur Verwendung kommen. Erſteres wird in Form von grob gemahlenen Gußeiſenſpänen angewendet und in einer der Theorie entſprechenden Quantität dem zu reduzierenden Nitrokörper allmählich zugeſetzt. Dagegen iſt es nicht erforderlich, eine dem Eiſen äquivalente Menge von Säure anzuwenden, da metalliſches Eiſen ſchon bei Gegenwart kleiner Mengen Eiſenchlorür ($FeCl_2$) die Nitrogruppe zur Amidogruppe reduziert. Die Fabrikation von Anilin geſtaltet ſich hiernach folgendermaßen: 100 Teile reines Nitrobenzol werden in einem zylindriſchen, mit Rührwerk verſehenen und mit einem Rückflußkühler verbundenen gußeiſernen Apparat unter Vermeidung einer zu energiſchen Reaktion allmählich mit ca. 100 Teilen gemahlenen Gußeiſenſpänen bei Gegenwart von etwa 5 % Salzſäure und etwas Waſſer verſetzt, nach Beendigung der Reaktion der aus Eiſenoxydoxydul, Anilin und Salzſäure beſtehende Keſſelinhalt durch Zuſatz von Kalk alkaliſch gemacht und das Anilin durch Einleiten von geſpanntem Waſſerdampf überdeſtilliert. Von dem mit übergehenden Waſſer, das ca. 3 % Anilin gelöſt enthält (Anilinwaſſer) und zur Speiſung des Dampfkeſſels für die nachfolgenden Operationen verwendet werden kann, ſcheidet ſich das Anilin als farbloſe ölige Flüſſigkeit ab und wird durch Abheben und nochmalige Deſtillation vom Waſſer befreit und gereinigt. Ausbeute ca. 67 % des Nitrobenzols. Spez. Gew. 1,027, Siedepunkt 180—181° C. (ſ. Anilin). — Analog verläuft die Darſtellung des *o*- und *p*-Toluidins, die gegenwärtig in reinem Zuſtande meiſt aus den vorher voneinander getrennten Nitrotoluolen gewonnen werden. *p*-Toluidin, Schmelzpunkt 45°, Siedepunkt 198° C., *o*-Toluidin (flüſſig) Siedepunkt 197° C. — Das Roh-Xylidin beſteht je nach der Zuſammenſetzung des verwendeten Nitroxylols aus einem Gemiſch von Iſomeren, in denen meiſtens das *m*-Xylidin ($NH_2 : CH_3 : CH_3 = 1 : 2 : 4$) überwiegt; daneben findet ſich *o*- und *p*-Xylidin (1 : 2 : 5). Eine annähernde Trennung der Iſomeren kann erfolgen auf Grund der geringeren Baſicität des *m*-Xylidins, das bei partieller Abſcheidung aus der ſalzſauren Löſung der Iſomeren durch Alkalien zunächſt ausfällt. *p*-Xylidin läßt ſich durch Ueberführung in ſeine zum Unterſchied von den Iſomeren gut kriſtalliſierende Benzylidenverbindung mit Hilfe von Benzaldehyd abſcheiden und durch Zerſetzen der letzteren durch Säure iſolieren. — Von höheren Homologen des Anilins kommt hier für die Farbenfabrikation hauptſächlich das Pſeudocumidin ($CH_{12} : CH_{13} : CH_{13}CH_{13} = 1 : 2 : 4 : 5$) in Betracht, das durch Erhitzen von ſalzſaurem *p*- reſp. *o*-Xylidin mit Methylalkohol auf 280° gewonnen wird. Schmelzpunkt 63° C., Siedepunkt 235—236° C. — Hinſichtlich der Darſtellung von α-Naphthylamin nach dieſer Methode iſt zu bemerken, daß die Iſolierung desſelben infolge ſeiner verhältnismäßig geringen Flüchtigkeit mit Waſſerdampf auf Schwierigkeiten ſtößt (Chem. Ind. X, 215) und die zum Abtreiben der Reduktionsmaſſe erforderliche, ſehr viel höhere Temperatur eine ſtärkere Zerſetzung reſp. Verringerung der Ausbeute bedingt. Schmelzpunkt 50° C., Siedepunkt 310° C. — Abweichend von obigen Darſtellungsmethoden verläuft allein die techniſche Darſtellung des β-Naphthylamins, das durch Erhitzen von β-Naphthol (oder β-Naphthol-*o*-Sulfoſäure) mit Ammoniak unter Zuſatz von Chlorcalcium auf höhere Temperatur erhalten wird. Schmelzpunkt 112° C., Siedepunkt 294° C. — Neben dieſen Monaminen ſind für die Farbenfabrikation wichtig folgende zwei Amidogruppen enthaltenden Diamine: 1. *m*-Phenylendiamin und *m*-Toluylen-diamin durch Reduktion von *m*-Dinitrobenzol reſp. Dinitrotoluol, 2. *p*-Phenylen-diamin, in gleicher Weiſe aus *p*-Nitranilin darſtellbar. 3. Benzidin und deſſen Subſtitutionsprodukte, nämlich Tolidin und Dianiſidin, die durch Reduktion von Nitrobenzol reſp. *o*-Nitrotoluol und *o*-Nitroanifol mit *NaOH* und Zinkſtaub zu der entſprechenden Hydrazoverbindung und Umlagerung derſelben mit ſtarker Salzſäure gewonnen werden. Die letztgenannten Körper dienen ausſchließlich zur Darſtellung einer beſtimmten Klaſſe von Azofarbſtoffen (ſ. unten).

Sekundäre und tertiäre aromatiſche Baſen. Neben obigen (NH_2-haltigen) primären Baſen kommen für die Farbenfabrikation eine Reihe von am Stickſtoff ſubſtituierten Baſen in Betracht. Ihre Darſtellung beruht auf der Einwirkung von Halogenalkylen (Chlor-[brom]methyl, -äthyl, Benzylchlorid) reſp. den entſprechenden Alkoholen und Salzſäure (Bromwaſſerſtoffſäure) auf die primären Baſen bei höherer Temperatur. Ein leichter und glatter Erſatz der beiden Waſſerſtoffatome durch die betreffenden Alkylgruppen findet hierbei nur bei den einfacheren Alkoholen (Methylalkohol CH_3Cl) ſtatt. Höher molekulare Alkohole liefern meiſt nur Monoſubſtitutionsprodukte. Die Prüfung der tertiären Baſen auf etwa vorhandene ſekundäre erfolgt durch Miſchen mit Eſſigſäureanhydrid, das ſich mit den erſteren nicht verbindet reſp. erwärmt, die der ſekundären auf primäre Baſen durch Einwirkung ſalpetriger Säure, mit welchem letztere Diazoverbindungen liefern. — Die Wichtigkeit dieſer tertiären und ſekundären Baſen für die Farbenfabrikation beruht in der Leichtigkeit, mit der ſie Kondenſations- und Subſtitutionsvorgängen zugänglich ſind, bei denen der ſubſtituierte Ammoniakreſt im Gegenſatz zu den primären Baſen nicht in Reaktion tritt. Die wichtigſten dieſer Verbindungen ſind: Dimethylanilin $C_6H_5N(CH_3)_2$, gewonnen durch Erhitzen von ca. 75 Teilen Anilin, 25 Teilen ſalzſaurem Anilin, 75 Teilen Methylalkohol auf ca. 250° C., Schmelzpunkt + 5° C., Siedepunkt 192° C. Diäthylanilin $C_6H_5N(C_2H_5)_2$, Siedepunkt 214° C. Monoäthylanilin $C_6H_5NHC_2H_5$, gewonnen durch Erhitzen einer Miſchung von Anilin und ſalzſaurem Anilin mit Aethylalkohol

auf etwa 200° C., Siedepunkt 204° C. Monomethyl-*o*-Toluidin $C_6H_4NH(CH_3)$ resp. Monoäthyl-*o*-Toluidin $C_6H_4NH(C_2H_5)$. Aethyl(methyl)benzylanilin, gewonnen aus Monomethyl(äthyl)anilin, Benzylchlorid und 1 Molekül *NaOH* bei 100° C. Diphenylamin, gewonnen durch Erhitzen gleicher Moleküle Anilin und salzsaurem Anilin auf 200° C. Schmelzpunkt 54° C., Siedepunkt 310° C. — Durch Einwirkung von salpetriger Säure (Natriumnitrit und Salzsäure) auf die sauren Lösungen obiger tertiärer Basen entstehen die wichtigen, weil außerordentlich reaktionsfähigen Nitrosoverbindungen. (Aus den sekundären zunächst die Nitrosamine, die sich durch Säuren in kernsubstituierte Nitrosoderivate umlagern lassen.) — *p*-Nitrosodimethylanilin $C_6H_4{-}N(CH_3)_2{-}NO$ kommt zur Farbstoffdarstellung ausschließlich in Form seines salzsauren Salzes zur Verwendung und geht durch Reduktionsmittel (Zinkstaub und Salzsäure) in *p*-Amidodimethylanilin über.

Sulfosäuren. Die technische Darstellung dieser der aromatischen Reihe angehörenden Verbindungen erfolgt ausschließlich durch Einwirkung von konzentrierter oder rauchender Schwefelsäure auf die betreffenden Substanzen, wobei die Reaktionsbedingungen (Temperatur, Menge und Konzentration der angewendeten Schwefelsäure) von der Natur des zu sulfurierenden Körpers abhängen. Ganz allgemein unterscheiden sich diese Sulfosäuren von den Ausgangsprodukten durch ihre größere Löslichkeit in Wasser und Alkalien, die durch die Anwesenheit des Schwefelsäureesters (SO_3H) im Molekül bedingt ist. Liefern die entstandenen Produkte, wie es fast stets der Fall ist, wasserlösliche Kalksalze, so erfolgt die technische Isolierung der gebildeten Sulfosäure durch Eingießen des Reaktionsproduktes in Wasser, Zusatz von Kalk bis zur neutralen Reaktion und Trennung des in Lösung bleibenden Kalksalzes von schwer löslichem Calciumsulfat durch Filtration. Die so erhaltenen Kalksalze werden dann oft durch Umsetzung mit der entsprechenden Menge Soda in die Natronsalze umgewandelt. — Die Reaktion läßt sich durch Vermehrung resp. Erhöhung der Konzentration der Schwefelsäure wiederholen, wobei dann Di-, Tri- resp. Polysulfosäuren entstehen. — Die Sulfosäuren der Kohlenwasserstoffe und Phenole sind alle in Wasser leicht, die der aromatischen Basen in Wasser meist schwer löslich, leicht löslich dagegen in Alkalien. Die Bedeutung der Sulfoderivate für die Farbentechnik beruht einmal in der Möglichkeit, aus ihnen in glatter Reaktion andre wertvolle Zwischenprodukte darzustellen; sodann in der Erhöhung der Löslichkeit, die durch den Sulfierungsprozeß bei künstlichen Farbstoffen erreicht wird.

Die technisch wichtigsten Repräsentanten in dieser Gruppe von Verbindungen sind: Benzoldisulfosäure: erhalten aus Benzol und rauchender Schwefelsäure, Isolierung durch Kalken; Ausgangsprodukt für die Darstellung von Resorcin. α-Naphthalinmonosulfosäure: aus Naphthalin ($C_{10}H_8$) und Schwefelsäure bei 80° C. Ausgangsprodukt für die Darstellung von α-Naphthol. β-Naphthalinmonosulfosäure: gewonnen durch Erhitzen gleicher Teile Naphthalin und konzentrierter Schwefelsäure auf 180°, bildet das Ausgangsprodukt zur Darstellung von β-Naphthol. Ist aus wässeriger Lösung durch Kochsalzlösung als Natronsalz fällbar. Sulfanilsäure (Anilin-*p*-Sulfosäure): aus Anilin und Schwefelsäure bei 180° C., schwer löslich in Wasser. Metanilsäure (*m*-Anilin-sulfosäure): durch Reduktion von Nitrobenzolsulfosäure erhalten. Eine Reihe wichtiger substituierter Naphthalinsulfosäuren (Amido-, Amidooxy- und Diamidosulfosäuren), die ausschließlich für Zwecke der Azofarbenfabrikation dienen, ist weiter unten näher beschrieben.

Phenole. Das in den sogenannten Mittelölen in größerer Menge vorkommende Phenol C_6H_5OH sowie die Homologen desselben (Monomethylphenole), die Kresole, werden von den Teerdestillationen rein und in genügender Menge geliefert. Für die Beschaffung der übrigen Hydroxylderivate der aromatischen Reihe sind synthetische Methoden erforderlich, von denen in erster Linie die Einwirkung von konzentrierter Natronlauge auf aromatische Sulfosäuren in Betracht kommt (Natronschmelze). Die Ausführung der Reaktion geschieht technisch in der Weise, daß man das fein gepulverte Natronsalz der betreffenden Sulfosäure mit 2—5 Teilen Aetznatron und wenig Wasser in gußeisernen offenen oder geschlossenen Kesseln auf eine Temperatur von 150—300° unter Umrühren erhitzt. Der Schwefelsäurerest der Sulfosäure wird hierbei unter Bildung von schwefligsauerm Natron gegen die Hydroxylgruppe ausgetauscht. Nach Beendigung des Schmelzens verdünnt man mit Wasser und setzt die in alkalischer Lösung befindlichen Phenole durch Ansäuern mit Salzsäure oder Schwefelsäure in Freiheit. — Die Reaktion läßt sich beim Verschmelzen von Polysulfosäuren in verschiedenen Stadien festhalten; so läßt sich aus Naphthalindisulfosäure zuerst Naphtholmonosulfosäure, sodann Dioxynaphthalin darstellen. Nach diesem Schema werden technisch gewonnen: Resorcin (1,3-Dioxybenzol) aus Benzoldisulfosäure, leicht löslich in Wasser; α-Naphthol und β-Naphthol, erhalten aus α- und β-Naphthalinsulfosäure (s. oben); Dimethyl(äthyl)-*m*-Amidophenol, aus Dimethyl(äthyl)-anilinmetasulfosäure.

Aldehyde. Für die Darstellung des einfachsten und zugleich wichtigsten aromatischen Aldehyds, des Benzaldehyds oder Bittermandelöls, bildet das Toluol das Ausgangsprodukt. Durch Einleiten von Chlor bei Siedetemperatur wird es zunächst in Benzylchlorid $C_6H_5CH_2Cl$, dann Benzalchlorid $C_6H_5CHCl_2$ und schließlich in Benzotrichlorid $C_6H_5CCl_3$ umgewandelt. Die Reaktion wird meist in großen gläsernen, mit Rückflußkühler versehenen Kolben ausgeführt, das Fortschreiten der Chlorierung durch die Erhöhung des spezifischen Gewichtes (Aräometer) erkannt und die entstandenen Produkte durch fraktionierte Destillation annähernd gereinigt. Beim Erhitzen von Benzalchlorid mit Kalkmilch, zweckmäßig unter Druck, bildet sich Benzaldehyd $C_6H_5 \cdot COH$, während etwa beigemengtes Benzylchlorid in Benzylalkohol und Benzotrichlorid in Benzoesäure übergeht. Letztere bleibt beim Abtreiben mit Wasserdampf als Kalksalz zurück. Die Trennung des Benzaldehyds von Benzylalkohol u. s. w. erfolgt auf Grund seiner Löslichkeit in Bisulfit. Zur Reinigung wird in einer Kohlensäureatmosphäre (um

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oxydation zu verhindern) deſtilliert. Siedepunkt 180° C. Zur Anwendung gelangen ferner: Metanitrobenzaldehyd, Schmelzpunkt 58° C. Durch Nitrieren von Benzaldehyd in konzentrierter Schwefelſäure dargeſtellt. — Dichlorbenzaldehyd, durch Chlorieren von Benzaldehyd gewonnen. Erſterer wird zur Darſtellung einiger Triphenylmethanfarbſtoffe benutzt durch Reduktion in Form von Biſulfitverbindung mit Eiſenoxydul in *m*-Amidobenzaldehyd und dieſer in *m*-Oxybenzaldehyd übergeführt. — Paranitrobenzaldehyd läßt ſich techniſch aus *p*-Nitrobenzylchlorid gewinnen, das ſich in überwiegender Menge neben der Orthoverbindung bei der Nitrierung von Benzylchlorid bildet. — Hinſichtlich der Darſtellung von *o*-Nitrobenzaldehyd vgl. den Abſchnitt über künſtlichen Indigo.

Karbonſäuren. Die für die Farbenfabrikation erforderlichen verhältnismäßig geringen Mengen von Benzoeſäure fallen bei der Benzaldehydfabrikation als Nebenprodukt ab. — Von den Subſtitutionsprodukten derſelben ſpielte bisher nur die Ortho-Oxybenzoeſäure oder Salizylſäure eine größere Rolle. Sie entſteht nach einer von Kolbe entdeckten, von R. Schmitt verbeſſerten Reaktion durch Einwirkung von Kohlenſäure auf trockenes Phenolnatrium und Erhitzen des zunächſt entſtandenen phenylkohlenſauren Natrons $C_6H_5OCOONa$ unter Druck in geſchloſſenen Gefäßen auf ca. 200° C. — In derſelben Weiſe bilden ſich aus den Kreſolen des Steinkohlenteers die ſogenannten Krefotinſäuren. Eine durch Nitrieren und Reduzieren darſtellbare Amidoſalizylſäure dient zur Darſtellung einiger Azofarbſtoffe. — Eine beſchränkte Verwendung finden die nach der gleichen Reaktion darſtellbaren α- und β-Naphtolkarbonſäuren. Von Wichtigkeit als Ausgangsprodukt für eine iſolierte Klaſſe von Farbſtoffen (Phthaleine) iſt endlich die Phthalſäure $\left(C_6H_4{<}^{COOH_1}_{COOH_2}\right)$, die früher durch Oxydation eines Naphthalinchloradditionsproduktes, des Naphthalintetrachlorids mit Salpeterſäure, gegenwärtig durch direkte Oxydation des Naphthalins mit rauchender Schwefelſäure oberhalb 300° C. oder mit Chromſäure (unter elektrolytiſcher Regeneration derſelben) gewonnen wird. Sie kommt in Form des chemiſch reinen Anhydrids in langen weißen Nadeln (Schmelzpunkt 128° C.) in den Handel.

Nitrofarbſtoffe. Die Zahl der hierher gehörigen Farbſtoffe iſt eine verhältnismäßig ſehr geringe. — Pikrinſäure (Trinitrophenol, Darſtellung ſ. oben) wird in der Färberei kaum noch verwendet, in großer Menge dagegen zur Darſtellung von Sprengſtoffen. — Naphtholgelb, 2·4-Dinitro-α-Naphtholmonoſulfoſäure, gewonnen durch Sulfieren von α-Naphthol mit rauchender Schwefelſäure zu Triſulfoſäure reſp. Naphthol(2,7 reſp. 4,7)-Diſulfoſäure und Einwirkung von Salpeterſäure auf das mit Waſſer verdünnte Sulfierungsgemiſch. Das Kaliumſalz iſt in Waſſer ſehr ſchwer löslich, die freie Säure hingegen leicht; ſie färbt Wolle und Seide in ſauerm Bade rein gelb und findet ausgedehnte Verwendung namentlich in der Wollfärberei. — Das analog zuſammengeſetzte Martiusgelb, Naphtholgelb = 2,4-Dinitro-α-Naphthol, durch Nitrieren von α-Naphtholmonoſulfoſäure darſtellbar, färbt auf Wolle die gleiche Nuance und unterſcheidet ſich in nachteiliger Weiſe von Naphtholgelb *S* durch die Eigenſchaft, beim Erwärmen von der gefärbten Faſer zu ſublimieren. — Eine Reihe von andern Nitrofarbſtoffen, wie Salizylgelb, Palatinorange, Flavaurin, Heliochryſin ſind von untergeordneter Bedeutung.

Nitroſofarbſtoffe. Eine große Anzahl aromatiſcher Phenole liefern bei der Einwirkung von ſalpetriger Säure Nitroſoderivate, von denen einige als Farbſtoffe techniſche Verwendung finden. — Diejenigen, welche die Nitroſogruppe (Iſonitroſogruppe) zur Hydroxylgruppe in der Orthoſtellung enthalten, beſitzen die Eigenſchaft, mit verſchiedenen Metalloxyden, hauptſächlich mit Eiſen intenſiv gefärbte, widerſtandsfähige Lacke zu bilden und eignen ſich zum Färben von gebeizter Wolle und Baumwolle. Zu nennen ſind hier in erſter Linie das ſogenannte Echtgrün, Dinitroſoreſorcin, das beim Anſäuern einer wäſſerigen von einem Molekül Reſorcin und zwei Molekülen Natriumnitrit als ſchwerlösliches graubraunes Pulver ausfällt. Mit Eiſenoxyd gebeizte Stoffe werden dadurch intenſiv und echt grün gefärbt. — Von ähnlichen Eigenſchaften hinſichtlich der Anwendung, aber von untergeordneter Bedeutung, ſind die *o*-Nitroſoderivate des α-β-Naphthols (Gambin) ſowie ein Mononitroſodioxynaphthalin (Dioxin). — Unter der Bezeichnung Naphtholgrün (C.) kommt das Eiſenſalz einer Nitroſonaphtholmonoſulfoſäure in den Handel, deſſen grüne Färbung in der Wollfärberei vorzugsweiſe zum Nuancieren von Schwarz dient.

Azofarbſtoffe. Die Darſtellung dieſer überaus wichtigen Klaſſe von Farbſtoffen baſiert auf der klaſſiſchen Unterſuchung von Peter Grieß über die Einwirkung von ſalpetriger Säure auf aromatiſche Amine. Mit wenigen Ausnahmen vereinigen ſich ſämtliche aromatiſche primäre Amine in ſaurer Löſung mit ſalpetriger Säure unter Abſpaltung von Waſſer in der Kälte zu den ſogenannten Diazoverbindungen, in der zwei Stickſtoffatome zu der ſogenannten Diazogruppe $-N_2-$ verbunden ſind (Diazobenzolchlorid $= C_6H_5-N-Cl$). Dieſe an ſich nicht ſehr beſtändige
$\|$
N
Verbindung hat die Eigenſchaft, ſich mit aromatiſchen Aminen in neutraler oder ſchwach ſaurer Löſung, mit Phenolen und deren Derivaten in ſchwach alkaliſcher Löſung zu beſtändigen, intenſiv gefärbten Subſtanzen, den ſogenannten Azofarbſtoffen, zu vereinigen. — Enthalten die entſtandenen Verbindungen noch eine freie Amidogruppe, ſo läßt ſich dieſelbe meiſtens ohne Veränderung des übrigen Reſtes nochmals diazotieren und laſſen ſich die entſtandenen Subſtanzen, die man mit dem Namen Diazo-azo-Verbindungen bezeichnet, von neuem mit den genannten aromatiſchen Verbindungen in der gleichen Weiſe zu komplizierten Diſazoverbindungen vereinigen. Da ſich dieſer Reaktion faſt alle einfacheren und komplizierten aromatiſchen Amine und deren Derivate unterwerfen laſſen, da ferner die aus ihnen entſtandenen Diazoverbindungen ſich mit faſt allen Phenolen, Aminen und deren Derivaten (ſofern in letzteren das zur Amin- reſp. Hydroxylgruppe in *o*- oder *p*-Stellung befindliche Waſſerſtoffatom nicht ſubſtituiert iſt) vereinigen laſſen, ſo iſt aus dem obenangeführten ohne weiteres erſichtlich, daß ſich durch richtige Kombination der äußerſt zahlreichen beiden Komponenten eine ungemein große Anzahl von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Azo- resp. Disazofarbstoffen darstellen lassen. Technisch gestaltet sich ihre Fabrikation zu einer auch hinsichtlich der Apparate überaus einfachen. Die zu diazotierende Aminbase wird in etwas mehr als zwei Molekülen einer mit Wasser verdünnten Salzsäure oder Schwefelsäure gelöst, die Lösung durch hereingegebenes Eis abgekühlt und unter Umrühren in einer hölzernen Bütte mit einer Lösung von einem Molekül $NaNO_2$ allmählich versetzt. Die Ueberführung in die Disazoverbindung erfolgt quantitativ und fast momentan. Liegt ein in Wasser schwer lösliches Amin zur Diazotierung vor, wie Anilinsulfosäure, Naphthylaminsulfosäure, so wird es zweckmäßig in eine möglichst fein verteilte Form gebracht, und zwar bei den genannten Sulfosäuren durch Auflösen in Alkalien und Ausfällen mit Säure, in welcher Form es von salpetriger Säure leichter angegriffen wird. Die so erhaltene Diazoverbindung wird fast nie isoliert, und die Darstellung des Azofarbstoffes erfolgt durch Einlaufenlassen der Diazolösung in die wässerige Lösung der zweiten Komponente (Amine, Phenole oder deren Sulfosäuren), die sich in einer zweiten, mit Rührwerk versehenen Holzbütte befindet. Die Vereinigung beider Komponenten zum Azofarbstoff erfolgt hier meist quantitativ und momentan, die Isolierung desselben aus der wässerigen Lösung durch Aussalzen, d. h. durch Eintragen von festem Kochsalz, worauf der ausgeschiedene Farbstoff mittels einer Filterpresse von der Salzlauge getrennt wird. Die Anordnung der einzelnen Bütten ist eine staffelförmige, so daß die Holzbütte mit der Nitritlösung am höchsten aufgestellt wird und darunter in die Diazotierbütte abgelassen werden kann, die ihren Inhalt nach beendeter Reaktion in die noch tiefer stehende Kombinationsbütte abgibt. Aus letzterer wird nach Abscheidung des Farbstoffes die Masse zweckmäßig in einen noch tiefer stehenden Druckkessel (Montejus) abgelassen und aus diesem mittels Druckluft in die zu ebener Erde stehende Filterpresse gedrückt. Diese Anordnung bleibt auch dann beibehalten, wenn es sich um die Darstellung von Disazofarbstoffen handelt. Wird z. B. α-Naphthylaminsulfosäure (Naphthionsäure) diazotiert und mit α-Naphthylamin kombiniert, so läßt sich der entstandene Amidoazofarbstoff direkt in derselben Flüssigkeit durch Zugabe der nötigen Menge Säure und ein Molekül Nitrit $NaNO_2$ weiter diazotieren und in einer vierten Bütte z. B. mit Naphtholsulfosäure zu Naphtholschwarz kombinieren. Die als Ausgangsprodukte für diese Klasse von Farbstoffen verwendbaren diazotierbaren primären Basen sind bereits oben genannt. Als zweite resp. dritte Komponente kommt gegenwärtig eine Anzahl von substituierten Naphthalinsulfosäuren in Betracht, deren Darstellung in reinem Zustande wesentlich dazu beigetragen hat, diese Farbstoffgruppe zu einer der wichtigsten der Teerfarbenfabrikation zu machen. — Es seien hier nur die am häufigsten angewendeten dieser Verbindungen nachstehend angeführt. Bezüglich näherer Angaben über ihre Darstellungsmethoden und Eigenschaften muß auf das Spezialwerk von E. Täuber und R. Normann: Die Derivate des Naphthalins, 1896, verwiesen werden. Von Azoderivaten dieser Verbindungen sind diejenigen hauptsächlich von technischem Interesse, in der sich die Azogruppe in der Orthostellung zur Hydroxylgruppe oder Amidogruppe befindet, da nur diese Farbstoffe eine genügende Unempfindlichkeit gegen Säuren (Säureechtheit) zeigen.

Naphtholsulfosäuren: α-Naphtholmonosulfosäure, darstellbar durch Erhitzen von Naphthionsäure mit *NaOH* unter Druck oder durch Kochen mit Bisulfitlösung (Säure von Neville und Winter). — α-Naphthol-6[7]-monosulfosäure; α-Naphthol(3,8)disulfosäure (*E*-Säure); α-Naphthol(4,8)disulfosäure *S*; α-Naphthol(3,6,8)trisulfosäure, aus den entsprechenden Naphthylaminsulfosäuren erhältlich. β-Naphthol-8-monosulfosäure (Bayersche Säure), durch Sulfieren von β-Naphthol mit 2 Teilen Schwefelsäure bei 50–60°; β-Naphtholmonosulfosäure (= Schäffersche Säure), durch Sulfieren von β-Naphthol mit 1—2 Teilen Schwefelsäure bei 100° C. darstellbar. β-Naphthol-7-monosulfosäure (*F*), gewonnen durch Schmelzen von 2,7 Naphthalindisulfosäure mit Aetznatron. β-Naphthol-6,8-disulfosäure (*G*-Säure, leichter löslich) und β-Naphthol-3,8-disulfosäure (*R*-Säure, schwerer löslich) durch Weitersulfieren von Bayerscher resp. Schäfferscher entstehend und daher auch durch direktes Sulfieren von β-Naphthol mit ca. 4 Teilen H_2SO_4 zu erhalten. α-Naphthylamin-4-monosulfosäure (Naphthionsäure), durch Sulfieren von α-Naphthylamin mit 4 Teilen Schwefelsäure bei 100—110° C. erhältlich oder durch Erhitzen von Naphthylaminsulfat auf 200° C. α-Naphthylamin-(6,8,7)-monosulfosäure; α-Naphthylamin-(3,8)-disulfosäure; α-Naphthylamin-(3,6,8)-trisulfosäure; durch Nitrieren und Reduktion der entsprechenden Naphthalinsulfosäuren darstellbar. β-Naphthylamin-8-sulfosäure (Badische Säure), entsteht vorzugsweise beim Sulfurieren von β-Naphthylamin bei mäßiger Temperatur. β-Naphthylamin-6-monosulfosäure (Brönner), durch Erhitzen von Schäfferscher Säure mit Ammoniak bei 180° C. β-Naphthylamin-(6,8)-disulfosäure, durch Sulfieren von β-Naphthylamin oder Erhitzen von *G*-Säure mit Ammoniak gewonnen. Von den zahlreichen Dioxy-, Amidooxy- und Diamidonaphthalinsulfosäuren seien hier als die wichtigsten angeführt: 1,8-Dioxy-3,6-disulfosäure = Chromotropsäure; 1:8-Amidonaphthol-3,6-disulfosäure *H*; 2,8-Amidonaphthol-6-monosulfosäure γ; 2·5-Amidonaphthol-7-monosulfosäure. Die große Bedeutung dieser hier genannten Säuren für die Azofarbenfabrikation beruht in der stark blauen bis blauschwarzen Nuance ihrer Azoderivate sowie in der Möglichkeit, die aus ihnen hergestellten Farbstoffe auf der Faser weiter zu verändern und in echtere überzuführen.

Durch Variation der obengenannten primären Basen einerseits und der zweiten (dritten) Komponente anderseits hat man es in der Hand, Azofarbstoffe darzustellen, die sowohl hinsichtlich der Nuance als auch in ihren färberischen Eigenschaften außerordentlich voneinander differieren. Der Uebersichtlichkeit wegen seien sie in folgendem nach ihrer praktischen Verwertung in der Färberei eingeteilt in: 1. Azofarbstoffe für Wolle in sauerm Bade, 2. Azofarbstoffe für gebeizte Wolle (Baumwolle), 3. direkt färbende sogenannte substantive Baumwollazofarbstoffe (Benzidin-, Primulinfarbstoffe), 4. basische Azofarbstoffe. Im nachfolgenden werden innerhalb jeder Gruppe zuerst die gelben, zum Schluß die blauen und schwarzen Farbstoffe aufgezählt. Die Darstellung sämtlicher dieser Verbindungen erfolgt technisch nach dem oben-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

angegebenen Schema. Zur Bezeichnung ihrer Konstitution genügt die Nebeneinanderstellung der betreffenden Komponenten, wobei die zu diazotierende vorangestellt wird.

1. Azofarbstoffe für Wolle in sauerm Bade. Die hier genannten Farbstoffe kommen wie auch die folgenden als Natronsalze in den Handel und färben Wolle und Seide in mit Schwefelsäure oder Bisulfat angesäuertem Bade. Echtgelb *R* und *G* = Amidoazobenzol-(toluol)disulfosäure. Erhalten durch Sulfieren von Amidoazobenzol (-toluol) durch rauchende Schwefelsäure. Orange II (β-Naphtholorange) = Sulfanilsäure + β-Naphthol; Metanilgelb = Metanilsäure + Diphenylamin. Weniger wichtig: Orange I und Orange IV aus Sulfanilsäure und α-Naphthol resp. Diphenylamin. Ponceau und Scharlach. Zu den wichtigsten dieser zahlreichen, mit sehr verschiedenen Phantasienamen bezeichneten Farbstoffe gehören die Kombinationen: 1. *m*-Xylidin resp. Pseudocumidin + *R*-Säure; 2. Naphthionsäure + *G*-Säure; 3. β-Naphthylaminsulfosäure + α-Naphthol-4-monosulfosäure (Pyrotin); 4. Amidoazobenzoldisulfosäure + β-Naphthol (Biebricher Scharlach); 5. Amidoazobenzolmonosulfosäure + β-Naphthol-8-sulfosäure (Croceinscharlach). Echtrot *A* = Naphthionsäure + β-Naphthol. Bordeaux. Wichtig sind die Kombinationen: 1. α-Naphthylamin resp. Naphthionsäure + *R*-Säure (Echtrot *B*), Echtrot *D* (Amaranth); 2. Amidoazotoluol + *R*-Säure (Tuchrot *B*); 3. Chromotrop (2—10 *B*, *S*) = Kombinationen verschiedener Disazoverbindungen mit Chromotropsäure, Farbstoffe von roter bis blauroter Nuance, großem Egalisierungsvermögen und verhältnismäßig großer Lichtechtheit. Einige derselben lassen sich auf der Faser durch nachträgliche Behandlung mit Chromat zu Schwarz nuancieren. Aehnlich verhalten sich einige Azoderivate der 1,8-Dioxymono- und Disulfosäuren. Dazu gehört: Azofuchsin, Azofäureviolett, Azobordeaux. Reinblaue Azofarbstoffe, die eine befriedigende Lichtechtheit auf der Faser zeigen, sind bisher nicht aufgefunden worden; dagegen existieren eine ganze Reihe von Diazofarbstoffen, die in sauerm Bade ein Blau (Violett, Grün)-schwarz mit genügender Echtheit färben, das durch kleine Mengen andrer Farbstoffe zu einem neutralen Schwarz nuanciert werden kann. Naphtholschwarz *C* = Naphthylamindisulfosäure + α-Naphthylamin + Naphtholdisulfosäure. Naphthylaminschwarz. Anthracitschwarz = Naphthylamindisulfosäure + α-Naphthylamin + Diphenylmetaphenylendiamin (C.). Viktoriaschwarz = Sulfanilsäure + α-Naphthylamin + 1,8-Dioxy-4-monosulfosäure *S* (E.). Der letzte Farbstoff kann durch nachträgliches Behandeln mit Chromat auf der Faser noch echter fixiert werden und leitet über zu jenen Azofarbstoffen, die ausschließlich unter Anwendung von Mineralbeizen verwendet werden.

2. Azofarbstoffe für gebeizte Wolle. Die Bedingung zur Darstellung dieser Verbindungen ist die Verwendung einer Komponente, die zwei salzbildende Gruppen zueinander in der *o*- oder *p*-Stellung enthält. In Betracht kommen technisch die Salizylsäure, Kresotinsäure, Amidosalizylsäure und 1,8-Dioxynaphthalinsulfosäure sowie als erste Komponenten neuerdings verschiedene *o*-Amidophenolderivate, wie Pikraminsäure, *o*-*o*-Diamidophenol-*p*-sulfosäure u. a. Hierher gehören: Alizaringelb 2*G*, aus Nitranilin + Salizylsäure (H.); Chrom(Beizen)-gelb = β-Naphthylaminsulfosäure und Salizylsäure; Diaminechtrot *F*; Benzidin $<^{\text{Salizylsäure}}_{\text{Amidonaphtholsulfosäure } \gamma}$ (C.). Anthracenrot = Orthonitrobenzidin + Salizylsäure + α-Naphthol-4-sulfosäure. Diamantschwarz = Amidosalizylsäure + α-Naphthylamin + α-Naphthol-5-monosulfosäure. Diamantgrün von ähnlicher Zusammensetzung (E.). Chrompatentgrün (K.), Säurealizarinschwarz aus Diamidophenolsulfosäure + 2 Molekülen β-Naphthol (H.). — Sämtliche Farbstoffe dieser Gruppe werden mittels Chrombeizen nach dem Anfärben fixiert.

3. Direkt färbende sogenannte substantive Baumwollazofarbstoffe. Während die oben angeführten Azofarbstoffe kaum irgendwelche Verwandschaft zu Pflanzenfasern besitzen, zeigt eine besondere Gruppe von Diazoverbindungen die auffallende Eigenschaft, Baumwolle in schwach alkalischem Bade intensiv und hinreichend echt zu färben, eine Eigenschaft, die in der Baumwollfärberei der letzten Jahrzehnte einen völligen Umschwung herbeigeführt hat. Die hierher gehörigen Farbstoffe leiten sich von aromatischen Diaminen ab, in denen, im erweiterten Sinne genommen, die beiden Amidogruppen zueinander in der *p*-Stellung stehen. Von den zahlreichen für diese Zwecke vorgeschlagenen und geprüften Basen hat sich nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl dauernd in der Technik zu behaupten vermocht. Es sind dies in erster Linie das Benzidin und jene Substitutionsprodukte, die eine substituierende Gruppe in der Orthostellung zur Diphenylbindung enthalten, das Tolidin, Mono-Dimethoxybenzidin, Dianisidin, die Benzidinsulfondisulfosäure, ferner die Diamidostilbendisulfosäure, die durch Einwirkung von Alkalien auf *p*-Nitrotoluolsulfosäure dargestellt werden kann. Von untergeordneter Bedeutung sind: Diamidoazobenzol bezw. -naphthalin, 1,5-Diamidonaphthalin-3,7-disulfosäure und *p*-Phenylendiamin. — Durch Einwirkung von zwei Molekülen Nitrit auf diese Verbindungen bei Gegenwart von Säuren entstehen die entsprechenden Tetrazoverbindungen, die sich in bekannter Weise sowohl mit einem als auch mit zwei Molekülen einer zweiten Komponente vereinigen lassen. In ersterem Falle entstehen Verbindungen, die noch eine kombinationsfähige Diazogruppe enthalten und mit einem Molekül einer andern Komponente zu den unsymmetrischen, sogenannten gemischten Disazofarbstoffen gekuppelt werden können. — Besteht die zweite Komponente aus α-Naphthylamin, β-Aethoxynaphthylamin oder 1,6- bezw. 1,7-Naphthylaminsulfosäure oder Amidonaphtholsulfosäuren, so lassen sich die entstandenen Produkte von neuem diazotieren und mit einer dritten bezw. vierten Komponente zu Tris- und Tetrakisazofarbstoffen vereinigen. Diese letztere Operation kann namentlich bei den Diazoderivaten der Amidonaphtholmonosulfosäuren auch auf der Faser vorgenommen werden, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, gewisse Benzidinfarbstoffe in wesentlich echtere überzuführen bezw. zu nuancieren. Die wichtigsten Farbstoffe dieser Gruppe sind: Chrysamin *G* und *R*, aus Benzidin bezw. Tolidin + 2 Salizylsäure (E.). Carbazolgelb aus Diamidocarbazol und 2 Salizylsäure. Chrysophenin, durch Monoäthylieren der Kombination von Diamidostilben-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

diſulfoſäure + 2 Phenol (Brillantgelb). Diamingoldgelb, aus 1,5-Naphthalin-, 3,7-Diſulfoſäure + 2 Phenol und nachfolgendes Aethylieren gewonnen. Diamingelb, aus Benzidin Phenol und Salizylſäure und nachträgliches Aethylieren erhalten. Congorot, aus Benzidin und 2 Molekülen Naphthionſäure. Benzopurpurin (verſchiedene Marken) aus Tolidin bezw. Dianiſidin und verſchiedenen iſomeren Naphthylaminſulfoſäuren. — Farbſtoffe, deren Nuance zwiſchen Gelb und Rot liegt, wie Congoorange, Benzorange u. ſ. w., gehören zu den gemiſchten Diſazofarbſtoffen und enthalten 1 Molekül Salizylſäure, Phenol u. ſ. w. und 1 Molekül einer Naphthylaminſulfoſäure. — Eine Anzahl von braunen, direkt färbenden Baumwollazofarbſtoffen, wie Benzobraun, Diaminbraun u. a., beſitzen den Typus des Bismarckbrauns und laſſen ſich auf der Faſer diazotieren und entwickeln (ſ. unten). Die blauvioletten, blauen und grünblauen Repräſentanten dieſer Gruppe enthalten ſämtlich Naphthol- oder Dioxy- bezw. Amidoxynaphthalinſulfoſäuren, durch deren Einführung in die Farbenfabrikation auf dieſem Gebiete neuerdings wichtige Reſultate erzielt wurden. Hierher gehören: Benzoazurine (verſchiedene Marken), aus Dianiſidin + 2 α-Naphtholſulfoſäuren. Verſchiedene Marken von Diamin-, Diaminrein-, Diaminbrillant-, Diaminſchwarz-, Diaminogen-, Diaminazoblau (C.), Benzo-, Benzoindigo-, Benzoreinblau (E.), die Benzidinbaſen in Kombination mit den oben genannten Dioxy- und Amidooxyſulfoſäuren darſtellen, ferner Diaminſchwarz (verſchiedene Marken), Diazoſchwarz, Diazobrillantſchwarz von ähnlicher Konſtitution. Die letzteren Verbindungen enthalten Amidonaphtholſulfoſäuren als Komponenten. Sie laſſen ſich in alkaliſchem Bade ausfärben, durch Behandlung mit angeſäuerter Nitritlöſung diazotieren und durch Einbringen in die ſchwach alkaliſche Löſung einer weiteren Komponente (β-Naphthol, *m*-Phenylendiamin, Reſorzin u. a.) zu ſchwerer löslichen (deshalb echteren) und intenſiveren Nuancen entwickeln. Dieſelbe Behandlung erfahren: Diaminkatechu, Naphthylenviolett, Diazurin (verſchiedene Marken), Diaminbronze, -ſchwarz, -braun u. a., ſämtlich Farbſtoffe, die eine auf der Faſer diazotierbare Amidogruppe enthalten. Die reiche Skala dieſer Farbſtoffe enthält auch die erſten grünen Repräſentanten der Azogruppe: Diamingrün, erhalten aus Benzidin + 1 Molekül Phenol (Salizylſäure u. ſ. w.), 1 Molekül *H*-Säure + Paranitranilin. Von analogen färberiſchen Eigenſchaften, aber abweichender Zuſammenſetzung ſind eine Reihe von weniger wichtigen Azofarbſtoffen, die ſich von Dehydrothio-Toluidin bezw. deſſen Kondenſationsprodukten und Sulfoderivaten ableiten. Das Ausgangsprodukt dieſer Farbſtoffe bilden die Einwirkungsprodukte von Schwefel auf *p*-Toluidin, wobei je nach den Reaktionsbedingungen Dehydrothiotoluidin oder deſſen Kondenſationsprodukte entſtehen. Dieſe Verbindungen ſind gelb gefärbt und zeigen in Form ihrer Sulfoſäuren in alkaliſcher Löſung direkte Affinität zur Baumwollfaſer. Sie kommen entweder als ſolche in den Handel und dienen zum Gelbfärben von Baumwolle (Primulin, Chromin, Polychromin, Chloramingelb [chloriertes Primulin], Thioflavin *S* und *T* [C.], methyliertes Dehydrothiotoluidin), oder werden in anders gefärbte Azoderivate übergeführt. Durch Diazotieren und Kombination mit Naphthol oder Dioxynaphthalinſulfoſäure entſtehen rot gefärbte Produkte (Erica, Geranin, Brillantgeranin [E.] u. a.), die ebenfalls auf Baumwolle gefärbt werden können und ſich meiſt durch größere Säureechtheit vor den obengenannten Benzininderivaten auszeichnen. Die Bildung dieſer Farbſtoffe kann aber auch auf der Faſer vorgenommen werden und man erhält beiſpielsweiſe ein ſehr lebhaftes Rot durch Färben mit Primulin, Diazotieren auf der Faſer und Entwickeln mit alkaliſcher β-Naphtholl̈öſung (Ingrain). Direkt färbende Baumwollfarbſtoffe ſind neuerdings auch aus einigen (Harnſtoff)derivaten der 2,5-Amidonaphthol-7-ſulfoſäure erhalten worden. Hierher gehören die ſäureechten Benzofarben (E.) Benzoechtſcharlach, -rot, -bordeaux u. ſ. w.

4. Baſiſche Azofarbſtoffe. Eine weſentlich andre Verwendung in der Färberei erfahren einige baſiſche Azofarbſtoffe, die vorzugsweiſe auf tannierter und mit Antimonſalz (Brechweinſtein) gebeizter Baumwolle fixiert werden. Hierher gehören: Chryſoidin aus Anilin (Toluidin) + *m*-Phenylen (Toluylen)-Diamin erhältlich. — Bismarckbraun, ein Gemenge verſchiedener Amidoazofarbſtoffe, die ſich bei Einwirkung von ſalpetriger Säure und *m*-Phenylendiamin bilden. In den Handelsprodukten überwiegt die Verbindung aus 1 Molekül tetrazotiertem *m*-Phenylendiamin und 2 Molekülen *m*-Phenylendiamin. Baſiſcher Natur ſind ferner die orange gefärbten Kombinationen des Amidodimethylbenzylamins mit β-Naphthol und Reſorzin (Tanninorange, Tanninheliotrop [C.]) ſowie die blauen, aus diazotiertem Safranin + β-Naphthol (Indoin [B.]) oder Amidonaphtholen (Naphthindon, Methylindon [C.]).

Während ſämtliche der obengenannten Azofarbſtoffe waſſerlöslich ſind, haben in neuerer Zeit auch einige waſſerunlösliche Azoverbindungen eine hervorragende Bedeutung für die Färberei erlangt; dieſelben werden allerdings nicht als ſolche fertig gebildet verwendet, ſondern durch Vereinigung ihrer Komponenten auf der Faſer erzeugt. Zu dieſem Zweck wird der zu färbende oder zu bedruckende Stoff mit einer alkaliſchen β-Naphtholl̈öſung imprägniert und mit einer Löſung einer Diazoverbindung zuſammengebracht. In Betracht kommen bis jetzt die Diazoverbindungen folgender Baſen: *p*-Paranitranilin, durch Nitrieren von Anilin und konzentrierter Schwefelſäure neben *o*- und *m*-Nitranilin oder durch Nitrieren von Acetanilid erhältlich. Seine in Waſſer leicht lösliche, ſogar in feſtem Zuſtande (Azophorrot) bei Gegenwart von Mineralſäuren ziemlich beſtändige Diazoverbindung lagert ſich durch Alkalien in die nicht kombinierende Iſodiazoverbindung um (Nitroſaminrot [B.]). Durch Kombination mit β-Naphthol auf der Faſer liefert es eine ſehr waſchechte türkiſchrotähnliche Nuance. — α- und β-Naphthylamin und Benzidin kombinieren ſich nach dieſer Methode mit β-Naphthol auf der Faſer zu bordeauxbraunen bis violetten Nuancen. Aus Dianiſidin entſteht namentlich bei Gegenwart von Kupferſalzen ein indigoähnliches Blau von großer Waſch- und Lichtechtheit.

Im Anſchluß an die Azofarbſtoffe ſei noch ein Farbſtoff erwähnt, der von ähnlicher Konſtitution, aber andrer Provenienz iſt als jene, das Tartrazin aus Phenylhydrazinſulfoſäure (2 Moleküle) und 1 Molekül Dioxyweinſäure; die zu den ſogenannten Hydrazonverbindungen gehörige Subſtanz erzeugt auf Wolle ein ſehr lichtechtes, reines Gelb.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anthracenfarbstoffe. Die Farbstoffe dieser Gruppe gehören großenteils zu den sogenannten Beizenfarbstoffen und werden als Tonerde-, Eisen- oder Chromoxydlacke fixiert; sie enthalten in diesem Fall zwei Hydroxyl(*OH*)gruppen im Anthrachinonmolekül in der Orthostellung. Das Ausgangsprodukt für ihre Darstellung bildet in der Mehrzahl der Fälle das Anthracen des Steinkohlenteers, und nur wenige Farbstoffe dieser Reihe sind aus aromatischen Verbindungen synthetisch hergestellt. Die Verarbeitung des Anthracens zu Anthrachinon erfolgt durch Einwirkung von Bichromat und verdünnter Schwefelsäure in der Hitze, die Reinigung des rohen „Chinons" durch Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure, wobei die Verunreinigungen in wasserlösliche Produkte übergeführt werden, das Anthrachinon selbst nicht angegriffen wird. Das gereinigte Chinon geht beim Behandeln mit rauchender Schwefelsäure in ein je nach den Versuchsbedingungen (Konzentration, Temperatur) wechselndes Gemisch von Anthrachinonmonosulfosäure, Anthrachinon-α- und -β-disulfosäure über, die durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Salze voneinander getrennt werden. Die Monosulfosäure dient zur Darstellung von reinem Alizarin, das daraus durch mehrtägiges Erhitzen mit konzentrierter Natronlauge unter Zusatz einer einem Atom Sauerstoff entsprechenden Menge von chlorsauerm Natron auf 200° C. entsteht. Die Operation wird ausgeführt in liegenden zylindrischen gußeisernen Kesseln, die mit einem Rührwerk versehen sind. Aus der mit Wasser verdünnten alkalischen Lösung wird das gebildete Alizarin durch Säure in amorphen, bräunlichgelben Flocken ausgefällt und kommt ausschließlich breiförmig, „en pâte", mit 20% Trockengehalt in den Handel. — Anthrachinon-α- und -β-disulfosäure, derselben Operation unterworfen, liefern das sogenannte Flavo- bezw. Anthrapurpurin = Trioxyanthrachinon. Diese Operationen verlaufen nahezu quantitativ. Die drei Farbstoffe, die sich hinsichtlich der Nuance ihrer Tonerde-, Eisen- und Chromlacke, nicht aber hinsichtlich ihrer Anwendung in der Färberei unterscheiden, bilden in Mischungen von wechselnden Verhältnissen die zahlreichen Alizarinmarken der Farbenfabriken. — Den obigen isomere Trioxyanthrachinone von der Stellung 1, 2, 4 und 1, 2, 3 sind das auch in der Krappwurzel vorkommende Purpurin und das Anthragallol (Alizarinbraun). Ersteres läßt sich synthetisch durch Oxydation von Alizarin mit MnO_2 (Mangansuperoxyd, Braunstein), letzteres synthetisch durch Erhitzen von Benzoe- und Gallussäure mit konzentrierter Schwefelsäure darstellen. — Neben diesen einfachen Anthrachinonderivaten sind in neuerer Zeit eine Anzahl komplizierter Substitutionsprodukte für die Färberei von großer Wichtigkeit geworden, für deren Darstellung in erster Linie das Alizarin selbst als Ausgangsprodukt dient. Hierher gehören: β-Nitroalizarin, durch Nitrieren von Alizarin in konzentrierter Schwefelsäure bei Gegenwart von Borsäure (Alizarinorange) darstellbar; α-Nitroalizarin, durch Nitrieren von Alizarin in rauchender Schwefelsäure. — Die aus diesen Verbindungen entstehenden Amidoalizarine führen die Bezeichnung Alizaringranat bezw. -marron.

Von größerer Wichtigkeit ist ein Umwandlungsprodukt des β-Amidoalizarins, das als Alizarinchinolin aufgefaßt werden kann und nach der sogenannten Skraupschen Reaktion durch Erhitzen mit Glyzerin, Schwefelsäure und einer Nitroverbindung technisch dargestellt wird. Dieser Farbstoff kommt in Form seiner wasserlöslichen Bisulfitverbindung unter der Bezeichnung Alizarinblau *S* (B.) in den Handel und erzeugt auf Chrombeize blaue Töne von außerordentlich großer Echtheit. Färberisch das gleiche Resultat läßt sich in der Alizarinreihe noch auf völlig abweichendem Wege erzielen. Behandelt man Anthrachinonderivate, namentlich solche, die eine α-Hydroxylgruppe enthalten, mit hochprozentiger rauchender Schwefelsäure bei mäßiger Temperatur (40° C.), so findet unter Entwicklung von Schwefeldioxyd (SO_2) eine Oxydation des Moleküls statt, indem an Stelle von Wasserstoffatomen Hydroxylgruppen treten; man erhält Tetra-, Penta- und Hexaoxyanthrachinone, deren Chromlacke durch eine violett- bis grünblaue Nuance und eine hervorragende Echtheit ausgezeichnet sind. So entsteht aus Alizarin mit 80prozentiger rauchender Schwefelsäure zunächst Alizarinbordeaux (Alizarincyanin *R*) = 1, 2, 5, 8-Tetraoxyanthrachinon, das durch weitere Oxydation mittels Mangansuperoxyd in das blaustichigere Alizarincyanin *R* = 1, 2, 4, 5, 8-Pentaoxyanthrachinon übergeführt werden kann (E.).

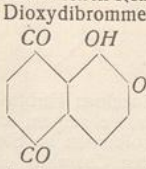
Die verschiedenen Anthrachinonderivate, derselben Reaktion unterworfen, liefern zum Teil isomere Produkte, die ihrerseits wieder durch Nitrieren, Einwirkung von Ammoniak, Kondensation mit Phenolen und Säuren in neue Beizenfarbstoffe von wertvollen Eigenschaften übergeführt werden können. Hierher gehören Alizarincyanin *G*, Alizarincyaninschwarz u. a. (E.). Die gleiche Oxydationswirkung übt rauchende Schwefelsäure auch auf das Alizarinblau aus und überführt dasselbe fukzessive in verschiedene Hydroxylderivate (B.) (Alizarinblaugrün, -indigblau), die eine grünstichigere Nuance besitzen. — Polyoxyanthrachinone, die hauptsächlich aus Alizarincyanin *R* bestehen, bilden sich auch, wenn das beim Nitrieren von Anthrachinon in konzentrierter Schwefelsäure gebildete 1,5-Dinitroanthrachinon der fukzessiven Einwirkung von rauchender und konzentrierter Schwefelsäure bei verschiedenen Temperaturen ausgesetzt wird. Farbstoffe dieser Provenienz kommen als Anthracenblau (B.) in den Handel. — Auf synthetischem Wege werden einige Beizenfarbstoffe durch Nitrieren, Sulfurieren u. s. w. des Anthrachrysons gewonnen (Alizarinsäureblau). Letzteres läßt sich technisch in glatter Reaktion durch Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure auf symmetrische Dioxybenzoesäure 1, 3, 5 gewinnen (H.).

Neben den beizenfärbenden Oxyanthrachinonfarbstoffen werden in den letzten Jahren auch eine Anzahl Amido- und Alphylamidoanthrachinonderivate dargestellt, deren Sulfosäuren als direkte Wollfarbstoffe von gutem Egalisierungsvermögen und ausgezeichneter Lichtechtheit verwendet werden. Die Einführung von Amidogruppen in das Anthrachinon und seine Derivate erfolgt hier meist durch Nitrieren und Reduktion der Nitrogruppen, die Einführung von Alphylamido- (namentlich *p*-Toluido-)Gruppen durch Einwirkung aromatischer Basen (*p*-Toluidin) auf Oxynitro- oder Halogenderivate. Zu nennen sind hier Alizarincyaningrün, -reinblau, -irisol, -cölestol, -saphirol (Diamidoanthrarufindisulfosäure) (E.), Anthrachinonschwarzblau, -grün, -violett (B.) u. a.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Den Alizarinfarbstoffen nahe verwandt, insofern sie ebenfalls Oxyketonverbindungen darstellen, sind folgende technisch fabrizierte Farbstoffe, welche die Farbenskala dieser Gruppe in wünschenswerter Weise vervollständigen:

Alizaringelb nach der Nenckischen Reaktion aus Pyrogallol, Eisessig und Zinkchlorid darstellbar. Anthracengelb = Dioxydibrommethylcumarin und in erster Linie Galloflavin von unbekannter Konstitution, erhalten durch Oxydation von Gallussäure in schwach alkalischer Lösung. Alizarinschwarz *S* (B.), die Natriumbisulfitverbindung des Naphthazarins, eines Dioxynaphthochinons von der Formel:

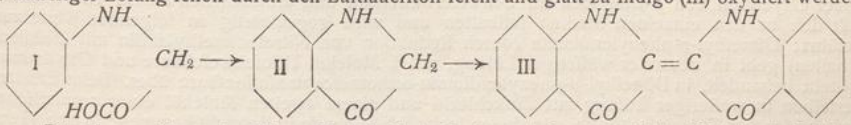


Die Verbindung entsteht durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure und Reduktionsmittel (Zink) in der Hitze oder durch Einwirkung von rauchender Schwefelsäure und Schwefel in der Kälte auf 1,5 Dinitronaphthalin. Der Farbstoff färbt auf Chrombeize ein außerordentlich echtes Schwarz.

Indigo. Die technische Darstellung von Indigblau bezw. von Verbindungen, die auf der Faser in Indigblau übergeführt werden können, ist das Resultat einer Reihe von glänzenden Untersuchungen, die von A. v. Baeyer (1880) zur Aufklärung der Konstitution dieses Farbstoffes während eines Dezenniums ausgeführt wurden. Es bedurfte jedoch noch jahrzehntelanger Arbeit, um die von ihm und andern im Anschluß daran ausgeführten Synthesen in eine technisch verwertbare Form zu bringen. Gegenstand der Fabrikation war zuerst die *o*-Nitrophenylpropiolsäure, die durch Nitrieren von Zimmtsäure, Trennen der *o*- und *p*-Nitroverbindung mittels der Ester, Bromieren und Abspaltung von Bromwasserstoff durch Alkali gewonnen, eine Zeitlang als sogenannte Propiolsäure in den Handel kam und im Kattundruck Verwendung fand, da sie sich auf der Faser (durch xanthogensaures Natron) in Indigo überführen ließ. Das Verfahren ist schon seit langer Zeit aus pekuniären Gründen aufgegeben.

Etwas größeren Erfolg hatte die Indigosynthese von Baeyer und Drewsen aus Aceton und *o*-Nitrobenzaldehyd; beide vereinigen sich bei vorsichtiger Einwirkung von Alkalien zu *o*-Nitrophenylmilchsäureketon $C_6H_4(NO_2)CH \cdot OHCH_2COCH_3$, das auch gegenwärtig noch (von Kalle & Co.) als Indigosalz in den Handel gebracht wird und zur Herstellung von Indigomustern im Kattundruck dient. Es geht bei Einwirkung stärkerer Alkalien direkt in Indigo über und wird in Form seiner wasserlöslichen Bisulfitverbindung aufgedruckt. Einer Verwendung dieser eleganten Synthese in größerem Maßstabe steht die schwierige Beschaffung billigen *o*-Nitrobenzaldehyds entgegen, der am besten noch durch Chlorieren von *o*-Nitrotoluol zu *o*-Nitrobenzylchlorid und Oxydation des letzteren (auf dem Umweg über *o*-Nitrobenzylalkohol [K.] oder *o*-Nitrobenzylanilinsulfosäure [H.]) gewonnen wird.

Die gegenwärtig fabrikmäßig ausgeführte Darstellung basiert auf Arbeiten von C. Heumann, dem es zuerst gelang, sowohl Phenylglykokoll (I) $C_6H_5NHCH_2COOH$ wie Phenylglykokoll-*o*-Karbonsäure $C_6H_4\begin{matrix}NH-CH_2\cdot COOH\\COOH\end{matrix}$ durch Erhitzen mit Alkalien auf 250—300° in Indoxyl (II) bezw. Indoxylkarbonsäure überzuführen, die bei Gegenwart von Alkali in wässeriger Lösung schon durch den Luftsauerstoff leicht und glatt zu Indigo (III) oxydiert werden.



Die Umwandlung des Phenylglykokolls in Indigo wird gegenwärtig (H.) durch Erhitzen mit Natriumamid NH_2Na und Aetzkali vorgenommen, die der Phenylglykokoll-*o*-Karbonsäure (B.) durch Natronkalk bei ca. 250°. Die hierbei zunächst gebildete Indoxylkarbonsäure kam eine Zeitlang als Indophor in den Handel.

Die für beide Synthesen benötigten Glykokollderivaten werden durch Einwirkung von Chloressigsäure auf Anilin bezw. Anthranilsäure (Anilin-o-Karbonsäure) gewonnen. Das Ausgangsmaterial für Anthranilsäure bildet gegenwärtig das Naphthalin, das durch Oxydation mittels Schwefelsäure in Phthalsäure übergeführt wird. Das Imid bezw. Amid derselben (Phthalimid bezw. Phthalaminsäure) läßt sich durch Chlorkalk und Natronlauge zu Anthranilsäure umlagern.

Eine sorgfältige Ausarbeitung der einzelnen Fabrikationsphasen hat es ermöglicht, Indigoblau nach beiden Methoden zu einem Preise zu gewinnen (ca. 8 ℳ pro Kilogramm), der eine Konkurrenz mit natürlichem Farbstoff gestattet, weshalb letzterer im Konsum stark zurückgeht.

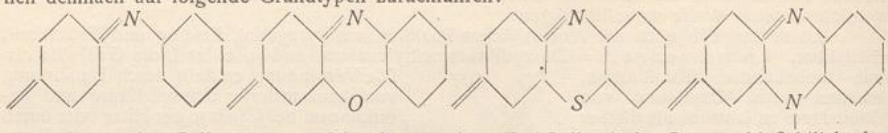
Eine interessante Synthese von Fr. Sandmeyer, bei der Diphenylthioharnstoff (aus Anilin und Schwefelkohlenstoff) das Ausgangsmaterial bildet, ist vorläufig noch nicht konkurrenzfähig.

Neben Indigo finden in beschränktem Maße auch Bromderivate desselben, die durch direktes Bromieren von Indigo erhalten werden und lebhaft violett färben, als Indigo R. (H.) Verwendung.

Chinonimidfarbstoffe. Diese wichtige Gruppe von Farbstoffen umfaßt eine Anzahl von stickstoffhaltigen Verbindungen, die nach den neueren Anschauungen als Derivate des Chinons $C_6H_4O_2$ aufgefaßt werden und sich von demselben dadurch ableiten, daß ein oder beide Sauerstoffatome durch Aminbasen ersetzt sind, von denen eine der aromatischen Reihe angehören muß. Die Farbstoffe enthalten deshalb mindestens zwei Benzolreste, die durch ein Stickstoffatom miteinander verbunden sind (Indamine, Indophenole). Diese Vereinigung ist indessen eine mäßig lockere, die betreffenden Farbstoffe daher unbeständig und für technische Zwecke meist ungeeignet. In den meisten der technisch fabrizierten Farbstoffe sind die beiden Benzolreste noch durch ein zweites Atom oder Radikal in der *o*-Stellung miteinander verbunden, woraus eine größere Beständigkeit des Moleküles des Farbstoffes resultiert. Zu diesen verbindenden Atomen bezw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

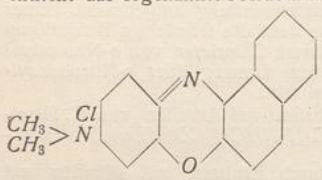
Atomgruppen gehören: Sauerſtoff, Schwefel, Stickſtoff, und ſämtliche Chinonimidfarbſtoffe laſſen ſich demnach auf folgende Grundtypen zurückführen:



Die großen Differenzen, welche die einzelnen Farbſtoffe dieſer Gruppe hinſichtlich der Nuance, Löslichkeit, Anwendbarkeit in der Färberei zeigen, werden bedingt durch ſubſtituierende Gruppen, die ſich in einem oder beiden Benzolkernen an Stelle von Waſſerſtoffatomen befinden und durch deren Anweſenheit der Farbſtoff den Charakter eines beizenfärbenden, ſauren oder baſiſchen erhält. Gemeinſam iſt allen dieſen Verbindungen die praktiſch wichtige Eigenſchaft, durch Reduktionsmittel in Leukobaſen überzugehen, aus denen der urſprüngliche Farbſtoff durch die Berührung mit Luft wieder regeneriert wird.

1. Indamine und Indophenole. Der einzige techniſch dargeſtellte Repräſentant dieſer wenig wichtigen, weil zu leicht zerſetzlichen Farbſtoffe iſt das Indophenol, aus Nitroſodimethylanilin und α-Naphthol, der eine Zeit lang im Kattundruck und in der Küpenfärberei als Indigoerſatz Verwendung fand.

2. Oxazine. Die Darſtellung dieſer Verbindungen erfolgt techniſch nach zwei Methoden: 1. durch Einwirkung von Nitroſodimethylanilin auf Gallusſäure bezw. deren Derivaten oder β-Naphthol (Dioxynaphthalin). Hierher gehören in erſter Linie die Verbindungen: Gallocyanin (Echtviolett), gewonnen aus Nitroſodimethylanilin und Gallusſäure. Nahe verwandt ſind hiermit Coeleſtinblau *B*, Prune, Gallaminblau, Gallanilindigo, die an Stelle von Gallusſäure Gallusſäureäther, bezw. Gallusſäureamid enthalten. — Dieſe Verbindungen ſind Beizenfarbſtoffe, die als Chromlacke intenſiv blauviolette bis blaue Färbungen von großer Echtheit liefern und namentlich im Kattundruck Verwendung finden. Durch Einwirkung von Nitroſodimethylanilin auf β-Naphthol entſteht das ſogenannte Meldolaſche Blau (Neublau, Naphthylenblau, ſ. die beiſtehende Formel),

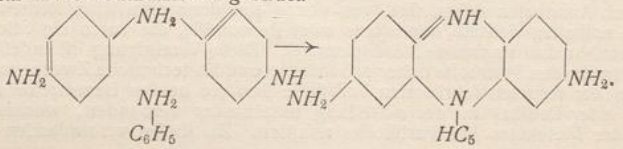


das durch Einwirkung von Dimethylamin in ein grünſtichigeres Produkt übergeht (Neumethylenblau 2 *G* (C.), vermutlich dimethyliertes Nilblau). Beide Farbſtoffe ſind baſiſcher Natur und finden in der Baumwollfärberei Anwendung; ſie färben auf tannierter Baumwolle. — Farbſtoffe von ähnlicher Konſtitution erhält man durch Einwirkung von Nitroſodimethyl-*m*-amidophenol (kreſol) auf aromatiſche Baſen. Hierher gehören die blauen baſiſchen Farbſtoffe Nilblau (B.), Capriblau und Creſylblau (verſchiedene Marken) (L.).

3. Thiazine. Der erſte Repräſentant dieſer Farbſtoffgruppe wurde von Lauth entdeckt; in die Technik eingeführt wurden dieſe Verbindungen von Caro. Man erhält ſie bei gemeinſamer Oxydation von *p*-Diaminen mit Schwefelwaſſerſtoff und aromatiſchen Baſen. Die Reaktion läßt ſich in den einzelnen Stadien feſthalten und wird gegenwärtig in folgender Weiſe ausgeführt: Dimethyl-*p*-phenylendiamin (durch Reduktion von Nitroſodimethylanilin mit Zinkſtaub erhalten) geht in neutraler wäſſeriger Löſung, mit 1 Molekül Thioſchwefelſäure und Oxydationsmitteln behandelt, in Dimethyl-*p*-phenylendiamin-orthomercaptanſulfonſäure über. Beim Erhitzen derſelben in wäſſeriger Löſung mit Zinkchlorid und einem zweiten Molekül einer aromatiſchen Baſe bilden ſich Thiazinfarbſtoffe, von denen techniſch folgende in Betracht kommen: Methylenblau, durch Kondenſation der genannten Thioſulfoſäure mit Dimethylanilin dargeſtellt; wichtiger Baumwollfarbſtoff von rein blauer Nuance. Etwas rotſtichiger iſt die entſprechende Verbindung aus Monoäthylorthotoluidoin (Neumethylenblau) (C.) Durch Vereinigung obiger Säure mit Naphthohydrochinon entſteht ein beizenfärbender Thiazinfarbſtoff, Brillantalizarinblau (E.), der namentlich in der Wollfärberei auf Chrombeizen rein blaue Töne von großer Echtheit liefert.

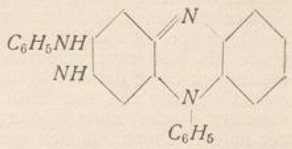
Zu den Chinonimidfarbſtoffen, in denen die beiden Benzolkerne durch zwei Stickſtoffatome in der Orthoſtellung vereinigt ſind, gehören eine Anzahl von Farbſtoffen, die gewöhnlich unter der Bezeichnung Safranine und Induline in den Handel kommen. Die Darſtellung der erſteren erfolgte bereits in den ſechziger Jahren auf empiriſchem Wege durch Oxydation von aromatiſchen Baſen. Rationelle Darſtellungsmethoden und die Erweiterung dieſes Gebietes konnten erſt in Angriff genommen werden, nachdem durch wiſſenſchaftliche Unterſuchungen die ziemlich komplizierten Verhältniſſe dieſer Farbſtoffgruppe aufgeklärt waren.

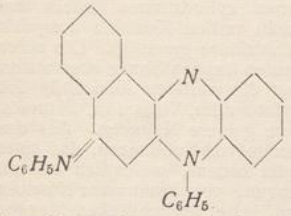
1. Safranine werden gegenwärtig techniſch dargeſtellt durch gemeinſame Oxydation eines Para-Diamins (mit einer unſubſtituierten Amidogruppe) und 2 Molekülen eines oder verſchiedener aromatiſcher Amine, von denen eines primär ſein muß und eines das dem Ammoniakreſt entſprechende *p*-Waſſerſtoffatom nicht ſubſtituiert enthalten darf. Die Bildung erfolgt in wäſſeriger Löſung unter Anwendung von Chromſäure als Oxydationsmittel. Als Zwiſchenprodukt entſteht ein unbeſtändiges Indamin. Ein Gemenge gleicher Moleküle *p*-Diamin und Monamin läßt ſich bequem durch Reduktion eines Amidoazokörpers erhalten, der deshalb meiſt das Ausgangsmaterial für die Safranindarſtellung bildet.



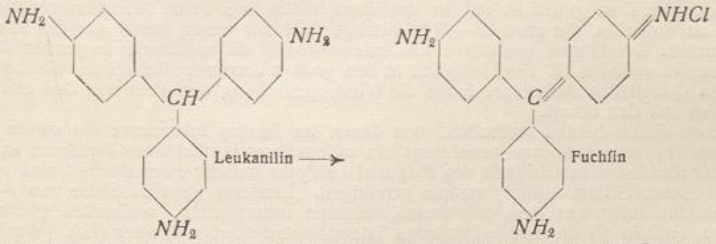
Der gebräuchlichſte Farbſtoff des Handels iſt ein ſogenanntes Toluſafranin, das in oben angedeuteter Weiſe aus Amidoazotoluol (aus *o*-Toluidin) und 1 Molekül *o*-Toluidin hergeſtellt wird.

2. Nahe verwandt mit den Safraninen ſind die ſogenannten Indulinfarbſtoffe, deren Darſtellung (H. Caro) ebenfalls aus den ſechziger Jahren datiert. Von den Safraninen ſcheinen ſie ſich nach den neueren Unterſuchungen durch das Plus eines Anilinreſts zu unterſcheiden. Die größere Beſtändigkeit der Indulinfarbſtoffe gegen die Safranine hängt mit einer größeren Symmetrie des Moleküls zuſammen. Der Prozeß, der zur techniſchen Darſtellung dieſes Farbſtoffes dient, iſt ein ſehr komplizierter und in ſeinen einzelnen Phaſen noch nicht aufgeklärter. Er beſteht in der Einwirkung von Anilin und ſalzſauerm Anilin (bezw. deren Homologen) auf Amidoazobenzol bei höherer Temperatur (120—180°), wobei ſich je nach der Dauer und Temperatur der Schmelze mehr oder weniger ſchwer lösliche blaue Indulinfarbſtoffe von verſchiedener Zuſammenſetzung bilden. Dieſe im Waſſer unlöslichen, in Alkohol löslichen ſogenannten Spritinduline werden zum Zwecke ihrer Verwendung in der Färberei entweder durch Sulfurieren in waſſerlösliche Sulfoſäuren übergeführt (waſſerlösliche Induline) oder durch Einwirkung von *p*-Phenylendyamin bei höherer Temperatur während ihrer Bildung in der Schmelze in waſſerlösliche, baſiſche Farbſtoffe verwandelt (*p*-Phenylenblau [D.], Indaminblau [H.]), die nach dem Färben auf Baumwolle durch Einwirkung von Chromat echter fixiert werden können. Von Wichtigkeit für die Wollfärberei ſind in neuerer Zeit auch einige Indulinfarbſtoffe geworden, die der Naphthalinreihe angehören; hierher gehört namentlich das Phenylrosindulin, deſſen Diſulfoſäure als violettroter gut egaliſierender Farbſtoff unter der Bezeichnung Azokarmin (B.) in den Handel kommt. (Ferner Naphthylblau, Naphthylviolett (K.) und andre weniger wichtige Repräſentanten der Naphthinduline). — Zu den Indulinfarbſtoffen baſiſchen Charakters gehören auch die blauen Farbſtoffe Indazin (M.), und *m*-Phenylenblau (C.), aus Nitroſodimethylanilin und Diphenyl(tolyl)-*m*-phenylendiamin dargeſtellt, ferner Azingrün (L.) aus Nitroſodimethylanilin und Ditolylnaphthylendiamin; Naphthazinviolett (D.) und andere weniger wichtige Farſtoffe. Bei allen dieſen Verbindungen findet die Vereinigung zweier Benzolkerne durch das 2. Stickſtoffatom mittels des Anilinreſtes $N—C_6H_5$ ſtatt. Verhältnismäßig wenig wichtige Farbſtoffe, die an Stelle des Anilinreſtes den Ammoniakreſt, NH, enthalten, bezw. $N—CH_3$, ſind: Neutralrot und Neutralviolett (C.), aus Nitroſodimethylanilin und *m*-Toluylendiamin erhalten, ſowie Indulinſcharlach (B.).





Triphenylmethanfarbſtoffe. Mit der Darſtellung dieſer wichtigen Klaſſe von Farbſtoffen begann die Aera der Farbenfabrikation. Sie baſierte auf der Beobachtung, daß unreines Anilin bei der Oxydation in einen roten Farbſtoff übergeht (Fuchſin) und wurde auf empiriſchem Wege behufs Erzielung der größtmöglichen Ausbeute ausgearbeitet. Erſt ſehr viel ſpäter gelang es, ſich durch fortgeſetzte Unterſuchungen über die Vorgänge dieſer Fabrikation Klarheit zu verſchaffen, die dann die Einführung zahlreicher neuer rationeller Methoden und die Erweiterung dieſes Gebietes nach verſchiedenen Richtungen hin zur Folge hatte. Zum Verſtändnis der nachfolgend beſchriebenen Darſtellungsmethoden der einzelnen Farbſtoffe ſeien hier die theoretiſchen Verhältniſſe kurz vorangeſtellt. Die Aufklärung der Konſtitution des Fuchſins (bezw. Pararosanilins) erfolgte durch E. und O. Fiſcher, durch Ueberführung der Leukobaſe des Fuchſins in Triphenylmethan. Dieſelbe iſt hiernach als Triamidotriphenylmethan, der Farbſtoff Fuchſin als das ſalzſaure Salz des Triamidotriphenylkarbinols (Rosanilins — 1 Waſſer) aufzufaſſen.



Für die Syntheſe eines derartigen Komplexes kommt es darauf an, drei Benzolreſte durch ein Methankohlenſtoffatom miteinander zu verbinden, welche Vereinigung ſowohl in einer wie in mehreren getrennten Operationen ausgeführt werden kann. Erſteres iſt der Fall bei den Syntheſen, bei denen Benzaldehyd bezw. ſubſtituierte Benzaldehyde mit 2 Molekülen einer aromatiſchen Verbindung (Anilin, ſubſtituiertes Anilin u. ſ. w.) zu Triphenylmethan-Derivaten vereinigt werden. Auch liegt demſelben Vorgang offenbar die Bildung von Fuchſin bei dem Arſenſäure- oder Nitrobenzolprozeß zugrunde, bei dem das zur Verwendung kommende *p*-Toluidin durch Oxydationsmittel vermutlich in Benzaldehyd-Derivate übergeführt wird. Letzteres iſt der Fall bei den Syntheſen, die mit Hilfe $COCl_2$ oder CH_2O ausgeführt werden, wobei ſich die Reaktion bei der Bildung von Diphenylmethan(keton)-Derivaten feſthalten und variieren läßt; zu dieſer Klaſſe von Farbſtoffbildungen gehört auch der Prozeß der Methylviolettdarſtellungen aus Dimethylanilin. Die großen Differenzen, welche die einzelnen Triphenylmethanfarbſtoffe

hinſichtlich Farbe und Löslichkeit zeigen, werden bedingt durch Erſatz verſchiedener Waſſerſtoffatome der Amidogruppen bezw. der Bezolkerne durch andre ſubſtituierende Gruppen. Man hat hierbei die Beobachtung gemacht, daß die Derivate des roten Fuchſins eine um ſo blauere Nuance annehmen, je höher ihr Molekulargewicht wird, und daß ferner durch Eliminieren einer Amidogruppe im Molekül bezw. Subſtitution derſelben zu einer Ammoniumverbindung rein grüne bis blaugrüne Verbindungen entſtehen. Die baſiſchen Farbſtoffe dieſer Reihe ſind die einſäurigen Salze der durchgängig ungefärbten Rosanilinbaſen. Sie zeichnen ſich durch außerordentlich klare und reine Färbungen aus, die aber durch überſchüſſige Salzſäure nach Gelbbraun verändert werden unter Bildung von durch Waſſer diffoziierbaren ſauren Salzen (Nachweis auf der Faſer). Durch Alkalien werden ſie ebenſo wie die ſauren Glieder dieſer Gruppe entfärbt. Reduktionsmittel führen dieſe Farbſtoffe in farbloſe Leukoverbindungen (Triphenylmethan-Derivate) über, die ſich nicht an der Luft, dagegen meiſt durch Oxydationsmittel in die urſprünglichen Farbſtoffe zurückoxydieren laſſen.

Darſtellung von Fuchſin. a. Arſenſäureverfahren. Zur Darſtellung von Fuchſin nach dem Arſenſäureverfahren mengt man eine Miſchung von Anilin und Toluidin (das ſogenannte Rotöl) mit etwa 1/2 Teil ſirupdicker Arſenſäurelöſung von 74—75° Bé und erhitzt das weiße Gemenge der entſtandenen Arſeniate unter Umrühren in ſtehenden gußeiſernen zylindriſchen Keſſeln mittels direkter Feuerung langſam auf 180—190°. Während der Reaktion, die nach etwa 10—12 Stunden vollendet iſt, deſtilliert ca. ein Drittel des Rotöls an Anilin und *o*-Toluidin ab (Echappé). Die Operation iſt beendet, wenn die Schmelze beim Erkalten zu einer ſpröden, grünglänzenden Maſſe erſtarrt. Dieſelbe wird dann in dickflüſſigem Zuſtande heiß aus den Keſſeln entleert, nach dem Erkalten in Stücke geſchlagen und mit 300—400 Teilen Waſſer unter Druck in liegenden, mit Rührvorrichtung verſehenen zylindriſchen Keſſeln ausgekocht. Aus den heiß filtierten Löſungen wird das rohe Fuchſin mittels Kochſalz ausgefällt und durch fraktioniertes Umkriſtalliſieren unter Zuſatz von etwas Salzſäure gereinigt. Die erſten Kriſtalliſationen beſtehen aus reinem Fuchſin, ſie liefern die bekannten treppenförmig abgeſetzten, metalliſch grünglänzenden Kriſtalle des Handels (Diamantfuchſin); die weiteren Ausſchüſſe ſind durch die Nebenprodukte der Roſanilinſchmelze, Chryſanilin, Chryſotoluidin, Violanilin, Mauvein, indulinartige Farbſtoffe u. ſ. w. verunreinigt und liefern unreinere gelbere Nuancen. Aus den Mutterlaugen gewinnt man ſchließlich durch Ausſalzen ein Gemenge von Subſtanzen, das unter der Bezeichnung Grenadin, Marron, Ceriſe u. ſ. w. in den Handel kommt, weſentlich aus mit Chryſanilin u. ſ. w. verunreinigtem Fuchſin beſteht und zur Erzeugung von braunroten Nuancen allein oder in Miſchung mit andern Farbſtoffen verwendet wird. Die beträchtlichen Mengen in verdünnten Säuren und Waſſer unlöslicher, harziger Subſtanzen, deren Bildung bei der Fuchſinſchmelze nicht zu vermeiden iſt, die ſogenannten Fuchſinrückſtände, werden jetzt meiſt unter den Dampfkeſſeln verbrannt. Zur Wiedergewinnung der Arſenſäure werden die nach dem Ausſalzen des Fuchſins aus dem erſten Extrakt der Schmelze reſtierenden Mutterlaugen mit Kalk verſetzt und die ausgeſchiedenen, mit organiſchen Subſtanzen ſtark verunreinigten Calciumarſenite und Arſeniate auf arſenige Säure weiter verarbeitet. — b. Nach dem Nitrobenzolverfahren wird eine Miſchung von Anilin und Toluidin, Nitrobenzol und -toluol unter Zuſatz von etwas Salzſäure und wenigen Prozenten Eiſenchlorür oder Chlorzink auf 180—190° erhitzt. Die Zuſammenſetzung der Schmelze läßt ſich innerhalb ziemlich weiter Grenzen variieren, ſowohl was das Verhältnis der Baſen zu den Nitrokohlenwaſſerſtoffen betrifft, als auch bezüglich der Mengen der angewendeten Benzol- und Toluolderivate. Unter verſchiedenen Bedingungen iſt ſowohl der äußerliche Verlauf der Operation ein andrer — wie z. B. die Dauer einer Schmelze je nach ihrer Zuſammenſetzung 8—20 Stunden betragen kann — als auch das Endprodukt, das beiſpielsweiſe bei Verarbeitung von ſtark paranitrotoluol- und paranitrotoluidinhaltigen Oelen weſentlich aus Pararoſanilin beſteht. Die Verarbeitung der Schmelze, die Abſcheidung des rohen Fuchſin, die Trennung desſelben von feinen Verunreinigungen u. ſ. w. geſchieht faſt in derſelben Weiſe wie beim Arſenſäureverfahren. Die Ausbeute an Roſanilin, die etwa 35—38 % beträgt, ſteht nur wenig hinter der des älteren Verfahrens zurück. Der Grund, weshalb der Arſenſäureprozeß faſt vollſtändig zugunſten des Nitrobenzolprozeſſes verlaſſen iſt, liegt lediglich in den großen Unannehmlichkeiten, die das Arbeiten mit großen Quantitäten Arſenſäure ſowie die Wiedergewinnung derſelben aus den arſenhaltigen Rückſtänden mit ſich bringt.

Neben dieſen beiden Methoden, von denen im letzten Jahrzehnte die zweite vorzugsweiſe ausgeführt wurde, kommt neuerdings ein rationelleres ſynthetiſches Verfahren in Betracht, das auf der Kondenſationsfähigkeit des Formaldehyds baſiert; Formaldehyd und *o*-Toluidin laſſen ſich glatt zu Diamidoditolylmethan vereinigen. Letzteres geht an Stelle von *p*-Toluidin, mit *o*-Toluidin zuſammen dem Nitrobenzolverfahren unterworfen, weſentlich glatter in ein homologes Fuchſin (Neufuchſin = ſalzſaures Triamidotritolylkarbinol) über (H.). Weniger gute Ausbeuten werden bei Erſatz des *o*-Toluidin durch Anilin, d. h. bei der Darſtellung von *p*-Fuchſin nach dieſem Verfahren erhalten.

Eine weitere ſynthetiſche Methode, die praktiſche Verwendung findet, beruht in der Kondenſationsfähigkeit des *p*-Nitrobenzaldehyds, der ſich durch Oxydation von *p*-Nitrobenzylchlorid bezw. Benzylalkohol gewinnen läßt; derſelbe vereinigt ſich bei Gegenwart von waſſerentziehenden Mitteln mit 2 Molekülen Anilin zu Diamidonitrotriphenylmethan, das bei der Reduktion in Leukanilin übergeht. Die Schwierigkeiten, welche die Oxydation desſelben zu Roſanilin (durch Braunſtein) anfangs bot, ſind gegenwärtig durch die Wahl eines geeigneten Löſungsmittels überwunden; das ſo dargeſtellte Roſanilin iſt frei von Homologen und dient zur Darſtellung von Anilinblau (ſ. unten). — Sehr bald nach der techniſchen Darſtellung des Fuchſins begannen durch A. W. Hofmann die Verſuche, dasſelbe in Farbſtoffe von andrer Nuance überzuführen. Es gelang dies zunächſt durch Alkylieren, d. h. durch Erſatz mehrerer Waſſerſtoff-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

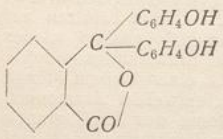
atome der Amidogruppen durch Aethyl u. ſ. w. bei der Einwirkung von Aethyljodid (C_2H_5J) u. ſ. w. Die nach dieſer Methode dargeſtellten Farbſtoffe (Hofmanns Violett) kommen indeſſen nicht mehr in den Handel. Es ſtellte ſich als einfacher heraus, bereits alkylierte Amine der Kondenſation zu Triphenylmethanfarbſtoffen zu unterwerfen. — Die techniſche Ausführung erfolgt namentlich nach folgender Methode: Methylviolett 3*B*. Möglichſt reines Dimethylanilin wird behufs feinerer Verteilung mit viel trockenem Kochſalz, ca. 50% gepulvertem Kupfervitriol und ca. 20% flüſſigem, kreſolhaltigem Phenol in doppelwandigen, mit Heiz- und Rührvorrichtungen verſehenen eiſernen Trommeln gemiſcht und 8—10 Stunden auf ca. 50—60° C. erhitzt. Das Phenol erſetzt hierbei die früher angewendete Eſſigſäure und wirkt zum Teil, vermutlich durch Uebergang in Chinonderivate (Chloranil) ſauerſtoffübertragend. Aus dem metalliſch grünglänzenden Reaktionsprodukt wird Kochſalz und Phenol durch Behandeln mit Waſſer unter Zuſatz von etwas Kalkhydrat entfernt, das ungelöſt bleibende Gemenge von Farbbaſe und Kupferoxydhydrat mit Schwefelwaſſerſtoff oder Schwefelnatriumlöſung behandelt und der Farbſtoff durch Löſen in verdünnter Salzſäure von Schwefelkupfer getrennt. Durch wiederholtes Löſen in Waſſer und Ausfällen mit Kochſalz wird es gereinigt und kommt als grünliches, amorphes Pulver in den Handel. — Der ſo erhaltene Farbſtoff iſt kein einheitlicher Körper; er beſteht aus einem Gemiſch von Tetra-, Penta- und Hexamethylroſanilin, von denen letzteres gegenwärtig nach folgender Methode in reinem Zuſtande dargeſtellt wird: Bei der Einwirkung von Chlorkohlenoxyd ($COCl_2$) auf Dimethylanilin entſteht in glatter Reaktion Tetramethyldiamidodiphenylketon. Durch Einwirkung eines weiteren Moleküls Dimethylanilin bei Gegenwart von Phosphoroxychlorid ($POCl_3$) läßt ſich dasſelbe in Hexamethylroſanilin überführen, das unter der Bezeichnung Methylviolett 6*B* (B.) kriſtalliſiert in den Handel kommt. Wendet man an Stelle von Dimethylanilin Diäthylanilin an, ſo entſteht das analoge Hexaäthylviolett = Kriſtallviolett. Nahezu derſelbe Nuanceneffekt wird erreicht, wenn man Methylviolett durch Einwirkung von Chlorbenzyl in benzylierte Derivate (Benzylviolett) überführt. Läßt man auf die ſechsfach alkylierten, tertiären Roſanilinbaſen 1 Molekül Halogenalkyl (CH_3Cl, C_2H_5Cl) einwirken, ſo addiert ſich dasſelbe an ein Stickſtoffatom unter Bildung eines Ammoniumchlorids. Die Nuance des Farbſtoffes ſchlägt dabei von Blauviolett in Reingrün um. Dieſe Verbindungen wurden vor der Entdeckung des Malachitgrüns techniſch als ſogenanntes Methylgrün (Jodgrün) u. ſ. w. dargeſtellt, doch iſt ihre Verwendung gegenwärtig ſehr eingeſchränkt. — Beim Erhitzen auf ca. 100° wird der urſprüngliche violette Farbſtoff unter Abſpaltung von Halogenalkyl wieder zurückgebildet. Von weiteren wichtigen Derivaten des Roſanilins ſind die Einwirkungsprodukte von Anilin hervorzuheben. Erhitzt man die Roſanilinbaſen unter Zuſatz einer kleinen Menge von Benzoeſäure mit überſchüſſigem Anilin einige Zeit zum Sieden, ſo entweicht Ammoniak, und je nach der Dauer des Erhitzens werden ein bis drei Waſſerſtoffatome der Amidogruppe durch Phenylreſte erſetzt. Dieſe phenylierten Roſaniline, die aus dem Reaktionsprodukt auf Grund ihrer Unlöslichkeit in verdünnten Säuren leicht vom überſchüſſigen Anilin getrennt werden können, zeigen eine violettblaue bis grünlichblaue Nuance von außerordentlicher Reinheit. Sie werden gegenwärtig ſelten direkt (Spritblau), ſondern hauptſächlich in Form ihrer Sulfoſäuren verwendet, die durch kürzeres oder längeres Behandeln mit konzentrierter Schwefelſäure erhalten werden. Die Handelsprodukte ſind meiſt Miſchungen verſchiedener phenylierten und ſulfierten Roſaniline von ſehr verſchiedener Bezeichnung. Doch unterſcheidet man im allgemeinen in Waſſer faſt unlösliche, in Alkalien leicht und faſt farblos ſich löſende Monoſulfoſäuren als Alkaliblau von den in Waſſer leicht löslichen Polyſulfoſäuren, die oft die Bezeichnung Baumwollblau und Waſſerblau führen. — Es gelingt übrigens auch, dieſe phenylierten Roſaniline nach einem ähnlichen Prozeß direkt darzuſtellen wie die alkylierten Violetts, nämlich durch geeignete Oxydation von Methyldiphenylamin oder durch Kondenſation desſelben mit Chlorkohlenoxyd ($COCl_2$). Hierher gehört das Ketonblau (H.) u. a. — Das Bedürfnis, ſäurebeſtändigere, für das Färben von Wolle in ſaurem Bade geeignete Farbſtoffe zu beſitzen, führte bereits in den ſiebziger Jahren (H. Caro) zu der Darſtellung einiger ſauern Roſanilinfarbſtoffe. Behandelt man Fuchſin mit rauchender Schwefelſäure, ſo geht es in eine leicht lösliche Roſanilintriſulfoſäure über, die in der Wollfärberei vielfach unter der Bezeichnung Säurefuchſin oder Fuchſin *S* angewendet wird. Die Darſtellung andrer analogen Derivate des violetten alkylierten Fuchſins ſtößt auf Schwierigkeiten, die indeſſen überwunden werden, wenn man an Stelle von Methylviolett die benzylierten Derivate der Sulfierung unterwirft. Es entſtehen hierbei leicht lösliche Farbſtoffe von verſchiedener Nuance (Säureviolett). — Nach Analogie der Fuchſinſynthese mittels Formaldehyd hat man in neuerer Zeit mit Erfolg dieſen reaktionsfähigen Körper auch zur Darſtellung von Sulfoſäuren ſubſtituierter Roſaniline verwendet. Es gelingt, Formaldehyd mit 2 Molekülen einer tertiären Baſe glatt zu dem entſprechenden tetraalkylierten Diphenylmethanderivat zu kondenſieren. Letzteres läßt ſich bei Gegenwart eines Oxydationsmittels mit gewiſſen tertiären Baſen und namentlich deren Sulfoſäuren direkt zum ſauern Triphenylmethanfarbſtoffe kondenſieren; ſo bildet ſich das ſogenannte Formylviolett (C.) aus Tetraäthyldiamidodiphenylmethan und Dibenzylanilindiſulfoſäure. — Aehnliche Farbſtoffe ſind: Alkaliviolett (verſchiedene Marken), Säureviolett 5*B*, Echtſäureviolett 10*B* (E.) u. a. (Der letztere Farbſtoff iſt gegen Alkalien beſtändig, während die andern durch Alkalien unter Karbinolbildung entfärbt werden; er enthält eine Sulfogruppe in der *o*-Stellung zum Methankohlenſtoff (wie auch Patentblau, ſ. unten). Andre alkaliſche Säurefarbſtoffe (von ſehr reiner Nuance) dieſer Gruppe ſind Neupatentblau (E.), Erioglaucin (aus *o*-Sulfobenzaldehyd u. a.). Dasſelbe Reſultat wie bei obigen Reaktionen wird erzielt, wenn man an Stelle von Tetraalkyldiamidodiphenylmethan, Tetraalkyldiamidobenzhydrol anwendet. Letzteres vereinigt ſich auffallend glatt und leicht beim Erwärmen in ſaurer, wäſſeriger Löſung mit einer großen Reihe von aromatiſchen Baſen und deren Sulfoſäuren, mit aromatiſchen Phenolen und deren Karbonſäuren zu Triphenylmethanderivaten, die bei Ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wirkung von Oxydationsmitteln in substituierte Rosanilinfarbstoffe übergehen. — Abgesehen von einigen blauen und violetten Farbstoffen können nach dieser Methode auch Substanzen dargestellt werden, die zu wesentlich andern Färbezwecken geeignet sind, so namentlich die für Kattundruck bestimmten Rosanilinfarbstoffe: Chromgrün, Chromviolett, Chromblau (E.), die aus der genannten Verbindung + Benzoesäure, + Salizylsäure bezw. α-Oxynaphthoesäure entstehen.

Eine besondere Gruppe von Triphenylmethanfarbstoffen bilden eine Anzahl von Diamidoderivaten, für die gegenwärtig ausschließlich die Kondensation von Benzaldehyden mit aromatischen Basen in Betracht kommt. Bei Gegenwart von wasserentziehenden Mitteln vereinigt sich Benzaldehyd und dessen Substitutionsprodukte glatt mit 2 Molekülen von tertiären aromatischen Basen zu Diamidotriphenylmethanderivaten. Oxydationsmittel (PbO_2 bei Gegenwart von Säure) führen sie ebenfalls quantitativ in Farbstoffe über, deren Nuance zwischen Reingrün bis Grünlichblau liegt. Letzteres ist namentlich der Fall bei den Derivaten *m*-substituierter Benzaldehyde. Die nach diesem Schema fabrizierten Farbstoffe sind teils basischer, teils saurer Natur. Zu den wichtigsten gehören: 1. Malachitgrün (Bittermandelölgrün oder auch Solidgrün) aus Benzaldehyd und Dimethylanilin, kommt meist in den Handel als salzsaures oder Chlorzinkdoppelsalz des Tetramethyldiamidotriphenylkarbinols. 2. Brillantgrün, erhalten aus Benzaldehyd und Diäthylanilin, kommt als Sulfat oder Oxalat in den Handel. 3. Säuregrün (verschiedene Marken) = Sulfosäuren der Farbstoffe aus Benzaldehyd mit Aethyl(Methyl)-Benzylanilin. 4. Patentblau (verschiedene Marken) = Sulfosäure des Farbstoffes aus *m*-Amido- bezw. *m*-Oxybenzaldehyd und tertiären Basen; Wollfarbstoffe von indigkarminähnlicher Nuance. 5. Cyanol = Sulfosäure des Farbstoffes aus *m*-Oxybenzaldehyd und Monomethylorthotoluidin.

Phthaleine. Mit obigen Triphenylmethanfarbstoffen in der Konstitution nahe verwandt, in den Eigenschaften meist völlig abweichend ist eine Gruppe interessanter, von A. v. Baeyer entdeckter Verbindungen, die bei der Einwirkung von Phthalsäureanhydrid auf mehratomige Phenole oder *m*-Amidophenole entstehen. Beim Erhitzen oder bei Einwirkung von wasserentziehenden Mitteln wird im Phthalsäureanhydrid wie im Benzaldehyd ein Sauerstoffatom durch zwei aromatische Reste ersetzt unter Bildung eines sogenannten Phthaleins:



Dieselben sind teils an und für sich schon gefärbt, teils bilden sie intensiv gefärbte Salze, die in der Färberei Anwendung finden. Von technischem Interesse sind namentlich die folgenden: Fluoreszein bildet sich beim Erhitzen von Phthalsäureanhydrid mit 2 Molekülen Resorzin auf 180—200° C. Die als (gelbroter) Farbstoff an sich unwichtige Verbindung, die sich durch ihre außerordentlich stark grüne Fluoreszenz in alkalischer Lösung auszeichnet, läßt sich durch Behandlung mit Brom in ein Tetrabromderivat überführen, das unter der Bezeichnung Eosin namentlich in der Seidenfärberei sowie zur Herstellung von Lacken Verwendung findet. Die Seidenfaser wird davon mit bläulichroter Nuance angefärbt und zeigt eine gelbrote Fluoreszenz, die fast allen Farbstoffen dieser Gruppe charakteristisch ist. Durch Ersatz der Phthalsäure durch Di- und Tetrachlorphthalsäure sowie des Broms durch Jod, ferner durch nachträgliche Behandlung der entstandenen Farbstoffe mit Alkohol und Säure werden Verbindungen von analoger Konstitution und etwas abweichender Nuance erhalten; hierher gehören die fast ausschließlich in der Seidenfärberei benutzten Farbstoffe: Erythrosin (Tetrajodfluoreszein), Rose bengale (Dichlortetrajodfluoreszein), Floxin (Dichlortetrabromfluoreszein), Eosin *S* (Aethyläther des Eosins). — Ersetzt man bei der Darstellung von Fluoreszein das Resorzin durch Pyrogallol oder Gallussäure, so entsteht das analog zusammengesetzte Pyrogallolphthalein, das als violetter Beizenfarbstoff unter der Bezeichnung Gallein im Kattundruck eine untergeordnete Rolle spielt. Durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure bei 200° entsteht ein kompliziertes Derivat des Phenylanthracens, das Cörulein, das als Bisulfitverbindung zur Erzielung von echten, olivgrünen Tönen im Kattundruck angewendet wird.

Zu der Gruppe der Phthaleinfarbstoffe gehören ferner die sogenannten Rhodamine, basische Farbstoffe, die sich aus alkylierten *m*-Amidophenolen und Phthalsäureanhydrid in der gleichen Weise bilden wie Fluoreszein aus Resorzin und Phthalsäureanhydrid; der wichtigste Repräsentant dieser Gruppe ist das sogenannte Rhodamin aus Diäthyl-*m*-Amidophenol und Phthalsäureanhydrid, dessen wässerige, bläulichrote Lösung ebenfalls durch eine intensiv gelbrote Fluoreszenz ausgezeichnet ist. Bernsteinsäureanhydrid liefert das sogenannte Rhodamin *S*, das eine wenn auch nicht sehr ausgesprochene Verwandtschaft zu ungebeizter Baumwolle besitzt. Durch Behandeln mit Alkohol und Mineralsäure lassen sich die Rhodamine in Aether überführen, die eine etwas blaustichige Nuance besitzen (Rhodamin 3*B*, 6*G*). Für die Darstellung dieser Farbstoffe ist noch ein zweiter Weg zugänglich. Im Fluoreszein lassen sich unter Bildung des sogenannten Fluoreszeinchlorides durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid (PCl_5) zwei Hydroxylgruppen gegen Chlor austauschen. Die Verbindung reagiert bei höherer Temperatur mit sekundären und primären Basen unter Bildung von Rhodaminen. Aus Fluoreszeinchlorid und Anilinbasen werden nach dieser Methode auch phenylierte u. s. w. Rhodamine dargestellt, die an sich in Wasser unlöslich sind und durch Sulfieren in wasserlösliche Sulfosäuren verwandelt werden können und als Echtsäurerot, -violett, -blau, Violamin (H.) in der Woll- und Seidenfärberei als saure Farbstoffe verwendet werden. Große Aehnlichkeit mit den Rhodaminen sowohl hinsichtlich der Nuance wie der Konstitution besitzen endlich einige Derivate des Diphenylmethans, die durch Kondensation von Formaldehyd mit Dialkyl-*m*-Amidophenolen und Oxydation der entstandenen Leukoverbindungen dargestellt werden und unter der Bezeichnung Pyronine (L.) in den Handel kommen.

Chinolin-(Akridin-)Farbstoffe. Die verhältnismäßig wenig wichtigen Farbstoffe dieser Gruppe zeigen durchgängig eine gelbe bis gelbrote Nuance; hervorzuheben sind: Chinolin-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelb, durch Kondenſation von Steinkohlenteerchinolin (Methylchinolin) und Phthalſäureanhydrid dargeſtellt, ſaurer Farbſtoff von rein grünlichgelber Nuance. Phosphin (Diamidophenylakridin) iſt in der Fuchſinſchmelze enthalten und läßt ſich in Form ſeines ſalpeterſauern Salzes iſolieren. Es iſt ein baſiſcher gelber Farbſtoff, der hauptſächlich in der Lederfärberei Anwendung findet. Nahe verwandt damit ſind: Benzoflavin, aus Benzaldehyd und *m*-Toluylendiamin erhalten. Akridingelb bezw. -orange (L.), aus Formaldehyd und *m*-Phenylen-(Toluylen-)diamin bezw. deren Alkylderivaten erhalten. Die letztgenannten Farbſtoffe ſind durch große Lichtunechtheit in ihrer Anwendung beſchränkt. Die gleiche Eigenſchaft zeigen rote fluoreszierende Farbſtoffe, die durch Einwirkung von Alkalien auf die Ammoniumſalze der Chinolin- und Chinaldinbaſen erhalten werden und als Senſibiliſatoren für orthochromatiſche Platten in der Photographie Verwendung finden (Pinachrom, Orthochrom).

Schwefelfarbſtoffe. Beim Erhitzen mit Schwefel und Schwefelnatrium auf höhere Temperaturen (200—300°) gehen faſt ſämtliche organiſchen Verbindungen in ſchwefelhaltige, mehr oder weniger intenſiv gefärbte Subſtanzen über, die aus ſchwefelnatriumhaltigem Bade ungebeizte Baumwolle direkt in ſehr echten Nuancen anfärben. Ein von Croiffant und Bretonnière 1873 aus Sägeſpänen hergeſtelltes ziemlich farbſchwaches Braun kommt auch jetzt noch als Cachou de Laval in den Handel. Intenſiver gefärbte ſchwarze Farbſtoffe wurden zuerſt von Vidal aus aromatiſchen Verbindungen erhalten (Vidalſchwarz aus *p*-Amidokreſol). Bei weiterem Studium erwieſen ſich namentlich Diphenylaminderivate oder aromatiſche Verbindungen, die leicht Diphenylaminderivate liefern, wie Nitro- bezw. Amidophenole, Diamidophenole u. ſ. w., als geeignete Ausgangsmaterialien. Es gelang, ſchwarze wie blaue Farbſtoffe von großer Intenſität darzuſtellen, die vermutlich als Schwefelderivate der Thiodiphenylaminverbindungen aufzufaſſen ſind, während die bis jetzt erhaltenen gelben und braunen (rote fehlen bisher) vielleicht auf den Dehydrothiotoluidintypus zurückzuführen ſind. Hervorzuheben wären hier die Immedialfarben (C.): Immedialſchwarz aus Dinitrooxydiphenylamin, Immedialindon aus Amidooxytolylphenylamin, Immedialreinblau aus Dimethylamidooxydiphenylamin u. ſ. w., Katigenfarbſtoffe (E.), Schwefelſchwarz (aus Dinitrophenol, Aktiengeſ. f. Anilinfabr.) u. a. Die leichte Anwendung der Schwefelfarbſtoffe und die außerordentliche (Licht- und Waſch-) Echtheit ihrer Färbungen haben denſelben in der Baumwollfärberei raſch eine weitgehende Verbreitung geſichert.

Geſchichtliche Entwicklung. Die Fabrikation der künſtlichen Farbſtoffe begann im Jahre 1856 mit der zufälligen Entdeckung des Mauveins durch Perkin in England, an das ſich 1859 die techniſche Darſtellung des wichtigeren Fuchſins durch Verguin (Lyon) anreihte. Die Fabrikationsmethoden dieſer ſowie die einiger von ihnen abgeleiteter Farbſtoffe mußten auf rein empiriſchem Wege ausgearbeitet werden. Der Hauptſitz der Farbeninduſtrie lag während des erſten Dezenniums ihrer Entwicklung in Frankreich und England. Erſt als der wiſſenſchaftliche Ausbau der organiſchen Chemie in Deutſchland Aufklärung über die einzelnen Prozeſſe verbreitete, rationellere Darſtellungsmethoden und ein zielbewußtes ſyſtematiſches Weiterarbeiten ermöglichte, ſiedelte ſie dahin über und ſchlug bald trotz anfänglich ungünſtiger materieller Bedingungen die ausländiſche Konkurrenz aus dem Felde. Gegenwärtig kommt die außerdeutſche Farbeninduſtrie, ſoweit ſie ſich nicht in deutſchen Händen befindet, neben der deutſchen kaum in Betracht. Ihre Entwicklung läßt ſich am beſten durch eine chronologiſche Aufzählung derjenigen Farbſtoffe charakteriſieren, die ſich dauernde Bedeutung in der Praxis erworben haben. Auf die Entdeckung des Fuchſins, das ſeit 1859 zunächſt nach dem ſogenannten Arſenſäureverfahren (H. Medlock, Nicholſon), ſpäter mehr und mehr nach dem Nitrobenzolverfahren (Coupier 1867) dargeſtellt wurde, folgte 1861—1863 die der phenylierten und alkylierten Fuchſine, Anilinblau und deſſen Sulfoſäuren (Girard, de Laire, Nicholſon), Hofmanns Violett (A. W. Hofmann), Methylviolett aus Dimethylanilin (Lauth), Jodgrün, ferner die Entdeckung des Anilinſchwarz (Lightfoot), des Chryſanilins (Nicholſon), Spritindulins (Caro), Safranins (Perkin). 1869 begann auf Grund der Arbeiten von Graebe und Liebermann die fabrikmäßige Darſtellung des künſtlichen Alizarins (Caro, Perkin), an das ſich in der Folge zahlreiche wichtige Derivate ſchloſſen (Alizarinorange 1874, Alizarinblau 1877 [Prud'homme], Alizarincyanine und -bordeaux 1893, Alizarinſaphirol, -grün, -reinblau, -iriſol u. ſ. w. 1900 [R. Schmidt]). Durch die Entdeckung der Phthaleine durch A. Baeyer wurde die Klaſſe der Eoſinfarbſtoffe (Caro 1874) techniſch zugänglich. — Die eigentliche Periode der Azofarbenfabrikation begann 1876 mit der Darſtellung verſchiedener Orange (Rouffin), nachdem ſchon vorher vereinzelt einige baſiſche Azoderivate, Bismarckbraun 1864 (Grieß), Chryſoidin 1875 (Caro, Witt), in den Handel gekommen waren. Sehr bald folgten die roten, blauroten (bordeaux) und ſchwarzen Repräſentanten: Echtrot (Caro), Xylidinſcharlach (H. Baum), Bordeaux, Blauſchwarz, Biebricher Scharlach (Nietzki) u. a. Die Fabrikation der Triphenylmethanfarbſtoffe erfuhr eine wichtige Bereicherung durch die Entdeckung des Malachitgrüns (O. Fiſcher 1878), durch die Ueberführung der baſiſchen Fuchſinfarbſtoffe in ſaure (Säurefuchſin, -violett u. a. [Caro 1877]), durch die Syntheſen mittels Chlorkohlenoxyd (Kriſtallviolett, Auramin [Caro, Kern]) 1883, endlich durch die Verwendung von Formaldehyd, Neufuchſin (Homolka 1889), Formylviolett, Pyronine. — In dieſe Zeit fällt die Darſtellung des Naphtholgelb *S* und des Methylenblau (Caro 1879), die künſtliche Syntheſe des Indigoblau durch A. Baeyer 1880. — Eine völlige Umwälzung in der Färberei rief endlich die Entdeckung der direkt ziehenden Baumwollazofarbſtoffe hervor, deren erſte Repräſentanten (Chryſamin, Congorot) 1884 in den Handel kamen, eine Gruppe, an deren Vervollſtändigung auch gegenwärtig noch mit großem Erfolge gearbeitet wird. Als wichtigſte Ergebniſſe der letzten Jahre ſind zu nennen: die fabrikmäßige Darſtellung von Indigblau und die Entdeckung der ſogenannten Schwefelfarbſtoffe (Vidal).

Literatur: Schultz, G., Die Chemie des Steinkohlenteers, 2. Aufl., 2 Bde., Braunſchweig 1890; Nietzki, R., Chemie der organiſchen Farbſtoffe, 5. Aufl., Berlin 1902; Georgievics, G. v.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Farbenchemie, Leipzig 1902; Julius, P., Künſtliche organiſche Farbſtoffe, Berlin 1890; Meyer, R., Die Teerfarbeninduſtrie, Braunſchweig 1894; Harmſen, W., Die Fabrikation der Teerfarbſtoffe und ihrer Rohmaterialien, Berlin 1889; Schultz, G., und Julius, P., Tabellariſche Ueberſicht der künſtlichen organiſchen Farbſtoffe, Berlin 1902; Caro, H., Die Entwicklung der Teerfarbeninduſtrie, Berlin 1893; Friedländer, P., Fortſchritte der Teerfarbenfabrikation und verwandter Induſtriezweige (Sammlung chemiſcher Patente), 7 Bde., 1877—1904. *Friedländer.*

Farbſtoffe, pflanzliche, ſind in den Pflanzen entweder als ſolche ſchon enthalten oder ſie entſtehen aus einem ſogenannten (meiſt farbloſen) Chromogen, einem Pflanzenkörper, der durch eine nachträgliche techniſche Behandlung ſich in den Farbſtoff (z. B. Indigo, Lackmus) umwandelt. Der verbreitetſte, phyſiologiſch (nicht aber techniſch) wichtigſte Pflanzenfarbſtoff iſt das Blattgrün (Chlorophyll), das ſtets an individualiſierte Protoplasmakörper gebunden und die Urſache der grünen Färbung der Stengel und Blätter der Pflanzen iſt (grüne Pilze ausgenommen). Ueber das Vorkommen der Farbſtoffe in den Pflanzen ſ. hauptſächlich Schimper in Botan. Ztg. 1883 und Tſchirch, Angewandte Pflanzenanatomie, Wien 1889, S. 62 ff.

Die wichtigſten Pflanzenfarbſtoffe

(nach morphologiſchen Prinzipien geordnet).

A. Unterirdiſche Pflanzenteile.

1. Alkanna (Alkannawurzel, Alhenna, Orcanette, Alkanet root) iſt gegenwärtig die Wurzel von Alcanna tinctoria *Tauſch.* (Lithospermum tinctorium *D. C.*, Anchusa tinctoria *Lam.*), einer in Süd- und Südweſteuropa, beſonders in Ungarn, und in Kleinaſien wachſenden Aſperifoliacee. Die Wurzel iſt meiſt mehrköpfig, ſpindelförmig, 1—2 dm lang, 6—10 mm dick, tief zerklüftet und von einer dünnen ſchuppigen ſchwarzvioletten Rinde locker umhüllt; ſie enthält einen amorphen harzartigen Farbſtoff (5—6 %), der in den äußeren Rindenſchichten entſteht — wobei die Zellen abſterben — und der ſchließlich auch im Marke auftritt. Nach Vogtherr (Pharm. Zentralh. 1896) führen auch andre Aſperifoliaceen in ihren unterirdiſchen Teilen den Farbſtoff, und durch ihren Reichtum an demſelben überragt alle übrigen Arten Macrotomia cephalotes *D. C.*, deren Wurzel nach Vogtherr als ſyriſche Alkanna in den Handel kommt. Die Ware beſteht aus 30 cm und darüber langen, zylindriſchen, 2—5 cm dicken, verſchiedenartig gekrümmten, mehrköpfigen, äſtigen Wurzeln mit weißfilzigen Blattreſten. „Die Wurzeln erſcheinen bis ins Innere zerklüftet, förmlich aufgelöſt in den äußeren Partien in an der Oberfläche ebene und glatte, hier und da flachwellig quergerunzelte, rinnen- oder ſchalenförmige Stücke von ſchwärzlichroter oder ſchwarzvioletter Farbe und faſt metalliſchem Glanze, in den innerſten Partien in bandartige Streifen von der Stärke eines dicken Papiers oder Pergaments und von zäher Beſchaffenheit.“ (Vogl, in Wiesner, Rohſtoffe, II, S. 537.) — Der Farbſtoff kommt in nicht chemiſch reinem Zuſtand als käufliches Alkannin (Extractum Alcannae) im Handel vor. Er wird durch Extraktion mit Petroläther oder Benzin gewonnen, bildet ein faſt ſchwarzes, grün reflektierendes, fettiges Extrakt von großem Färbevermögen, iſt in Waſſer unlöslich, in Alkohol, Aether, fetten und ätheriſchen Oelen mit roter, in Alkalien mit blauer Farbe löslich, dient zum Rotfärben von Pomaden und Haarölen, Salben, mitunter auch zum Färben von Seide, Leinen und Baumwolle. Das chemiſch reine Alkannin (Anchuſin, Alkannarot $C_{15}H_{14}O_4$, fehr nahe verwandt mit dem Santalin) wird aus dem vorigen mit Kalilauge extrahiert, von einer rotbraunen Säure befreit, ſtellt eine rotbraune, leicht zerreibliche Maſſe mit metalliſchem Reflex dar, iſt ſchwer löslich, am beſten in Chloroform und Eiſeſſig; die weingeiſtige Löſung wird durch baſiſches Bleiacetat graublau, mit Ammoniak blaugrün (Alkannagrün) gefärbt. Wegen der Eigenſchaft, durch Alkalien blau, durch Säuren rot gefärbt zu werden, wurde es auch zu einem Reagenzpapier verwendet.

2. Curcuma (Gilbwurzel, Turmeric, Terra merita), der mit heißem Waſſer abgebrühte und getrocknete Hauptwurzelſtock nebſt den Seitentrieben (Nebenwurzelſtöcken) von Curcuma longa *L.*, einer in Südaſien einheimiſchen, in vielen Tropengegenden kultivierten Zingiberacee. Die beſte Sorte kommt von China, dann folgen Bengal, Madras, Cochin, Java. Die ei- bis birnförmigen Knollen ſind 2—3 cm lang, 1,5—2 cm breit, außen quergeringelt und mit den Narben der Seitentriebe verſehen. Das iſt die ſogenannte runde Curcuma der älteren Beſchreiber, der Hauptwurzelſtock. Gewöhnlich findet man die Handelsware aus den Seitentrieben zuſammengeſetzt, die bis 6 cm lange, walzenrunde, gerade oder knieförmig gebogene, oft kurze Aeſte tragende, längsrunzelige Stücke darſtellen; alle Stücke ſehr dicht, ſchwer, hart, faſt hornartig, außen grau, auf der Bruchfläche wachsartig, orange bis guttigelb; ſie ſchmecken feurig gewürzhaft und färben den Speichel gelb. In den Parenchymzellen findet ſich ein von dem Farbſtoff gelb gefärbter Kleiſterballen, vereinzelt ein dunkler, gelb gefärbter Harzkörper. Kalilauge färbt das Pulver braunrot. (Ausführliche Beſchreibung ſ. in Tſchirch, Anatom. Atlas, Leipzig 1900, Taf. 24, S. 99.) Der gelbe Farbſtoff (Curcumin, Curcumagelb), auf ziemlich umſtändliche Weiſe rein in einer Menge von $^1/_3$—$^1/_2$ % gewonnen, bildet rhombiſche gelbe, im reflektierten Lichte blau ſchimmernde nicht ſublimierbare Kriſtalle, die in Aether und Weingeiſt leicht, in Alkalien mit rotbrauner Farbe ſich löſen; verdünnte Säuren ſtellen die urſprüngliche gelbe Färbung wieder her, daher die Verwendung zu Curcumapapier als Indikator für Alkalien und Borſäure. Beſonders charakteriſtiſch iſt die Reaktion mit Borſäure. Curcumapapier zeigt, mit Borſäure behandelt, anfangs keine Veränderung; beim Trocknen in mäßiger Wärme tritt eine rote Färbung ein, die durch verdünnte Alkalien (Ammoniak) ſich vorüber-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehend in Blau umwandelt. Die Gilbwurzel wird zum Färben von Papier, Leder, Holz, Metallfirnissen u. dergl. verwendet.

3. Krapp (Krappwurzel, Färberröte, Racine de Garance), die getrockneten unterirdischen Teile von Rubia tinctorum *L.*, einer in Frankreich, Holland, Südungarn, Schlesien u. s. w. im großen angebauten Rubiacee. Man unterscheidet im Handel Levantiner (türkischen), Holländer, Elsässer und französischen Krapp. In England wird die ostindische Färberröte von Rubia cordifolia *L.* (Munjit oder Manjith) verwendet, die anstatt des Alizarins das Munjistin enthält. — Gegenwärtig ist der Anbau außerordentlich zurückgegangen, weil die synthetische Darstellung der Krappfarbstoffe fabrikmäßig betrieben wird. Die Handelsware besteht aus verschieden langen, bis 1 cm dicken Stücken, deren weiche, leicht abblätternde schokoladebraune Borke eine dunkle Innenrinde und den starken orange- bis ziegelroten Holzkörper umgibt. Der Zellinhalt der frischen Wurzel bildet eine gelbe Flüssigkeit, eingetrocknet gelbe formlose Massen, die hauptsächlich Rubierythrinsäure darstellen. Erst in getrockneten und länger aufbewahrten Wurzeln entstehen daraus (wohl durch die Wirkung eines Enzymes (Erythrozym) gelbe und rote Körper, die sich in Alkalien mit purpurvioletter Farbe lösen und die eigentlichen Farbstoffe darstellen, auf denen das Färbevermögen des Krapps beruht. Es sind dies zwei bekannte Körper der Anthracenreihe, das Alizarin (vgl. Bd. 1, S. 134 ff.) und das Purpurin. Dieselben werden jetzt größtenteils synthetisch dargestellt. Nach andern Angaben soll das Alizarin in der frischen Wurzel als Alizarinkarbonsäureglykosid enthalten sein, auch dürfte das zweite Glykosid das des Pseudopurpurins und nicht des eigentlichen Purpurins sein. — Krapp (sensu strictiori) ist die gereinigte und gepulverte Wurzel; mit der Borke gemahlen, gibt sie den unberaubten, ohne diese den beraubten Krapp. Obwohl man früher mit Krapp auch direkt färbte, so hat man doch sehr bald aus dem Krapp Präparate hergestellt, welche die Farbstoffe in viel ausgiebigerer Menge enthielten; solche Krapppräparate sind die Krappblumen, das Garancin und Garanceux und die Krappextrakte. Nur das Garancin hat heute noch einige Bedeutung und wird folgendermaßen bereitet. Der Krapp wird mit einer schwachen Säure behufs Zerlegung der Glykoside behandelt (die ablaufende zuckerhaltige Flüssigkeit dient zur Gewinnung des Krappspiritus) und der Rückstand mit konzentrierter Schwefelsäure erwärmt, um die organisierten Bestandteile zu zerstören und die Zerlegung der Glykoside zu vervollständigen. Der in Wasser gebildete Niederschlag gibt, ausgewaschen und getrocknet, das fast sechsmal stärker färbende Garancin (vgl. Krapppräparate). Krapplacke sind Gemenge von Alizarin- und Purpurintonerde, die durch Kochen von Garancin (1 Teil) mit etwa zweiprozentiger Alaunlösung (20 Teile) hergestellt werden; das Filtrat fällt man mit Ammoniak, Soda oder Pottasche, je nach der gewünschten Farbnuance. Die Krapplacke lösen sich in Alkalien mit roter Farbe und sind dauerhafte, echte, schöne Malerfarben. Purpurlack ist ein dunkelroter Krapplack. Eine andre Art von Purpurlack s. weiter unten bei Rothölzer.

4. Sauerdornwurzel (Berberitzenwurzel, Weinschärling), die holzige Wurzel von Berberis vulgaris *L.*, einem durch ganz Europa verbreiteten Strauche, enthält das Berberisgelb (vgl. Bd. 1, S. 691), das noch in vielen andern Pflanzen vorkommt, so in indischen Berberisarten, in der Rinde von Coelocline (Xylopia) polycarpa *D. C.*, im Holze von Xanthorrhiza apiifolia *l'Hérit.*, in der Wurzel von Hydrastis canadensis *L.*, Coptis Teeda *Wall.* und Coptis trifolia *Salisb.* („Golden-thread"), in der Rinde von Geoffroya jamaicensis (daraus zuerst 1824 dargestellt und Jamaicin genannt), Xanthoxylum clava Herculis u. a. Die Colombowurzel enthält kein Berberin, wie früher allgemein angenommen wurde. Die Grundlage der Farbe ist das Alkaloid Berberin $C_{20}H_{19}NO_5$, ein hellgelbes, aus Kristallnadeln bestehendes, stark und anhaltend bitter schmeckendes Pulver, in heißem Wasser und Alkohol leicht löslich, unlöslich in Aether, Schwefelkohlenstoff und Steinöl; verdünnte Lösungen sind schön hellgelb, konzentrierte gelbbraun; es ist wahrscheinlich ein Derivat des Isochinolins, somit ein natürlich vorkommender Chinolinfarbstoff, der sich nach Art der basischen Anilinfarbstoffe auf der Faser fixiert (v. Höhnel nach Vietzky, Chemie der organ. Farbstoffe, 1897, S. 263). Das im allgemeinen wenig haltbare Berberisgelb sowie einige Salze des Berberins werden zum Gelbfärben des Leders und Holzes benutzt.

B. Rinden.

5. Quercitronrinde von der nordamerikanischen Färbereiche (Quercus tinctoria *Willd.*). Die Rinde besteht größtenteils nur aus Mittel- und Innenrinde, da die schwarze das Färbungsvermögen sehr beeinträchtigende Außenrinde abgehobelt wird. Zu uns kommt die Quercitronrinde gewöhnlich gemahlen und erscheint dann als ein Gemenge pulveriger und faseriger Partikel; die Elemente der Mittelrinde sowie die Bastparenchymzellen werden von Kalilauge zitronengelb gefärbt. Die wichtigsten Handelsorten heißen nach den Stapelplätzen New York, Baltimore und Philadelphia. Das Färbevermögen der Rinde ist viermal so groß als das des Gelbholzes und acht- bis zehnmal so groß als das des Wau; es ist daher die Quercitronrinde eines der wichtigsten pflanzlichen Farbmaterialien. Der gelbe Farbstoff der Quercitronrinde ist das Quercitrin $C_{21}H_{22}O_{12}+H_2O$ (auch im chinesischen Tee, im Sumach), ein Glykosid, das beim Kochen mit verdünnten Säuren in Quercetin und Isodulcit zerfällt; aber schon in der Handelsware ist in der Regel Quercetin zufolge einer Selbstzersetzung des Quercitrins enthalten. Quercitrin bildet gelbe glänzende Blättchen, ist in siedendem Wasser, in kaltem und heißem Alkohol löslich, am leichtesten in wässerigen Alkalien, in Ammoniak und in warmer Essigsäure, unlöslich in Aether. Das Quercetin $C_{15}H_{10}O_7$ ist ebenfalls ein gelber Farbstoff, der feine hellgelbe Nadeln darstellt, in kaltem Wasser nahezu unlöslich, in 20 Teilen kaltem absolutem Alkohol, besonders leicht in verdünnten Alkalien löslich ist. Von der Quercitronrinde kennt man zwei Präparate, das Quercitronextrakt, das viermal stärker als die Rinde färbt, und das Flavin mit 16 mal stärkerer Färbekraft. Das letztere besteht im wesentlichen aus Quercetin und wird dargestellt, indem man die Rinde mit alkalisch gemachtem Wasser auskocht und diese Lösung hierauf mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verdünnter Schwefelsäure (oder Salzsäure) behufs Zerlegung des Glykosids in Quercetin und Isodulcit kocht. Das bräunliche Quercetin scheidet sich aus und wird durch Abpressen von der Flüssigkeit befreit. Auch die Rinde vom Sauerdorn (s. 4.), in Frankreich Sapine vinette genannt, wird zum Gelbfärben verwendet und in einzelnen Gegenden von Mittel- und Südeuropa gesammelt.

C. Hölzer.

Man unterscheidet Rot-, Blau- und Gelbhölzer; die ersteren sind ziemlich zahlreich vertreten, in ihrer Bedeutung aber außerordentlich verschieden. Sie sind mit Ausnahme des Fisetholzes (und des Sauerdorns) größtenteils exotische Stamm(Kern)hölzer, kommen in losen Blöcken, Knitteln oder Prügeln oder auch in Scheiten zur Versendung und werden in den Farbholzmühlen zerkleinert; deren Produkte sind: hirngeschnittenes, geraspeltes und gemahlenes Holz; außerdem noch Späne, Locken, Nadeln, Pulver. Diese Ware unterliegt einer Fermentation in dunkeln luftigen Räumen unter Benetzung mit Wasser, wodurch die Farbstoffe fertig gebildet, d. h. die Chromogene in die Farbkörper selbst umgewandelt werden. Die Farbstoffe sind vornehmlich im Innern der Zellen entstanden und infiltrieren die Zellmembranen; nicht selten bilden sie auch schollige oder krümelige Inhaltskörper der Zellen. Die Farbstoffe müssen mit Hilfe von Beizen auf der Faser fixiert werden. Sehr häufig (immer zum Zeugdruck) bedient man sich der Extrakte.

6. Rothölzer. Die eigentlichen (echten) Rothölzer stammen von Caesalpinia-Arten; die beste Sorte ist das Fernambukholz (Pernambuk, Brasilholz, Nicaragua wood), das Kernholz von Caesalpinia echinata *Lam.* aus Brasilien. Das sehr schwere harte rote bis rötlichbraune Holz zeigt zerstreute, von einem hellen Gewebe (Holzparenchym) umgebene Gefäßporen und mit freiem Auge unkenntliche Markstrahlen. Es enthält das Brasilin $C_{16}H_{14}O_5$, das Chromogen des Fernambukfarbstoffes; dieses löst sich in Natronlauge karminrot und oxydiert zu Brasilein $C_{16}H_{12}O_5 \cdot H_2O$; durch Behandlung des brasilinhaltigen Holzes mit einem Alkali erhält man eine rote Lösung, die ein Salz des Brasileins (in Lösung) darstellt. Säuren fällen violett. Die Färbung mit diesem und andern Rothölzern ist nur unecht, so daß man dieselben nur zur Herstellung von Mischfarben, besonders von Braun, benutzt. Brasilein färbt mit Tonerdebeizen rot, mit Eisenbeizen violett. — Von andern Caesalpinia-Arten (C. crista *L.*, C. bijuga *Sw.*, C. brasiliensis *Sw.* u. s. w.) kommen Rothölzer unter verschiedenen Namen wie Brasiletto-, Jamaika-, Bahia-, Lima-, Costarica-, St. Martha-, Coulteriarotholz (letzteres soll von Caesalpinia [Coulteria] tinctoria *Beuth.* abstammen), die weit weniger als das Fernambukholz geschätzt sind. Das Sappanholz (ostindischer Fernambuk, ostindisches Brasilholz, asiatisches Rotholz), das braun-, orange- bis ziegelrote Kernholz von Caesalpinia Sappan *L.*, kommt von Vorderindien (Ceylon), Siam und Java, besitzt einen starken Markzylinder, helle, gelbe, von einem Streifchen umgebene Gefäßporen und sehr feine, mit freiem Auge kenntliche Markstrahlen. Der Farbstoff ist der des Fernambukholzes. Auch das Coulteriaholz von Coulteria tinctoria *Kurth.* enthält Brasilin. Das rote Sandel(Santel)holz, Kaliaturholz, ist das Kernholz von Pterocarpus santalinus *L. fil.* und kommt von Ostindien, Ceylon und den Philippinen zu uns (zumeist aus Madras), wo es geschnitten, geraspelt und gemahlen wird; das feinste Pulver heißt Flugsandel. Es hat eine blutrote Färbung, zeigt am Querschnitt helle, konzentrisch verlaufende Linien, die dem tangential entwickelten Holzparenchym entsprechen und die großen zerstreuten Gefäßporen miteinander verbinden. Das harte und schwere Holz dient zum Färben in Rot, ferner mit andern Holzfarben für braune, bronzeartige und braungrüne Farben. Alkoholische Extrakte dienen zum Färben von Likören, Zuckerbäckerwaren, Tinkturen. Das in Wasser unlösliche Farbstoffgemenge läßt sich mit Weingeist in blutroter, mit Alkalien in violetter Lösung ausziehen. Alkalische Lösungen dienen daher als Färbemittel, besonders für Wolle, die dann in ein saures Bad kommt, um die Farbstoffe zu fixieren; Säuren schlagen nämlich letztere aus der alkalischen Lösung nieder; ein andres Färbeverfahren verwendet unmittelbar das Holzpulver, indem dieses mit Wasser und der zu färbenden Wolle einfach gekocht wird, wobei ein reines Rot ohne violetten Stich auftritt; Beizen erhöhen die Schönheit der Farbe. — Pterocarpus gabonensis liefert das Gabonsandelholz. Der Farbstoff des Sandels ist das Santalin, über dessen chemische Konstitution noch keine übereinstimmenden Angaben gemacht werden: $C_8H_6O_3$ oder $C_{15}H_{14}O_5$ oder $C_{16}H_{13}(OH)O_5$ u. s. w. Die Weidelsche Formel $C_{14}H_{12}O_4$ gilt für den aus der Aetherlösung gewonnenen roten Körper mit grüner Fluoreszenz. Denselben Farbstoff besitzen auch die als Cambaholz (Camwood, Barwood) bezeichneten Hölzer von Baphia nitida *Afzel.* Eigentümliche, in Form von Farblacken hergestellte Farbmaterialien sind die sogenannten Kugellacke, deren feinste, auch als Malerfarbe geschätzte Qualität Wiener Lack (Karmoisinlack) heißt. Jedenfalls gehen jetzt sehr verschiedene Produkte unter diesem Namen. Eine Rotholzabkochung wird mit Kreide, Alaun und Stärke bis zum Fällen des Farbstoffes digeriert; der aus Brasileintonerdelack, Gips und Stärke zusammengesetzte Niederschlag wird in Kugeln geformt und getrocknet. Diese Sorte heißt auch Florentinerlack. Oder es wird Cochenille in ähnlicher Weise behandelt (Wiener Lack). Die geringsten Qualitäten enthalten neben Farblack nur Stärke. Eine Form des Florentinerlackes ohne Stärke und ohne Gips, dafür mit arsenikhaltigem Kali dargestellt, heißt unechtes Cochenillerot oder Purpurlack.

7. Blauholz (Blutholz, Braunholz, Kampecheholz, Logwood, bois d'Inde), das blutrote Kernholz von Haematoxylon campechianum *L.*, kommt von der Westküste Yukatans (spanisches Blauholz), von Honduras (beste Sorten) und von Westindien (Jamaika, Martinique, Guadeloupe, St. Domingo). Das Holz ist hart, schwer, leicht spaltbar, am Querschnitt mit ungleich breiten helleren und dunkleren Zonen; Gefäßporen mit oder ohne kurze wellenförmige Holzparenchymstrichelchen; Markstrahlen sehr fein und genähert. Das Färbevermögen verdankt das Blauholz dem Hämatoxylin $C_{16}H_{14}O_6 \cdot 3H_2O$, einem kristallisierenden farblosen Chromogen, dessen Verbindungen mit Basen farblos sind, aber an der Luft Sauerstoff aufnehmen, wodurch das Hämatoxylin

in Hämatein $C_{16}H_{12}O_6$ übergeht; dieses gibt mit Ammoniak eine braunviolette, mit Natron eine purpurrote Lösung. — Blauholz gibt mit Tonerdebeizen ein Grauviolett, mit Kupferbeizen ein dunkles Blau, die Farben sind unecht; viel wichtiger ist die Anwendung des Blauholzes zum Schwarzfärben (in Verbindung mit Eisen-, Kupfer- und Chrombeizen). Auch in der Möbel- und Kunsttischlerei erfährt Blauholz eine ausgedehnte Verwendung. — Aus Blauholz werden flüssige und feste Extrakte, besonders reine unter dem Namen Hämatein hergestellt. Solche Extrakte, die durch Kochen des Blauholzextraktes mit Kupfer-, Eisen- oder Chromsalzen unter Zusatz von Oxalsäure fabriziert werden, führen den Namen Indigoersatz, Noir impérial, Azotine und färben ungebeizte Wolle direkt echtschwarz. Das aus Kampecheholz erzeugte Extrakt kommt sowohl in flüssiger wie in fester Form vor. Ersteres bildet eine schwärzliche, sirupdicke, in Wasser lösliche Masse mit kräftigem Färbevermögen und wird als Kampechekarmin bezeichnet. Feste Extrakte sind glänzende, pechähnliche, in kantige Stücke leicht zerbrechende bläulich- oder bräunlichschwarze Massen von verschiedener Löfungsfähigkeit in Wasser. Die Extrakte sind bedeutende Handelsartikel (meist zum Schwarzfärben), unterliegen vielfachen Verfälschungen (durch billige Gerbstoffextrakte, Melasse, Dextrin, ausgezogene Gerberlohe, Erde, Sand u. dergl.) und müssen daher auf ihren Wert bestimmt werden; dies geschieht mittels Hautpulver, das der Extraktlösung den Blaufarbstoff quantitativ entzieht (Schneider, 1891), oder man prüft auf Melasse und Dextrin nach den bekannten Methoden; auch das Probefärben ist notwendig. Blauholz ist auch ein zur Tintenerzeugung viel verwendeter Rohstoff.

8. Gelbhölzer. Hierher gehören das echte Gelbholz und das Fisetholz. Das echte Gelbholz (Fustik, alter Fustik, Futeiba, Fustete, gelbes Brasilienholz, Bois jaune) ist das Kernholz von Chlorophora tinctoria (*L.*) *Gaud.* (Maclura tinctoria *Don.*); die meiste Ware kommt von Kuba, Domingo, ferner liefern auch Karthagena, Tabasco, Tampico. Das Holz ist schwer, hart, schmutzig zitronengelb, dunkelt bis braun nach; am Querschnitt verschieden breite Zonen, in bräunlicher Grundmasse zarte, wellenförmig verlaufende gelbe Linien. Mit Kalilauge oder Ammoniak betupft, wird die frische Schnittfläche orangegelb; mit Salzsäure behandelte und erwärmte Stücke färben sich dunkelviolett. Im Gelbholz sind zwei kristallisierbare Körper, das Morin $C_{15}H_{10}O_7 \cdot 2H_2O$ und die Moringerbsäure oder das Maclurin $C_{13}H_{10}O_6$ enthalten; die färbende Wirkung des Gelbholzes übt nur das Morin aus, aber auch das Maclurin gibt mit Ammoniumvandanat eine grünlichschwarze Farbe (Maclurintinte). Gelbholz wird hauptsächlich zur Herstellung von Mischfarben (z. B. mit Indigo zu Sächsischgrün, zu braunen und olivgrünen Farben) verwendet. Dasselbe gilt auch für das Extrakt. — Das ungarische Gelbholz (Fiset-, Viset-, Fustelholz, junger Fustik), das Kernholz des im Mittelmeergebiet einheimischen Perückenstrauches Cotinus Coggygria *Scop.* = Rhus Cotinus *L.*, venetianischer Sumach). Von Morea und den Ionischen Inseln kommt die beste Sorte. Das Holz ist mäßig hart (nach Wilhelm „ziemlich weich"), leicht, gut spaltbar, seidigglänzend, zeigt am Querschnitt deutliche Jahresringe, gelbe oder gelbgrüne Kreisringe, abwechselnd mit braunen Zonen. Mit Kalilauge betupft, wird das Holz karmin- bis blutrot; Ammoniak und konzentrierte Schwefelsäure verursachen braunrote, Salzsäure zinnoberrote Färbungen. Es enthält das Glykosid Fustin, aus dem durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure der gelbfärbende Körper, das Fisetin $C_{15}H_{10}O_6 + 4H_2O$, gewonnen wird. Dieses ist in warmem Wasser teilweise, in Alkohol leicht löslich, kristallisiert daraus in zitronengelben Nädelchen und zeigt die obenangegebenen Reaktionen. Fisetholz dient zum Gelbfärben der Wolle und des Leders; auch lebhafte Bronze- und Chamoisfarben auf Wolle werden daraus dargestellt (unter Anwendung von Tonerde- und Zinnbeizen).

D. Kräuter und Blätter.

Der in allen grünen Pflanzenteilen enthaltene Farbstoff, das Chlorophyll, findet nur geringe Anwendung zum Färben von Fetten, Tinkturen, Salben u. s. w.

9. Wau (Färberresede, Gelbkraut, Gilbkraut, romanisches Kraut, Reseda luteola *L.*) wurde besonders in England (Essex), Frankreich und Deutschland (Provinz Sachsen, Württemberg, Bayern) viel kultiviert; jetzt ist der Anbau sehr zurückgegangen, da die Quercitronrinde ein besseres Färbemittel darstellt; immerhin dient Wau noch zum Färben der Seide und zur Erzeugung des Schüttgelb. Das Kraut wird nach dem Blühen (im Verblühen) gesammelt und von der wertlosen Wurzel befreit. Der gelbe Farbstoff von Wau, das Luteolin $C_{15}H_{10}O_6 + 2H_2O$, feine, vierseitige Nadeln, in Alkohol und kochendem Wasser löslich, schwer löslich in Aether, unlöslich in kaltem Wasser, liefert mit Alkalien und Ammoniak tiefgelbe Lösungen und gibt mit Tonerde- und Bleisalzen gelbe Lacke. Sowohl mittels der Quercitronrinde und Gelbbeeren als auch mit Wau wird durch Behandlung der betreffenden Abkochungen mit Alaun und Kreide ein gelber Lack, das Schüttgelb, erzeugt. Feinere Sorten müssen von Gerbsäure frei sein, was dadurch erreicht wird, daß man die Farbabkochung zuerst mit Leimlösung fällt; auch sollen Gips- und Kreideanteile entfernt werden. Kreidefreies Schüttgelb mit Pariserblau gemischt gibt Schüttgrün. Vor der Einführung des Gelbholzes und der Quercitronrinde wurde auch der Färberginster (Genista tinctoria *L.*, in England G. anglica, im Banat G. ovata *W. et K.*) zum Gelbfärben verwendet.

10. Henna ist das Pulver der Blätter von Lawsonia alba *Lam.* (wohl auch Lawsonia inermis u. a.), das als orientalisches Kosmetikum zum Rotfärben der Fingernägel, Handflächen, Fußsohlen und Barthaare dient. In Indien wird sie auch zum Lederfärben, in Frankreich zur Darstellung schöner blauer und schwarzer Farben benutzt. Indische Henna („Mehndi") besteht nach Wiesner aus schwach verholzten dornigen Trieben, Blättern und Blattfragmenten. Die Blätter sind eiförmig, stachelspitzig, in den kurzen Blattstiel verschmälert, ganzrandig, lederig, 2 cm lang. Kalilauge gibt eine rote (mit den Blättern allein eine bräunliche) Lösung.

11. Waid (Isatis tinctoria *L.* und Isatis lusitanica *L.*), eine kahle, bläulich bereifte Crucifere, unten mit gestielten, oben mit pfeilförmigen stengelumfassenden Blättern und gelben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Blüten, war vor Einführung des Indigos eine wichtige Farbpflanze; sie enthält Indican. Gegenwärtig werden in Thüringen, Ungarn die sogenannten Waidkugeln zum Ansetzen der Waidküpe aus den gemahlenen und fermentierten Blättern angefertigt.

12. Indigo. Von den zahlreichen in den Tropen einheimischen Arten der Papilionaceengattung Indigofera werden behufs Gewinnung des Indigos kultiviert: Indigofera tinctoria *L.*, Indigofera Anil *L.*, Indigofera leptostachya *DC.* und Indigofera disperma *L.* (Ueber den Anbau vgl. Molisch, in Wiesner, Rohstoffe, 2. Aufl., I, S. 430.) Die über 1 m hohen Pflanzen von Indigofera tinctoria besitzen unpaarig gefiederte Blätter, in denen sich vornehmlich das Chromogen befindet. Die belaubten Zweige werden abgeschnitten, in Steinbassins gebracht und mit kaltem oder warmem Wasser extrahiert; es tritt das Glykosid Indican in das Wasser und wird durch aus den Pflanzenzellen stammende Fermente (und nicht durch Bakterien, wie man früher glaubte) in Indigweiß und Zucker gespalten. Nachdem das Wasser abgelassen, und das Extrakt in ein andres Bassin übergeleitet, wo es durch kreisende Klopfer in Bewegung und mit dem Luftsauerstoff in ausgiebige Berührung gebracht wird, wodurch das gesamte Indigweiß in Indigo in etwa zwei Stunden übergeführt wird. (Molisch l. c.). Dieser Rohindigo wird nun einer gründlichen chemischen Reinigung unterworfen, in kleine Ziegel gepreßt und getrocknet. Molisch hat nachgewiesen, daß die Indigofabrikation auf Java auf keinem Gährungsprozeß beruht, sondern ein rein chemischer Vorgang ist. — Auf Japan gewinnt man Indigo aus dem Färberknöterich, Polygonum tinctorium *Ait.*, mittels eines Gärungsprozesses (Rein, Japan, II, S. 205). Im Handel unterscheidet man sehr zahlreiche Sorten. Allen voran stehen der Bengalindigo (von Kalkutta exportiert) und der Javaindigo. Diesen beiden kommt der Guatemala-(amerikanische) Indigo nahe; weniger Bedeutung für den Handel haben ägyptischer Indigo, Indigo von Isle de France, vom Senegal, brasilianischer, Karolina-, Manila-, Madrasindigo. Zentren des Indigohandels in Europa sind London, Amsterdam, Hamburg, Bremen und Triest. Der (rohe) Handelsindigo bildet unregelmäßig kantige oder auch fast würfelförmige, dunkelblaue oder purpurviolette, geruch- und geschmacklose Stücke, deren Masse (in den guten Sorten) locker, auf der frischen Bruchfläche gleichförmig, feinerdig, matt und blau ist, mit einem glatten Körper gerieben einen bald gold-, bald kupferähnlichen Schimmer zeigt und auf Wasser schwimmt. In allen echten Indigosorten findet man die ┬-förmigen Haare des Indigostrauches (mikroskopisches Identitätskennzeichen). Die Handelsware enthält neben Indigblau, dessen Menge den Wert einer Sorte bedingt, noch mehrere organische Verbindungen, von denen insbesondere das Indigrot, Indigbraun und der Indigleim näher bekannt sind. Das Indigrot ist nicht wertlos für die Indigofärberei, sondern es vereinigt sich mit dem Indigblau auf der Faser, fixiert und schönt die Farbe. Das nach Abscheidung der genannten Nebenkörper verbleibende Indigblau ist noch immer nicht rein, sondern enthält oft sehr bedeutende Mengen von Kalk, Sand, Erde, die bei der wenig sorgfältigen Bereitungsweise des Indigos aus der Umgebung hineingelangt sind; vielleicht sind sie auch hier und da absichtlich zugesetzt (Verfälschung). — Indigblau ist unlöslich in Wasser, verdünntem Weingeist und Aether, löslich in Benzol, Anilin, Phenol, Chloroform, venetianischem Terpentin und einigen fetten Oelen, teilweise in kochendem Alkohol; es wird durch rauchende Schwefelsäure unter Bildung einer Mono- und Disulfonsäure aufgelöst, durch Reduktion in alkalischer Lösung (alkoholische Natronlauge und Traubenzucker, Eisenvitriol und Kalk) in Indigweiß ($C_{16}H_{12}N_2O_2$) übergeführt und läßt sich auch sublimieren. Auf diese Eigenschaften gründen sich die zahlreichen Methoden der Indigoprüfung. Auch das Färben mit Indigo beruht auf der Eigenschaft desselben, Indigweiß zu bilden; man stellt eine sogenannte Indigoküpe her, d. h. eine alkalische Lösung von Indigweiß (f. d.). Die Indigblaudisulfonsäure wurde früher zur Sächsischblaufärberei verwendet; jetzt bringt man das Natriumsalz dieser Säure unter dem Namen Indigkarmin in Verwendung. Baeyer in München hat den Indigo synthetisch dargestellt (aus Orthonitrozimmtsäure), und der künstliche Indigo macht dem natürlichen erhebliche Konkurrenz (vgl. Indigokarmin, Indigoküpen).

13. Chica (Chicarot, Kurukuru, Karajuru, Carucru) wird durch Auskochen (nach andern Angaben durch Gärung) der Blätter einer am Orinoko und in Nordbrasilien einheimischen Bignoniacee (Arrabidaea Chica [*H. et B.*] Bur) gewonnen. Angeblich soll der Farbstoff mittels der Rinde des „Arayane"-Baumes aus der Lösung gefällt werden. Er kommt in 15—20 cm im Durchmesser haltenden, 7—10 cm hohen Kuchen oder Kugeln von ziegel- bis zinnoberroter Farbe, in Palmholzkästchen verpackt, in den Handel, dient den Indianern zum Bemalen des Körpers und wird bei uns zuweilen zum Rot- und Gelbfärben von Baumwollgeweben benutzt. Chica enthält Chicarot $C_8H_8O_3$, das mit kochendem Alkohol oder Aether aus der Rohware extrahiert wird. Unlöslich in Wasser, wenig löslich in Aether, löslich in Alkohol, in Alkalien und Ammoniak. Die rote alkoholische Lösung der Chica wird durch Säuren gelb, durch Eisensalze braun, durch Bleizucker fleischfarbig; mit schwefliger Säure behandelt, entwickelt sich Schwefelwasserstoff (T. F. Hanausek). Salpetersäure oxydiert Chica zu Anissäure.

E. Blüten und Blütenteile.

14. Safran (Crocus). Die getrockneten Narben von Crocus sativus *L.* var. autumnalis, einer aus dem Orient stammenden Iridacee. Der Safran besteht aus einzelnen oder noch zu drei mit dem gelben Griffelende zusammenhängenden, vielfach verbogenen, trockenen, zum größeren Teile fadendünnen, am oberen (freien) Ende trichterförmig erweiterten und dasselbst fein gekerbten, an der Innenseite aufgeschlitzten, 2—3 cm langen purpurbraunen Narben. Er hat einen sehr starken eigentümlichen Geruch, gewürzhaft bitteren Geschmack und färbt den Speichel orangegelb. Als Handelssorten sind der französische und spanische anzuführen, der österreichische (die beste Sorte) hat keine Bedeutung mehr. Gute Ware soll möglichst frei von den gelben Griffeln (Feminell) sein. Verfälschungen sind allüberall reichlich im Schwange und sehr mannigfaltig. Echter Safran ist so ausgiebig, daß 0,001 g Safran noch 3 l Wasser schön gelb färbt; in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

konzentrierter Schwefelſäure umgibt ſich ſofort jedes Safranpartikel mit einer blauen Zone. Der Farbſtoff, Crocin (früher Polychroit genannt, weil die von Schwefelſäure verurſachte blaue Färbung ſich in eine rotviolette und braune verändert), bildet ein rotes Pulver und iſt ein der Carotinreihe angehöriges Glykoſid, das beim Kochen mit Säuren ſich in Crocetin und Zucker ſpaltet. Außerdem enthält Safran noch das farblos kriſtalliſierende Picrocrocin, einen Kohlenwaſſerſtoff der Methanreihe, Wachs, Fett, ein ätheriſches ſauerſtofffreies Oel (Safranterpen $C_{10}H_{16}$), Zucker und mineraliſche Stoffe. Wilder Safran heißen ſowohl die Narben andrer Crocusarten (z. B. Crocus vernus) als auch die Blüten von Saflor. Safran dient hauptſächlich zum Färben von Suppen, Tinkturen, Oelen, Salben, Likören, Gebäcken; feine Anwendung als Gewürz hat ungemein abgenommen. Aehnlich riechende Erſatzmittel ſind die Blüten von Tritonia aurea *Pappe* (Iridaceae) und von Lyperis crocea *Eckl* (Kapſafran, Serophulariaceae). Ueber Verfälſchungen ſ. T. F. Hanauſek, in Kronfeld, Geſchichte des Safrans, Wien 1892, und A. v. Vogl, Nahrungs- und Genußmittel, Wien 1899, S. 359.

15. Saflor (Safflor, falſcher Safran, Baſtardſafran), die Blüten von Carthamus tinctorius *L.*, einer im Orient einheimiſchen, vielfach angebauten Kompoſite. Aus den Blütenkörbchen der diſtelähnlichen Pflanze werden nach dem Abſtauben der Staubbeutel die Blüten (ohne Fruchtknoten) herausgepflückt und entweder einfach getrocknet (Spanien) oder zwiſchen Mühlſteinen zerdrückt und mit Waſſer ausgewaſchen (um den gelben Farbſtoff zu entfernen [Aegypten] oder nur ausgewaſchen und ausgepreßt (Perſien, Indien) und in flachen, ſcheibenrunden Kuchen in den Handel gebracht. Die Blüte beſteht aus einer ca. 25 mm langen fadenförmigen hochroten Röhre mit einem fünflappigen Saum, aus der die Antherenröhre mit dem Griffel hervorragt. Die beſten Sorten kommen von Bengalen und Ungarn, viel produzieren auch Aegypten, China, Japan, Mittel- und Südamerika, geringere Mengen liefern Spanien, Frankreich, Italien. Neben einem zu 20—30% enthaltenen, für die Färberei wertloſen gelben Farbſtoff, dem Saflorgelb, enthält Saflor 0,3—0,6% roten Farbſtoff, das Carthamin, Saflorkarmin oder Saflorrot (Spaniſch Rot, rouge végétale), $C_{14}H_{16}O_7$; es iſt unlöslich in Waſſer und Aether, löslich in Alkohol und in Alkalien. In den Handel kommt es als Saflorextrakt in Teigform; läßt man den Teig in dünnen Schichten auf glatten Flächen (Tellern) trocknen, ſo erhält man dünne, gelbgrün metalliſch glänzende Kruſten, das Teller- oder Taffenrot. Mit Talk gemiſcht, gibt es eine bekannte Rotſchminke. Saflor färbt nur unecht, feine Anwendung in der Seiden- und Baumwollfärberei iſt daher nur ſehr beſchränkt.

16. Tournefol iſt der in den Blumenblättern und Früchten der Euphorbiacee Crozophora (Croton) tinctoria *A. Juss.* enthaltene rote Farbſtoff, der in Südfrankreich gewonnen wird. In früherer Zeit wurde der Saft der grünen Teile zur Gewinnung des Farbſtoffes verwendet. In den ausgepreßten Saft werden Leinwandlappen eingetaucht und hierauf in einer ammoniakhaltigen Atmoſphäre getrocknet; gewöhnlich hängt man ſie in Pferdeſtällen oder über mit Kalk verſetztem Harn auf. Dieſe Lappen dienen in Holland zum Färben des Käſes, der Liköre u. ſ. w. Auch die ſogenannten Bezetten (Bezetta rubra, Schminkläppchen) enthalten denſelben Farbſtoff, im Orient Karmin; in neuerer Zeit enthalten Tournefol und Bezetten nach Unterſuchungen des Verfaſſers nur Braſilin (Fernambukrot).

17. Malven, die getrockneten Blüten von Althaea rosea *Cav.* (Pappelroſe, Stockroſe, Malva arborea), mit 6—9ſpaltigem Außen- und 5ſpaltigem Innenkelch, 5 ſehr großen, verkehrt herzförmigen, verſchiedenfarbigen Blumenblättern; die Pflanze wird bei uns in Gärten kultiviert; in den Handel kommen nur die ſchwarzvioletten, ſchwarzroten und dunkelbraunen Blumen (aus Deutſchland, Südoſteuropa, Ungarn). Der Farbſtoff, das Malvenrot (nach Glan ein mit Dextroſe verbundenes Protocatechuſäurederivat von glykoſidiſchem Charakter), iſt in Waſſer mit violetter Farbe, in Säuren mit roter, in Laugen mit gelber oder grüner bis brauner, in Kupferſulfat mit blauer Farbe löslich. Er dient hauptſächlich zum Färben des Weines.

F. Früchte und Samen.

18. Gelbbeeren. Darunter verſteht man die unreifen Früchte mehrerer Rhamnusarten und unterſcheidet folgende Sorten:

a. Deutſche Gelbbeeren (im reifen Zuſtande die Kreuzbeeren, Kreuzdornbeeren, Baccae Spinae cervinae) von Rhamnus catharticus *L.* Die Beeren ſind kugelig, erbſengroß, am Grunde von dem geſtielten ſcheibenrunden Unterkelch geſtützt, im reifen Zuſtande glänzend ſchwarz, mit bräunlichgrünem ſaftigem Fleiſche, in dem vier kreuzweiſe geſtellte einſamige Steinfächer eingeſchloſſen ſind; die Samen enthalten ein eingerolltes Nährgewebe und einen aufrechten gelblichen Keim. Der Saft des Fruchtfleiſches iſt dunkelgrün, wird durch Säuren rot, durch Alkalien gelbgrün, durch Eiſenſalze dunkelbraungrün gefärbt (Kreuzdorngrün). Aus den reifen Kreuzbeeren erzeugt man das Saftgrün (Beerengrün), indem man die Kreuzbeeren abkocht, mit Alaun eindampft und den Rückſtand mit etwas Indigkarmin verſetzt; läßt man den ſchwach vergorenen Kreuzbeerenſaft, mit Pottaſche und Alaun verſetzt, abdampfen, ſo erhält man ein grünes Extrakt, das, in Tierblaſen gefüllt, in Rauchfängen zum völligen Austrocknen aufgehängt wird und als Blaſengrün eine unſchädliche Saftfarbe darſtellt. Beſonders gereinigt heißt es auch Chemiſchgrün.

b. Perſiſche Gelbbeeren von Rhamnus oleoides *L.*, kugelig, 4—5 mm im Durchmeſſer, mit hellrotbrauner Innenſeite der Steinſchale.

c. Avignonkörner (Avignongelbbeeren, franzöſiſche Gelbbeeren) von Rhamnus infectorius *L.*, mitunter mit geringer Beimengung der Früchte von Rhamnus saxatilis *L.*; ſehr verſchieden groß, meiſt zwei-, ſelten drei- oder vierknöpfig, bräunlichgelb, feinkörnig-runzelig, ſtets kurz geſtielt; die Innenſeite der Fruchtwand rotgelb, lebhaft glänzend, der Same ſtrohgelb oder dunkelbraun, mit der ganzen Länge nach ſchmal klaffender Ritze und einem deutlichen hellbräunlichen ſtarkglänzenden Wulſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d. Ungarische, walachische, levantinische Gelbbeeren sind Gemische von Rhamnus saxatilis *L.* und Rh. infectorius. Beeren häufig zwei- bis dreifamig, fein gerunzelt, rotbräunlich. Die einzelnen Arten lassen sich am besten nach den Samen (Wiesner) unterscheiden, worauf hier nur hingewiesen werden kann.

e. Griechische Gelbbeeren von Rh. graecus.

Die Fruchtschale aller Gelbberen enthält zwei Glykoside, das Xanthorrhamnin und das Rhamnacinglykosid. Das Xanthorrhamnin (Rhamnin Steins, α-Rhamnegin Schützenbergers) besitzt die Formel $C_{48}H_{66}O_{22}$; es bildet goldgelbe Nadeln oder Tafeln, ist sehr leicht löslich in Wasser, Alkohol und Essigsäurehydrat, die wässerige Lösung ist goldgelb, die alkoholische blaßgelb; die Lösungen werden an der Luft braun. Gelbbeeren dienen zum Färben von Geweben, Garnen, Leder und Papier. Das Xanthorrhamnin ist kein eigentlicher Farbstoff, das färbende Element der Gelbbeeren ist vielmehr ein Spaltungsprodukt des Xanthorrhamnin, des sogenannten Rhamnetin (= Rhamnin *Fleury et Lefort*, Chrysorhamnin *Kane*), $C_{16}H_{12}O$, das auch schon in den unreifen Gelbbeeren enthalten ist; es ist ein zitronengelbes Pulver, in kaltem und heißem Wasser unlöslich, in heißem Alkohol wenig, in Alkalien leicht löslich mit gelber Farbe; es ist ein adjektiver Wollfarbstoff, der nur (mit Tonerdesalzen) gebeizte Wolle gelb, mit Eisen gebeizte schwarz färbt. Das Rhamnacinglykosid ist noch nicht isoliert worden, da man nur dessen Spaltungsprodukt, das Rhamnacin ($C_{17}H_{14}O_7$) kennt, das nur ein schwaches Färbungsvermögen besitzt. — Aus den Früchten von Rh. catharticus sind neuerlich verschiedene Körper dargestellt worden, von denen das Rhamnocitrin ($C_{13}H_{10}O_5$), das Rhamnolutin ($C_{15}H_{10}O_6$) und das Rhamnochrysin ($C_{13}H_{12}O_7$) gelbe Farbkörper darstellen. (Tschirch und Polacco.) — Die Gelbbeeren werden auch wie Quercitron oder Wau (auch im Gemisch mit diesen) zu Schüttgelb verarbeitet. Ueber den aus Rhamnus chlorophorus und Rh. utilis gewonnenen Farbstoff Lokao (Chinesisch Grün) s. Bd. 2, S. 439.

19. Chinesische Gelbschoten (chinesische Gelbbeeren, Whongshi) sind die Früchte von Gardenia florida *L.* und G. grandiflora *Lour.*, länglich eiförmige, 3—4 cm lange, vier- bis sechskantige, am Scheitel von den 4—6 bleibenden spitzen Kelchzipfeln (den Fortsätzen der Fruchtkanten) gekrönte, nach Safran riechende Früchte mit rotbrauner, zerbrechlicher Fruchtschale, die zahlreiche, in eine orangegelbe, in Wasser aufquellende Gewebsmasse (Pulpa) eingebettete Samen einschließt. Die Pulpa ist der Hauptträger des gelben Farbstoffes, der nach Rochleder und Mayer mit Crocin (Safranfarbstoff) identisch ist.

20. Orlean (Roucou, Uruku, Arnotta, Annotto), ein braunroter Teig, der die Samen von Bixa orellana *L.* und B. Urucana *Willd.* umhüllt und den äußersten Schichten der Samenschale angehört. Der Baum ist in Südamerika einheimisch, wird aber auch in West- und Ostindien kultiviert. Die reifen Samen werden in Wasser angeweicht und durch Abreiben von dem Teig befreit, oder es werden die Samen zu einem Brei gestoßen und dieser dann gären gelassen. Aussehen und Verpackung des Orleans sind nach seiner Provenienz verschieden. Cayenneorlean bildet große weiche, in Bananenblätter gehüllte Massen, ostindischer dünne trockene, dunkelrote Kuchen, brasilianischer und spanischer Orlean kommen in Körben in den Handel; mitunter sieht man auch trockene Rollen. Orlean ist dunkelrot, bitter und herbe schmeckend, fast geruchlos und löst sich in Alkohol, Aether, Alkalien und vielen Oelen fast vollständig, nur wenig in Wasser; Aschengehalt 12 %. Der rote Farbstoff, das Bixin, $C_{28}H_{34}O_5$, bildet sehr kleine, dunkelrote, metallglänzende Blättchen, die in kochendem Weingeist und Chloroform löslich sind. Außerdem ist in Orlean ein gelber in Wasser löslicher Farbstoff, das Orellin, enthalten. Orlean löst sich in konzentrierter Schwefelsäure mit blauer Farbe und ist eine schwache mit *Na*, *K* und NH_3 kristallinische Verbindungen bildende Säure. — Die Farben sind unecht; Orlean dient daher nur zum Färben von Butter, Käse, Gebrauchsgegenständen, ferner zum Nuancieren roter Farben; in Südamerika wird er von den Eingeborenen zum Bemalen des Körpers benutzt.

Außer den angeführten Farbkörpern finden noch Verwendung: Kermesbeeren, Alkermes, Pflanzenkermes, die roten Beeren von Phytolacca decandra *L.*; sie enthalten einen unschädlichen dunkelroten Farbstoff und werden zur Färbung von flüssigen Nahrungs- und Genußmitteln und Zuckerwaren verwendet; in den Früchten ist aber ein nicht unbedenklicher Körper enthalten, daher deren Anwendung in manchen Ländern verboten ist. — Maqui, Clou de Maqué, Makibeeren von Aristotelia Maqui *l'Herit.* Diese stammen aus Chile und finden wegen ihres roten Farbstoffes zum Färben von Wein (Frankreich), Likören und Zuckerwaren Verwendung (Bot. Zentralbl. 1889, Nr. 38, S. 689 ff.). — Heidelbeeren, die Früchte von Vaccinium Myrtillus *L.* und Holunderbeeren (schwarzer Holler) von Sambucus nigra *L.* — Zum Gelbfärben der Seide werden auch die Drüsen, welche die Früchte von Mallotus philippinensis *Müll.-Arg.* (= Rottlera tinctoria *Roxb.*, Ostindien bis Australien) bedecken und als Kamala in den Handel kommen, verwendet. Waras, Wurus, neue Kamala, falscher Safran heißen die ähnlich verwendeten Fruchtdrüsen von Moghania rhodocarpa *O. Ktze.* (Flemingia), die von Ostafrika kommen.

G. Farbflechten.

Solche sind Roccella tinctoria *D.C.* (Mittelmeerküste von Westeuropa und Afrika), R. fuciformis *D.C.* (Atlantische Küsten von Großbritannien, Frankreich, Portugal, Spanien; Mittelmeergebiet), R. phycopsis *Achar.*, R. Montagnei *Bel.*, R. peruensis *Krphbr.* und einige weniger wichtige R.-Arten; ferner Ochrolechia tartarea *Massal.* (= Lecanora tartarea *Ach.*), O. parella *Mass.*, erstere in Nordeuropa und Nordamerika vorkommend, letztere in der Auvergne; endlich ist noch Pertusaria communis *Fr.* anzuführen, aus der im Rhöngebirge und in den Pyrenäen Lackmus bereitet wird (Vogl). Im Handel heißen die Ochrolechiaarten „Orseille de terre". Die Roccellaflechten sind die Kräuterorseille oder „Orseille de mer". In den Farbflechten sind gewisse „Flechtensäuren" enthalten, die bei trockener Destillation oder durch Behandlung mit Alkalien, z. B. durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kochen mit Kalkwasser (bei Luftabschluß) Orcin (Dioxytoluol, ein Phenol von der Zusammensetzung $C_7H_8O_2$) oder das homologe β-Orcin geben. Aus diesem entsteht der Hauptbestandteil des Orseillefarbstoffes, das Orcein ($C_7H_7NO_3$) in Gegenwart von Ammoniak und Luftsauerstoff. Der sogenannte Orseillekarmin ist fast reines Orcein. — Auch das Azolitmin (s. unten Lackmus) ist ein Abkömmling des Orcins. Wird diese Prozedur mit Ammoniak allein ausgeführt, erhält man Orseille, wird noch Pottasche hinzugefügt Lackmus. Man kann also aus allen genannten Flechten beide Farbkörper gewinnen, aber gegenwärtig dienen die Roccellaarten zur Orseillegewinnung, Roccella tinctoria, R. fuciformis und Ochrolechia tartaea zur Lackmusgewinnung.

21. Orseille ist ein bläulicher oder rötlicher Teig von eigentümlichem Geruch und alkalischem Geschmack, der offen aufbewahrt werden muß. Die Methoden der Orseillegewinnung sind sehr verschieden; früher benutzte man faulenden Harn und Aetzkalk, später statt des ersteren wässerigen Ammoniak oder Gaswasser. Die zerkleinerten Flechten werden mit Ammoniakwasser befeuchtet und an der Luft stehen gelassen, wobei sich der Farbstoff entwickelt, oder es werden die Flechten mit Kalkwasser und verdünnter Natronlauge ausgezogen, die Auszüge mit Salzsäure gefällt und die Fällungen in ammoniakalischer Lösung an der Luft stehen gelassen. Aus Orseille erzeugt man durch Extrahieren mit Wasser und Eindampfen ein reineres Produkt, den Orseillekarmin. Wird Orseille getrocknet und zu einem feinen violetten Pulver zermahlen, so erhält man Orseilleviolett, Persio oder Cudbear (Glasgow), auch roter Indigo genannt. Ein besonders schönes Präparat ist Guinons- oder französischer Purpur (Pourpre français). Die Darstellung beruht auf der Abscheidung der Flechtensäuren. Nach Benedikt übergießt man die Färbeflechten mit Ammoniak, preßt nach einigen Minuten aus und fällt mit Salzsäure. Der Niederschlag wird in Ammoniak gelöst, die Lösung nur so lange der Luft ausgesetzt, bis sie kirschrot geworden ist, und dann längere Zeit gekocht. Hierauf entwickelt man die Farbe bei 70—75°, indem man die in Tassen ausgegossene Lösung in einen auf diese Temperatur geheizten Trockenraum bringt. Durch Fällen mit Chlorcalcium trennt man den Farbstoff, der als Kalklack niederfällt, von einer roten Säure, die in Lösung bleibt. Der Kalklack wird getrocknet und kommt als solcher in den Handel. Er enthält einen einzigen Farbstoff, während die anderen Orseillepräparate aus Mischungen von mehreren Farbstoffen bestehen. — Orseille gibt wohl sehr feurige, satte Farben, sie besitzen aber keine vollkommene Lichtechtheit; Orseille ist nur für Seide und Wolle, nicht aber für Baumwolle brauchbar und färbt substantiv.

22. Lackmus (lacca musci), wird aus den obengenannten Flechten dargestellt, indem diese gemahlen, mit Ammoniumkarbonat oder Harn und Pottasche gemischt und an der Luft stehen gelassen werden. Nach einigen Wochen erscheint der Brei tief blau, wird nun mit Gips oder Kreide gemischt und nach Durchsieben in die bekannten Würfel geformt, die im Schatten zu trocknen sind. Diese Würfel sind leicht, matt, dunkelblau, leicht zerreiblich, im Bruche erdig und entwickeln beim Erwärmen Ammoniumkarbonat. Die im Lackmus enthaltenen Farbstoffe entstehen so wie die der Orseille. Der wichtigste heißt Azolitmin, $C_7H_7NO_4$. Sie sind im freien Zustande rot, ihre Salze dagegen blau, daher werden die Lackmuslösungen durch Säuren rot, durch Alkalien blau gefärbt und stellen den bekanntesten Indikator auf diese chemischen Körper dar. Lackmus dient demnach zur Bereitung von Lackmuspapier, Lackmustinktur, ferner zum Färben von Nahrungs- und Genußmitteln.*)

H. Harze und Extrakte.

23. Gummigutti (Gummi-resina Gutti, Gutti, Gamboge), ist der eingetrocknete gelbe Milchsaft (Gummiharz) der in Südasien einheimischen Guttifere Garcinia Morella *Desr.* Man unterscheidet das weit bessere Röhren- und das Schollengutti. Ersteres wird gewonnen, indem das aus Einschnitten (in die Baumrinde) ausfließende Harz in Bambusröhren aufgesammelt wird, bis das Rohr etwa nach ½—1 Monat angefüllt ist, worauf die Rohre am Feuer getrocknet werden und ihr Inhalt herausgeschält wird. Dieses Röhrengutti kommt als Siamgutti von Bangkok und Saigun über Singapore in den Handel. Es bildet 3—5 cm dicke, bis 20 cm lange, walzenförmige, längsgestreifte, orangebraune, harte und dichte, scharf schmeckende Stangen, deren Bruch großmuschelig, harzglänzend und deren Strich hellgelb ist. Mit Wasser gibt Gutti eine schöne feuriggelbe Emulsion, die, im Mikroskope betrachtet, die molekularen Harztröpfchen in lebhaftester Bewegung (Brownsche Molekularbewegung) zeigt; Ammoniak färbt zuerst rot, dann braun, nach Zusatz von Säuren wird die Lösung entfärbt und bildet ein gelbes flockiges Sediment. Gutti enthält 80% Harz und 20% Gummi. Nach M. Lewinthal (Diss. Bern 1900) besteht die Masse aus 77% Harz, 16% Gummi, 7% Verunreinigungen; vom Harz sind 67% durch Bleiacetat nicht fällbar. Auf Ceylon gewinnt man das Schollen- oder Kuchengummigutti, indem man die Rinde streifenweise ablöst und jeden Morgen den ausgetretenen Milchsaft abkratzt. Es ist unreiner. Gutti dient als drastisches Abführmittel, gibt eine gute und dauerhafte Aquarellfarbe (Guttigelb) und wird bei der Bereitung des Goldfirnisses sowie mancher Farbmischungen verwendet.

24. Lac dye (Lac-lac, Lacklack), ein aus dem rohen Gummilack (Stocklack) bei der Darstellung des Schellacks gewonnener Farbkörper. Stocklack wird mit verdünnten Sodalösungen extrahiert, die Lösung mit Alaun gefällt, das Sediment ausgepreßt, getrocknet und in viereckige Stücke geformt. Diese sind dunkelrot und enthalten neben dem Tonerdelack des roten Farbstoffs noch 25% und mehr Harz. Früher wurde als Lac dye ein hellroter, vom Harz weniger verunreinigter Lacklack bezeichnet. Lac dye färbt echter und intensiver als Cochenille, mit dessen Farbstoff der des Lac dye nahe verwandt ist. Der reine Farbstoff (10—13% im Lac dye) ist von der Laccainsäure $C_{16}H_{12}O_8$ gebildet und stellt ein kristallinisches rotbraunes Pulver dar; es wird in der Wollfärberei verwendet und in Salzsäure oder in Zinnchlorürsalzsäure gelöst.

*) In China gewinnt man einen roten, sehr dauerhaften Farbstoff aus einem Schlauchpilze (Monascus purpureus); der Farbstoff wird Ang-Quac genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

25. Drachenblut (ſ. d., S. 14).

26. Katechu, Gambir, Kino. Unter dieſen Namen verſteht man Pflanzenkörper, die durch den Gehalt beſtimmter Gerbſäuren ausgezeichnet ſind und zum Gerben und Färben verwendet werden. Katechu (Pegu-Katechu, ſchwarzes Katechu, Cachou, Terra japonica) ſtammt von Acacia Catechu *Willd.* und A. Suma *Kurz*, beide im ſüdlichen Aſien einheimiſch. Das in dem dunkelrotbraunen Kernholz auftretende Sekret wird durch Auskochen des zerkleinerten Holzes gewonnen, das Extrakt eingedampft und in Tonformen, auf zuſammengehefteten Blättern oder auch auf Matten erſtarren gelaſſen. Es bildet unregelmäßige Blöcke oder Bruchſtücke derſelben, von ſchwarzbrauner, ſtellenweiſe leberbrauner Farbe, die matt oder wenig glänzend, undurchſichtig ſind, großmuſchelig brechen, leicht in kantige Stücke zerfallen, ein rötlichbraunes geruchloſes Pulver geben und ſehr zuſammenziehend, zuletzt etwas ſüßlich ſchmecken. Aſchengehalt meiſt 0,6—1, darf 6% nicht überſteigen. Beim Kochen mit Waſſer löſt ſich der größte Teil zu einer trüben, braunen Flüſſigkeit; mit ſiedendem Weingeiſt erhält man eine klare braune Flüſſigkeit, die nach Zuſatz von Waſſer durch Eiſenchlorid olivgrün und nach weiterem Zuſatz von Alkali purpurrot gefärbt wird. Katechu enthält das kriſtalliſierbare (auch in der Droge in Kriſtallen vorhandene) Katechin $C_{21}H_{20}O_9 + 5\,H_2O$ (Katechinſäure), Katechugerbſäure, Quercetin und Katechurot; letzteres entſteht aus Katechin durch Erhitzen auf 160°. Das Katechin erhält man aus der alkaliſchen Löſung des Katechu, aus der es beim Erkalten herauskriſtalliſiert. — Katechu dient in der Färberei und Kattundruckerei zur Darſtellung brauner Farben; es wurde von Levesque als ein Mittel gegen Keſſelſteinbildung empfohlen. Große Anwendung findet es zu Zahntinkturen, Mundwäſſern, Einſpritzungen; es wirkt adſtringierend und wohl auch desodoriſierend. Die übrigen Sorten, das Bombay- und Bengal-Katechu, ſcheinen in unſerem Handel keine Bedeutung zu haben. — Gambir-Katechu (Gutta-Gambir, Katagambe, weißer Katechu, Cachou clair, Terra japonica im engeren Sinne) wird aus den Blättern und jüngeren Trieben der ſtrauchartigen Rubiacee Ourouparia Gambir *Baill.* (Uncaria Gambir *Roxb.*, Nauclea Gambir *Hunter*) in Hinterindien, auf Borneo, Ceylon gewonnen, indem man dieſe Pflanzenteile auskocht, die Maſſe in Holzkäſten erſtarren läßt und hierauf in würfelige Stücke ſchneidet (Würfelgambir) oder in Blöcke preßt (Blockgambir). Würfelgambir erſcheint in 3—4 ccm, außen rotbraunen, innen gelbbräunlichen, ockergelben oder blaßziegelroten poröſen zerreiblichen erdigen Würfeln. Es enthält ebenfalls Katechin und wird wie Katechu, aber in viel ausgedehnterem Maße verwendet. Verfälſchungen mit Stärke ſind mikroſkopiſch leicht nachzuweiſen. — Unter dem Namen Kino werden eingedickte Pflanzenſäfte verſchiedener Abſtammung bezeichnet. Das am häufigſten nach Europa kommende Amboina-Kino, indiſches Kino, ſtammt von Pterocarpus Marsupium *Roxb.* (Indien, Ceylon), einem ſtattlichen Baume, der in Holz und Rinde einen roten Saft enthält. Derſelbe wird durch Einſchnitte zum Ausfließen gebracht und geſammelt. Er erhärtet an der Sonne zu einer ſpröden Maſſe. Dieſes Kino bildet eckige, dunkelgranatrote Stücke, die zuſammenziehend ſchmecken, den Speichel rot färben, in Waſſer wenig, in Alkalien und Alkohol reichlich löslich ſind. Die Reaktionen der Löſung ſind denen des Katechu ähnlich. Beſtandteile des Kinos ſind das Kinoin $C_{41}H_{12}O_6$ und das Kinorot $O_{28}H_{22}C_{11}$; erſteres bildet farbloſe Prismen, iſt leicht in Alkohol löslich; die Löſung wird durch Eiſenchlorid rot gefärbt und von Leimlöſung nicht gefällt. Durch Erhitzen auf 130° geht es in Kinorot über, das durch Eiſenchlorid ſchmutziggrün gefärbt und von Leimlöſung gefällt wird. — Andre Kinoſorten ſind das Bengal-Kino (orientaliſches Kino) von Butea frondosa *Roxb.* (und andern Buteaarten), das weſtafrikaniſche Kino von Pterocarpus erinaceus *Poiret*, das weſtindiſche oder Jamaika-Kino von Coccoloba uvifera und das auſtraliſche oder Eucalyptus-Kino (Botanybay-Kino, Blood-wood-gum, Red gum, Blackbutle-gum); zahlreiche Arten von Eukalyptus liefern dieſes letztere, das daher auch verſchiedene Eigenſchaften beſitzt, einige Sorten ſind gummifrei, andre reich an Gummi. Alle Kinoſorten werden in der Färberei und Gerberei verwendet.

Ueberſicht über die wichtigſten pflanzlichen Farbſtoffe

(nach Farben geordnet).

A. Rote Farbſtoffe: Rothölzer, Blauholz, Drachenblut, Henna, Alkannarot, Chicarot, Krapprot (Alizarin, Purpurin), Lac dye, Malvenrot, Kermesbeeren, Maquibeeren, Holunderbeeren, Saflor, Tournefol. B. Blaue und violette Farbſtoffe: Blauholz, Indigo, Waid, Orſeille, Perſio, Lackmus, franzöſiſcher Purpur. C. Gelbe Farbſtoffe: Gelbbeeren, Orlean, Wau, Gelbholz, Fiſetholz, Sauerdorn, Quercitronrinde, chineſiſche Gelbſchoten, Safran, Curcuma, Gummigutti, Kamala, Waras. D. Grüne Farbſtoffe: Chlorophyll, Saftgrün, Chineſiſchgrün. E. Braune Farbſtoffe: Katechu, Gambir, Kino, Farbmiſchungen.

Literatur: Eine detailierte Aufzählung der Literatur über pflanzliche Farbſtoffe iſt wegen der überaus großen Anzahl von Einzelarbeiten hier zu geben unmöglich. Ueber die hier abgehandelten Drogen ſind die Pharmakognoſien von Vogl, Flückiger, A. Meyer u. a., ſowie Wiesners Rohſtoffe, 2. Aufl., nachzuſehen. Ueber die chemiſchen und techniſchen Verhältniſſe enthält die Realencyklopädie der geſamten Pharmacie (Wien 1886—1891, 2. Aufl. im Erſcheinen) ſehr ausführliche, meiſt von Benedikt herrührende Angaben; ferner ſind anzuführen: Bolley, Technologie der Spinnfaſern, Braunſchweig 1867; Witt, Otto N., Technologie u. ſ. w., Braunſchweig 1888; Schützenberger, Die Farbſtoffe u. ſ. w.; Huſemann-Hilger, Die Pflanzenſtoffe, Berlin 1884 (daſelbſt die ausführlichſten Literaturnachweiſe über alle hier beſprochenen Farbſtoffe bis 1884); Prior, Pflanzenfarbſtoffe, in Dammers „Illuſtriertem Lexikon der Verfälſchungen", Leipzig 1887, S. 729—739; Wouwermans, A. v., Farbenlehre, 48. Bd. der chem.-techniſchen Bibliothek von A. Hartleben, Wien (ohne Jahreszahl); Nietzki, Chemie der organiſchen Farbſtoffe, 2. Aufl. 1894.

T. F. Hanausek.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Farbstofftheorie. Farbstoffe sind solche Körper, die ein stark auswählendes Lichtabsorptionsvermögen besitzen, so daß sie den mit ihnen imprägnierten Stoffen die Fähigkeit verleihen, aus dem auf sie fallenden weißen Licht gewisse Farben zu absorbieren und so das Gemisch der übrigen Farben zu reflektieren, dessen komplementäre Farbe für die Farbstoffe charakteristisch ist (vgl. Farben, S. 604).

Die komplementären Farbenpaare, von denen bei Absorption der einen die andre (reflektiert oder durchgehend) zum Vorschein kommt und die sich gegenseitig zu Weiß ergänzen, sind: Violett—Grüngelb, Indigo—Gelb, Cyanblau—Orange, Blaugrün—Rot, Grün—Purpur. Bei sukzessiver Verschiebung einer Absorptionsbande vom Violett bis zum Rot im Spektrum werden demnach die Farben vom Grüngelb an sich zunächst nach Rot hin ändern, dann in Violett, Blau und endlich Grün übergehen. Beim Vorhandensein mehrerer Banden kompliziert sich die Farbänderung entsprechend. Derartige Verschiebungen der Farben werden häufig beobachtet, wenn man in die Molekel organischer Farbstoffe sogenannte „bathochrome" Gruppen einführt, deren Anhäufung ein sukzessives Vorrücken der Absorptionsstreifen in der Richtung Violett—Rot verursachen; solche Gruppen sind: Hydroxyl, Methyl, Oxymethyl, Karboxyl, Phenyl und die Halogene. Im umgekehrten Sinne Rot—Violett verschiebend wirken die „hypsochromen" Gruppen: Nitro, Amido und addierter Wasserstoff. Die Stärke dieser verschiebenden, also farbändernden Wirkung der Gruppen hängt einerseits von ihrem Molekulargewicht ab, insofern, als die schwersten Gruppen am stärksten wirken; anderseits ist ihre Stellung innerhalb der Farbstoffmolekel von Bedeutung. Die meisten organischen Farbstoffe besitzen nämlich bestimmte Atomgruppen, denen sie, aus chemischen Gründen zu schließen, ihren Farbstoffcharakter verdanken, die also wohl den speziellen Sitz der Lichtabsorption darstellen und von Witt als „Chromophore" bezeichnet werden. Je näher substituierende Gruppen nun in der Molekel dem Chromophor stehen, um so größer wird offenbar auch ihr Einfluß auf die Farbe bezw. deren Aenderung sein. Der Mechanismus des Färbeprozesses, d. h. der Bindung der Farbstoffe an die Faser, ist noch nicht sicher erkannt. Daß er in einer festen Lösung von Farbstoff in Faser besteht, ist durch nähere Untersuchung unwahrscheinlich geworden. Es scheint, als wenn der kolloidale Zustand der Farbstoffe und die gegenseitige Bindung des Farbstoffkolloids an das amorphe Gewebe für die Annahme einer Adsorption spricht. — Vgl. a. Färben, S. 570.

Literatur: Schütze, M., Zeitschr. physik. Chem., 9, 109 (1892); Nietzki, Organ. Farbstoffe, Breslau 1888; Witt, Otto N., Ber. der Deutschen chem. Gesellschaft, 9, 522 (1876); Biltz, W., Gött. Nachr. 1904, Heft 1. *Abegg.*

Farbtisch, s. Buchdruckmaschinen, Farbendruck.

Farbtuch (Drucktuch), das aus Wolle, Baumwolle oder Kautschuk und Baumwolle bestehende endlose Gewebe, das bei den Walzendruckmaschinen die Unterlage für das zu bedruckende Papier oder Gewebe bildet. S. Buntpapierfabrikation und Zeugdruck. *Kraft.*

Farcot-Ventilator, s. Schleudergebläse.

Farinzucker ist gemahlener Verbrauchs- oder Konsumzucker, der in mehreren, je durch ihre Reinheit sich unterscheidenden Sorten als weißer, gelber (blonder) und dunkelbrauner Farin in den Handel gebracht wird. — Farin stellt die billigste und schlechteste Sorte des Handelszuckers dar und wird entweder aus Produkten gewonnen, die als solche nicht wohl mehr verwertet werden können, oder direkt aus Füllmasse, die zur Fabrikation von Melis oder Würfelzucker nicht genügend rein ist. S. a. Zuckerfabrikation.

Farnhaar, s. Polstermaterialien.

Faro, s. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 25.

Fasanerie, zur Zucht von Fasanen eingerichteter Garten mit Gebäuden.

Hierzu gehört die Wohnung des Fasanenmeisters und ein Stall für Fasanen. Letzterer besteht aus drei, entweder getrennten einzelnen oder unter gemeinsamem Dache befindlichen Abteilungen: 1. dem heizbaren Stalle, 2. dem Brüteraum, 3. den Räumen für die Hennen und ihre Jungen mit zugehörigen, mit Draht überspannten Höfen. Der Garten muß mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt sein; von letzteren gelten als besonders günstig für das Gedeihen der Fasanen: Wachholder, Schwarz- und Weißdorn, Pfaffenkäppchen, Hartriegel, Johannis- und Brombeere, Himbeere, Holunder und Vogelbeere.

Literatur: Gödde, Fasanenzucht, 3. Aufl., Berlin 1880; Cronau, Fasanenzucht, Straßburg 1884. *Weinbrenner.*

Fasche, Einfassung einer Wandfläche durch umrahmende Streifen; an der Fassade zumeist durch Putz hergestellt, im Innern bei der Wandmalerei durch einen dunkler gefärbten Streifen.

Faschine, ein 25—30 cm dickes zylindrisches Bündel dünner Laubhölzer, Nadelhölzer oder Weiden, 3—6 m lang und in Abständen von ca. 80 cm mit Draht oder Weiden umbunden. Es sollen die Mehrzahl der Hölzer gleich lang wie die Faschine sein, frisch zur Verwendung kommen und am Stammende keine größeren Durchmesser als 3—6 cm haben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Faſchinenbank, Vorrichtung zum Anfertigen von Faſchinen, wird aus einer der Länge der Faſchine angepaßten Anzahl Böcken hergeſtellt, aus je zwei in Form eines Andreaskreuzes in den Boden eingeſchlagenen Pfählen beſtehend, deren Kreuzungen ca. 90 cm über dem Boden liegen und die oberhalb dieſer Kreuzungen noch eine Länge von ca. 50 cm beſitzen.

Faſchinendrains, ſ. Drainage, S. 47.

Faſchinengründung wird bisweilen für die Fundierung gewiſſer Bauwerke im Waſſer (Uferdeckungen, Buhnen, Coupierungen u. ſ. w.) ſtatt der Steinſchüttungen verwendet. Es werden ſogenannte Senkfaſchinen auf die Sohle des betreffenden Gewäſſers verſenkt. *Schmitt-Darmſtadt.*

Faſchinenlage, eine Reihe übereinander geſchichteter Faſchinen, die durch Pfähle befeſtigt werden.



Faſe, das Erſetzen der ſcharfen Kante eines Körpers durch eine ſchmale Fläche, namentlich bei Holzbalken gebräuchlich. Man nennt dies das Abfaſen der Kanten. Aber auch Pfeiler und ähnliche Formen aus Stein oder Backſtein erhalten, namentlich in den mittelalterlichen Stilarten, die gleichen Abſchrägungen der ſcharfen Kanten, die noch mit mannigfach geſtalteten Uebergängen oder Endungen verſehen ſind (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*

Faſefenſter, in Bleiſproſſen gefaßtes Fenſter im Gegenſatz zu ſolchen in Kittfalzen.

Faſer, ein fadenförmiges Element tieriſcher, pflanzlicher oder mineraliſcher Stoffe, auch künſtliche Fäden, in der Technik zu Geſpinſten, Geweben, Geflechten u. ſ. w. benutzt; ſ. Spinnfaſern.

Faſerkalk, ſ. Aragonit.

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

Faß, das bekannte zur Aufnahme von Flüſſigkeiten, Bier, Wein u. dergl., dienende bauchige oder zur Verpackung trockener Waren, wie Zement, Kaffee, Zucker u. dergl., beſtimmte zylindriſche Gefäß aus Holz.

Der Inhalt gewöhnlicher bauchiger Fäſſer in Litern berechnet ſich, wenn D der größte, d der kleinſte lichte Faßdurchmeſſer und h die lichte Höhe des Faſſes in Dezimetern ſind, nach der Formel $\frac{\pi h}{12}(2D^2+d^2)$ und der Inhalt ſtark gewölbter Fäſſer nach der Formel $\frac{\pi h}{12}\left(\frac{2D+d}{3}\right)^2$ oder weniger genau nach $\frac{\pi h}{12}(D^2+D\,d+d^2)$.

Literatur: Conradi, Tabellen zur Inhaltsbeſtimmung der Fäſſer, Berlin 1871; Gerſtenbergk, Tabellen zur Beſtimmung des Inhalts der Fäſſer, Weimar 1882; Schmidt, A., Der Großböttcher, Elberfeld 1897. *Dalchow.*

Faß, ehemaliges Flüſſigkeits- und Kornmaß.

Als Flüſſigkeitsmaß hielt das Faß in

Preußen	Biermaß zu 200 Quart	= 229,00 l
Sachſen	Weinmaß zu 6 Eimern	= 404,17 „
	Biermaß zu $5\frac{5}{6}$ Eimern	= 392,95 „
Leipzig (bis 1858)	Weinmaß zu 5 Leipziger Eimern	= 379,25 „
	Spiritusmaß zu 3 Dresdener Eimern	= 202,09 „
	Biermaß zu 6 Eimern	= 520,12 „
Bayern	Biermaß zu 4 Viſiereimern	= 1642,03 „
Oeſterreich	Weinmaß zu 10 Eimern	= 565,89 „
	Biermaß zu 2 Eimern	= 113,18 „

Als Kornmaß hielt das Faß in Hamburg (ſeit 1844) 1 preußiſchen Scheffel, in Lübeck (im Großverkehr für Weizen, Roggen, Gerſte, Erbſen) 8,673 l, für Hafer 9,878 l, in Mecklenburg 10,097 l. — Fäßchen, Blechmaß, in Deutſchland = 450 Blatt. *Plato.*

Faſſade wird die Anſicht einer Gebäudeaußenſeite oder die geometriſche Aufzeichnung derſelben genannt; wir unterſcheiden: Vorder- oder Hauptfaſſade, welche die Straßenanſicht, ſodann Seitenanſicht, welche die Außenſeite der ſeitlichen Teile des Gebäudes darſtellt; außerdem auch Hinter-, Hof- und Gartenfaſſade. In äſthetiſcher Beziehung ſoll die Faſſade den Zweck und die Beſtimmung des Gebäudes ausſprechen, alſo den geiſtigen Inhalt der Innenräume in der Geſamtheit des äußeren Aufbaus zum Ausdruck bringen. Zunächſt wird dies durch die formale Gliederung ſowie die Gruppierung erzielt werden. Wenn bei dem einfachen Haus das Rechteck im Grund- und Aufriß genügt, ſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

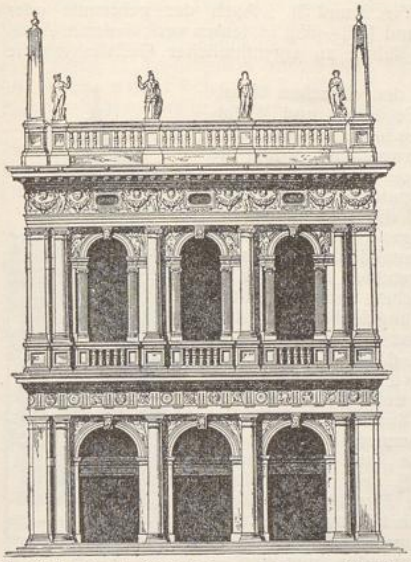


Fig. 2. Faſſade der Bibliothek von S. Marco zu Venedig.



Fig. 1. Pellerhaus zu Nürnberg.

wird bei einem großen Gebäude beſſer eine Trennung in mehrere Teile und Zuſammenſetzung derſelben zu einem Ganzen erfolgen, um hierdurch den verſchiedenen Zwecken des Innern auch äußerlich entſprechende Geſtalt zu geben.

Dieſe Gliederung tritt ſowohl in horizontalem wie in vertikalem Sinne ein. In erſterem zerfällt das Gebäude in mindeſtens drei Teile, die in beſtimmter Ordnung und Reihenfolge ſtehen: a) den Unterbau oder Sockel (ſ. d.); b) den Oberbau, aus einem oder mehreren Zwiſchenteilen, den ſogenannten Geſchoſſen (ſ. d.) (auch Stockwerk); c) Bekrönung oder Geſims (ſ. d.), das ſowohl für einzelne Teile wie für das Ganze anzuordnen iſt. — In zweiter Linie erfolgt eine Gliederung durch a) die Achſenſtellung, indem die Oeffnungen der Türen und Fenſter (ſ. d.) mit den dazwiſchenliegenden Pfeilern (ſ. d.) abwechſeln. Bei Erweiterung der Oeffnungen werden letztere zu Freiſtützen oder Säulen (ſ. d.), die den Innenraum als offene Halle (ſ. d.) erſcheinen laſſen; b) durch Gebäudevorſprünge und zwar ganzer Gebäudeteile, ſogenannter Riſalite oder Streben (ſ. d.), Eckpfeiler, Leſenen u. ſ. w.; c) Vorkragungen in Form von Erkern (ſ. S. 501 und [10]), Balkonen und Freitreppen (ſ. d.); d) Türme, Giebel (ſ. d.) und andre Aufbauten, z. B. der Attika (ſ. d.).

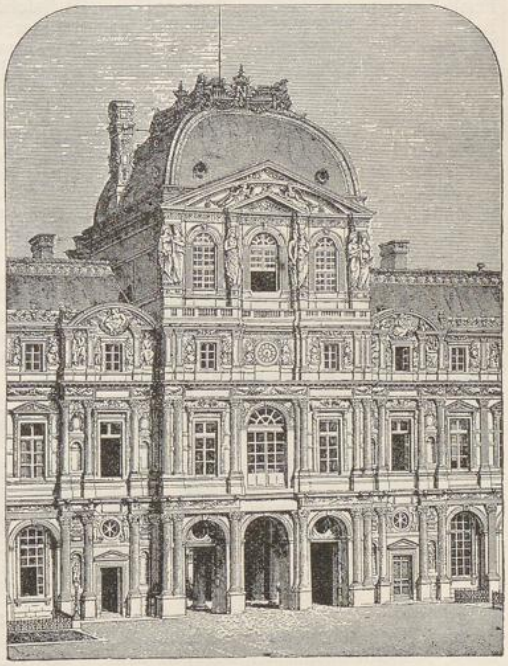


Fig. 3. Weſtlicher Pavillon des Louvre zu Paris.

Hierbei iſt der Faſſade eine Ausbildung zu geben, die ein richtiges Abwägen der Maſſen gegeneinander, eine einheitliche Formgebung der Bauteile und Gliederungen, durch einen ſtiliſtiſchen Gedanken beherrſcht zeigt, zugleich aber auch den verwendeten Bauſtoffen, ſei es natürlicher oder künſtlicher Stein, Putz, Holz oder Metall, Rechnung trägt, denen eine charakteriſtiſche Geſtaltung innewohnt.

Zur Durchführung einer monumentalen Faſſade boten ſich zu allen Zeiten die natürlichen Steine (ſ. Bauſteine, Bd. 1, S. 629) in erſter Linie dar, ſowohl in der Form glatter Werkſteine oder zu Boſſenwerk (Fig. 1; vgl. a. Bd. 2, S. 241) wie auch für Pilaſter- oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

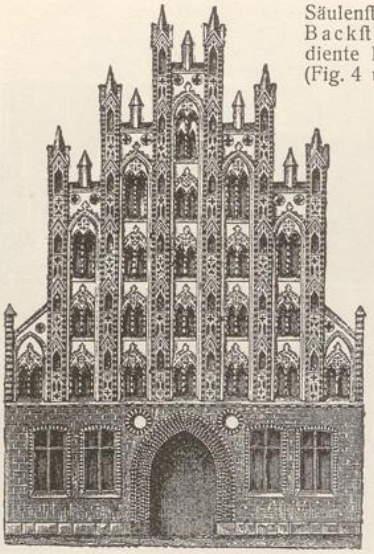


Fig. 4. Haus zu Greifswald.

Säulenſtellungen (Fig. 2 und 3). Auch der gebrannte oder Backſtein (ſ. d. und [32]—[35]) in ſeinen verſchiedenen Arten diente hierzu und führte zu eigentümlicher Geſtaltungsweiſe (Fig. 4 und 5).



Fig. 5. Haus in Antwerpen.

Bei den einfachen öffentlichen Gebäuden und Wohngebäuden findet der Putzbau ſeine Anwendung, wobei die Flächen der Umfaſſungsmauern mit Kalkputz bekleidet werden, während die Umfaſſungen der Oeffnungen, Eckpfeiler und Horizontalgliederungen aus Stein gebildet ſind (Fig. 6). Eine reichere und künſtleriſche Behandlung des Faſſadenputzes bildet das ſogenannte Sgraffito (ſ. d.). — Faſſaden in Holzbau (ſ. Holzwände, Fachwerkbau und Fachwand) ſind vergänglicher Art und kommen beſonders für ländliche und Villenbauten [36]—[39] und für vorübergehende Zwecke in Betracht; immerhin behaupten ſie, trotz ihrer Feuersgefahr, für holzreiche Gegenden ihren Wert. — Faſſaden in Metall bezw. Eiſen ſind nur für ganz beſondere Zwecke, wie bei Ausſtellungs- und Bahnhofshallen, Fabriken u. dergl. anwendbar, für Wohngebäude nicht. — Vgl. a. Amerikaniſche Bauweiſe, Bd. 1, S. 173.

Literatur: Ueber die Faſſadenbildung zeigen ſowohl Monographien wie Sammelwerke und Fachzeitſchriften Vorbilder und Beiſpiele in überaus großer Anzahl. Der beſſeren Ueberſicht wegen folgen die hervorragendſten, nach Zeit und Stoff geordnet: I. Monumentalbauten: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 1. Halbbd., Architektoniſche Kompoſition, 4. Abſ., Geſtaltung der äußeren und der inneren Architektur von Joſ. Bühlmann, Darmſtadt 1883. — [1a] Palladio, Quattro libri della architettura, 2. Aufl., Vicenza 1776—83. — [2] Percier, C., et Fontaine P., Palais, maisons etc. de Rome, Paris 1798. — [3] Letarouilly, P., Edifices de Rome moderne ou recueil des palais, maisons etc., Paris 1868. — [4] Grandjean, de Montigny et Famin, Architecture toscane, Paris 1815. — [5] Raſchdorff, J. C., Palaſtarchitektur von Toscana, Berlin 1888. — [6] v. Stegmann und v. Geymüller, Architektur der Renaiſſance in Toscana, München 1885 ff. — [7] Reinhard, R., Palaſtarchitektur von Genua, Berlin 1886. — [8] Schütz, A., Renaiſſance in Italien, 4 Bde., Hamburg 1882. — [9] Lambert & Stahl, Motive der deutſchen Architektur des 16.—18. Jahrhunderts, Stuttgart 1890—93. — [10] Gerlach, M., Nürnbergs Erker, Giebel, Höfe u. ſ. w., Wien 1897. — II. Moderne ſtädtiſche Wohngebäude: [11] Daly, M. C., L'architecture privée au XIX siècle sous Napoléon III, 3 Bde., Paris 1864. — [12] Licht, H., Architektur Deutſchlands, Berlin 1882. — [13] Rückwardt, H., Architektur der Neuzeit, Berlin 1889. — [14] Derſ., Architekturſchatz, Berlin 1897. — [15] Ungewitter, G. H., Entwürfe zu Stadt- und Landhäuſern, 2 Bde., Glogau 1869. — [16] Beisbarth u. Früh, Moderne Wohn- und Zinshäuſer, Ravensburg 1900. — [17] Kick, W., Moderne Neubauten, Stuttgart. — III. Villen und Landhäuſer (ſ. Landhaus weiter unten): [18] Stadt- und Landhäuſer, Sammlung moderner Wohngebäude, Villen und Einfamilienhäuſer, Berlin 1899. — [19] Münchener bürgerliche Baukunſt der Gegenwart, München 1900. — [20] Wagner, O., Skizzen, Projekte und ausgeführte Bauwerke, Wien 1896. — [21] Lambert u. Stahl, Barock- u. Rokokoarchitektur der Gegenwart, Stuttgart 1894. — [22] Bethke, H., Städt. Geſchäfts- u. Wohnhäuſer, Stuttgart 1886. — [22a] Krauth, Th., Meyer, F. S., Das Einfamilienhaus und ſeine Bauformen, Leipzig 1900. — [23] Großmann, E., Ausgeführte Familienhäuſer, Ravensburg 1899; Einfache Wohnhäuſer, Ravensburg 1897. — [24] Hoffmann, L., Neubauten der Stadt Berlin, 3 Bde., Berlin 1902—04. — [25] Rückwardt, H., Villenneubauten der Umgegend von Berlin, Berlin 1892—95. — [26] Villen und Landhäuſer, Sammlung von kleineren ländlichen Wohnhäuſern, Berlin 1885. — [27] Reinhold, A., Das ländliche Wohnhaus, Wien 1899. — [28] v. Kauffmann, Moderne Landhäuſer, Stuttgart 1899. — [29] Heßling E., Villenkolonie Grunewald, Berlin 1900. — [30] Blocht, Ed., Faſſadenalbum, Leipzig 1883. — [31] Hittenkofer, Sammelhefte für

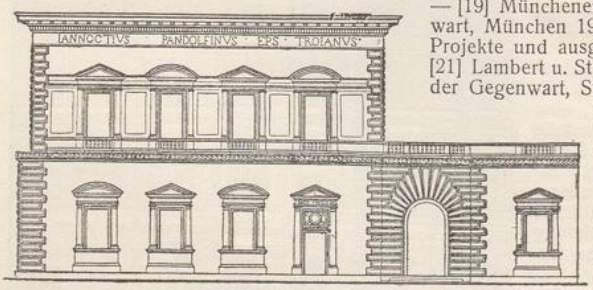


Fig. 6. Palazzo Pandolfini zu Florenz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Selbſtunterricht, Heft 41, Faſſadenbau, Strelitz 1904. — IV. Backſteinbauten: [32] Backſteinbauten der Gegenwart, Berlin 1899. — [33] Haupt, A., Backſteinbauten der Renaiſſance in Norddeutſchland, Frankfurt a. M. 1899. — [34] Mehl, E., Der Ziegelputzbau, Leipzig 1898. — [35] Chabat, G., La brique et la terre cuite, Paris 1883—91. — V. Arbeiterwohnhäuſer (ſ. d.). — VI. Holz- und Fachwerkbauten (ſ. Holzwände). — [36] Ungewitter, G. H., Gotiſche Holzarchitektur, Berlin 1889. — [37] Bickell, L., Heſſiſche Holzbauten, Marburg 1887 und 1891. — [38] Gros, Jacq., Skizzen für Wohn- und Landhäuſer in Holzarchitektur, Zürich. — [39] Derſ., Holzbauten, Chalets und verſchiedene Schweizer-Architekturen, Stuttgart 1904. — [40] Gräf, P., Neubauten in Nordamerika, Berlin 1897. — [41] Blocht, Ed., Faſſadenalbum, Leipzig 1883. — [42] Hittenkofer, Sammelhefte f. d. Selbſtunterricht, Heft 41, Faſſadenbau, Strelitz 1904. *Weinbrenner.*

Faſſadefarben, eigentlich jede Farbe, die zum Anſtrich der Außenſeiten von Gebäuden dient, gleichgültig ob ſie Oelfarbe, Waſſerglas- oder Kalkfarbe iſt; ſpeziell als Faſſadefarben werden indes Miſchungen von Kreide mit kalk- und lichtechten Farbkörpern und pulverigem Bindemittel, Kaſein, Albumin, auch Stärke, die ſpäter bei der Vermiſchung mit Kalkmilch nach dem Trocknen in Waſſer unlöslich werden, bezeichnet. *Andés.*

Faſſadenziegel. Früher verwendete man zur Verkleidung der äußeren Mauern, alſo der ſichtbaren Flächen, gewöhnliche Mauerſteine, und zwar ſuchte man aus denſelben diejenigen heraus, welche die regelmäßigſten Formen und gleichmäßigſte Farbe zeigten; für gewöhnliche Bauten geſchieht dies auch noch jetzt. Neuerdings werden aber für beſſere Bauten beſonders hergeſtellte Faſſadenziegel benutzt, von denen man zweierlei Arten unterſcheidet: ſolche von rechteckiger Form zur Verkleidung der ebenen Flächen und ſolche beſonderer Form zur Herſtellung von Geſimſen, Tür- und Fenſterfachen u. ſ. w. (letztere ſ. unter Formziegel). Form und Größe der Faſſadenziegel für ebene Flächen iſt teils dieſelbe wie bei gewöhnlichen Mauerſteinen (ſ. Backſteine), teils etwas abweichend. Letzteres iſt dadurch veranlaßt, daß ſolche Tone, aus denen ſich farbenprächtige Ziegel, die völlig wetterbeſtändig ſind, herſtellen laſſen, nur an verhältnismäßig wenigen Stellen vorkommen, die meiſt weit von den Verbrauchsſtellen entfernt ſind, ſo z. B. in Niederſchleſien, Sachſen, dem Weſterwald u. ſ. w.

Um Fracht zu ſparen und die Fabrikation zu erleichtern, ſtellte A. Auguſtin in Lauban, der als der Begründer der deutſchen Verblendſteinfabrikation zu bezeichnen iſt, dieſe Faſſadenziegel (Verblendſteine)

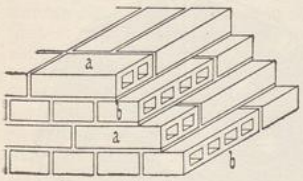


Fig. 1.

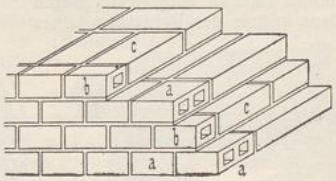
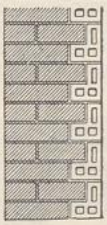
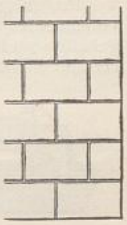


Fig. 2.


Fig. 5.


Fig. 6.

als Hohlläufer her. Die älteſte Form derſelben zeigt Fig. 1. Die Steine waren ſo lang und breit wie die gewöhnlichen Hintermauerungsziegel; nur hatten die Läufer *a* zwei Langlochkanäle und die Binder *b* vier Querlochkanäle; an den Ecken wurden entweder Vollſteine verwendet oder man benutzte Ziegel, die in der Richtung von oben nach unten gelocht waren. Da dieſe Ziegel im Gewicht nicht weſentlich von den Vollſteinen abwichen, ſo ſuchte man ſie noch leichter zu machen; A. Auguſtin erreichte dies dadurch, daß er in der Faſſade nur Köpfe zur Erſcheinung brachte, von denen die eine Schicht (Fig. 2) durch halbe *a*, *a*, die andre durch Viertelſteine *b*, *b* gebildet wurde. Um einen guten Verband mit der Hintermauerung zu erhalten, iſt es erforderlich, daß hinter jedem Viertelſtein *b* zunächſt ein Dreiviertelhintermauerungsziegel *c* verlegt wird, wie dies in Fig. 2 mit zur Darſtellung gebracht iſt. Dieſe beſſeren Faſſadenziegel erhalten laut Vereinbarung zwiſchen dem Architektenverein Berlin und dem Deutſchen Verein für Fabrikation von Ziegeln, Tonwaren u. ſ. w. folgende Dimenſionen: der $^4/_4$-Stein: 252 · 122 · 69 mm, die $^3/_4$-, $^2/_4$- und $^1/_4$-Steine entſprechend kleiner, wobei angenommen iſt, daß die Fugen bei den Faſſadenſteinen nur 8 mm ſtark werden, während die Fugen der Hintermauerung 10 mm ſtark ſind. — Außer dieſen nur eine

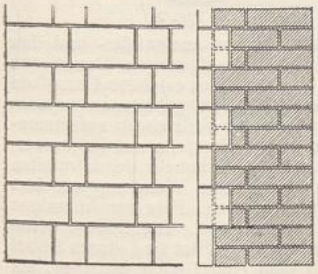
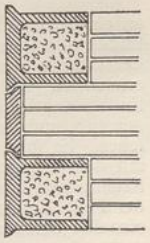

Fig. 3.

Fig. 4.


Fig. 7.

Ziegelſchicht hohen Faſſadenziegeln werden in neueſter Zeit auch zwei oder mehrere Ziegelſchichten hohe Steine angewendet; ihre Breite in der Anſichtsfläche iſt auch dementſprechend größer, ſo daß ſie den ſogenannten Moëllons gleichen. Dieſe mehrere Ziegelſchichten hohen Faſſadenziegel ſind dreierlei Art; 1. werden dieſelben in rechteckiger Form ähnlich den gewöhnlichen Ziegelſteinen, nur in größeren Dimenſionen angeordnet, wie Fig. 3 und 4 in Anſicht und Schnitt zeigen, wobei die Steine als Langlochſteine oder, wie in den Figuren angegeben, als Querlochſteine gefertigt werden können. 2. Werden dieſelben ſo hergeſtellt, daß jeder Stein gleichzeitig Binder und Läufer iſt, wie in Fig. 5 und 6 angegeben, wobei jeder Stein einen hakenförmigen Anſatz erhält, mit dem er in die Hintermauerung eingreift; dieſe Steine ſind faſt immer Langlochſteine. 3. Werden dieſe Faſſadenziegel als hinten offene Blöcke geformt, ähnlich den Ofenkacheln, wobei die Hohlräume ausgemauert werden. Um Material zu ſparen wird dann auch häufig jede zweite Schicht nur als flache Platte, die mit Vorſprüngen hinter die Falze der darunter oder darüber greifenden Schicht faſſen, angeordnet, wie in Fig. 7 dargeſtellt, welche die Faſſadenziegelverkleidung an dem von Alfred Waterhouſe 1873—79 erbauten Naturgeſchichtlichen Muſeum zu South Kenſington in London zeigt.

Literatur: [1] Notizbl. d. Ziegler- u. Kalkbrennervereins 1886, Heft 2. — [2] Hittenkofer, W., Der Faſſadenbau, II. Teil, C. Verblendblau, bearbeitet von A. Sachſe, Strelitz i. M. 1894. — [3] Deutſche Töpfer- u. Ziegelerztg. 1894, Nr. 42. — [4] Ebend. 1898, Nr. 85. — [5] Keramiſche Monatshefte 1903, Heft 5, 7 und 9.

Dümmler.

Faßbinderei, ſ. v. w. Böttcherei (ſ. d.) und Faßfabrikation.

Faßblech, ſ. Blech, Bd. 2, S. 45.

Faſſetten, ſ. Edelſteinſchleiferei, Face.

Faßfabrikation. Die Herſtellung von Fäſſern erfolgt heute nur zum geringen Teil von Hand, meiſtens durch Maſchinen. Sie zerfällt in die Herſtellung der Dauben (ſ. d.), in die Herſtellung der Böden, in das Zuſammenfügen der Fäſſer und in die Verbeſſerungsarbeiten. (S. a. Böttcherei.)

Der Vorgang bei der Herſtellung der Fäſſer von Hand iſt folgender. Die Dauben werden aus Holzſtäben, die durch Spalten, ſelten durch Zerſägen erhalten werden, durch Behauen mit dem Breitbeil oder Segerz hergeſtellt. Infolge der eigenartigen Form des Faſſes müſſen ſie eine doppelte Krümmung erhalten, eine kreisbogenförmige im Querſchnitt wegen der Rundung des Faſſes und eine bikonvexe Geſtalt infolge der bauchigen, an den Enden ſich verjüngenden Form des Faſſes. Beide Krümmungen werden den Dauben auf der Schneidbank durch Hobeln gegeben, erſtere mit dem Krummhobel, letztere mit dem Rauh- und Glatthobel. Die Seitenkanten (Fugen) der Dauben werden auf der Stoßbank mit dem Blöchel, Rauh- und Glatthobel gehobelt. Die Dauben werden zunächſt ohne Böden zuſammengefügt und mit Reifen verſehen. Vier Dauben werden im Innern eines eiſernen Reifens, Setzreifens oder Hauptreifens, in gleichem Abſtande voneinander durch Schraubenzwingen oder Aufſetzkloben gehalten und darauf die andern Dauben eingeſetzt. Durch Herniederſchlagen des Reifens mittels des Reifſetzers, eines

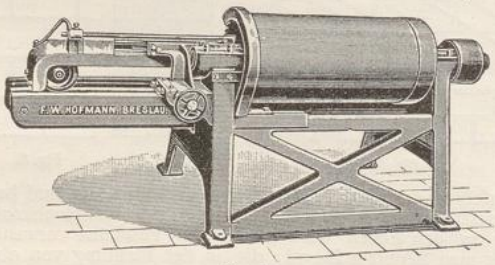


Fig. 1.

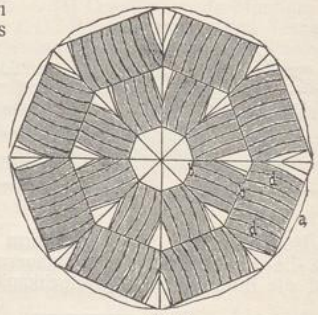


Fig. 2.

an einem Stiel befeſtigten meißelartigen Werkzeuges, werden die Dauben aneinander- und ihre Enden zuſammengepreßt. Dann werden andre Reifen (Bauch-, Halsreifen) aufgezogen. Das Biegen der Dauben wird durch Feuchtigkeit und Wärme (Wärmſtuhl, ſ. Böttcherei) oder Dampfbad erleichtert. Die auseinanderſtehenden und vorläufig durch einen Reifen gehaltenen unteren Enden der Dauben werden mit Hilfe eines Faßzuges (Schraubwinde, Faßzieher) zuſammengezogen und das Faß mit der Winde umgeſtürzt und die andre Hälfte ebenfalls mit Reifen verſehen. Es folgt das Beſchneiden der Faßenden mit der Säge und das Abhobeln der Hirnſeiten mit dem Stemmhobel, ferner das Beſchneiden und Abhobeln der inneren Wandung mit dem Krummeiſen und dem Gärbhobel. Dann wird die Kimme (Kröſe) oder der Falz zur Aufnahme der Faßböden mit dem Kimmhobel, Kröſeeiſen oder Falzhobel eingearbeitet. Die Böden, deren einzelne Stäbe an den Längsſeiten mit dem Glatt- oder Fugenhobel geglättet und durch Dübel verbunden werden, werden mit der Säge rund geſchnitten, mit dem Hobel nachgearbeitet, am Rande mit dem Zugmeſſer und einem Hobel, dem Bodenbramſchnitt, abgeſchrägt und mit Verzierungen verſehen. Zum Einſetzen der Böden werden einige Reifen an den Enden des Faſſes abgenommen oder gelockert und darauf wieder feſtgetrieben. Zum Schluſſe wird das Faß mit dem Streifhobel geglättet oder geſtreift, wobei nacheinander alle Reifen abgenommen und wieder aufgeſchlagen und die Fugen zuweilen durch eingelegte Blätter einer Schilfart gedichtet werden. Dann werden die Fäſſer mit Spund- und Zapfenloch verſehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſchinelle Vorrichtungen ſind teils zur Herſtellung einzelner Teile, teils zur Herſtellung ganzer Fäſſer vielfach verwendet worden. Die Dauben werden durch zwei auf derſelben Welle ſitzende Kreisſägen gleichlang geſchnitten (Faßdaubenabkürzſäge). Vielfach werden die Kreisſägen auch ſchräg angeordnet [1], um den Stirnenden eine Neigung zu geben und die Bearbeitung der Faßenden auf der Kröſemaſchine zu erleichtern. Den kreisbogenförmigen Querſchnitt erhalten geſpaltene Dauben, die häufig windſchief ſind, auf einer Hobelmaſchine mit zwei beweglichen übereinander gelagerten Meſſerköpfen, von denen der eine konvexe, der andre konkave Meſſer hat. Die Meſſerköpfe können ſich der Form der windſchiefen Stäbe anpaſſen, ſo daß ein Zerſchneiden der Holzfaſern vermieden wird. Die geſägten Dauben werden mittels einer Trommelſäge, Fig. 1, aus Bohlen herausgeſchnitten, deren Dicke gleich der Breite der Dauben iſt. Als Sägeblatt dient eine zylindriſche Trommel, die mit ihrem hinteren geſchloſſenen Ende auf der Welle gelagert iſt. Das Holz wird von einem Schlitten aufgenommen, der auf dem Maſchinenbett gegen die Säge verſchoben wird. Die abgeſchnittenen Dauben fallen in eine im Innern der Trommel angebrachte Rinne und werden bei der Rückführung des Schlittens von einem Mitnehmer ausgeworfen. Auf der Maſchine können in 10 Stunden 3000—8000 Faßſtäbe, je nach der Länge und Holzart, geſchnitten werden. Zur Vorbereitung wird das Holz am beſten der Faſer oder dem Spiegel nach, d. h. derartig zerſchnitten, daß die Schnitte möglichſt radial zum Baumkerne liegen. Wie aus Fig. 2 hervorgeht, werden ſtarke Baumſtämme zunächſt durch radiale Trennung in keilförmige Schnitte *a* geſpalten, die dann durch Band- oder Kreisſägen nach den Linien *b*, *b* zerſchnitten und durch die Trommelſäge weiter in kreisförmige Stücke *d* zerlegt werden. Fig. 3 zeigt die Einteilung eines Baumſtammes von 300 bis 400 mm, Fig. 4 eines ſolchen von 200—300 mm und Fig. 5 eines ſolchen unter 200 mm Durchmeſſer. Die Dauben für kleine Fäſſer zur Verpackung von Sardinen und Heringen werden häufig auf faßförmigen Sägen (Fig. 6) geſchnitten, auf denen ſie außer der Faßrundung eine der Längswölbung des Faſſes entſprechende Form erhalten, ſo daß ein Biegen der Daube nachher nicht mehr nötig iſt. Auch der Schlitten, auf dem das Holz ruht, wird auf einer der Faßwölbung entſprechenden Kurve der Säge zugeführt. Solche Dauben können unmittelbar zu Fäſſern zuſammengeſetzt werden. Für große Dauben haben faßförmige Sägen den Nachteil großen Holzverluſtes. Das Fügen der Dauben oder die Ausarbeitung der bogenförmigen Geſtalt derſelben erfolgt auf älteren Maſchinen durch eine Kreisſäge. Das Holz wird in entſprechenden bogenförmigen Führungen an der Säge entlang geführt. Bei anderen Maſchinen werden große, ſchnell umlaufende Meſſerſcheiben verwendet. Bei der Daubenfügemaſchine, Fig. 7, werden die Dauben *a* auf eine der Form des Faſſes entſprechende Auflage oder Schablone *b* aufgeſpannt. Dieſe iſt an einem Bügel *c* befeſtigt, der um die Bolzen *d* drehbar iſt. Die Drehachſe der Bügel entſpricht ihrer Lage nach der Mitte des herzuſtellenden Faſſes. Wird der Bügel *c* nach der einen und dann nach der andern Seite herumgelegt, ſo wird dadurch die Daube gegen die Meſſerſcheibe *e* gedrückt und in genau richtiger Form bearbeitet. Der Bügel und die Schablone laſſen ſich auswechſeln. Starke Dauben laſſen ſich nicht ſo weit biegen, daß ſie ohne Gefahr des Brechens auf dieſer Maſchine gefügt werden könnten. Man macht daher die Meſſerſcheiben hohl (kegelförmig), ſo daß dadurch ſchon eine gerade Daube bauchig wird. Wenn ſie dann noch ein wenig durchgebogen wird, ſo iſt es leicht, ihr die erforderliche Geſtalt zu geben. Ein Nachteil hohler

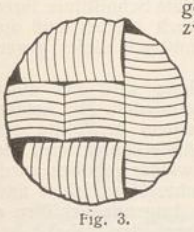


Fig. 3.

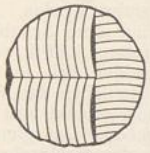


Fig. 4.



Fig. 5.

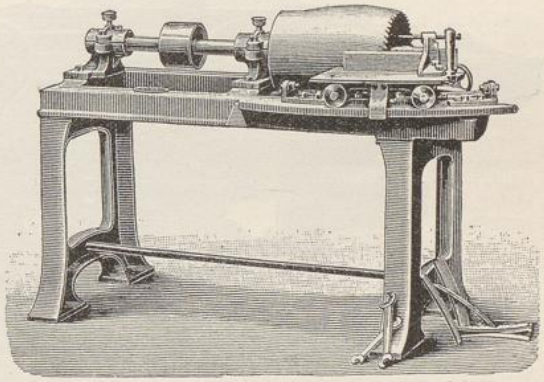


Fig. 6.

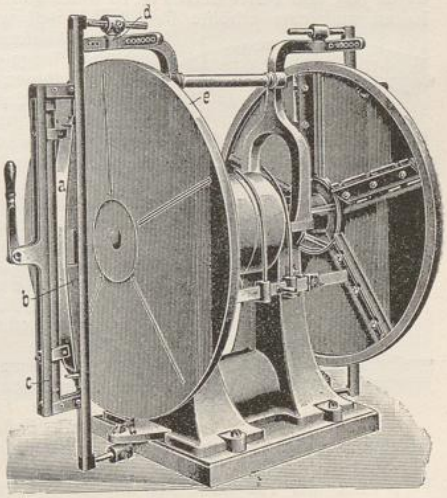


Fig. 7.

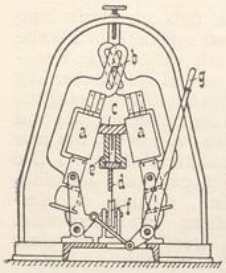


Fig. 8.

Meſſerſcheiben iſt, daß mit einer Meſſerſcheibe nur Dauben von beſtimmter Krümmung geſchnitten werden können. Die Dauben koniſcher Fäſſer werden an einem zur Drehachſe ſchräg geſtellten Bügel befeſtigt und erhalten daher die richtige Verjüngung. Bei einer andern Art von Fügemaſchinen kommen zwei Kreisſägen oder Meſſerſcheiben zur Verwendung, die ſo gegeneinander geneigt ſind, daß die Schnittlinie ihrer Ebenen der Mittellinie des Faſſes entſpricht. Auch hierbei muß die Daube auf eine gekrümmte Schablone geſpannt und mit dieſer gegen die Sägen oder Meſſerſcheiben geführt werden.

Das Biegen der Dauben auf eine Schablone wird bei einer Maſchine, die in Fig. 8 ſchematiſch dargeſtellt iſt, vermieden. Die Achſen der beiden Meſſerköpfe *a*, *a* ſchneiden ſich in einem der Mitte des Faſſes entſprechenden Punkte *b*. Zwiſchen den Meſſerköpfen wird die Daube *c* hindurchgezogen, indem ſie geſenkt und wieder gehoben wird, um ihr eine bauchige Form zu geben. Das gleichmäßige Heben und Senken wird durch die Schablone *d* bewirkt, auf welcher der die Daube tragende Schlitten *e* ruht, und die auf der Rolle *f* geführt wird. Die Meſſerköpfe laſſen ſich durch den Hebel *g* beliebig einſtellen. Je nach der Form der Schablone *d* erhalten die Dauben verſchiedene Geſtalt.

In ähnlicher Weiſe wirkt die Fügemaſchine Fig. 9 [1], die 10—20 Dauben zugleich fügt. Dieſe werden in einen Schlitten geſpannt, der über eine untenliegende Meſſerwelle hinweg geführt wird. Dieſe hebt und ſenkt ſich nach einer auswechſelbaren Schablone und gibt dadurch

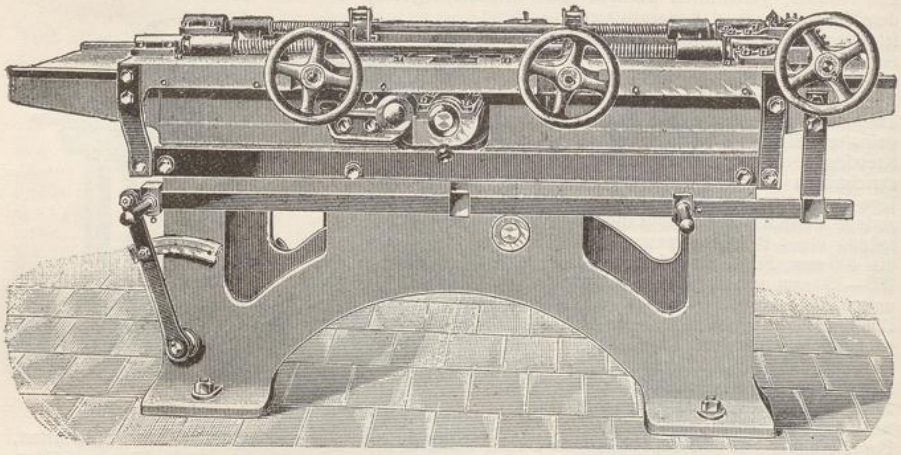


Fig. 9.

den Dauben die bauchige Geſtalt. Häufig werden die Dauben heute, ſtatt mit glatter Fuge, durch Nut und Feder nach Fig. 10 miteinander verbunden, wodurch ein vollkommenes Dichthalten und eine erhöhte Feſtigkeit erzielt wird. Auch für derartige Dauben ſind beſondere Maſchinen konſtruiert worden. Der Verſchub der Daube erfolgt durch Zahnſtange oder endloſe Kette.



Fig. 10.

Die gefügten Dauben werden zu einem Faßrumpfe, Fig. 11, zuſammengeſetzt, der durch eiſerne Reifen zuſammengehalten wird. Hierzu bedient man ſich einer Aufſetzform, Fig. 12. Der Faßrumpf wird nun in kochendes Waſſer oder unmittelbar in Dampf geſtellt, bis die Dauben hinreichend weich geworden ſind, um ſich biegen zu laſſen. Das Kochen erfolgt in viereckigen Käſten, das Dämpfen gewöhnlich in Dampfhauben, die über die Fäſſer geſtülpt und in die von unten Dampf geleitet wird, das Erhitzen über Hitzhauben, die von innen geheizt und über welche die Fäſſer geſtülpt werden. Nachdem die Dauben weich gemacht ſind, werden ihre oberen Enden durch eine Faßwinde oder einen Faßzug zuſammengezogen. Einen Faßzug für Handbetrieb ſ. Böttcherei, Fig. 15.



Fig. 11.



Fig. 12.

Bei der Faßwinde mit Maſchinenbetrieb, Fig. 13, wird eine Drahtſeilſchlinge durch zwei

Kurbeln, die sich in entgegengesetztem Sinne drehen, abwechselnd zusammengezogen und wieder gelöst. Das Faß steht hierbei seitlich neben der Maschine. Auf das zusammengepreßte Faßende werden sodann Hilfsreifen gezogen, die sehr kräftig sind und eine Stärke von etwa 10 mm und eine Breite von 40—50 mm haben. Sie werden zusammengeschweißt und warm über einen Block, den Reifenblock, gezogen. Um die Reifen fester auf das Faß zu ziehen, bedient man sich der Reifenauftreibmaschinen. Fig. 14 zeigt eine solche für Handbetrieb, Fig. 15 für Maschinenbetrieb. Die Anzugshebel, die sich gewöhnlich durch Federdruck leicht gegen das Faß legen, werden durch eine Spindel mit Hilfe von Kegelrädern nach abwärts gezogen. Für Fabriken, die große Mengen gleicher Fässer anfertigen, eignen sich Maschinen, in denen Faßwinde und Reifenauftreibmaschine vereinigt sind, die entweder durch hydraulischen Druck oder durch Transmission angetrieben werden. Bei der Maschine Fig. 16 wird der Tisch, der das Faß trägt, durch Zahnräder, Schnecke, Kurbel und Lenkstange gehoben und dadurch in die konische Haube gepreßt, deren innerer Raum die Form des Fasses hat. In Nuten der aufklappbaren Haube liegen zwei Hilfsreifen, die nach dem Oeffnen derselben auf dem Fasse sitzen bleiben. Bei Fässern, die vollkommen dicht sein müssen, werden die Reifen zweimal angezogen, unmittelbar nach dem Erwärmen und nach dem Trocknen, das dem Auftreiben der Reifen folgt. Zum Trocknen werden die Fässer, deren obere Oeffnung verdeckt wird, über eiserne Oefen, Hitzhauben von der Form eines abgestumpften Kegels gestülpt, die durch

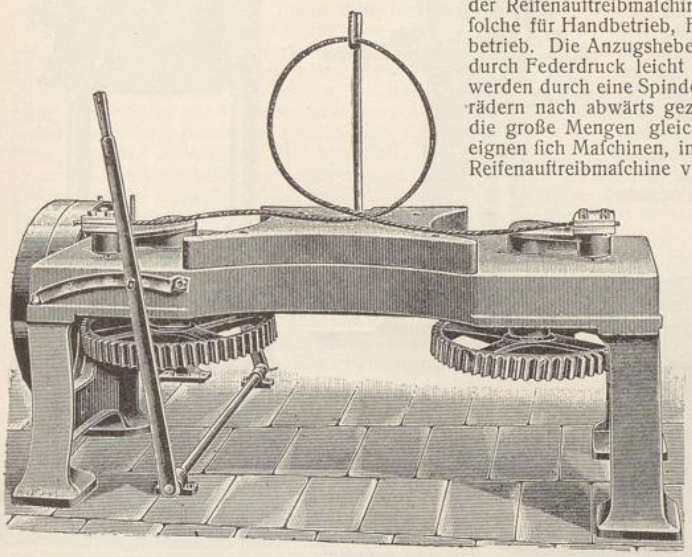


Fig. 13.

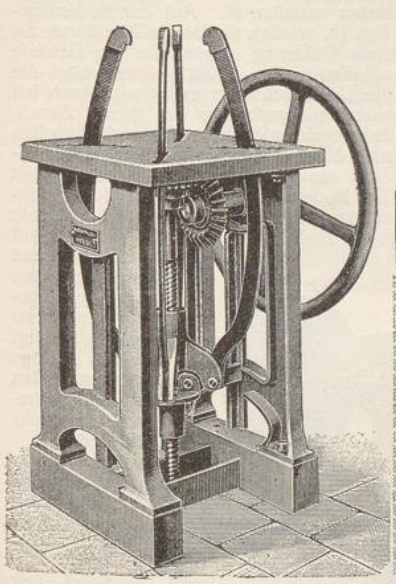


Fig. 14.

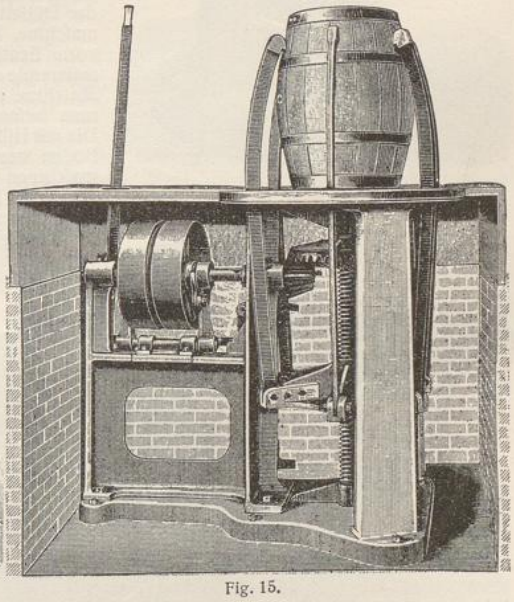


Fig. 15.

Dampf oder unmittelbar durch Heizgase geheizt werden. — Der Faßrumpf gelangt nun zur Krösemaschine, auf der die Nut für den Boden, die Kröse, eingeschnitten und die Daubenenden abgehobelt und abgeschrägt werden. Die Fässer werden hierbei zwischen zwei sich langsam drehenden Ringen aufgenommen, während sich im Innern der Fässer an einem oder beiden

Enden derſelben (einfache oder doppelte Kröſemaſchine) mit hoher Geſchwindigkeit ein oder zwei Meſſerköpfe drehen, welche den Daubenkopf bearbeiten. Die Ringe ſind auswechſelbar, ſo daß Fäſſer verſchiedener Größe auf derſelben Maſchine bearbeitet werden können. Der Meſſerkopf, der außer dem Kröſeeiſen zwei Abſtemm- und zwei Aushobelmeſſer trägt, iſt in zwei Richtungen einſtellbar. Bei doppelten Kröſemaſchinen werden

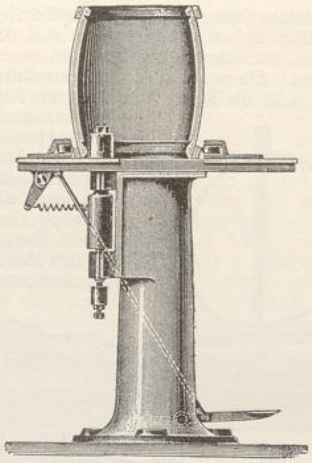


Fig. 17.

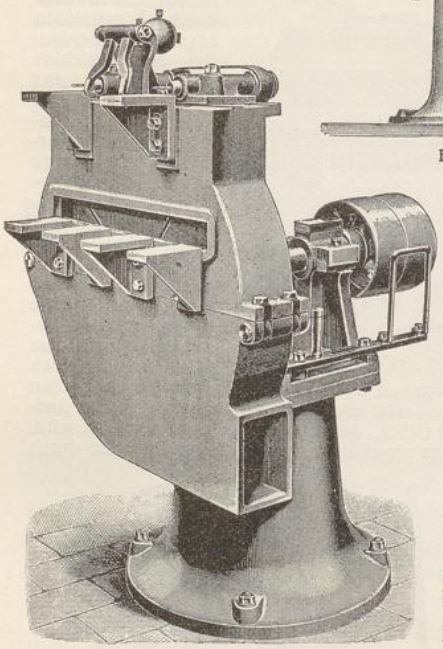


Fig. 18.

die beiden Köpfe gleichzeitig durch einen Hebel gegen das Faß geführt. Eine als Tiſchfräſe ausgebildete Kröſemaſchine zeigt die Fig. 17. Die Fäſſer ſind nun zum Einſetzen der Böden fertig.

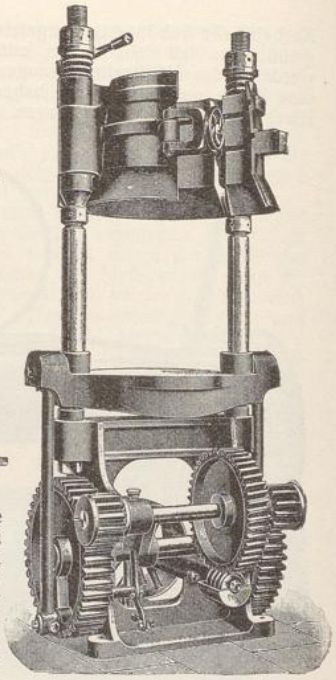


Fig. 16.

Die den Faßboden bildenden Stäbe werden zunächſt auf einer Scheibenfügemaſchine oder einer mit Meſſerkopf arbeitenden Hobelmaſchine gefügt, die gewöhnlich mit einer Vorrichtung zum Bohren der Dübellöcher verſehen iſt. Auf der Bodenfügemaſchine, Fig. 18, werden die Bodenſtäbe durch die vorn ſichtbare Oeffnung gegen die im Gehäuſe rotierende Meſſerſcheibe geführt. Oben trägt die Maſchine die Dübellochbohrvorrichtung. Auch hat man beſondere Bohrmaſchinen für dieſen Zweck. Die mit Hilfe beſonderer Preſſen zuſammengedübelten Böden werden durch einfache oder doppelte Hobelmaſchinen mit ein oder zwei Meſſerwellen glatt gehobelt. Der Boden gelangt dann zur Bodenrundſchneidemaſchine, Fig. 19. Auf dieſer wird mit einer Konkavfäge der Boden aus einem eckigen Brett rund herausgeſchnitten und der Rand durch einen im Innern der Konkavfäge befindlichen Fräskopf abgeſchrägt und ihm das richtige Profil gegeben. Böden für kleine Fäſſer werden auch auf einer Drehbank gedreht.

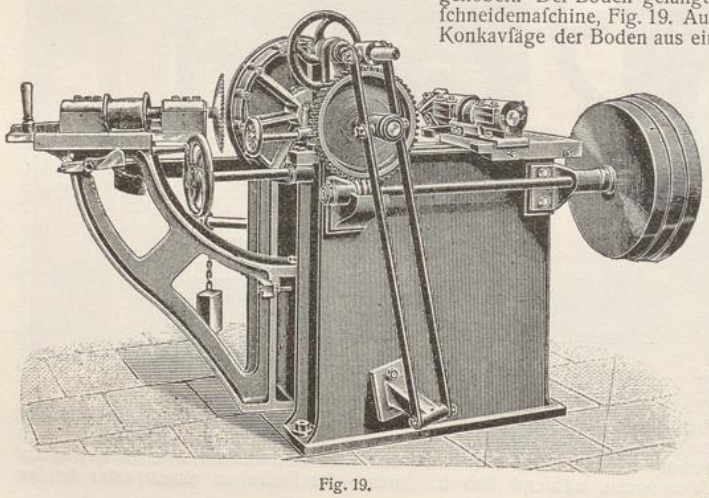


Fig. 19.

Dem Einſetzen der Böden folgt das Abhobeln der Fäſſer auf einer Art Drehbank, in die das Faß eingeſpannt wird. Während das Faß ſich dreht, wird der gewöhnlich an einem Geſtell aufgehängte Hobel gegen das Faß gehalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Den Beſchluß der Arbeiten macht das Aufziehen der Reifen und das Bohren des Spundloches. Zum Aufziehen werden Maſchinen nach Fig. 15 und 16 verwendet, die jedoch heute meiſtens durch hydrauliſchen Druck betrieben werden, weil dieſer ſich leichter regeln läßt, als ein durch Schraubenſpindel hervorgebrachter Druck.

Zur Faßfabrikation gehört ferner die Herſtellung der eiſernen und hölzernen (geſchälten und ungeſchälten) Faßreifen ſowie diejenige der Faßſpunde. Eiſerne Reifen werden auf Biege-, Loch-, Abſcher- und Nietmaſchinen bearbeitet und auf einem Futter (Reifenblock) koniſch geſtaltet. Schwere Reifen werden koniſch gewalzt. Holzreifen, meiſtens Weidenbänder, werden mit der Hand geſchält und geſpalten, da es an geeigneten Maſchinen hierfür noch fehlt. Dagegen erfolgt das Biegen auf beſonderen Maſchinen. — Die Spunde werden gedreht, wobei gleichzeitig drei Stähle zur Wirkung kommen, oder auf einer Maſchine gepreßt. Zunächſt werden kleine Holzwürfel durch ein zylindriſches Meſſer rund geſchnitten und dann in eine koniſche Form gepreßt. Eine ſolche Maſchine liefert täglich etwa 12000 Spunde.

Zu den Hilfsmaſchinen gehören eine Reihe verſchiedener Sägen, Meſſer- und Sägenſchleifmaſchinen, die Exhauſtoranlage zum Abſaugen des Holzſtaubes und der Späne, die unmittelbar an die mit einem Gehäuſe umgebenen Maſchinen angeſchloſſen wird, ferner Trockenanlagen zum Trockenhalten der Holzvorräte u. a.

Folgende Patente ſind über Faßfabrikation zu nennen: D.R.P. Nr. 99448, 103224, 104047, 104602, 107821, 108102, 114603, 115219, 116478, 118727, 118728, 119565, 120909, 121078, 121680, 127712, 128715, 130037, 130125, 131947, 132341, 136038, 140520, 144311, 145777, 146984, 151454, 152147, 152282, 154368, 155748, 159590, 161813.

Literatur: [1] Kataloge der Firma Anthon & Söhne, Flensburg. Ferner Katalog der Firma F. W. Hofmann, Fabrik für Holzbearbeitungsmaſchinen in Breslau. *Dalchow.*

Faßglafur, ſ. Pech.

Faſſoneiſen, ſ. Normalprofile für Walzeiſen, ferner Biegung, Brückenbelag, Winkeleiſen.

Faſſonfeile, ſ. Feile.

Faſſonieren, einem Körper durch Drehen, Fräſen, Ausſchweifen u. ſ. w. eine beſtimmte Form geben.

Faſſondrehbänke, gewöhnlich als Revolverdrehbänke ausgebildet, und Faſſonfräsmaſchinen dienen beſonders zur Maſſenfabrikation. *Dalchow.*

Faſſonſtück (Formſtück) nennt man bei Rohrleitungen alle jene Teile, die vom normalen geraden Rohre abweichen, insbeſondere alſo die Zweigſtücke (A-Stück, B-Stück, C-Stück), die Flanſchröhren (E-Stück, F-Stück), die Krümmer (K-Stück, L-Stück, J-Stück), die Flanſchenfaſſons (T-Stücke), Uebergangsröhren, Ueberſchieber u. ſ. w. S. Rohrleitung.

Faßtonne, ſ. Bojen.

Faßzieher (Faßzug), ſ. Böttcherei und Faßfabrikation.

Fata Morgana, ſ. Luftſpiegelung.

Faulbaumholz, ſ. Nutzhölzer.

Faulerde, ſ. Dyſodil.

Fauſt (Fauſteiſen, Pfaffe), ein kleines, amboßartiges Werkzeug mit rundem Kopf, auf dem beim Treiben (ſ. d.) Aushöhlungen oder Austiefungen mittels des Treibhammers hergeſtellt werden. *Dalchow.*

Fauſtkröſe, ſ. Bodenkämmchen.

Fauſtleier (Bruſtleier), ſ. Bohrgeräte, Bd. 2, S. 188, und Drauf.

Fauſtmanns Spiegelhypſometer, ſ. Freihandinſtrumente zum Nivellieren und Höhenmeſſen.

Fauſtpinſel, großer, runder Pinſel mit kräftiger Quaſte, der vom Maurer und Tüncher mit der Hand geführt wird; vgl. Pinſel.

Fauſtſäge, die gewöhnliche, kleine Handſäge des Zimmermanns und Schreiners.

Fayence, Töpfergeſchirre, mit einer weißen undurchſichtigen Zinnglaſur, die noch beliebig bemalt ſein kann, verſehen.

Dieſe Fayencen ſind von den Majoliken (ſ. d.) nicht weſentlich verſchieden, und an einzelnen Orten iſt die Bezeichnung Fayence und Majolika gleichbedeutend. In kunſtgewerblichem, geſchichtlichem Sinne verſteht man unter Fayence diejenigen Töpferarbeiten, die während des 17. und 18. Jahrhunderts angefertigt wurden und unter chineſiſch-holländiſchem Einfluſſe ſtanden. Der Name Fayence wird von der Stadt Faenza abgeleitet, in der zuerſt Tonwaren nach mauriſcher Art in größerem Maßſtabe hergeſtellt wurden und von wo ſich dieſe Fabrikation nach den übrigen italieniſchen Fabrikationsſtätten ſowie nach Frankreich, Deutſchland, Holland u. ſ. w. verbreitete (ſ. Keramik, Kunſtgewerbe und Tonwaren). *Dümmler.*

Fayenceblau, auf dem Gewebe mit Handdruckform oder Walzendruckmaſchine aufgetragenes und durch lokale Küpenbildung befeſtigtes Indigoblau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

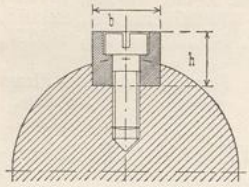
Die topiſche Reduktion des Indigo, die ihn löslich macht, ihm in die Faſer einzudringen und ſich durch folgende Oxydation darin feſtzufetzen geſtattet, wurde früher in der Weiſe bewerkſtelligt, daß man das mit einer Miſchung von feingepulvertem Indigo und einer Verdickung bedruckte Gewebe nacheinander durch eine Löſung von Kalk, von Eiſenvitriol und von Aetznatron nahm und ſchließlich abſäuerte. Die beſten Reſultate erzielt man mit dem unter dem Namen Glykoſeprozeß bekannten Verfahren von Schlieper und Baum in Elberfeld (ſ. Indigodruck). *R. Möhlau.*

Fayencegrün erzielt man, wenn man der zur Herſtellung des Fayenceblau (ſ. d.) dienenden Miſchung von Indigo und Verdickung Zinnchlorid hinzufügt und das abgeſäuerte und gewaſchene Gewebe ſchließlich in Quercitron oder einem andern Beizenfarbſtoff ausfärbt, welcher einen gelben Zinnlack bildet. *R. Möhlau.*

Fe, in der Chemie Zeichen für Eiſen.

Feddán, Einheit des Bodenflächenmaßes in Aegypten = 0,4459 ha.

Feder, Federkeil, als Maſchinenelement, ein in eine Welle eingeſetzter Längskeil ohne Anzug, d. h. von durchweg gleicher Höhe, auf dem eine mit paſſender Nut aufgeſchobene Buchſe ſich längs der Welle verſchieben läßt, während ſie mit der Welle umlaufen muß.



Für d mm Wellenſtärke kann die Breite $b = 3\sqrt{d}$ oder $0{,}2\,d + 10$ mm geſetzt werden; die Höhe $h = 0{,}8\,b$ größer als bei den Keilen; die Schraubenſtärke $0{,}4\,b$, die Schraubenentfernung 100—150 mm. An den Enden liegt die Feder meiſt halbkreisförmig abgerundet, paſſend in der auf einer Langlochbohrmaſchine (auf die Tiefe $\frac{1}{2}\,h$) gefräſten Nut der Welle; ſcharfkantig abgeſetzte Enden würden die Nut der verſchiebbaren Buchſe beſſer rein halten. — S. a. Federn. *Lindner.*

Feder, als Holzverbindung, ein an der Kante eines Brettes angehobelter Vorſprung oder eingeſetzter Streifen, der beim Zuſammenfügen in die Nut eines andern Brettes paßt.

Federaufhängung (Federgehänge) der Eiſenbahnfahrzeuge, Verbindung der Tragfedern mit den Achslagern einerſeits und dem Fahrzeugrahmen anderſeits, weiſt bei Lokomotiven und Wagen einige grundſätzliche Verſchiedenheiten auf.

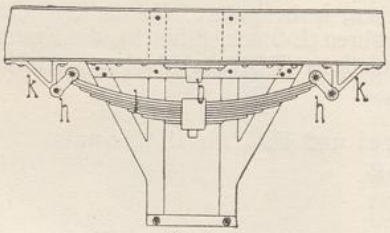


Fig. 2.

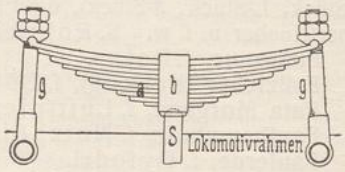


Fig. 1.

Bei den erſteren ſtützt ſich die Feder a in ihrer Mitte mit dem Federbunde b (ſ. Tragfedern der Eiſenbahnfahrzeuge) auf die Federſtütze S (Fig. 1), die nach unten bis auf den Lagerkaſten reicht, und an ihren Enden auf die Federgehänge gg, die unten mit Bolzen drehbar am Rahmen befeſtigt ſind, ſo daß jeder auf den Federbund ausgeübte Druck von der Feder abgeſchwächt auf Rahmen und Keſſel übertragen wird. Um die Federwirkung zu erhöhen ſowie den Lokomotiven einen ruhigen Lauf zu ſichern, werden oft die gegeneinander gekehrten Gehänge der benachbarten Federn durch einen Balancier verbunden. Bei den Eiſenbahnwagen ruht der Federbund b (Fig. 2) unmittelbar auf dem Lageroberkaſten; bei den Güterwagen, ſeltener bei Perſonenwagen, hat die oberſte Federlage an jedem Ende ein Auge von 30 mm Durchmeſſer, das von einem doppelten Federgehänge h umfaßt wird, das anderſeits mit den im Wagenuntergeſtelle befeſtigten Federböcken k verbunden iſt. Bei den Perſonenwagen ſind die Federböcke durch Schraubengelenke erſetzt, ſo daß mit Hilfe

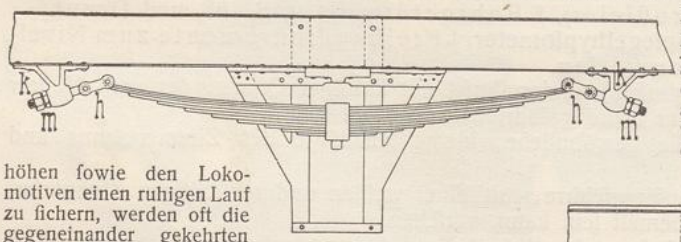


Fig. 3.

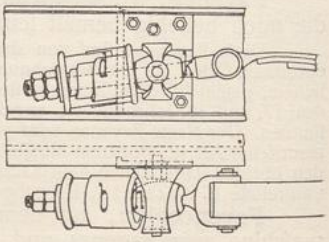


Fig. 4.

der Schraubenmutter *m* (Fig. 3) allen Federn die gleiche Spannung gegeben werden kann. Um die Stöße während der Fahrt nach Möglichkeit zu mildern, ist nicht selten in die Federung eine zweite Abfederung eingeschaltet (Fig. 4); der Federbock ist seitlich an den Längsträger angeschraubt; der Federbolzen *k* geht durch eine Hülse *h*, die in zwei Zapfen drehbar ist; über den Bolzen ist die in der Büchse *b* liegende Schneckenfeder *d* geschoben.

Literatur: Heusinger, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Bd. 2 und 3, Leipzig 1874 und 1882; Meyer, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaus, Bd. 1 und 2, Berlin 1883 und 1884; Organ f. die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1881, 1887 und 1891; Brosius und Koch, Der äußere Eisenbahnbetrieb, Bd. 2, Wiesbaden 1893. *Birk.*

Federbarometer, Nivellierbarometer, auch Aneroid, Holosterik, Metallbarometer genannt, dient zur barometrischen Höhenmessung (s. Höhenmessung, barometrische). Der wesentlichste Teil der für Höhenmessungen in Betracht kommenden Instrumente ist eine nahezu luftleer gepumpte, luftdicht verschlossene Büchse *B* (Fig. 1 und 2), gebildet durch zwei federhart gewalzte, dünne Wellblechplatten, die auf einen kräftigen Ring aufgelötet sind. Die Büchse ruht auf einer Grundplatte *G* und trägt einen Zapfen *a*, an dem eine starke Feder *F* angreift, die den Luftdruck balanciert. Der Durchmesser der kreisförmigen Dosen schwankt zwischen etwa 5—8 cm, dementsprechend der auf beiden Seitenflächen lastende Luftdruck etwa zwischen 40—100 kg (Instrumente ohne Spannfeder haben sich bisher weniger bewährt). — Bei Luftdruckschwankungen erhält durch die elastischen Biegungen des Federsystems der Zapfen *a* eine Bewegung, die im Mittel etwa 0,005 mm für 1 mm Barometerstandänderung beträgt. Diese kleinen Bewegungen sind ablesbar zu machen. Je nach der Anordnung der Ablesevorrichtungen unterscheidet man verschiedene Konstruktionen der Federbarometer mit Vidischer Büchse und zwar: 1. mechanische Vergrößerung der Bewegung von *a* durch Hebelwerk; 2. mikrometrische Messung dieser Bewegungen durch Mikrometerschrauben oder durch optische Vergrößerung.

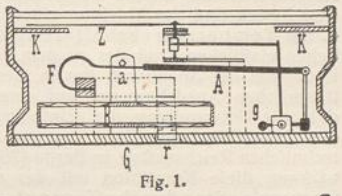


Fig. 1.

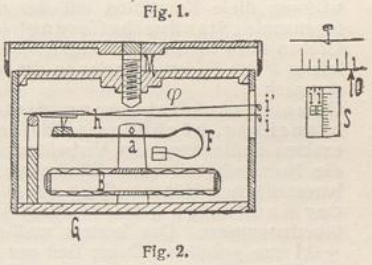


Fig. 2.

Die zur Zeit gebräuchlichsten Instrumente dieser Art sind: 1. das Zeigerbarometer, System Naudet, Bohne u. s. w., bei welchem die Bewegungen von *a* durch ein Hebelwerk (eine schematische Zeichnung gibt Fig. 1) auf einen über einem geteilten Kreis *K* spielenden Zeiger *Z* übertragen werden. Diese mechanische Vergrößerung, welche für größere Instrumente etwa eine 500fache ist, hat sich in der Technik vortrefflich bewährt. Wegen weiterer Einzelheiten dieser verschiedenen Konstruktionen s. [1]—[4] und [7]. Instrumente dieser Art wurden zuerst von der Firma Naudet, Hulot & Cie. in Paris geliefert, jetzt in Deutschland auch in vorzüglicher Ausführung von Bohne in Berlin (Prinzenstraße 90) und auch von anderen Firmen in ähnlicher Konstruktion. Die Instrumente sind zum Schutz gegen Beschädigungen und plötzliche Temperaturwechsel in besondere mit Tuch ausgefütterte Holz- oder Lederkästen eingeschlossen und dürfen beim Gebrauch, sei es für die Höhenmessung oder Konstantenbestimmung, niemals aus denselben herausgenommen werden. Beim Gebrauch muß das Instrument, um ein richtiges Funktionieren des Hebelwerks zu ermöglichen, horizontal gehalten werden (Gegengewicht *g*, Fig. 1); um die Trägheit des Mechanismus unschädlich zu machen, ist das Instrument durch leises Klopfen auf den Deckel vorsichtig zu erschüttern, danach unmittelbar die Ablesung vorzunehmen und der Deckel des Schutzkastens sofort wieder zu schließen. Die Ablesungen sind bis auf $^1/_{10}$ mm zu machen, z. B. 743,4 mm ($^1/_{10}$ mm rund = 1 m Höhenunterschied). — 2. Das Schrauben- oder Fühlfederbarometer von Goldschmid. Die Ablesevorrichtung wird durch die schematische Zeichnung der Fig. 2 veranschaulicht. Die Bewegungen des Zapfens *a* werden durch den Hebel *h*, der einen Kopf mit Index *i* trägt, an der Skala *S* roh (in Zehnermillimeter) ablesbar gemacht, die feine Ablesung geschieht beim Index *o* an der Trommelteilung einer Meßschraube *M*, die durch Vermittlung einer Fühlfeder φ die Bewegungen von *i* durch die Koinzidenzen der Indices *i* und *i'* mißt. Wegen weiterer Einzelheiten dieser Konstruktion s. [1]—[3], [6] und [7]. Diese Instrumente werden hauptsächlich geliefert von dem Nachfolger Goldschmids, der Firma Hottinger in Zürich. Zum Gebrauch ist zu bemerken, daß die Instrumente in Klappkästen befestigt werden, die für die Ablesung sehr bequem und zweckmäßig angeordnet sind. Bei der Ablesung wird die Schraube zuerst so weit herabgedreht, daß die Fühlfeder von der Spitze gefaßt wird, dann wird durch leises Klopfen das Instrument vorsichtig erschüttert, darauf die Indices *i* und *i'* zur Koinzidenz gebracht und die Ablesung ausgeführt. Weitere Regeln für Gebrauch und Behandlung gibt die angeführte Literatur.

Neben diesen gebräuchlichsten Instrumenttypen ist noch zu erwähnen ein von Reitz [14]

konſtruiertes Barometer, bei dem die Bewegungen von *a* auf eine an einem Hebelarme befeſtigte Skala ſich übertragen, die durch ein feſtgelagertes Mikroſkop beobachtet wird. Dies Inſtrument, obwohl hoher Genauigkeit fähig, hat in der Praxis wenig Verwendung gefunden. Andre Konſtruktionen ſ. [6], [7], [13]—[18], [28]. Auch werden regiſtrierende Federbarometer (Barographen, ſ. d.) verwendet, bei denen ſich die Büchſenbewegung in entſprechender Vergrößerung auf einen Schreibſtift überträgt. Der Preis guter Nivellierbarometer beträgt mindeſtens 60 ℳ und ſteigt je nach Größe und Konſtruktion bis zu 150 ℳ; ein größeres, für techniſche Höhenmeſſungen geeignetes Inſtrument koſtet etwa 100—120 ℳ. Von billigeren Inſtrumenten, wie ſie zuweilen im Handel angeboten werden, iſt eine hinreichende Leiſtungsfähigkeit für techniſche Zwecke nicht zu erwarten.

Die Konſtanten der Federbarometer. Die je nach dem Federſyſtem verſchiedenartige Bewegung des Zapfens *a*, die abhängig iſt von der Temperatur desſelben und den Druckänderungen proportional ſein ſoll, iſt, um eine bequeme Verwendung zu geſtatten, durch die Ableſevorrichtung in die entſprechenden Angaben des Queckſilberbarometers umzuwandeln. Zu dem Zweck ſind der Ableſung eines Federbarometers drei Verbeſſerungen beizufügen, und zwar: 1. die Temperaturverbeſſerung (*w*), d. h. die Reduktion der mit der Temperatur veränderlichen elaſtiſchen Kraft der zu dem Federſyſtem des Inſtrumentes verwendeten Metalle ſowie die Reduktion der Spannkraft der in der Büchſe enthaltenen Luft und der in Frage kommenden thermiſchen Ausdehnungen auf eine Normaltemperatur; 2. die Teilungsverbeſſerung (*i*), d. h. die Umwandlung der Einteilung des betreffenden Inſtrumentes in die Millimeterteilung des Queckſilberbarometers, bezogen auf einen beſtimmten Anfangspunkt (bei der phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt in Berlin [26] wird wegen der ſpäter zu erwähnenden elaſtiſchen Nachwirkung dieſe Korrektion mit der nachſtehenden Standverbeſſerung zuſammengefaßt); 3. die ſogenannte „Standverbeſſerung“ (*s*) zur Beſeitigung des nach Anbringung der erſten beiden Größen noch bleibenden Unterſchiedes. Die Formel zur Umwandlung der unmittelbaren Ableſung *F* am Federbarometer in die auf 0° reduzierte Angabe *B* des Queckſilberbarometers iſt demnach

$$B_0 = F + (w) + (i) + (s).$$

Ohne Berückſichtigung dieſer Verbeſſerungen ſind die Inſtrumente unbrauchbar, höchſtens zuläſſig für ganz rohe Meſſungen. Die Schwierigkeit einer exakten Beſtimmung der Verbeſſerungen für größere Temperatur- und Teilungsintervalle ſowie die Notwendigkeit einer Wiederholung derſelben im Laufe der Jahre ſind für die Praxis der barometriſchen Höhenmeſſung ein nicht zu vermeidender Uebelſtand. — Die Beſtimmung der Konſtanten geſchieht durch Vergleichung mit den gleichzeitigen Angaben eines Queckſilberbarometers. Das letztere muß eine Einſtellungs- und Ableſegenauigkeit von mindeſtens ± 0,1 mm geſtatten. Daher ſind nur gute Barometer, ſogenannte Normalbarometer, von etwa 10—15 mm Rohrweite (mindeſtens 6 mm) geeignet. Das Queckſilberbarometer kann auch unter Umſtänden erſetzt werden durch ein ſorgfältig geprüftes, unter fortwährender Kontrolle ſtehendes und als Vergleichsinſtrument geeignetes Federbarometer, was in manchen Fällen der Praxis die Vergleichung weſentlich vereinfacht. Die Beſtimmung der verſchiedenen Verbeſſerungen geſchieht am beſten getrennt.

Die Temperaturverbeſſerung iſt am einfachſten zu beſtimmen bei möglichſt unveränderlichem Barometerſtand durch Benutzung der Temperaturunterſchiede zwiſchen dem geheizten und ungeheizten Zimmer (offene Fenſter) bei Winterfroſt. Künſtliche Temperaturänderung bedarf beſonderer Apparate und großer Erfahrung, da der Temperaturunterſchied nur ganz allmählich eintreten darf. In beiden Fällen iſt der Temperaturunterſchied in verſchiedener Richtung mehrfach zu durchlaufen und in paſſenden Intervallen (von 5° zu 5°) Ableſungen vorzunehmen. Die Unterſchiede B_0—F (Queckſilberbarometer mit allen Reduktionen — Federbarometer) werden zu den Inſtrumenttemperaturen (welche ſorgfältig an dem inneren Thermometer zu beſtimmen ſind), als Abſziſſen graphiſch aufgetragen und daraus oder aus einer danach angefertigten Tabelle die Verbeſſerungen (*w*) entnommen.

Die Teilungsverbeſſerung iſt zu beſtimmen bei möglichſt konſtanter Temperatur, und zwar: 1. durch Ausnutzung paſſender Luftdruckſchwankungen, die bis zu 30 oder 40 mm betragen können (alſo nur für Höhenunterſchiede von 300—400 m ausreichend), 2. durch Barometervergleichungen bei Bergbeſteigungen, 3. durch Benutzung beſonderer Apparate mit künſtlicher Luftdruckänderung. Die einfachſte Vorrichtung dieſer Art iſt möglich, wenn als Vergleichsinſtrument ein Federbarometer zur Verfügung ſteht. In dieſem Fall genügt ein mit einem Glasdeckel luftdicht verſchloſſener Kaſten, in dem die Luft durch vorſichtiges Ausſaugen und Zuſtrömen bis zu einer gewiſſen Grenze beliebig verdünnt und verdichtet werden kann. Näheres über die Einrichtung dieſer Apparate [1], [4], [7], [19]—[21], [24]—[26]. Die Teilungsverbeſſerung (*i*) wird wie die Temperaturverbeſſerung aus den Differenzen B_0—F auf graphiſchem Wege abgeleitet, wobei, um bequeme Zahlenwerte zu erhalten, irgend ein paſſender Normalſtand, z. B. 700 mm, eingeführt wird. Näheres über die Beſtimmung und Berechnung der Verbeſſerungen [1], [2], [4]—[7], [26].

Die nach Zulegung der Temperatur- und Teilungsverbeſſerung noch übrig bleibende Standverbeſſerung bleibt bei der Verwendung der Federbarometer zu Höhenmeſſungen im allgemeinen außer Betracht, da ſie durch das Rechnungsverfahren eliminiert wird; die Standunterſchiede verſchiedener Inſtrumente werden durch Reduktion auf ein Vergleichsinſtrument (z. B. Standbarometer) beſeitigt (vgl. Höhenmeſſung, barometriſche). Wenn erforderlich, kann ein zu groß erſcheinender Betrag des Standunterſchiedes verſchiedener Inſtrumente durch Aenderung der Spannung der Feder *F* mit der Regulierſchraube *r* (Fig. 1) beſeitigt werden. Dieſe Regulierung iſt jedoch möglichſt zu vermeiden.

Betrag und Veränderlichkeit der Verbeſſerungen. Die Verbeſſerungen ſind nicht nur jeder Konſtruktionsart, ſondern auch jedem Inſtrument eigentümlich und inner-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

halb gewiſſer Grenzen veränderlich, ſo daß ſie von Zeit zu Zeit (nach Verlauf eines oder mehrerer Jahre) neu beſtimmt werden müſſen.

a. Die Temperaturverbeſſerung. Bei Zeigerinſtrumenten (Naudet, Bohne) iſt die Temperaturlinie in der graphiſchen Darſtellung meiſtens nahezu geradlinig (entſprechend der mit zunehmender Temperatur abnehmenden elaſtiſchen Kraft); die Verbeſſerung beträgt etwa 0,1—0,2 mm für 1° Temperaturänderung. — Die Inſtrumente Goldſchmidſcher Konſtruktion haben vielfach mehr oder weniger gekrümmte Teilungslinien ergeben. Die Temperaturverbeſſerung iſt endlich auch abhängig vom Barometerſtand und mit der Zeit häufig in erheblicher Weiſe veränderlich. Wertvolle Erfahrungen darüber ſ. [5], [26], [27].

Zuweilen werden die Inſtrumente gegen den Temperatureinfluß „kompenſiert". Die „Kompenſation" durch Belaſſung eines gewiſſen Luftreſiduums in der Büchſe, welches bei ſteigender Temperatur die abnehmende Elaſtizität unterſtützen ſoll, iſt nicht empfehlenswert (gekrümmte Temperaturlinien, ſtark abhängig vom Barometerſtand), dagegen ſcheint ſich die nach Art eines Metallthermometers wirkende Zuſammenſetzung des Armes *A* bei den Zeigerbarometern (Naudet, Bohne) (Fig. 1) [22], [3], S. 71, zu bewähren. An Stelle der Unſicherheit der Reduktion durch Vermittlung des inneren Queckſilberthermometers tritt die der ſelbſttätigen Metallthermometerreduktion. Auf keinen Fall macht die Aufſchrift „kompenſiert" die Beſtimmung der Temperaturverbeſſerung überflüſſig. — Es iſt möglich, daß die Verwendung von in bezug auf Dehnung und Elaſtizität temperaturunempfindlichen Nickelſtahls (Invar) einen großen Teil des Temperatureinfluſſes beſeitigt. Erfahrungen darüber liegen bis jetzt noch nicht vor. — Auch die Verſuche mit andern Materialien, um gleichzeitig die elaſtiſche Nachwirkung (ſ. weiter unten) zu vermindern, haben bisher noch keinen Erfolg gehabt.

b. Die Teilungsverbeſſerung kann, weil ſie abhängig iſt von Mechanismus und Ableſevorrichtung, naturgemäß für verſchiedene Inſtrumente beliebig und ſehr verſchieden ſein. Urſächlich des elaſtiſchen Syſtemes ſind die Teilungslinien allgemein ſchwach gekrümmt. Die Krümmung hängt ab vom Anfangsdruck und Betrag des Druckunterſchiedes ſowie von der Geſchwindigkeit, mit der derſelbe durchlaufen wird, iſt alſo auch für Druckzu- und -abnahme verſchieden [25], [26]. Bei Beſtimmung der Teilungsverbeſſerung muß daher die Geſchwindigkeit der Druckänderung derjenigen beim Höhenmeſſen möglichſt entſprechen. Außerdem kann die gleichen Druckunterſchieden entſprechende Bewegung des Zapfens *a* (vgl. die Figuren) im Laufe der Zeit ſich um geringe Beträge ändern, ſo daß, ganz abgeſehen von zufälligen und beabſichtigten Veränderungen des Mechanismus (Regulierung) die Teilungsverbeſſerung variabel iſt. Vgl. a. [4]—[12], [25], [26]. Daraus folgt, daß die Teilungsverbeſſerung von Zeit zu Zeit neu zu beſtimmen iſt und daß die an manchen Federbarometern angebrachten Höhenſkalen zur unmittelbaren Ableſung der Höhen, ganz abgeſehen von der in der barometriſchen Höhenbeſtimmung begründeten Näherung, nur für ganz rohe Meſſungen verwendet werden dürfen.

c. Die Standverbeſſerung iſt in mehrfacher Weiſe veränderlich, und zwar kommt in Betracht:

1. Eine langſam mit der Zeit fortſchreitende Veränderung, veranlaßt durch die allmählich eintretende Formänderung des elaſtiſchen Syſtems; bei neuen Inſtrumenten iſt dieſelbe oft recht erheblich, bei älteren guten Inſtrumenten ſehr gering, im äußerſten Fall einige Millimeter im Laufe mehrerer Jahre, ſo daß dieſe Aenderung auf Höhenmeſſungen ohne Einfluß iſt.

2. Die infolge der elaſtiſchen Nachwirkung nach jeder Druckänderung auftretende Standänderung; eine Unterſuchung in [25]. Sie iſt bei Inſtrumenten gleicher Konſtruktion im allgemeinen gleichartig und abhängig vom Betrag des Druckunterſchiedes und dem Tempo, mit dem derſelbe eintritt [25]. Bei den normalen Schwankungen des Luftdrucks und bei Nivellierzügen von mehreren hundert Metern Höhenunterſchied erreicht ſie Beträge von $^1/_4$ bis zu $^1/_2$ mm, bei Bergbeſteigungen mehrere Millimeter und bei Ballonfahrten ganz erhebliche Beträge. — Bei Höhenmeſſungen ſind die Aenderungen durch geeignete Anordnungen der Züge und Anſchluß an Feſtpunkte unſchädlich zu machen, vgl. [25], [26].

Zur Vermeidung des Einfluſſes der elaſtiſchen Nachwirkung bei Ueberwindung ſtarker Druck- oder Höhenunterſchiede (Hochgebirgsmeſſungen, Ballonfahrten) iſt nach Whymper [28] ein von Watkin angegebenes, von Hicks in London konſtruiertes Federbarometer geeignet, deſſen Doſe nur im Augenblick der Meſſung in Wirkſamkeit tritt, ſo daß ſie jedesmal die ganze Druckänderung gegen eine Ausgangslage zu übernehmen und anzuzeigen hat (vgl. a. S. 658, Berganeroid). — Weiterhin iſt für Ballonfahrten neuerdings ſtatt des Federbarometers eine Art Luftdruckaräometer [29] in Vorſchlag gebracht.

3. Veränderungen durch Stöße beim Transport u. ſ. w. ſind durch vorſichtige Behandlung zu vermeiden.

Genauigkeit der Inſtrumentangaben. Federbarometer ſind ihrer Natur nach Interpolationsinſtrumente und dementſprechend für Höhenmeſſungen mit gegebenen Anſchlußpunkten in erſter Linie geeignet. Der Interpolationsfehler iſt im allgemeinen proportional der Zeit. Bei geringen Zeitunterſchieden bis zu einigen Stunden wie bei techniſchen Höhenmeſſungen überſteigt der mittlere Interpolationsfehler nicht $\pm$ 0,1—0,2 mm; bei größeren Interpolationszeiten wachſen die Fehler entſprechend den angegebenen Standänderungen, die im Laufe der Monate und Jahre bis zu einigen Millimetern betragen können, [4], S. 56. Ungünſtige Ergebniſſe bei Höhenmeſſungen mit Federbarometern ſind ſtets begründet in ungenügender Beſtimmung der Verbeſſerungen, mangelnder Uebung oder unbrauchbaren (billigen, nicht geprüften) Inſtrumenten. Es iſt empfehlenswert, ſich wegen der Beſtimmung der Verbeſſerungen mit einem benachbarten, mit den erforderlichen Prüfungsapparaten ausgerüſteten Inſtitut in Verbindung zu ſetzen (II. techn. Abteilung der phyſ.-techn. Reichsanſtalt in Berlin, den geodätiſchen, phyſikaliſchen, meteorologiſchen Inſtituten u. ſ. w. der Hochſchulen, vgl. [19]—[21], [25]). Weiteres über den Gebrauch zu geodätiſchen Höhenmeſſungen ſ. Höhenmeſſung, barometriſche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Die Inſtrumente ſind eingehend behandelt in einer Reihe geodätiſcher und ſonſtiger Lehrbücher z. B.: [1] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1904, Bd. 2. — [2] Bauernfeind, Elemente der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1890, Bd. 1. — [3] Handbuch der nautiſchen Inſtrumente, Berlin 1890. — Von den zahlreichen ſpeziellen Bearbeitungen, in denen zahlreiche Erfahrungen und weitere Literaturangaben mitgeteilt ſind, ſeien genannt: [4] Hartl, Praktiſche Anleitung zum Höhenmeſſen, Wien 1884. — [5] Derſ., Temperaturkoeffizient Naudetſcher Aneroide, Zeitſchr. f. Verm. 1882, S. 458. — [6] Koppe, Die Aneroidbarometer von Goldſchmid, Zürich 1877; Derſ., Die verbeſſerten Goldſchmidſchen Aneroide, „Eiſenbahn", Bd. 16, Nr. 16 u. 17. — [7] Schreiber, Handbuch der barometriſchen Höhenmeſſungen, Weimar 1877. — [8] Derſ., Carls Repert., Bd. 9, S. 193. — [9] Bauernfeind, Beobachtungen und Unterſuchungen über die Eigenſchaften und praktiſche Verwertung der Naudetſchen Barometer, München 1874. — [10] Vogler, Beitrag zu den Erfahrungen über Naudetſche Aneroide, Zeitſchr. f. Verm. 1877, S. 475. — [11] Jelinek, Ueber die Konſtanten der Aneroide, Carls Rep., Bd. 13, S. 54. — [12] Schmidt, Ueber den praktiſchen Wert Naudetſcher Aneroide, München 1876. — [13] Weilenmann, Ein abgeändertes Aneroidbarometer, Vierteljahrsſchr. d. naturf. Geſ. in Zürich, Bd. 20. — [14] Reitz, Höhenmeſſung mit dem Barometer Reitz, Hamburg 1874, desgl. Zeitſchr. f. Verm. 1873, S. 363, 1877, S. 507, 1887, S. 20. — [15] Kohlrauſch, Variationsbarometer, Pogg. Ann. 150. — [16] Röntgen, Aneroidbarometer mit Spiegelableſung, Wied. Ann., Bd. 4, S. 305. — [17] Schwirkus, Neue Geſichtspunkte zur Konſtruktion von Aneroiden, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 3, S. 89. — [18] Möller, Metallbarometer, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 1, S. 266. — [19] Schreiber, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 6, S. 121, Bd. 9, S. 157; Fueß, Bd. 5, S. 297. — [20] Wiebe, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 10, S. 429. — [21] Koppe, Prüfung von Aneroiden, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 8, S. 419. — [22] Löwenherz, Wiſſenſchaftliche Inſtrumente auf der Berliner Gewerbeausſtellung, Berlin 1880, S. 122. — [23] Hammer, Zeitſchr. f. Verm. 1890, S. 79. — [24] Kröber, Zeitſchr. f. Verm. 1881, S. 305. — [25] Reinhertz, Die elaſtiſche Nachwirkung beim Federbarometer, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 7, S. 153. — [26] Hebe, Ueber die Prüfung von Aneroiden, Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 20, S. 253. — [27] Wiebe und Hebe, ebend., Bd. 21, S. 331. — [28] Hammer, Ref. Zeitſchr. f. Inſtr., Bd. 19, S. 318; Zeitſchr. f. Verm. 1900, S. 568. — [29] Fiſcher, Zeitſchr. f. Meteorologie 1900, S. 257.

Reinhertz.

Berganeroid (Mountain aneroid) iſt in England im Jahre 1898 ein neues Aneroid genannt worden, das den Uebelſtand des gewöhnlichen Aneroids, namentlich Naudetſcher Konſtruktion, nämlich großer elaſtiſcher Nachwirkung bei ſtark veränderten Luftdrücken, denen das Inſtrument längere Zeit ausgeſetzt blieb, dadurch zu verringern ſucht, daß das Aneroid ſtets nur für kurze Zeit dem ſtark veränderten Druck ausgeſetzt wird.

Erfunden iſt das Inſtrument von Oberſt Watkin, ausgeführt von J. J. Hicks, die erſte öffentliche Nachricht ſtammt her von Edw. Whymper (Times vom 17. Dez. 1898); Abdruck z. B. auch in [1], Ref. von Hann in [2], von Hammer in [3]—[5]. Notiz über praktiſche Anwendung z. B. bei Mackinder in dem Bericht über ſeine Kenia-Expedition [6].

Literatur: [1] Geogr. Journal, London 1899, I, S. 79—83. — [2] Met. Zeitſchr. 1899, hiernach Ule in Geogr. Zeitſchr. 1899, S. 347—348. — [3] Zeitſchr. f. Inſtr. 1899, S. 318. — [4] Petermanns Mitteilungen, Gotha 1899. — [5] Zeitſchr. f. Verm. 1900, S. 568. — [6] Geogr. Journal, London 1900, I, S. 480—486.

Federblatt, Federbund, ſ. Tragfedern.

Federbock, ſ. Federaufhängung.

Federbremſe, ſ. Bremſen für Eiſenbahnfahrzeuge.

Federfarbe, ſ. Lithographiefarben.

Federflorteiler (Stahlbandflorteiler), ſ. Streichgarnſpinnerei.

Federgold, ſ. Goldlegierungen.

Federhammer, ſ. Hammer.

Federharz, ſ. v. w. Kautſchuk (ſ. d.).

Federhaus, das bei Uhren und andern Triebwerken zur Aufnahme der ſpiralförmigen Triebfeder dienende Gehäuſe von in der Regel zylindriſcher Form. In deſſen Mitte befindet ſich der Federſtift, d. h. eine Achſe, an der das innere Ende der Spiralfeder befeſtigt iſt, während das äußere Ende am inneren Umfange des Gehäuſes feſtſitzt. Die Feder kann geſpannt oder aufgezogen werden, entweder durch Umdrehen des Federſtiftes bei feſtgehaltenem Federhauſe oder umgekehrt durch Umdrehung des Federhauſes bei feſtem Federſtifte. Bei den Muſikwerken und Tiſchuhren iſt das Federhaus ganz unbeweglich, und der Federſtift wird durch die ſich ſelbſt überlaſſene Feder entgegengeſetzt der Richtung beim Aufziehen herumgedreht, welche Bewegung durch Räder auf das Triebwerk übertragen wird. Damit das Werk bei dem Aufziehen nicht rückwärts bewegt werde, dient das Geſperr, das ſo eingerichtet iſt, daß der Federſtift auf das Triebwerk nur in der einen Richtung beim Ablaufen wirkt. Bei den Taſchenuhren dagegen wirkt das Federhaus mit einem an ſeinem Umfange angebrachten Zahnrade treibend auf das Gangwerk der Uhr, und zwar in derſelben Richtung, in der zuvor bei dem Aufziehen der Federſtift umgedreht wurde; hier muß natürlich der letztere durch das Geſperr verhindert werden, ſich nach dem Aufziehen wieder zurückzudrehen. Endlich findet ſich vielfach die Einrichtung eines ganz feſtſtehenden Federſtiftes, wobei ſich während des Ganges eine Kette oder Schnur auf den Umfang des Federhauſes wickelt und das zu treibende Werk bewegt; durch nachheriges Abziehen dieſer Kette wird das Federhaus behufs erneuten Spannens der eingeſchloſſenen Feder in entgegengeſetzter Richtung herumgedreht. *Dalchow.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Federkeil, f. Feder.

Federkopf, f. Mefferkopf.

Federlaſchen, welche die Verbindung der Schienen (oder andrer Gegenſtände) nur durch Federwirkung des Stahls herſtellen, kommen bei Lokomotiveiſenbahnen kaum vor, weil ſie nicht feſt genug haften. *Goering.*

Federmeſſer, f. Meſſerſchmiedarbeiten.

Federn werden als Maſchinenteile zur Aufnahme oder Ausübung einer elaſtiſch wirkenden Kraft, vielfach zur Abpufferung von Stößen, eingeſchaltet.

In manchen Fällen kommen ſie in Wettbewerb mit Treib- oder Gegengewichten (vgl. Uhren) als äquivalenten Mitteln. Mitunter vereinigt man Gewicht und Feder z. B. zur Spannung von Bandſägen. Federn haben der Gewichtswirkung gegenüber (z. B. in Regulatoren) den Vorteil kleinen Eigengewichtes und äußerſt geringen Maſſenwiderſtandes bei raſcher Verſtellung, wodurch ſonſt Ueberſchlagen und Schwingungen eintreten; ferner die Eigentümlichkeit, daß die Kraft

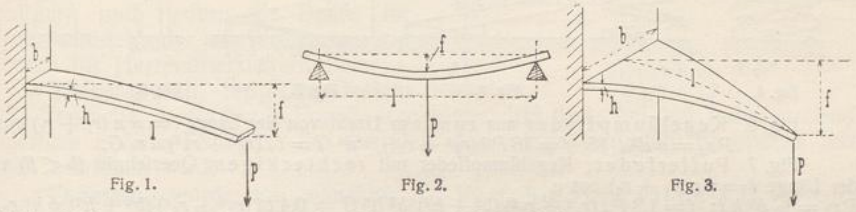


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

mit der Stellung ſich ändert, und den Nachteil, daß die Kraft, deren Maß nicht unmittelbar ſichtbar iſt, im Laufe der Zeit etwas nachläßt, beſonders wenn die Feder nicht richtig angeordnet iſt oder durch Ueberanſtrengung, Wärme, Abnutzung leidet. Im allgemeinen ſollte eine Feder als „Körper gleicher Feſtigkeit" gebildet ſein, damit ihr Material durchweg bis zur zuläſſigen Spannung ausgenutzt wird, und ſo angebracht ſein, daß ſie nur eine mäßige Formänderung erfährt, alſo auf kleinem Wege mit großer Kraft wirkt.

Für die Berechnung von Federn benutzt man folgende Formeln:

Es bedeuten: P kg eine Einzelkraft, R cm ihren Angriffsradius; l cm die Länge, b cm die Breite, h cm die Stärke, d cm den Durchmeſſer des federnden Stabes; r cm den Radius, n die Anzahl der Windungen, α den Steigungswinkel; W das Widerſtandsmoment, J das Trägheitsmoment, J_p das polare Trägheitsmoment des Stabquerſchnittes; s kg/qcm die Biegungsſpannung, z. B. 2000—3000 kg/qcm für ungehärteten, 4000—4500 für gehärteten Stahl und 5500—6000 für Eiſenbahnwagenfedern, t kg/qcm die Torſionsſpannung; f cm die Durchbiegung am Kraftangriffspunkt, φ den Verdrehungswinkel; E kg/qcm den Elaſtizitäts-, G kg/qcm den Gleitmodul ($G = 0{,}375\,E$ bis $0{,}4\,E$). — Die von der Feder aufgenommene Arbeit beträgt in jedem Falle $A = {}^1/_2\,Pf$ cmkg.

I. Federn, die durch eine Einzelkraft P belaſtet werden.

Fig. 1. Ein gerader Stab von durchweg gleichem Querſchnitt, der an einem Ende ſenkrecht zur Kraftrichtung unveränderlich feſt eingeſpannt iſt. Der gefährliche Querſchnitt und die ſtärkſte Krümmung liegen am feſten Ende.

$$P \cdot l = Ws = {}^1/_6\,b\,h^2\,s;\quad f = P\,l^3/3\,E\,J = 2\,s\,l^2/3\,h\,E.$$

Für einen Stab von rundem Querſchnitt gilt entſprechend:

$$P\,l = \pi\,d^3\,s/32;\quad f = 2\,s\,l^2/3\,d\,E.$$

Fig. 2 entſteht aus Fig. 1 durch Verdopplung.

$${}^1/_2\,P \cdot {}^1/_2\,l = Ws;\quad f = P\,l^3/48\,E\,J.$$

Fig. 3. Dreieckfeder, deren Breite vom feſten Ende bis zur Kraft gleichmäßig abnimmt. Die Biegungsſpannung iſt durchweg gleich; die elaſtiſche Linie wird ein Kreisbogen.

$$P\,l = W\max \cdot s = {}^1/_6\,b\,h^2\,s;\quad f = P\,l^3/2\,E\,J = s\,l^2/h\,E.$$

Auch hier kann man an Stelle der Einſpannung eine Symmetrieebene denken.

Eine Eiſenbahnwagenfeder (ſ. Federaufhängung und Tragfedern) mit $i = 8$—11) Lagen, je von der Breite b_1 (= 9 cm) und der Höhe h (= 1,3 cm) iſt nach Art einer Dreieckfeder mit $b = i\,b_1$ zu berechnen. Bei Q kg ruhender Belaſtung am Federbund in der Mitte habe die kreisbogenförmige Feder noch die Pfeilhöhe p. Das Gehänge am Ende wirkt unter einem Winkel α gegen die Vertikale ſchräg abwärts mit der Kraft $Q/2\cos\alpha$. Die Länge l gilt für die Entfernung des Auges vom Rande des Federbundes. An dieſer Stelle und innerhalb des Bundes herrſcht das Moment $M = {}^1/_2\,Q\,(l + p\,\mathrm{tg}\,\alpha) = {}^1/_6\,i\,b_1\,h^2\,s$,

z. B. ${}^1/_2 \cdot 4000\,(50 + 10 \cdot 1) = {}^1/_6 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1{,}3^2 \cdot 5900$.

Die Horizontalkraft ${}^1/_2\,Q\,\mathrm{tg}\,\alpha$ ruft in dem oberſten Blatt eine Zugſpannung hervor, z. B. ${}^1/_2 \cdot 4000 \cdot 1/9 \cdot 1{,}3 = 170$ kg/qcm, die ſich zur Biegungsſpannung addiert: $5900 + 170 = 6070$ kg/qcm.

Fig. 4. Schraubenfeder, die aus rundem Draht von der Dicke d und der Länge $l = 2\,\pi\,n\,r : \cos\alpha$ zylindriſch in ziemlich dicht liegenden Windungen gewickelt iſt. Die axial wirkende Kraft P kann ſowohl auf Zug als auf Druck wirken, im letzteren Falle natürlich nur bis zur Berührung der Windungen und ſolange die Feder nicht ſeitlich ausknickt. Bei Druckwirkung vergrößert ſich der Windungsdurchmeſſer und verkleinert ſich der Steigungswinkel, bei Zugwirkung umgekehrt; daher gelten die Geſetze der Proportionalität nur für beſchränkte Grenzen [1].

$$P\,r = \pi\,d^3\,t/16;\quad f = P\,l\,r^2/J_p\,G = 2\,t\,l\,r/d\,G.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 5. Schraubenfeder aus Draht von rechteckigem (ſtehendem oder liegendem) Querſchnitt, deſſen kleinere Seite b, deſſen größere h ſei; ſonſt wie Fig. 4.

$$P r = {}^2/_9\, b^2 h t;\quad f = 3{,}6\, P l r^2 (b^2 + h^2) / b^3 h^3 G = 0{,}8\, t l r (b^2 + h^2) / b h^2 = G.$$

Für quadratiſchen Querſchnitt mit $b = h = a$ cm Seite folgt:

$$P r = {}^2/_9\, a^3 t;\quad f = 7{,}2\, P l r^2 / a^4 G = 1{,}6\, t l r / a G.$$

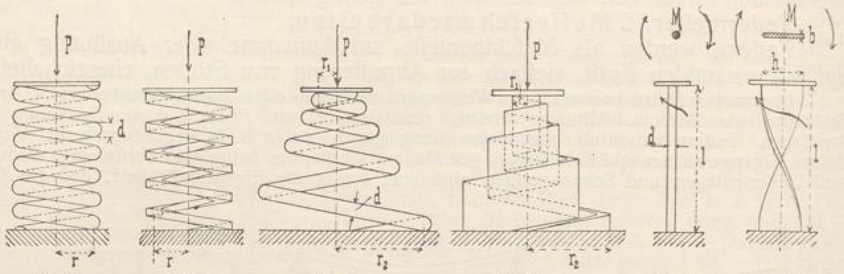


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 6. Kegelſtumpffeder aus rundem Draht von der Länge $l = \pi n (r_1 + r_2) / \cos \alpha$.

$$P r_2 = \pi d^3 t / 16;\quad f = 16\, P l (r_1^2 + r_2^2) / \pi d^4 G = t l (r_1^2 + r_2^2) d r_2 G.$$

Fig. 7 Pufferfeder, Kegelſtumpffeder mit rechteckigem Querſchnitt ($b < h$) von der Länge $l = \pi n (r_1 + r_2) / \cos \alpha$.

$$P r_2 = {}^2/_9\, b^2 h t;\quad f = 1{,}8\, P l (r_1^2 + r_2^2)(b^2 + h^2) / b^3 h^3 G = 0{,}4\, t l (r_1^2 + r_2^2)(b^2 + h^2) / b h^2 r_2 G.$$

II. Federn, die durch ein Moment M belaſtet werden.

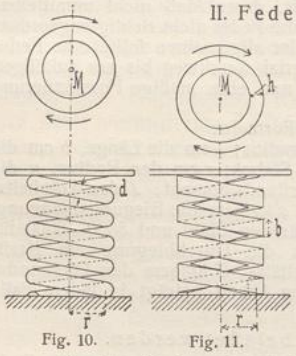


Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 8. Ein gerader runder Stab iſt an einem Ende feſtgehalten und wird am andern Ende durch das Moment $M = PR$ verwunden, ſo daß ſich der Radius R um den Winkel $\varphi \cdot 180 / \pi^0$ verdreht und ſein Endpunkt ſich um $f = \varphi R$ cm bewegt.

$$M = \pi d^3 t / 16;\quad \varphi = 32\, M l / \pi d^4 G = 2\, t l / d G.$$

Fig. 9. Ein rechteckiger Stab von dem Querſchnitt $b < h$, in gleicher Weiſe belaſtet.

$$M = {}^2/_9\, b^2 h t;\quad \varphi = 3{,}6\, M l (b^2 + h^2) / b^3 h^3 G = 0{,}8\, t l (b^2 + h^2) / b h^2 G.$$

Fig. 10. Schraubenfeder, die aus rundem Draht von der Länge $l = 2 \pi n r / \cos \alpha$ zylindriſch in ziemlich dicht liegenden Windungen gewickelt iſt. Das Moment M wirkt in dem einen oder andern Sinne.

$$M = \pi d^3 s / 32;$$
$$\varphi = 64\, M l / \pi \delta^4 E = 2\, s l / d E.$$

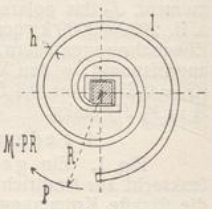


Fig. 12.

Fig. 11. Schraubenfeder mit rechteckigem Querſchnitt, deſſen Seite b axial und deſſen Seite h radial ſteht, gleichgültig, ob b größer oder kleiner als h iſt.

$$M = {}^1/_6\, b h^2 s;\quad \varphi = 12\, M l / b h^3 E = 2\, s l / h E.$$

Fig. 12. Spiralfeder mit rundem oder rechteckigem Querſchnitt, mit der ungefähren Länge $l = \pi n (r_1 + r_2)$, wird durch ein Moment $M = PR$ näherungsweiſe wie die vorſtehenden Schraubenfedern (Fig. 10 und 11) beanſprucht und verwunden.

Literatur über Indikatorfedern [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., ſ. „Indikator“ im Inhaltsverzeichnis der letzten Jahrgänge, zuſammengeſtellt in dem Doppelheft 26 u. 27 der Forſchungsarbeiten; über Platten- und Röhrenfedern [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 495, und 1902, S. 1003. *Lindner.*

Federn werden als Abfälle verſchiedener Fabrikation auf Stickſtoffdünger verarbeitet, ſpielen aber auf dieſem Gebiete nur eine ſehr untergeordnete Rolle. Sie enthalten in reinem Zuſtande 11—13 % Stickſtoff und werden häufig ſo unrein geliefert, daß ihr Stickſtoffgehalt nur 5—6 % beträgt. Verarbeitung ſ. unter Horn. *Weitz.*

Federn (Schreibfedern), ſ. Stahlfedern.

Federn der Balken nennt man ein Einbiegen derſelben, wenn ſolche auf gewiſſe Entfernung freiliegend, einer aufgebrachten Belaſtung folgend, nach Wegnahme der letzteren in ihre vorige Lage zurücktreten. *Weinbrenner.*

Federnde Längenänderungen = elaſtiſche Längenänderungen (vgl. Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 13).

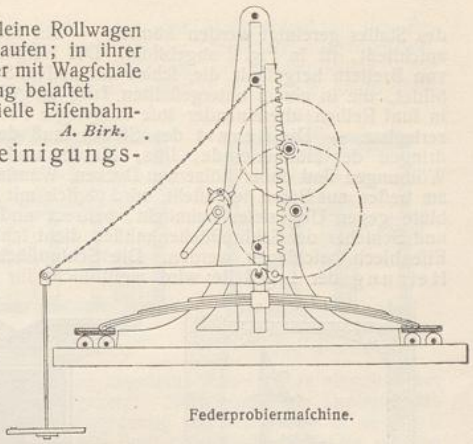
Federplatin, ſ. Platinlegierungen.

Federprobiermaſchine, zur Vornahme der Belaſtungsprobe von Tragfedern (ſ. d.), womöglich im Sinne ihrer tatſächlichen Inanſpruchnahme im Betriebe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Feder wird mit ihren Enden auf kleine Rollwagen geſtützt, die auf einer wagerechten Unterlage laufen; in ihrer Mitte wird ſie durch den einarmigen Hebel einer mit Wagſchale oder Laufgewicht ausgerüſteten Hebelvorrichtung belaſtet.

Literatur: Heuſinger, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 4, Leipzig 1876. *A. Birk.*



Federprobiermaſchine.

Federreinigungsmaſchine, ſ. Reinigungsmaſchinen für Bettfedern.

Federringe, ſ. Dampfkolben, Bd. 2, S. 590, und Oberbau.

Federſchlagſtuhl, ſ. Weberei.

Federſpannſchrauben, -ſtützen, ſ. Federaufhängung.

Federſtoff, Gewebe aus Baumwollgarn und Federn als Beſatz für Frauenmäntel, oder aus Wollgarnen mit Federn für Herrenüberzieherſtoffe.

Federtapeten, -teppiche, Decken oder Teppiche, in die bunte Vogelfedern eingewirkt ſind; bei den Indianern Südamerikas geübte Technik, die von den dort eingewanderten Europäern jetzt noch betrieben wird.

Federung wurde von manchen die Verſchiebungsarbeit (ſ. d.) eines Körpers bis zur Elaſtizitätsgrenze genannt (Templetons Taſchenbuch für praktiſche Mechaniker, Brünn 1882, S. 189; Rankine, Handbuch der Bauingenieurkunſt, Wien 1892, S. 250), von anderen die elaſtiſche Längenänderung des gezogenen oder gedrückten Stabes pro Längeneinheit desſelben (Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1894, S. 9, 432).

Federviehſtälle. Die Geflügelhaltung auf dem Lande, wenn ſie lediglich wirtſchaftliche Zwecke verfolgt, erſtreckt ſich in der Regel auf die verſchiedenen Arten von Hühnervögeln: Hühner, Perlhühner, Puten; Waſſergeflügel: Enten und Gänſe, und die verſchiedenen Arten von Tauben. Beſondere Stalleinrichtungen werden erfordert, wenn edle Raſſen rein gezüchtet werden ſollen.

Ställe des Landgeflügels werden häufig für Hühner und Puten gemeinſam angelegt; ſie erhalten eine Grundfläche für ein Huhn = 0,12, für eine Pute = 0,3 qm. In kleinen Bauernwirtſchaften pflegt man ſich mit einem Raum, der auch die nötigen Legekäſten enthält, zu begnügen und nimmt die brütenden Glucken in das geheizte Zimmer. Gut angelegte Geflügelſtälle enthalten außer den Legeſtällen Brütſtuben und, wo Geflügelmaſtung eingeführt iſt, auch wohl einen Maſtſtall. Daneben dient der Hühnerhof zur Bewegung im Freien.

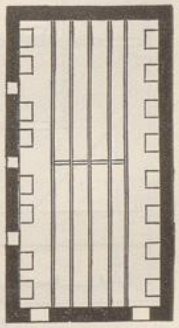


Fig. 1.

Der Raſt- und Legeſtall wird nicht gern für mehr als 50 Hühner eingerichtet; er liegt häufig im erſten Stockwerk, wenn das Waſſergeflügel das Erdgeſchoß einnimmt. Den Taubenſchlag bringt man dann über den Hühnerſtall. Zu der Schlupftür, die den Eingang zum Hühnerſtall bildet, führt eine Hühnerleiter. In dem Legeſtall ſteht das Stangengerüſt, auf dem die Hühner ihre Nachtruhe halten. Gewöhnlich wird dies unter etwa 45° oder, etwas ſteiler anſteigend, mit einem Abſtand der Sitzſtangen von 35 bis 40 cm angeordnet. Die Stangen werden nicht rund, ſondern entſprechend dem Gliederbau der Zehen mit rechteckigem Querſchnitt 5—6 cm breit, 3 cm hoch mit gebrochenen Kanten hergeſtellt. Da beim Auffliegen alle Hühner oben ſitzen wollen, entſtehen leicht Kämpfe, zu deren Vermeidung Oettel [1] ein wagerechtes Stangengerüſt empfiehlt, wie es in Fig. 1 im Grundriß dargeſtellt wird. Zu beiden Seiten des 40 cm hohen Gerüſtes befinden ſich Gänge für Menſchen, durch zwei Türen nach außen zugänglich, an einer Langſeite drei Schlupftüren für Hühner. An den Langwänden ſtehen die Legekäſten. Viel Nachahmung hat dieſe Anordnung nicht gefunden, hauptſächlich weil die Hühner unten in kälterer Luftſchicht ſitzen, auch die Reinigung des Stalles ſchwieriger iſt. — Die Legekäſten, auf 50 Hühner 40 Stück, werden gewöhnlich von gehobelten Brettern mit dichtſchließenden Fugen, damit ſich keine Schlupfwinkel für das Ungeziefer bilden, angefertigt und mit öfter zu erneuerndem Heu oder Stroh verſehen. Sie erhalten 35—40 cm Weite, 15 cm Höhe; ihre Aufſtellung muß im Halbdunkel derart geſchehen, daß die Neſter nicht von den Hühnern beſchmutzt werden können, am beſten mit Schutzdach. Man kann die Legekäſten in mehreren Etagen 40 cm hoch übereinander anordnen, muß dann aber vor den oberen Reihen Stangen anbringen, auf denen die Hennen entlanggehen können, um ſich ein Neſt aufzuſuchen, ohne andre Legerinnen zu ſtören. Reinlichkeit, durch die einer Vermehrung des Ungeziefers, der größten Hühnerplage, vorgebeugt wird, iſt Haupterfordernis; daher ordnet man die Sitzſtaffeln und Neſtgerüſte gern ſo an, daß ſie leicht zerlegt und die einzelnen Teile außerhalb

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Stalles gereinigt werden können. — Ein Stangengerüſt, das ſich der üblichen Staffelform anſchließt, iſt in Fig. 2 abgebildet. Der Neigung der Staffel folgend iſt eine ſchräge Fläche von Brettern hergeſtellt, die, ſcharf mit naſſem Sande beworfen, eine Rutſchebene für Kotballen bildet, die in einem untergeſtellten Trog aufgefangen werden. Unter der Rutſchebene ſtehen in fünf Reihen übereinander loſe aufgelegte Fachbretter mit Neſtkäſten. Das ganze Gerüſt iſt zerlegbar. — Die Bauart des Stalles muß der Reinlichkeit Vorſchub leiſten und das Eindringen der Hühnerfeinde, Iltis, Marder und Ratte, verhindern. Maſſivkonſtruktionen und Wölbungen ſind daher hölzernen Decken, Wänden und Fußböden vorzuziehen. Der Fußboden, am beſten aus Beton hergeſtellt, wird täglich mit friſchem Sande, dem man wohl etwas Schwefelblüte gegen Ungeziefer beimiſcht, beſtreut und Sand und Kotballen häufig ausgefegt. Türen und Schieber der Schlupflöcher müſſen dicht ſchließen und, wenn möglich, an den Kanten mit Eiſenblech beſchlagen werden. Die Schlupflöcher macht man 18 cm breit, 24 cm hoch. — Heizung der Legeſtälle wird meiſt nicht für notwendig gehalten; ſie begünſtigt aber das

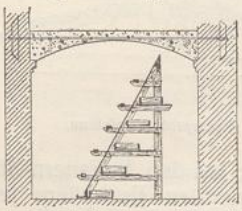


Fig. 2. Schnitt durch den Hühnerſtall.

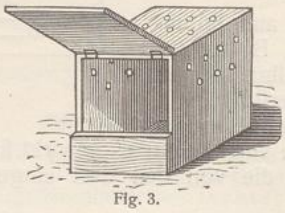


Fig. 3.

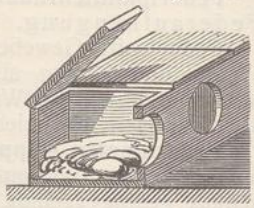


Fig. 4.

Eierlegen und hilft, die hierin eintretende Winterpauſe abzukürzen oder ganz verſchwinden zu machen. In kleinen Bauernwirtſchaften erwärmt man den Hühnerſtall dadurch, daß man ihn gegen den Viehſtall nur durch einen Lattenverſchlag abgrenzt. Wo ein Stall geheizt wird, muß man Oefen von milder, aber nachhaltiger Wirkung, alſo aus Kacheln oder Ziegelſteinen geſetzte Oefen anwenden. Zur beſſeren Lüftung im Sommer hängt man gern Türflügel von engmaſchigem Drahtgeflecht ein, die wohl der Luft, nicht aber den Eierdieben und Raubtieren freien Durchgang gewähren. — Brutſtälle, in denen auch die kleinſten Küchlein in der erſten Zeit gehalten werden, ſollen auf 18° C. (14,4° R.) geheizt werden und mäßig hell ſein. Reinlichkeit iſt hier in noch höherem Maße wie in Legeſtällen erforderlich. Brutneſter ſind ſo einzurichten, daß die Glucken darauf in der erſten Zeit feſtgehalten werden. Haben ſie erſt die Eier angebrütet, ſo kehren ſie dorthin ſtets von ſelbſt zurück. Häufig benutzt man nur einen oben zugebundenen Korb, beſſer aber beſondere Brutkäſten nach Fig. 3 von 40 cm Länge und Breite, 80 cm Höhe. In die Käſten wird etwas Staubkalk gegen Ungeziefer geſchüttet, darauf friſcher Raſen gelegt, deſſen Feuchtigkeit dem Ausbrüten günſtig iſt. Darüber kommt das Neſt von Stroh. — In dem Brutſtall muß ſtets friſches Trinkwaſſer und ein das Staubbad enthaltender Kaſten ſtehen. Dieſes benutzen die Glucken, um ſich von Ungeziefer zu reinigen. Man miſcht deshalb dem Sande etwas Schwefelblüte bei. Um das ausgebrütete Geflügel, namentlich wenn es empfindlich iſt, wie junge Puten, ſorgfältig aufzuziehen, werden die ſogenannten Aufzuchtkäſten angewendet. — S. a. Brutapparate.

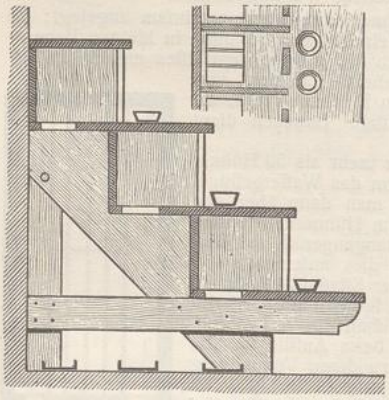


Fig. 5.

Geflügelhöfe werden häufig für die ganze Federviehhaltung gemeinſam angeordnet. Beſſer iſt jedoch die Abſonderung des Hofes für Waſſergeflügel. Die Höfe ſollen dem Geflügel Bewegung im Freien gewähren, die für die natürliche Entwicklung unentbehrlich iſt, das Verſchleppen der Eier und das Verlaufen aber hindern. Auf dem Hof ſoll, wenn möglich, ein Sandplatz als Staubbad von 0,2—0,3 qm und ein Grasplatz von 10—20 qm für jedes Huhn vorhanden ſein. Letztere Größe iſt nicht immer zu erreichen, darum gibt man den erwachſenen Hühnern oftmals die Freiheit und benutzt den Hof vorzugsweiſe für die Aufzucht jungen Geflügels. Der Hof iſt mit einer 2—3 m hohen Einfriedigung von Lattenzaun oder Drahtgeflecht von verzinktem Eiſendraht zu umſchließen; er muß mit friſchem Trinkwaſſer und Gelegenheit zum Baden, für Waſſergeflügel mit etwas größerem Waſſerbehälter mit flachen Rändern verſehen ſein. Junges Geflügel, namentlich Puten, ſind ſehr empfindlich gegen Wind und Wetter. Um ihnen beſſeren Schutz zu gewähren, iſt die Anlage niedriger Schuppen ſehr zu empfehlen, die ſich nur nach Süden öffnen und den Uebergang von der Brütſtube zu dem Hof bilden. — Enten- und Gänſeſtälle müſſen ſtets zu ebener Erde liegen. Ihre Größe beträgt für eine Ente 0,15, für eine Gans 0,25 qm. — Die Legekäſten werden in Fig. 4 dargeſtellt. Die Tiere gelangen durch ein Schlupfloch von der Seite auf das Neſt, an das man nach Oeffnen des Deckels leicht herankommen kann. Ställe für Waſſergeflügel ſind ſtets ungeheizt. Beſondere Einrichtungen zum Ausbrüten ſind nicht erforderlich, weil Waſſervögel weniger zuverläſſig brüten und ihre Eier meiſt von Puten oder Hennen in der allgemeinen Brütſtube ausgebrütet werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſtſtälle ſind kühl und halbdunkel zu halten. Um das Maſtgeflügel an der Bewegung zu hindern, wird es in enge Käfige geſperrt und nur zum Stopfen herausgenommen. In größeren gewerblichen Fetthuhnmaſtanſtalten wird die Fütterung auf mechaniſchem Wege ausgeführt. Die Käfige ſtehen im Kreiſe auf karouſſelartigem, um eine ſenkrechte Achſe dreh-

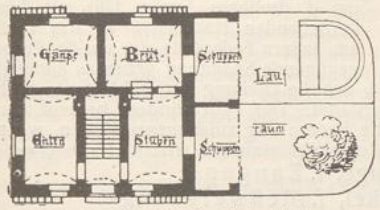


Fig. 6. Grundriß des Erdgeſchoſſes.

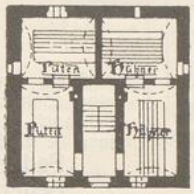


Fig. 7. Grundriß des erſten Stockwerks.

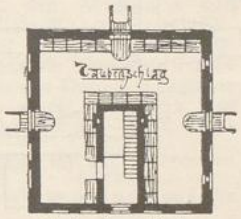


Fig. 8. Grundriß des zweiten Stockwerks.

barem Gerüſt. Jedem Tier wird die durch eine Maſchine abgeteilte Futtermenge eingetrichtert und die Zahl der Fütterungen durch ein Zählwerk angezeigt. Nach einmaliger Drehung des Karouſſels iſt die Fütterung beendet. Eine einfachere Anordnung der Maſtkäfige iſt in Fig. 5 dargeſtellt. Die ſtaffelförmig aufgeſtellten, von gehobelten Brettern gebildeten Käfige werden vorn durch ein breites vorgeſtecktes Scheit geſchloſſen. Vor die beiden offen bleibenden Spalte wird ein Tränkgefäß und ein Futternapf geſtellt. Der Kot fällt durch Löcher im Boden in untergeſtellte Gefäße.



Fig. 9. Durchſchnitt.

Die Fig. 6—10 geben das Beiſpiel eines ausgeführten Geflügelhauſes einer größeren Gutswirtſchaft. Das Erdgeſchoß (Fig. 6) enthält je einen Stall für 35 Gänſe, 60 Enten und zwei nach Süden gelegene Brütſtuben mit daranſchließenden Schuppen und Laufräumen für junges Geflügel, deren einer mit Waſſerbecken für Waſſergeflügel. Im erſten Stockwerk (Fig. 7) liegen je zwei Lege- und Raſtſtälle für Hühner und Puten, durch äußere Hühnerleitern zugänglich. Im zweiten Stockwerk (Fig. 8) befindet ſich der Taubenſchlag für edlere Taubenraſſen und im Dach für gewöhnliche Feldflüchter. Fig. 9 zeigt den Querſchnitt und Fig. 10 die Anſicht des turmartigen, mitten auf dem Hof ſtehenden Gebäudes. Die Bauart iſt maſſiv, die Zwiſchendecken über den beiden unteren Geſchoſſen ſind in Beton geſtampft.



Fig. 10. Anſicht.

Wo die Züchtung reiner Raſſen beabſichtigt wird, erhalten die Geflügelſtälle ein andres Gepräge. Es muß dann für jeden Stamm von einem Hahn und vier bis ſechs Hennen eine geſonderte Stall- und Hofabteilung vorhanden ſein. Man hat ſolche in der Regel heizbare Ställe wohl um eine runde oder vieleckige Mittelhalle ringförmig angeordnet und mit einem zweiten Ring von Höfen umgeben. Um ſie beſſer warm zu halten, bildet man die Verbindung zwiſchen der Stallabteilung und dem zugehörigen Laufraum im Freien nur durch eine Schlupftür und betritt ſie nur von der im Winter zur gemeinſamen Fütterung dienenden Mittelhalle aus [6].

Literatur: [1] Oettel, Der Hühner- und Geflügelhof, ſowohl zum Nutzen als zur Zierde, Weimar 1879. — [2] Baldamus, Illuſtriertes Handbuch der Federviehzucht, Dresden 1881. — [3] Tiedemann, Ludw. v., Das landwirtſchaftliche Bauweſen, Halle a. S. 1898. — [4] Rueff, A. v., Bau und Einrichtungen der Stallungen und Aufenthaltsorte unſrer nutzbaren Haustiere, Stuttgart 1875. — [5] Encyclopédie d'architecture, 1. Jahrg., Nr. 9. — [6] Deutſche Bauzeitung 1905, Nr. 33.

v. Tiedemann.

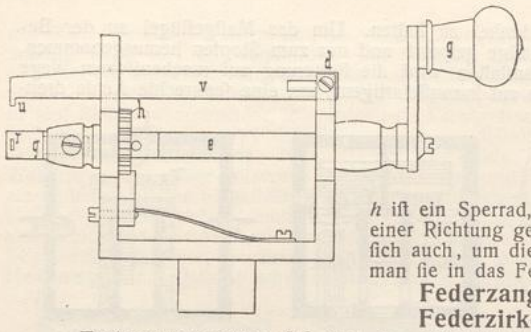
Federweiß, äußerſt feinpulverige, ſich fettig anfühlende weiße Mineralſubſtanz, die teils zu Farblacken, teils zum Glänzendmachen von Papiertapeten, teils zum Schlüpfrigmachen (z. B. beim Anziehen von Handſchuhen, Stiefeln u. ſ. w.), zum Einſtauben von Druckarbeiten u. ſ. w. benutzt wird. Federweiß iſt gemahlener Talk (Speckſtein, Steatit) oder gemahlener Alabaſter. Auch Aſbeſt wird mitunter als Federweiß bezeichnet.

Andés.

Federwinder, das einfache Werkzeug (ſ. Figur), deſſen ſich der Uhrmacher bedient, um die ſpiralförmigen Uhrfedern zu winden.

Zu dem Ende wird der noch gerade Stahlſtreifen, nachdem die Enden angelaſſen und mit den kleinen Löchern zum Einhängen in das Federhaus verſehen ſind, an dem einen Ende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



mit der Zange leicht gebogen und mit dem Loche über den Stift *r* an der Achse *q* gehängt, worauf durch Umdrehung dieser Achse an der Handkurbel *g* die Windung in Spiralform erfolgt. Der um *d* drehbare Arm *v* fällt mit dem vorstehenden Häkchen *u* in das Loch am andern Federende ein, um der Feder genügende Spannung geben zu können; *h* ist ein Sperrad, das die Drehung der Achse *e* nur nach einer Richtung gestattet. Des Federwinders bedient man sich auch, um die Federn eng zusammenzuwinden, wenn man sie in das Federhaus einsetzen will. *Dalchow.*

Federzange, s. Zangen.

Federzirkel, s. Meßwerkzeuge.

Federzugregister [1], bei den Webstühlen zwischen Federzug und Schaft einzuschaltende Vorrichtung, durch welche die Wirkung des Zuges auf den Schaft so beeinflußt wird, daß er entweder sich gleichbleibt oder bei entsprechender Bauart des Uebersetzungsmittels sogar dann am kräftigsten ist, wenn die Feder zusammengezogen ist.

Literatur: [1] D.R.P. Nr. 34337, 71583; Brit. Patentschr. 357 v. Jahre 1894. — [2] Leipziger Monatsschrift für Textilindustrie 1902, S. 824. *Ernst Müller.*

Fehlboden (Fällboden), s. Decken, Bd. 2, S. 680.

Fehler, grobe, konstante, zufällige, durchschnittlicher, wahrscheinlicher, mittlerer, s. Fehlertheorie.

Fehlerarten, s. Fehlertheorie.

Fehlerellipse, -ellipsoid, -fortpflanzung, -gesetz, s. Fehlertheorie.

Fehlergleichungen, s. Methode der kleinsten Quadrate.

Fehlergrenzen, s. Fehlertheorie.

Fehlerortsbestimmung, s. Telegraphie.

Fehlerreihen, Untersuchung von, s. Fehlertheorie.

Fehlertheorie oder Theorie der Beobachtungsfehler.

1. Die Beobachtungsfehler sind die den Ergebnissen ausgeführter Beobachtungen anhaftenden Fehler und besonders die bei Bestimmung des Maßes irgendwelcher Größen vorkommenden Fehler. Es sind zu unterscheiden grobe Fehler, konstante Fehler und zufällige Fehler. Die groben Fehler entstehen durch ein grobes Versehen bei der Messung oder bei der Ablesung des Maßes, während die konstanten Fehler, die auch als regelmäßige oder einseitig wirkende Fehler bezeichnet werden, Messungsfehler sind, die bei der Messung stets in gleichem Sinne auftreten und durch die deshalb die Messungsergebnisse bei gleichbleibendem Verfahren entweder immer zu groß oder immer zu klein erhalten werden. Dagegen sind die zufälligen oder unregelmäßigen Fehler die unvermeidlichen, das Messungsergebnis rein zufällig, bald im positiven, bald im negativen Sinne beeinflussenden, nach Ausscheidung der groben und konstanten Fehler übrigbleibenden Beobachtungsfehler.

Die Beobachtungsfehler ergeben sich durch Vergleichung der Beobachtungsergebnisse mit den bekannten wahren Werten der beobachteten Größen oder mit den aus den Beobachtungsergebnissen abgeleiteten wahrscheinlichsten (plausibelsten oder scheinbaren) Werten der beobachteten Größen, wobei im ersteren Falle die wahren Beobachtungsfehler, im zweiten Falle die wahrscheinlichsten (plausibelsten oder scheinbaren) Beobachtungsfehler erhalten werden. Außerdem können die Beobachtungsfehler auch aus Beobachtungsdifferenzen abgeleitet werden.

Die Beobachtungsfehler entstehen aus sehr vielen kleinen Elementarfehlern.

Wenn z. B. mit einem Maßstabe Entfernungsmaße aus einer Karte entnommen werden, so entstehen die den einzelnen Maßen anhaftenden Beobachtungsfehler aus den vielen kleinen Fehlern der Aufnahmeinstrumente, den Messungsfehlern, den Fehlern, die aus der Vernachlässigung kleinerer Größen bei der Berechnung der Kartierungsmaße aus den Messungszahlen entstehen, den Fehlern der Kartierungsinstrumente, der Kartierung selbst, der Veränderung der Karte seit ihrer Herstellung, endlich den Fehlern des zum Abgreifen der Maße aus der Karte benutzten Maßstabes und den Fehlern, die beim Anlegen des Maßstabes und beim Ablesen entstehen.

Die Elementarfehler sind teils systematische, regelmäßige oder konstante, teils unregelmäßige oder zufällige.

So sind z. B. die durch den Einschwund des Kartenpapiers entstehenden Fehler regelmäßige, allen aus der Karte abgegriffenen Maßen anhaftende Fehler, während die beim Anlegen des Maßstabes und beim Ablesen entstehenden Fehler meistens unregelmäßige oder zufällige Fehler sind.

Die endgültigen Beobachtungsergebnisse sind von den systematischen und regelmäßigen Fehlern durch entsprechende Anordnung der Beobachtungen oder durch Rechnung zu befreien, so daß in den danach hervortretenden Beobachtungsfehlern nur die zufälligen Fehler übrigbleiben. Dementsprechend umfaßt die Fehlertheorie auch allein die nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung aufgestellten Gesetze und Regeln, denen die zufälligen Fehler folgen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In erſter Linie ſteht die Ermittlung einer allgemeinen Beziehung zwiſchen der Größe der Beobachtungsfehler und der Wahrſcheinlichkeit ihres Vorkommens. Die Wahrſcheinlichkeit dafür, daß ein Fehler vorkommt, der zwiſchen den Grenzen x und $x+dx$ liegt (unter dx eine ſehr kleine Größe verſtanden), wird dargeſtellt durch $\varphi(x)\,dx$, und $\varphi(x)$ wird die Fehlerfunktion oder das Fehlergeſetz genannt. Wird mit den Abſziſſen x und den Ordinaten $y=\varphi(x)$ eine Kurve konſtruiert, ſo veranſchaulicht dieſe Wahrſcheinlichkeitskurve die Beziehung zwiſchen der Größe der Fehler und der Wahrſcheinlichkeit ihres Vorkommens. Von der zwiſchen der Kurve und der Abſziſſenachſe liegenden Fläche ſtellt der zwiſchen den beiden zu den Abſziſſen x und $x+dx$ gehörigen Ordinaten liegende Flächenſtreifen $=y\,dx$ die Wahrſcheinlichkeit für das Vorkommen eines zwiſchen x und $x+dx$ liegenden Fehlers und die zwiſchen den beiden zu den Abſziſſen $x=a$ und $x=b$ gehörigen Ordinaten liegende Fläche $=\int_a^b y\,dx$ die Wahrſcheinlichkeit für das Vorkommen eines zwiſchen a und b liegenden Fehlers dar, während die Geſamtfläche $=\int_{-\infty}^{+\infty} y\,dx=1$ die Gewißheit darſtellt, daß ein zwiſchen $-\infty$ und $+\infty$ liegender Fehler vorkommt.

Das Fehlergeſetz $\varphi(x)$ kann gefunden werden, indem eine Feſtſetzung über die zweckmäßigſte Wahl der nach den Beobachtungsergebniſſen zu beſtimmenden Unbekannten getroffen wird oder indem eine Hypotheſe über die Bildung der Beobachtungsfehler aus den Elementarfehlern zugrunde gelegt wird.

Sind $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$ Beobachtungsergebniſſe, $x, y, z \ldots$ die zu beſtimmenden Größen, $L_1, L_2 \ldots L_n$ die den Größen $x, y, z \ldots$ entſprechenden Werte der beobachteten Größen, ſo ſtellt $\Omega=\varphi(L_1-\lambda_1)\,\varphi(L_2-\lambda_2)\ldots\varphi(L_n-\lambda_n)$ die Wahrſcheinlichkeit dafür dar, daß bei den Beobachtungen die Werte $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$ gefunden werden. In ſeiner erſten fehlertheoretiſchen Abhandlung [1] wählt Gauß nun unter den verſchiedenen möglichen Werten von $x, y, z \ldots$ diejenigen als die zweckmäßigſten, für welche Ω ein Maximum wird und gelangt, indem er bei gleich genauen direkten Beobachtungen das arithmetiſche Mittel als den wahrſcheinlichſten Wert der beobachteten Größen annimmt zu dem Gaußſchen Fehlergeſetz $\varphi(x)=\frac{h}{\sqrt{\pi}}e^{-h^2x^2}$, worin h eine Konſtante bezeichnet, die von der Genauigkeit der Beobachtungen abhängig iſt, π und e die allgemein übliche Bedeutung haben. Hiernach wird

$$\Omega=\left(\frac{h}{\sqrt{\pi}}\right)^n e^{-h^2[(L_1-\lambda_1)^2+(L_2-\lambda_2)^2+\ldots(L_n-\lambda_n)^2]},$$

und dieſer Ausdruck wird ein Maximum, wenn $(L_1-\lambda_1)^2+(L_2-\lambda_2)^2+\ldots(L_n-\lambda_n)^2$ ein Minimum wird. Somit führt, da die Differenzen $L_1-\lambda_1, L_2-\lambda_2, \ldots L_n-\lambda_n$ die Beobachtungsfehler darſtellen, die Gaußſche Entwicklung zu dem Grundſatz der Methode der kleinſten Quadrate (ſ. d.), unter den verſchiedenen möglichen Werten von $x, y, z, \ldots$ diejenigen als die zweckmäßigſten zu wählen, für welche die Quadratſumme der Beobachtungsfehler ein Minimum wird. Dieſe Quadratſumme liefert dann auch den kleinſten mittleren Fehler als ein Genauigkeitsmaß für die Beobachtungsergebniſſe.

Laplace erklärt denjenigen Wert einer Unbekannten als den vorzugsweiſe zu wählenden, dem der kleinſte durchſchnittliche Fehler zukommt [2]. — Hagen legt ſeiner Entwicklung des Gaußſchen Fehlergeſetzes die Hypotheſe zugrunde, daß der Beobachtungsfehler die algebraiſche Summe einer unendlich großen Anzahl elementarer Fehler iſt, die alle gleichen Wert haben und ebenſo leicht poſitiv wie negativ ſein können [3]. Bezüglich der mannigfachen weiteren Verſuche, das Fehlergeſetz zu beſtimmen und zu begründen, ſ. den ausführlichen Bericht in [4].

Die praktiſche Anwendung der Fehlertheorie umfaßt die Feſtſetzung von Genauigkeitsmaßen, die Unterſuchung von Fehlerreihen, die Aufſtellung von Fehlergrenzen ſowie die Fortpflanzung der mittleren Fehler und Gewichte.

Literatur: [1] Gauß, C. F., Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium, Hamburg 1809, 2. Buch, 3. Abſchn.; deutſch in Abhandlungen zur Methode der kleinſten Quadrate von C. F. Gauß, herausgegeben von Börſch und Simon, Berlin 1887. — [2] Laplace, Théorie analytique des probabilités, II, Art. 23, zuerſt veröffentlicht 1774, Mem. Acad. Paris par divers Savants, vol. VI. — [3] Hagen, Grundzüge der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, 1. Aufl. 1837, 3. Aufl. Berlin 1882. — [4] Czuber, Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891 (mit den umfangreichſten Literaturnachweiſen für das geſamte Gebiet).

2. Die gebräuchlichſten **Genauigkeitsmaße** ſind der **mittlere,** der **durchſchnittliche** und der **wahrſcheinliche Fehler** ſowie die **Gewichte.** Die bei Punktbeſtimmungen vorkommenden Fehler werden veranſchaulicht durch **Fehlerellipſen** und **Fehlerellipſoide.**

Der mittlere Fehler m folgt aus den Quadraten der Beobachtungsfehler durch Mittelbildung und Ausziehung der Quadratwurzel, während der durchſchnittliche Fehler d ſich durch einfache Mitteilung der Beobachtungsfehler ergibt und der wahrſcheinliche Fehler w gefunden werden kann, indem ſämtliche Beobachtungsfehler ihrer Größe nach geordnet werden und der in der Mitte der Reihe ſtehende Fehler, der ebenſo oft überſchritten als nicht erreicht wird, als wahrſcheinlicher Fehler angenommen wird.

Der mittlere Fehler m ſteht zu dem durchſchnittlichen Fehler d und dem wahrſcheinlichen Fehler w in der Beziehung, daß $m=1{,}25\,d=1{,}48\,w$ iſt. Bei gleicher Genauigkeit der Beobachtungsergebniſſe ergibt ſich der mittlere Fehler m der Beobachtungsergebniſſe aus n wahren Beobachtungsfehlern $(v_1), (v_2) \ldots (v_n)$ oder deren Quadratſumme

$$[(v)(v)]=(v_1)(v_1)+(v_2)(v_2)+\ldots(v_n)(v_n) \text{ nach } m=\pm\sqrt{\frac{[(v)(v)]}{n}},$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder aus den n wahrſcheinlichen Beobachtungsfehlern $v_1, v_2 \dots v_n$ oder deren Quadratſumme $[v\,v] = v_1\,v_1 + v_2\,v_2 + \dots v_n\,v_n$, wenn zur einfachen, nicht verſicherten Beſtimmung der durch die Beobachtungen geſuchten Größen q Beobachtungsergebniſſe nötig ſind, demnach alſo $n - q$ überſchüſſige Beobachtungsergebniſſe vorliegen, nach $m = \pm\sqrt{\frac{[v\,v]}{n-q}}$.

Bei ungleicher Genauigkeit der Beobachtungsergebniſſe ergeben ſich die mittleren Fehler $m_1, m_2 \dots m_n$ der Beobachtungsergebniſſe $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ mit deren Gewichten $p_1, p_2 \dots p_n$, indem zunächſt der mittlere Fehler der Gewichtseinheit $\mathfrak{m} = \pm\sqrt{\frac{[p\,(v)\,(v)]}{n}}$ oder $m = \pm\sqrt{\frac{[p\,v\,v]}{n-q}}$ gebildet werden, nach $m_1 = \pm\,\mathfrak{m}\sqrt{\frac{1}{p_1}}$, $m_2 = \pm\,\mathfrak{m}\sqrt{\frac{1}{p_2}} \dots m_n = \pm\,\mathfrak{m}\sqrt{\frac{1}{p_n}}$. Die mittleren Fehler $m_x \dots m_y, m_z \dots$ der aus den Beobachtungsergebniſſen $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ abgeleiteten Größen $x, y, z \dots$ folgen aus den mittleren Fehlern $m_1, m_2 \dots m_n$ von $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$, wenn allgemein:

$$\left.\begin{aligned} x &= F_x(\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n) \\ y &= F_y(\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n) \\ z &= F_z(\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n) \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \text{ iſt, nach } \left\{\begin{aligned} m_x &= \pm\sqrt{\left(\frac{\partial F_x}{\partial \lambda_1} m_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F_x}{\partial \lambda_2} m_2\right)^2 + \dots \left(\frac{\partial F_x}{\partial \lambda_n} m_n\right)^2} \\ m_y &= \pm\sqrt{\left(\frac{\partial F_y}{\partial \lambda_1} m_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F_y}{\partial \lambda_2} m_2\right)^2 + \dots \left(\frac{\partial F_y}{\partial \lambda_n} m_n\right)^2} \\ m_z &= \pm\sqrt{\left(\frac{\partial F_z}{\partial \lambda_1} m_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F_z}{\partial \lambda_2} m_2\right)^2 + \dots \left(\frac{\partial F_z}{\partial \lambda_n} m_n\right)^2} \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}\right.$$

Die dieſen allgemeinen Formeln entſprechenden ſpeziellen Formeln ſind unter direkte, vermittelnde, bedingte Beobachtungen und vermittelnde Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen in dem Art. Methode der kleinſten Quadrate gegeben.

Literatur ſ. unter Methode der kleinſten Quadrate.

Die **Gewichte** ſind Verhältniszahlen, die anzeigen, wie oft ein Beobachtungsergebnis oder eine aus einem Beobachtungsergebnis abgeleitete Größe in einer Rechnung anzuſetzen iſt, um ihre Genauigkeit richtig zu berückſichtigen.

Wenn alſo z. B. zwei Größen λ_1 und λ_2 nach der Genauigkeit ihrer Beſtimmung die Gewichte $p_1 = 2$ und $p_2 = 1$ zukommen, ſo iſt bei Bildung des Mittelwertes x der beiden Größen die Größe λ_1 $p_1 = 2$mal und die Größe λ_2 $p_2 = 1$mal anzuſetzen, alſo zu rechnen nach $x = \frac{p_1\,\lambda_1 + p_2\,\lambda_2}{p_1 + p_2} = \frac{2\,\lambda_1 + 1\,\lambda_1}{2+1}$.

Den Gewichten wird eine Gewichtseinheit zugrunde gelegt, indem feſtgeſetzt wird, daß das Gewicht einer beſtimmten Beobachtung oder einer beliebigen andern Beſtimmung gleich eins ſein oder als Gewichtseinheit genommen werden ſoll. Die Gewichtseinheit wird entweder dem allgemeinen Brauche folgend oder derart feſtgeſetzt, daß ſich für die Gewichte Zahlenwerte ergeben, die für die weiteren Rechnungen möglichſt bequem ſind. Allgemein gebräuchliche Gewichtseinheiten ſind z. B. für Längenmeſſungen das Gewicht einer einmaligen Meſſung einer Linie von 100 m oder von 1 km Länge, bei Richtungsmeſſungen das Gewicht einer einmaligen Beobachtung einer Richtung in beiden Lagen des Fernrohrs, bei Nivellements das Gewicht eines einmaligen Nivellements einer Strecke von 1 km Länge.

Wenn die Gewichtseinheit $\mathfrak{p} = 1$ feſtgeſetzt iſt, ſo folgen daraus die weiteren Gewichte $p_1, p_2 \dots p_n$ der Größen $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ entweder nach den Regeln für die Fortpflanzung der Gewichte oder, wenn der mittlere Fehler der Gewichtseinheit und damit auch die Gewichtskonſtante $k = m\,m$ ſowie die mittleren Fehler $m_1, m_2 \dots m_n$ der Größen $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ bekannt ſind, nach $p_1 = \frac{k}{m_1\,m_1}$, $p_2 = \frac{k}{m_2\,m_2}$, $\dots p_n = \frac{k}{m_n\,m_n}$, oder endlich, wenn bekannt iſt, daß die Gewichte $\mathfrak{p} = 1$, $p_1, p_2 \dots p_n$ im Verhältnis zu beſtimmten Zahlen $\mathfrak{z}, z_1, z_2 \dots z_n$ ſtehen, nach $(\mathfrak{p} = 1) : p_1 : \dots p_n = \mathfrak{z} : z_1 : z_2 : \dots z_n$.

Iſt ein Punkt durch mehrere Gerade beſtimmt, ſo liegen um den wahrſcheinlichſten Ort des Punktes alle Lagen gleicher Wahrſcheinlichkeit auf konzentriſchen ähnlichen und ähnlich liegenden **Ellipſen.**

Diejenige unter dieſen Ellipſen, die dem wahrſcheinlichen Fehler der Punktbeſtimmung entſpricht und bei welcher die Wahrſcheinlichkeiten dafür, daß ein Punkt innerhalb oder außerhalb dieſer Ellipſe fällt, gleich groß ſind, wird als die wahrſcheinlichſte Ellipſe bezeichnet, während diejenige Ellipſe, die dem mittleren Fehler der Punktbeſtimmung entſpricht, als die mittlere Fehlerellipſe oder einfach als die Fehlerellipſe bezeichnet wird. Während gewöhnlich durch die mittleren Fehler der Koordinaten eines Punktes nur ein Anhalt für die in der Richtung der Koordinatenachſen erreichte Genauigkeit gegeben wird, gewährt die Fehlerellipſe dieſen Anhalt für alle Richtungen um den beſtimmten Punkt.

Den Fehlerellipſen für die Beſtimmung eines Punktes in der Ebene entſprechen die Fehlerellipſoide für die Beſtimmung eines Punktes im Raume.

Literatur: Andrä, Fehlerbeſtimmung bei der Auflöſung der Pothenotſchen Aufgabe mit dem Meßtiſche, Aſtronomiſche Nachrichten, Nr. 1117, Bd. 47, 1858, und Danske Gradmaaling, Bd. 1, Kopenhagen 1867; Helmert, Studien über rationelle Vermeſſungen im Gebiete der höheren Geodäſie, Zeitſchr. für Mathematik und Phyſik von Schlömilch u. ſ. w., Heft 2, 13. Jahrg. 1868, und Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinſten Quadrate, Leipzig 1872; Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 1, 2. Aufl., Stuttgart 1877; 3. Aufl., Stuttgart 1888; Czuber, Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891, worin noch weitere Literaturangaben enthalten ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die **Beobachtungsdifferenzen** ſind die Differenzen der Ergebniſſe von Doppelbeobachtungen verſchiedener Größen. Sie werden vielfach benutzt, um daraus ein Maß für die Genauigkeit der Beobachtungen abzuleiten. Sind $l'_1, l'_2, l'_3 \ldots l'_n$ die Ergebniſſe der erſten, $l''_1, l''_2, l''_3 \ldots l''_n$ die Ergebniſſe der zweiten Beobachtung, ſo ſind

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= l'_1 - l''_1, \\ \Delta_2 &= l'_2 - l''_2, \\ \Delta_3 &= l'_3 - l''_3, \\ &\cdots\cdots\cdots \\ \Delta_n &= l'_n - l''_n \end{aligned}$$

die Beobachtungsdifferenzen. Dieſe enthalten in der Regel nicht nur die den zufälligen Beobachtungsfehlern entſprechenden zufälligen Beobachtungsdifferenzen $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \ldots \delta_n$, ſondern auch die den regelmäßigen Beobachtungsfehlern entſprechenden regelmäßigen Differenzen. Letztere werden aus den ſich unmittelbar ergebenden Beobachtungsdifferenzen $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \ldots \Delta_n$ ausgeſchieden, wonach das gebräuchlichſte Genauigkeitsmaß, der mittlere Fehler der Gewichtseinheit nach

$$m = \pm \sqrt{\frac{[p\,\delta\,\delta]}{2(n-1)}} \quad \text{oder nach} \quad m = \pm \sqrt{\frac{[p\,\delta\,\delta]}{2\,n}}$$

erhalten wird, je nachdem der regelmäßige Teil der Beobachtungsdifferenzen aus den vorliegenden Differenzen $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \ldots \Delta_n$ berechnet wurde oder dieſer Teil im voraus ſo genau bekannt war, daß er als der wahre Wert der regelmäßigen Differenz anzunehmen iſt [1], § 18; vgl. hierzu [2].

Literatur: [1] Koll, Theorie der Beobachtungsfehler und Methode der kleinſten Quadrate, 2. Aufl., Berlin 1901. — [2] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 1, 5. Aufl., Stuttgart 1904, wo in § 11 auch ausführliche Angaben über die Entſtehung der Rechnung mit Beobachtungsdifferenzen im Anſchluß an die Notizen von Czuber in „Theorie der Beobachtungsfehler", Leipzig 1891, S. 174, gegeben ſind.

3. Fehlerreihen. Wenn eine größere Reihe von Beobachtungsergebniſſen gewonnen iſt und die den Beobachtungsergebniſſen anhaftenden wahren oder wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler berechnet ſind, ſo kann die damit gewonnene Fehlerreihe daraufhin unterſucht werden, ob die Fehler den für zufällige Fehler geltenden Sätzen der Fehlertheorie entſprechend in der Reihe vorkommen. Hierbei ſich ergebende erheblichere Abweichungen weiſen darauf hin, daß in den Beobachtungsfehlern regelmäßige oder ſyſtematiſche Fehler enthalten ſind, und nötigen dazu, dieſe feſtzuſtellen, die Beobachtungsergebniſſe durch entſprechende Verbeſſerungen davon zu befreien und, wenn möglich, dem weiteren Auftreten dieſer Fehler durch Aenderung der Inſtrumente oder des Beobachtungsverfahrens vorzubeugen.

In einer Reihe von n Fehlern $v_1, v_2 \ldots v_n$ ſollen $\frac{n}{2} \mp 0{,}3372\sqrt{n}$ poſitive und ebenſoviele negative Fehler vorkommen [1], und die Summe der poſitiven Fehler ſoll gleich der Summe der negativen Fehler ſein. Wird ferner der durchſchnittliche Fehler nach $d = \frac{[\pm v]}{n}$, der wahrſcheinliche Fehler w durch Ordnung ſämtlicher Fehler nach ihrer Größe und Annahme des in der Mitte der ſo geordneten Fehlerreihe ſtehenden Fehlers als wahrſcheinlichen Fehler w, endlich der mittlere Fehler nach $m = \pm \sqrt{\frac{[v\,v]}{n}}$ beſtimmt, ſo ſollen die ſo erhaltenen Werte von d und w übereinſtimmen mit den ſich nach $d = 0{,}798$ m und $w = 0{,}674$ m ergebenden Werten. Werden die Beobachtungsfehler endlich ihrer Größe nach in Gruppen derart geordnet, daß die einzelnen Gruppen die Fehler von $V_1 - \frac{1}{2}\Delta V$ bis $V_1 + \frac{1}{2}\Delta V$, von $V_2 - \frac{1}{2}\Delta V$ bis $V_2 + \frac{1}{2}\Delta V \ldots$ von $V_n - \frac{1}{2}\Delta V$ bis $V_n + \frac{1}{2}\Delta V$ enthalten und $\Delta V = V_2 - V_1 = V_3 - V_2 \ldots V_n - V_{n-1}$ iſt, ſo kann, wenn $V_1, V_2 \ldots V_n$ zunächſt noch als die $r$fachen Beträge des durchſchnittlichen Fehlers d, des wahrſcheinlichen Fehlers w oder des mittleren Fehlers m dargeſtellt, alſo beiſpielsweiſe $V_1 = r_1 m$, $V_2 = r_2 m \ldots V_n = r_n m$ gebildet wird, die Wahrſcheinlichkeit W_{rd}, W_{rw} oder W_{rm} dafür, daß die Beobachtungsfehler $V_1, V_2 \ldots V_n$ vorkommen beiſpielsweiſe nach $W_{rm} = 1 - \frac{r^2}{2} + \frac{1}{2!}\left(\frac{r_2}{2}\right)^2 - \frac{1}{3!}\left(\frac{r^2}{2}\right)^3 + \frac{1}{4!}\left(\frac{r^2}{2}\right)^4 - \ldots$ berechnet oder aus vorhandenen Zahlentabellen [2] und in einfachſter Weiſe aus graphiſchen Tabellen [3] mit dem Argument $r = \frac{V}{d}$, $r = \frac{V}{w}$ oder $r = \frac{V}{m}$ entnommen werden. Damit ergibt ſich dann die Anzahl $N_1, N_2 \ldots N_n$ der Fehler, die in jeder Gruppe nach dem Gaußſchen Fehlergeſetz vorkommen ſoll nach

$$N_1 = \frac{n}{[W_{rm}]} W_{r_1 m},\ N_2 = \frac{n}{[W_{rm}]} W_{r_2 m} \ldots N_n = \frac{n}{[W_{rm}]} W_{r_n m}.$$

Literatur: [1] Czuber, Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891. — [2] Encke Berlin, Aſtronomiſche Jahrbücher 1834 und in faſt allen Werken über Fehlertheorie und Methode der kleinſten Quadrate. — [3] Koll, Theorie der Beobachtungsfehler und Methode der kleinſten Quadrate, 2. Aufl., Berlin 1901.

4. Fehlergrenzen. Um einen Anhalt dafür zu geben, welche Beobachtungsergebniſſe und welche aus den Beobachtungsergebniſſen abgeleiteten Größen als genügend genau zur weiteren Verwendung anzuerkennen ſind, werden Fehlergrenzen feſtgeſtellt. Der die Fehlergrenze bezeichnende höchſtens zuläſſige Fehler oder Maximalfehler wird für die verſchiedenen Inſtrumente und Beobachtungsarten aus den Mittelwerten der Beobachtungsfehler, in der Regel aus dem mittleren Fehler der Beobachtungsergebniſſe abgeleitet, indem bei hohen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebniſſe der 3fache Betrag, bei weniger hohen Anforderungen der $3^1/_2$fache Betrag und im äußerſten Falle der 4fache Betrag des mittleren Fehlers als höchſtens zuläſſiger Fehler feſtgeſetzt wird.

Nach dem Gaußſchen Fehlergeſetz ergibt ſich, daß unter 10000 Fehlern wahrſcheinlich 27 Fehler vorkommen, die den 3fachen, 4,7 Fehler, die den 3,5fachen und 0,6 Fehler, die den 4fachen mittleren Fehler überſchreiten, oder daß in 368 Fällen der 3fache, in 2150 Fällen der 3,5fache und in 15800 Fällen der 4fache mittlere Fehler einmal überſchritten wird. Hiernach ergibt ſich die Berechtigung zur Verwerfung aller Beobachtungsergebniſſe, deren Fehler die obenbezeichneten Fehlergrenzen überſchreiten, daraus, daß an Stelle der verworfenen Ergebniſſe mit großer Wahrſcheinlichkeit Nachmeſſungsergebniſſe zu erwarten ſind, deren Fehler innerhalb der Fehlergrenzen bleiben.

Literatur: Jordan und Helmert, Ueber den Maximalfehler einer Beobachtung, Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Bd. 4, 1877. — Im übrigen ſ. Czuber, Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891, auch über die Ausſcheidung widerſprechender Beobachtungen.

5. Fehler- und Gewichtsfortpflanzung. Wenn aus den mit Beobachtungsfehlern behafteten Beobachtungsergebniſſen andre Größen abgeleitet werden, ſo pflanzen ſich die Beobachtungsfehler fort und die aus den Beobachtungsergebniſſen abgeleiteten Größen ſind infolgedeſſen auch mit Fehlern behaftet. Die Fortpflanzung der Fehler iſt verſchieden, je nachdem nur zufällige Fehler oder auch regelmäßige Fehler vorliegen.

Die regelmäßigen Fehler können meiſtens von den zufälligen Fehlern getrennt, und ihre Fortpflanzung muß in jedem Falle ihrer beſonderen Art entſprechend feſtgeſtellt werden.

Dagegen können für die Fortpflanzung der zufälligen Beobachtungsfehler Formeln gegeben werden, wonach aus den bekannten Mittelwerten der Beobachtungsfehler, alſo z. B. den mittleren Fehlern $m_x, m_y, m_z \ldots$ von Größen $x, y, z \ldots$ der mittlere Fehler M einer aus den Größen $x, y, z \ldots$ abgeleiteten Größe X berechnet werden kann. Die allgemeine Formel lautet: Wenn $X = F(x, y, z \ldots)$ iſt, ſo iſt

$$M = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x} m_x\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y} m_y\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y} m_z\right)^2 + \ldots},$$

woraus für den ſpeziellen Fall $X = x \pm y \pm z \pm \ldots$ folgt $M = \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2 + \ldots}$, oder wenn die n Größen $x_1, x_2 \ldots x_n$ ſämtlich den mittleren Fehler m haben und $X = x_1 \pm x_2 \pm \ldots x_n$ iſt, daß $M = \pm m\sqrt{n}$ iſt, in welchen Formeln das ſogenannte Quadratwurzelgeſetz für die Fortpflanzung der zufälligen Beobachtungsfehler ausgedrückt iſt.

Die Formeln beruhen auf der Annahme, daß die Summe der Produkte zufälliger Beobachtungsfehler gleich Null geſetzt werden kann, weil das Auftreten gleich großer poſitiver und negativer Produkte der Beobachtungsfehler gleich wahrſcheinlich iſt. — Ein weiteres Verfahren, die Fortpflanzung der Fehler feſtzuſtellen, beruht darauf, daß wenn $X = F(x, y, z \ldots)$ iſt, $V = \frac{\partial f}{\partial x} v_x + \frac{\partial f}{\partial y} v_y + \frac{\partial f}{\partial z} v_z + \ldots$ iſt, worin $V, v_x, v_y, v_z \ldots$ die Maximalfehler von $X, x, y, z \ldots$ ſind. Der größte Wert von V wird ermittelt, indem nacheinander die verſchiedenen Kombinationen der poſitiven und der negativen Werte von $v_x, v_y, v_z \ldots$ eingeſetzt werden [1]. Ebenſo wie die mittleren Fehler von Größen ſich fortpflanzen auf alle aus dieſen abgeleiteten Größen, ſo pflanzen ſich auch die zu den mittleren Fehlern m in der Beziehung $p = \frac{k}{m\,m}$ ſtehenden Gewichte p weiter fort, ſo daß aus den Gewichten $p_x, p_y, p_z \ldots$ der Größen $x, y, z \ldots$ das Gewicht P einer Größe X, die aus $x, y, z \ldots$ abgeleitet iſt, berechnet werden kann.

Die allgemeine Formel hierfür lautet: Wenn $X = F(x, y, z \ldots)$, ſo iſt

$$\frac{1}{P} = \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 \frac{1}{p_x} + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 \frac{1}{p_y} + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 \frac{1}{p_z} + \ldots,$$

woraus für den ſpeziellen Fall $X = \pm x \pm y \pm z \pm \ldots$ folgt $\frac{1}{P} = \frac{1}{p_x} + \frac{1}{p_y} + \frac{1}{p_z} + \ldots$, oder wenn die n Größen $x_1, x_2 \ldots x_n$ ſämtlich das gleiche Gewicht p haben und $X = x_1 \pm x_2 \pm \ldots x_n$ iſt, daß $\frac{1}{P} = n\frac{1}{p}$ iſt. Dieſe Formeln folgen aus den Formeln für die Fortpflanzung der mittleren Fehler, indem $k\frac{1}{p}$ für m^2 in dieſe Formeln eingeſetzt und durch k dividiert wird.

Literatur: [1] Mayer, Johann Tobias, Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur prakt. Geometrie, Göttingen 1777; im übrigen ſ. Methode der kleinſten Quadrate. *O. Koll.*

Fehlerwahrſcheinlichkeit, ſ. Fehlertheorie.

Fehlerzeigende Dreiecke, ſ. Graphiſche Ausgleichungen und Meßtiſch, Meßtiſchaufnahme.

Fehlingſche Löſung, ein wichtiges Reagens zur direkten maßanalytiſchen Beſtimmung der zur Klaſſe der Hexoſen oder Glukoſen gehörenden Zuckerarten, wie z. B. des Trauben- und des Fruchtzuckers. Zur Darſtellung der Fehlingſchen Löſung werden genau 34,64 g kriſtalliſiertes Kupferſulfat in Waſſer gelöſt, 200 g Seignettesalz (Kalium-Natriumtartrat $C_4H_4KNaO_6 + 4\,H_2O$) und 600 cbcm Natronlauge vom ſpez. Gew. 1,12 hinzugefügt und die Löſung auf 1 l verdünnt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Anwendung der Fehlingſchen Löſung beruht auf dem Reduktionsvermögen der Hexoſen, beſonders auf ihrer Fähigkeit, aus alkaliſchen Löſungen von Kupferoxydſalzen beim Erwärmen Kupferoxydul zu fällen, wobei 1 Molekül der Hexoſen ungefähr 5 Atome Kupfer als Kupferoxydul abſcheidet. 10 cbcm der Fehlingſchen Löſung bedürfen daher zur völligen Reduktion 0,05 g der Hexose. Von den Di- und Polyſacchariden reduzieren nur Maltoſe und Milchzucker beim Erhitzen direkt, die übrigen, alſo auch der Rohrzucker, müſſen zunächſt durch Kochen mit verdünnter Säure in die Glukoſen geſpalten werden. Auf dieſe Weiſe, durch Inverſion, iſt alſo auch der Gehalt einer Löſung an Rohrzucker vermittelſt der Fehlingſchen Löſung feſtzuſtellen. Zur Ausführung der Titration läßt man die zu prüfende Zuckerlöſung in die ſiedende Fehlingſche Löſung einlaufen. Die Zuckerlöſung wird etwa $^1/_2$—1 prozentig angewendet. War der Zucker vorher durch Kochen mit Säuren invertiert worden, ſo muß die Säure natürlich vor der Titration neutraliſiert werden. Die Fehlingſche Löſung erfährt für die gewichtsanalytiſche Beſtimmung der einzelnen Zuckerarten in ihrer Zuſammenſetzung einige Abweichung, immer aber iſt die verwendete Löſung eine alkaliſche Kupferſulfat-Seignettesalzlöſung. Auch variieren die Beſtimmungsmethoden für die einzelnen Zuckerarten in der Kochdauer: Beſtimmung des Traubenzuckers nach Meißl-Allihn, des Invertzuckers nach Meißl, der Maltoſe nach E. Wein, der Lävuloſe nach Lehmann, des Milchzuckers nach Soxhlet. Zur Berechnung der Reſultate bedient man ſich entſprechender Tabellen. Näheres in der Spezialliteratur: Röttger, Nahrungsmittelchemie, Leipzig 1903; Bujard-Baier, Hilfsbuch für Nahrungsmittelchemiker, Berlin 1900. *Bujard.*

Fehltram (Blindtram), derjenige Teil einer Zwiſchendecke, der, zwiſchen oder neben den Hauptbalken oder Eiſentragbalken eingelegt, zur Befeſtigung der Deckenbildung (Schalung, Gipslättchen, Rohrgewebe) dient (ſ. Decke).

Feilen, Werkzeuge zum Abnehmen feiner Späne (Feilſpäne oder Feilicht) von den Arbeitsſtücken (vgl. a. Raſpel). Auf dieſen entſteht beim Feilen eine glatte, je nach der Feinheit der Feile mit gröberen oder feineren Riſſen, dem Feilſtrich, verſehene Arbeitsfläche. Der Feilſtrich ſoll gleichmäßig fein und bei langen dünnen Gegenſtänden in der Längsrichtung verlaufen. Die Feilen beſtehen aus gehärteten Stahlſtäben, deren Oberfläche durch Behauen mit einem Meißel mit ſcharfen Spitzen oder Zähnen verſehen iſt und dem auf das eine zugeſpitzte Ende, die Angel, aufgeſchlagenen Griff oder Heft, das gewöhnlich aus Holz (Rotbuche) oder Papiermaché hergeſtellt wird.

Nach der Feinheit der Feilen oder der Anzahl der Feilenhiebe auf einer beſtimmten Strecke unterſcheidet man Feilen mit grobem Hieb, Arm- oder Strohfeilen (wegen ihrer Verpackung in Stroh), Feilen mit Mittelhieb, Baſtard- oder Vorfeilen und Feilen mit feinem Hieb, Schlichtfeilen. Zwiſchen den beiden letzten ſtehen die Halbſchlichtfeilen. Bei Schlichtfeilen wird der Feinheit nach wieder unterſchieden: Fein-, Doppel- und Schlichtſchlicht. Für die Feinheitsbezeichnung iſt nicht die Anzahl der Feilenhiebe für ſich, ſondern ihr Verhältnis zu der Größe der Feilen maßgebend. Armfeilen haben etwa 4—10, feine Uhrmacherfeilen 50—90 Einſchnitte auf einen Zentimeter. Die Anzahl der Unterhiebe iſt gewöhnlich etwas geringer. Die feineren Feilen werden, weil ſie meiſt zu Dutzenden verpackt ſind, Dutzendfeilen genannt. Die Form der Feilen iſt äußerſt mannigfaltig. Die meiſten laufen ſpitz zu, im Querſchnitt ſind ſie quadratiſch, rechteckig, dreieckig, rund, oval u. ſ. w., in der Seitenanſicht gewöhnlich ſchwach konvex, weil durch dieſe Form die Herſtellung ebener Flächen erleichtert wird. Denn bei geraden Feilen findet infolge der wiegenden Bewegung, die der Arbeiter beim Feilen ausübt, ein Abfeilen der Kanten der Arbeitsfläche ſtatt, die infolgedeſſen eine gewölbte Geſtalt annimmt. Die gebräuchlichſten Feilenarten ſind folgende:

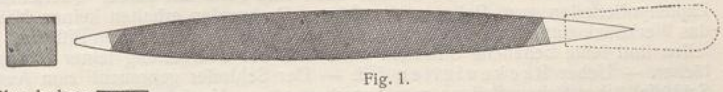


Fig. 1.

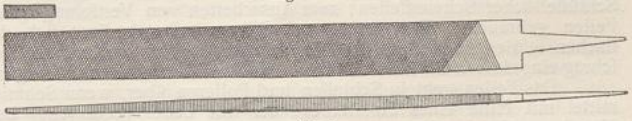


Fig. 2.



Fig. 3.

Vierkantige Feilen mit quadratiſchem Querſchnitt (Fig. 1). Die größten derſelben, die Armfeilen, ſind 30—60 cm lang und 25—50 cm breit, während die kleinſten Feilen dieſer Art nur 55 mm Länge haben und zur Ausarbeitung viereckiger Oeffnungen dienen. — Flache Feilen auf ihrer ganzen Länge von gleicher Breite mit rechteckigem Querſchnitt (Fig. 2) bleiben häufig an einer oder zwei Seiten ohne Hieb (Anſatzfeilen), um Ecken ausfeilen zu können, ohne daß beide Eckkanten von der Feile angegriffen werden. — Spitzflache Feilen oder Spitzfeilen mit rechteckigem Querſchnitt laufen in eine Spitze aus. Bei dieſen unterſcheidet man wieder flache Stroh-, Baſtard-, Schlicht-, halbdicke Feilen u. a. — Meſſerfeilen (Fig. 3) mit keilförmigem Querſchnitt wie Meſſerklingen dienen zur Herſtellung ſchmaler Einſchnitte; Gabelfeilen ſind flache, ſpitz zulaufende Feilen mit abgerundeten Kanten zum Ausfeilen der Zwiſchenräume zwiſchen den Gabelzinken. — Einſtreich-, Schraubenkopf-, Schwertfeilen mit rhombiſchem Querſchnitt (Fig. 4), deſſen Kanten abgerundet ſind, dienen zum Herſtellen der Einſchnitte an Schraubenköpfen oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dergleichen. Ihre Länge beträgt höchſtens etwa 13 cm. — Dreieckige oder dreikantige zugeſpitzte Feilen (Fig. 5), deren Querſchnitt ein gleichſeitiges Dreieck iſt, dienen zum Ausfeilen ſpitzer Winkel. Sägefeilen zum Nachfeilen und Schärfen der Sägezähne gleichen den Dreieckfeilen; doch ſind die Kanten abgeſtumpft und behauen und zeigen je nach der Art der Säge eine beſondere Form. Auch halbrunde und runde Feilen dienen als Sägefeilen, ebenſo flache Feilen zum Abgleichen der Zahnſpitzenreihe. — Halbrunde Feilen (Fig. 6) haben den Querſchnitt eines Halbkreiſes oder flachen Kreisabſchnittes, deſſen flache und runde Seiten behauen ſind, und laufen ſpitz zu. Auch die runde Seite wird mit einem Meißel mit gerader Kante geſchlagen, ſo daß ſich die auf der runden Seite befindlichen Einkerbungen aus mehreren einzelnen Einſchnitten zuſammenſetzen, wie Fig. 7 zeigt. Der Kreisbogen beträgt gewöhnlich 90—120°. Halbrunde Feilen mit kleinen Bogen von 30—40° heißen flachhalbrunde Feilen. Halbrunde Feilen haben häufig nur einfachen Hieb. — Wälzfeilen ſind halbrunde, auf der ganzen Länge gleichbreite Feilen zum Abrunden (Wälzen) der Zähne kleiner Räder. — Vogelzungen ſind ſpitze Feilen mit bikonvexem Querſchnitt (Fig. 8). Die Krümmungsradien der beiden Bogenflächen ſind gewöhnlich verſchieden. — Runde Feilen mit

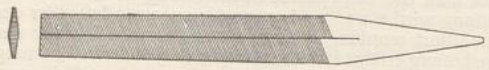


Fig. 4.



Fig. 5.

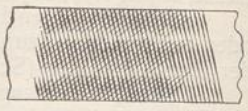


Fig. 7.

kreisförmigem Querſchnitt und nur einem Hieb, nach Fig. 7, laufen ſtets ſpitz zu und dienen zum Ausfeilen runder Löcher oder kurvenförmiger Ausſchnitte. Kleine runde Feilen heißen Rattenſchwänze. Zu beſonderen Zwecken werden Faſſon- oder Profilfeilen mit überall gleichem profilierten Querſchnitt angewendet. Außerdem haben die verſchiedenen Gewerbe beſondere Feilen für beſtimmte Arbeiten. So gebraucht der Uhrmacher zum Bearbeiten der Lücken zwiſchen den Räderzähnen die dünnen und flachen Ausſtreichfeilen (ſ. d.), zum Ausfeilen der Einſchnitte an Scharnieren die flachen Scharnierfeilen mit abgerundeten oder ausgehöhlten, mit Hieb verſehenen Schmalſeiten, während die breiten Seiten glatt ſind, zum Bearbeiten der Anſätze von Zapfen die Zapfen- oder Anſatzfeilen, deren Schmalſeiten gegen die Breitſeiten etwas geneigt ſind, um die Ecken ſchärfer ausfeilen zu können; ferner die Steigradfeilen, deren Querſchnitt Fig. 9 zeigt, und die Flankier- oder Triebfeilen, die den Meſſerfeilen gleichen, jedoch keine Spitze haben, zum Bearbeiten der Zahnflanken an Getrieben. Zum Wälzen oder Abrunden von Radzähnen gebraucht der Uhrmacher auch eine Feile mit einem Querſchnitt nach Fig. 10. — Zapfenpolierfeilen zum Polieren der feinen Drehzapfen erhalten keinen Hieb, ſondern greifen das Werkſtück nur durch die feinen auf dem Schleifſtein erzeugten Riſſe an. Nadel- oder Federfeilen ſind feine behauene Stäbchen ohne Griff zur Bearbeitung feiner Einſchnitte oder Zapfenlöcher. — Ueber Backenfeilen ſ. d. — Der Schloſſer gebraucht zum Ausfeilen geſchweifter Schlüſſellöcher Schweiffeilen; zum Ausarbeiten von Vertiefungen werden verſchieden gebogene Feilen gebraucht. Der Gold- und Silberarbeiter bedient ſich der Liegefeile, einer breiten flachen feſtliegenden Feile, auf der das Arbeitsſtück hin und her bewegt wird. — Stoßfeilen mit ſchräg eingefeilten Einſchnitten haben die Drechſler zur Bearbeitung von Horn, Knochen, Elfenbein.

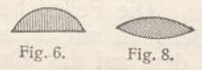


Fig. 6.

Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

Das Feilen geht in Schleifen und Polieren über, wenn Schmirgel oder ein andres Schleifmittel mit Hilfe eines Holzſtabes, der mit Leder (Lederfeile) beklebt iſt, zum Glätten von Metallgegenſtänden benutzt wird. Statt des Holzſtabes nimmt man auch Stäbe aus Zinn, Kupfer, Zink, Blei (Metall- oder Kompoſitionsfeilen), auf die das Poliermittel aufgetragen wird. — Scheiben- und ringförmige Feilen, gegen die das Werkſtück gehalten wird, während ſie ſich ſchnell drehen, ſind die Spitzringe (ſ. d.), die früher zum Anfeilen der Nadelſpitzen, heute beſonders zum Anſpitzen von Drahtſpitzen verwendet werden.

Um an Koſten für Feilen zu ſparen, ſind zuſammengeſetzte Feilen, ſogenannte Bezugsfeilen, konſtruiert worden, bei denen auf jede Seite eines feſten, mit Griff verſehenen eiſernen Halters dünne, mit dem Feilenhieb verſehene Stahlplatten gelegt und durch Halteſtifte befeſtigt ſind, gewöhnlich in der Weiſe, daß die Stahlplatten durch eine Verſchraubung feſt angezogen werden können. Die dünnen Feilen werden nach einem Verfahren der Firma Meyer, Focke & Co., Radeberg i. S., aus einem inneren Eiſenblech, auf das im ſchweißglühenden Zuſtande zwei äußere Stahlbleche aufgewalzt werden, hergeſtellt. Beide Seiten werden mit Hieb verſehen, ſo daß eine ſolche Feile vier Feilflächen hat. Dieſe Blätter ſind ſo elaſtiſch, daß ſie ſich über den gewölbten Feilenhalter biegen laſſen, auch geſtatten ſie eine höhere Härtung als maſſive Feilen. — Dieſelbe Firma verwendet ferner ſtatt der eiſernen Feilenhalter der größeren Leichtigkeit halber einen ſolchen aus Holz, der zuweilen, um eine große Feſtigkeit zu erzielen, aus zwei in der Mitte hohl gegeneinander liegenden Stäben beſteht.

Hohle, auf der Innen- und Außenſeite mit Hieb verſehene Feilen werden nach D.R.P. Nr. 113414 aus zwei oder mehreren Stücken zuſammengeſetzt und zeichnen ſich durch große Leichtigkeit aus. Die innere Seite dient zum Anfeilen oder Zuſpitzen dünner Gegenſtände.

Literatur: Wildner, Fr. O., Handbuch der Feilenkunde, Düſſeldorf 1884; Kataloge der Firmen Gottlieb Corts, Feilenfabrik, Remſcheid, Kaibel & Sieber, Maſchinenfabrik, Worms a. Rh., F. Dick, Eßlingen u. a.

Dalchow.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Feilenfabrikation. Das Material für die Herstellung der Feilen ist Flußstahl oder für die feinsten Feilen Tiegelstahl, dessen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,7 und 1,7 % schwankt, je nach der Härte der zu bearbeitenden Werkstücke, und im Mittel etwa 1—1,2 % beträgt. Die Form erhält der Feilenkörper unter dem Hammer oder im Walzwerk, besonders dann im letzteren, wenn es sich um kleine Feilen mit schwer zu schmiedender Form handelt. Zur Herstellung großer Feilen bedient man sich eines kleinen Dampfhammers.

Gewöhnlich wird ein Stahlstück derart ausgeschmiedet, daß es zwei mit den Handgriffen in der Mitte zusammenhängende Feilen ergibt. Nach dem Durchschneiden werden die Stiele fertig ausgearbeitet. Kantiger Feilenstahl muß voll ausgebildete scharfe Kanten bilden. Beim Schmieden werden zuerst die Spitzen einer großen Anzahl von Feilen fertiggestellt und sodann die Fußenden. Das Warmmachen des Stahles muß mit Vorsicht geschehen und erfolgt am besten im Holzkohlenfeuer, weniger gut im Koksfeuer. Ungünstig wirken Steinkohlen wegen ihres Gehaltes an Schwefel. — Der Amboß zum Ausschneiden der Feilen hat eine viereckige Oberfläche ohne Form und ist mit einem oder zwei Ausschnitten versehen zum Einsetzen der Gesenke, in denen runde, halbrunde, dreieckige u. s. w. Feilen geschmiedet werden. Der Schmiedehammer unterscheidet sich von dem gewöhnlichen dadurch, daß das Auge an einem Ende des Hammerkopfes sitzt. Um die beim Schmieden entstehenden Spannungen zu beseitigen, werden die Feilen in besonderen Oefen ausgeglüht. Beim englischen Ofen strömen die Heizgase aus einem unteren Raum durch Kanäle in einen oberen, in dem die Feilen eingelegt sind; beim deutschen Ofen ist nur ein Raum vorhanden. Die Feilen liegen hier auf starken Eisenstäben. Die Erhitzung dauert 4—6 Stunden, die Abkühlung 12 Stunden. Große und kleine Feilen werden gleichzeitig eingelegt, die ersteren dem Feuer zunächst. Dem Glühen folgt das Geraderichten und das Entfernen der Oxydhaut durch Abfeilen oder bei besseren Feilen durch Schleifen. Die aus Sandstein bestehenden Schleifsteine haben einen Durchmesser von 2—2,5 m und werden bis auf 0,8 m abgenutzt. Das Schleifen der Feilen erfolgte früher mit der Hand, heute wendet man hierzu mechanische Vorrichtungen an, bei denen die Feilen zu mehreren in einen Rahmen eingespannt werden, der während des Schleifens hin und her bewegt wird. Auch die genaue Wölbung wird der Feile beim Schleifen durch eine entsprechende hohle Hinterlage oder Schablone gegeben. Die geschliffenen Feilen werden mit dem Hieb (Feilenhieb) versehen. Diese Arbeit erfolgte früher ausschließlich von Hand, heute aber zum großen Teil durch Maschinen. Sie besteht darin, daß ein Meißel in schräger Richtung, und zwar unter einem Winkel von etwa 80° gegen die Oberfläche des Stahlstabes in diesen eingeschlagen wird, so daß ein scharfer Rand oder Grat aufgeworfen wird. Der Meißel hat eine gerade Schneide, die über die ganze Breite der Feile herüberragt. Die Feile wird zunächst mit einer Reihe paralleler Einschnitte versehen, die den Unter- oder Grundhieb bilden und etwa unter einem Winkel von 50° zur Mittellinie der Feilen stehen. Diese Einschnitte werden von einer zweiten Gruppe von Feilenhieben, dem Kreuz- oder Oberhieb, durchkreuzt, die mit der Mittellinie der Feilen einen Winkel von etwa 70° bilden. Infolge der verschiedenen Winkel, die den Unter- und Oberhieb mit der Mittelachse der Feile bilden, nehmen auch die entstehenden Zahnreihen eine Neigung gegen die Feilenachse an, so daß die Zähne gegeneinander versetzt sind und diejenigen einer Zahnreihe je einen andern Span fortnehmen. Feilen mit einem Hieb werden zur Bearbeitung weicher Metalle verwendet, da sich die Zähne der Feilen mit doppeltem Hieb leicht mit dem weichen Metalle vollsetzen.

Die Werkzeuge des Feilenhauers, Amboß, Hammer und Meißel, unterscheiden sich wesentlich von der gebräuchlichen Form. Der Amboß ist ein einfacher, auf der hohen Kante stehender und in den Haustock, einen einfachen Baumstamm, eingelassener gußeiserner Klotz, dessen Bahn nicht verstählt ist. Ein oder mehrere schwalbenschwanzförmige Einschnitte dienen zur Aufnahme von Hilfswerkzeugen. — Der Hammer hat einen sich nach der Hammerbahn zu verjüngenden Kopf, in dessen anderm verdickten Ende das Auge für den Hammerstiel sich befindet. Die Bahn muß klein sein, damit der Feilenhauer den Meißel möglichst genau zentrisch treffen kann. Der Stiel ist vom Hammerkopf aus schräg nach abwärts gerichtet oder ist derart gebogen, daß das Stielende etwa in der Höhe der Hammerbahn sich befindet. Diese Form ist erforderlich, weil der Ellbogen des vor dem Amboß sitzenden Feilenhauers sich etwa in der Höhe der Amboßbahn befindet. Die Hämmer wiegen etwa 0,1—4 kg. — Die Meißel zum Feilenhauen sind kurze, mit einem schmalen Kopf versehene Meißel mit sehr breiter Schneide. Diese ist sehr genau gerade geschliffen, entweder auf einem geraden Schleifstein oder auf wagerechten, schnell umlaufenden, gußeisernen, selten bleiernen oder kupfernen, mit Schmirgel und Oel bestrichenen Scheiben. Der Meißel für den Unterhieb ist auf der einen Seite etwas gewölbt. Sollen die Feilen nur Unterhieb erhalten, wie die Feilen für Blei, Zinn u. s. w., so wird ein einseitig zugeschliffener Meißel angewendet.

Die Feile liegt beim Hauen auf einer Einlage aus Blei oder Zink. Die beiden über dem Amboß herüberstehenden Enden der Feile werden durch eine endlose Riemenschleife, in die der Arbeiter mit den Füßen tritt, niedergehalten und so die Feile gegen den Amboß gepreßt. Das Hauen beginnt am andern, von dem Arbeiter fort gerichteten Ende der Feile. Der Meißel wird in schräger Lage so gehalten, daß die Schneide zum Arbeiter hin geneigt ist, so daß also der aufgeworfene Grat des einen Hiebes zur Führung des Meißels beim folgenden Hiebe dienen kann.

An Stelle des Hauens der Feilen von Hand ist heute, besonders bei großen Feilen von einfacher Form, die Maschinenhauerei getreten. Mit der Hand gehauene Feilen wurden lange Zeit hindurch den mit der Maschine geschlagenen vorgezogen und werden es zum Teil heute noch, weil die ersten Maschinen mancherlei Mängel aufwiesen. Es bereitete Schwierigkeit, die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stärke des Maſchinenſchlages der verſchiedenen Zähigkeit des Materials anzupaſſen. Ferner mußte der Schlag an den Enden der Feile wegen der geringeren Breite derſelben ſchwächer ausfallen, und wegen der Krümmung der Feilen iſt es ſchwierig, den Meißel unter gleichbleibendem Winkel auf das Werkſtück ſchlagen zu laſſen. Bei den heutigen Maſchinen ſind indeſſen dieſe Nachteile beſeitigt, ſo daß eine mit der Maſchine gehauene Feile von den mit Hand gehauenen nicht zu unterſcheiden iſt, zumal da auch das Material heute vollkommen gleichmäßig hergeſtellt wird.

Fig. 1 zeigt eine gebräuchliche Anordnung der Feilenhaumaſchine. Sie beſteht aus dem Gerüſt *a*, dem zur Erzielung des Schlagwinkels ſchräg geſtellten Tiſch *b* mit dem Support *c*, der ſeinen Vorſchub von der Antriebswelle durch Räderüberſetzung und Schraubenſpindel erhält, und der Hubvorrichtung *d* des Meißels. Beim Beginn des Schlagens iſt der Hub infolge der gewölbten Geſtalt der Feile größer als in der Mitte (Fig. 1), während es umgekehrt ſein ſollte, weil die Feile in der Mitte breiter iſt als an den Enden und außerdem der Feilenhieb

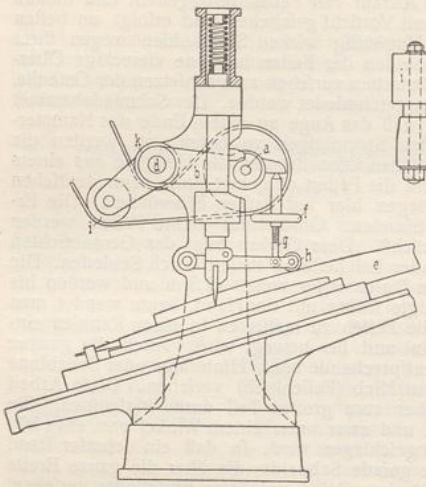


Fig. 2.

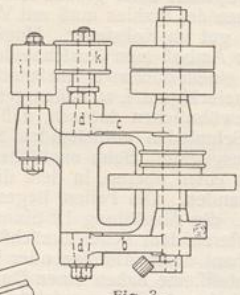


Fig. 3.

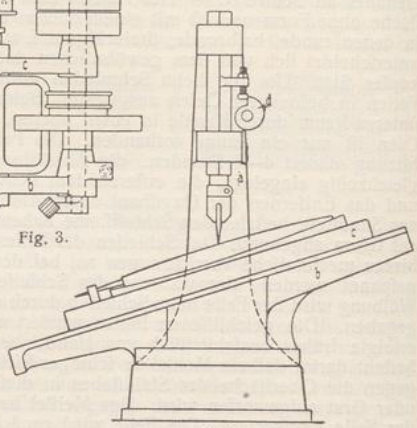


Fig. 1.

an den Enden der Feile feiner gemacht wird. Man hilft ſich durch allmähliches Anſpannen der Schlagfeder, die den Meißel nach abwärts ſchleudert. Die Firma Bêché & Groß, Hückeswagen, vermeidet dieſe Nachteile durch die Einrichtungen nach Fig. 2 und 3. Die Daumenwelle *a*, die zum Heben des Hammers dient, iſt in zwei Hebeln *b* und *c* gelagert, die um eine Achſe *d* am Maſchinengeſtell ſchwingen. Die Daumenwelle wird ſelbſttätig durch eine Leitſchiene *e* eingeſtellt, auf die ſich die Hebelanordnung unter Vermittlung einer durch Handrad *f* verſtellbaren Stütze *g* und einer Gleitrolle *h* ſtützt, ſo daß die Spannung der Feder geregelt werden kann. Der Antriebsriemen iſt um die Leitrollen *i* und *k* derart geführt, daß ein nach abwärts gerichteter Zug ſtattfindet und ſich die Daumenwelle daher feſt, ohne Erſchütterungen ausgeſetzt zu ſein, auf die Leitſchiene *e* ſtützt. Der Vorſchub des Feilenſchlittens erfolgt durch eine von einem Exzenter angetriebene Schraubenſpindel. — An dieſen Maſchinen ſind zahlreiche Verbeſſerungen vorgenommen worden. Der feinere und ſchwächere Hieb an der Spitze der Feile wird dadurch bewirkt, daß der Schlitten durch eine Leitſchiene verſchoben und daß der den Meißel tragende Hammer durch eine mittels Fußtritts einzuſtellende Feder aufgefangen wird. Ferner wird der Vorſchub des Schlittens durch eine Bremsvorrichtung gebremſt, um ein gleichmäßiges Verſchieben des Schlittens und einen ſicheren Hieb zu erzielen. Da beim Hauen halbrunder Feilen jede Hiebbahn eine andre Kurve beſchreibt, ſo wäre für jede derſelben auch eine beſondere Führungsleiſte erforderlich. Dies wird durch eine Vorrichtung vermieden, bei der die Feile ſelbſt als Leitſchiene benutzt wird.

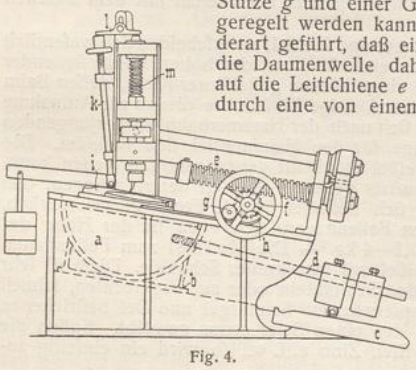


Fig. 4.

Eine Feilenhaumaſchine (D.R.P. Nr. 101455) von Zenſes (J. G. Peifeler, Feilenfabrik, Remſcheid-Haddenbach) zeigt Fig. 4. Bei ihr ſchlägt der Meißel ſtets unter demſelben Winkel auf die Feile; der Amboß *a* iſt halbkreisförmig und in einem Schlitten *b* gelagert. Während der Schlitten vorwärts rückt, dreht ſich der Amboß *a* langſam um ſeine wagerechte Achſe, indem eine durch Gewichte belaſtete Lenkſtange *d* über eine Leitſchiene *c* entſprechend der Form der Feile geführt wird; dadurch bleibt der Hiebwinkel ſtets der gleiche. Der Schlitten mit dem Amboß bewegt ſich auf einer ſchiefen Bahn während des Aufganges des Meißels fort, während er beim Hiebe ſtillſteht. Dies wird durch eine Schnecke erzielt, deren endloſer Gang nur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

während eines halben Umganges anſteigt und während des zweiten Umganges gerade iſt oder keine Steigung beſitzt. Der Vorſchub des Schlittens läßt ſich ſo einſtellen, daß der Hieb an der Spitze der Feile am feinſten iſt, nach der Mitte allmählich zunimmt und dann gleichmäßig bleibt. Dies wird dadurch erreicht, daß die Drehung der Spindel *e* auf den Schlitten durch ein feſt gelagertes, durch Reibung an der Drehung verhindertes Zahnrad *f* übertragen wird. Würde das Zahnrad ſich frei drehen können, ſo würde kein Vorſchub erfolgen; würde es an der Drehung vollſtändig gehindert ſein, ſo wäre der Vorſchub des Schlittens gleichmäßig. Mit dem Zahnrade iſt ein Hebel verbunden, der an einem Ende die Gleitrolle *g* trägt, die auf einer Schablone *h* rollt. Bewegt ſich nun der Schlitten *b* fort, und zwar von rechts nach links, und mit ihm das Zahnrad, ſo gleitet die Führungsrolle *g* allmählich von dem höchſten Punkt der Schablone *h* herab. Dadurch erfährt der Hebel mit der Gleitrolle und das Zahnrad eine die Vorſchubbewegung zum Teil aufhebende Drehung, ſo daß die Bewegung des Schlittens verringert wird. Sobald das vordere Ende der Feile behauen iſt, geht die Form der Leitſchiene *h* in die gerade Linie über, ſo daß von nun an ein gleichmäßiger Vorſchub des Schlittens erfolgt. Die Regelung der Spannung der Schlagfeder erfolgt ebenfalls durch eine Schablone *i*, auf der die Stange *k* mit einer Führungsrolle gleitet. Beim Beginn des Feilenhiebes ſteht die Gleitrolle in der Vertiefung am linken Ende der Schablone *i*. Je mehr ſich die Stange *k* hebt, um ſo mehr wird die Schlagfeder *m* unter Vermittlung des Hebels *l* zuſammengepreßt und der Schlag verſtärkt.

Das Härten der Feilen erfordert beſondere Vorſicht. Das Anwärmen erfolgt im Bleibade oder auf dem Herde. Das Bleibad ermöglicht ein ſicheres und gleichmäßiges Erwärmen und wird zur Verhinderung der Bildung einer Oxydſchicht mit Holzkohlen bedeckt gehalten. Die Erhitzung auf dem Herde geſchieht durch offene Koksfeuerung, ſo daß die Flamme unmittelbar mit den Feilen, die mit einem ſchützenden Ueberzug verſehen ſind, in Berührung kommen. Der Ueberzug, der aus einem Gemiſch von Hufmehl und Salz oder von Hufmehl, Ton und Salz oder Hefe und Mehl beſteht und mit Leimwaſſer oder dergl. zu einer zähen Maſſe zuſammengerührt wird, ſchützt die feinen Zähne gegen Entkohlung und Abbrand und wirkt außerdem zementierend, indem er Kohlenſtoff abgibt. — Dem Glühen der Feilen geht ein Trocknen des Ueberzuges voraus. Kleine Feilen werden in Holzkohlenpulver in offenen Eiſenkäſten geglüht. Wichtig iſt eine gleichmäßige, nicht zu hohe Temperatur, um ein Verbrennen der Feilen zu verhüten. — Das Ablöſchen oder Kühlen der Feilen geſchieht in großen, mit konzentrierter Salzlöſung gefüllten Bottichen. Das Salzwaſſer wird zuweilen durch eine Kühlſchlange kalt erhalten. Feilen, die ſich beim Härten gezogen haben, werden mit einem Holzhammer geradegerichtet. Einſeitig behauene Feilen werden beim Härten auf der behauenen Seite, halbrunde Feilen auf der runden Seite hohl, weshalb man ihnen von vornherein die entgegengeſetzte Biegung gibt. Vor dem Härten werden die Feilen mit einer Bürſte oder einem Beſen von dem anhaftenden Ueberzuge gereinigt. Der Stiel oder die Angel der gehärteten Feile wird durch Eintauchen in geſchmolzenes Blei oder durch Anfaſſen mit einer glühenden Zange wieder weich gemacht. Es folgt nun das Reinigen in mit Schwefelſäure angeſäuertem Waſſer, ſodann das Abreiben mit Sand oder das Abblaſen mit einem Sandſtrahlgebläſe, das Einölen und Verpacken in einem aus geteerten Schiffstauen hergeſtellten, gegen Roſt ſchützenden Papier.


Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.


Fig. 8.

Abgenutzte Feilen werden entweder durch Aufhauen oder durch Schärfen der Zähne brauchbar gemacht. Zum Aufhauen iſt erforderlich, daß die Feile zunächſt ausgeglüht wird. Die alten Zähne werden dann auf einem Schleifſtein abgeſchliffen oder auf beſonderen Hobelmaſchinen abgehobelt und die Feile von neuem mit Hieb verſehen. Das Schärfen der Zähne erfolgt durch ein Sandſtrahlgebläſe. Indem die Sandkörnchen über die ſtumpfen Zähne (Fig. 5) hinübergleiten, werden dieſe auf ihrem Rücken, wie Fig. 6 zeigt, abgeſchliffen und erhalten wieder eine ſcharfe Schneide. — Auch neu gehauene Feilen, die an dem Uebelſtande leiden, daß die Zähne einen rückwärts gebogenen Grat haben (Fig. 7), werden häufig auf dieſelbe Weiſe geſchärft, wodurch ſie die Form nach Fig. 8 annehmen.

Nach einem Verfahren der Feilenfabrik Gebr. Erlenwin & Co., Edenkoben (Rheinpfalz) werden die beim Aufhauen der Feilen nach rückwärts gebogenen Grate dadurch entfernt, daß eine Bürſtenſcheibe (D.R.P. Nr. 60966) unter Zugabe von Schmirgel oder Sand den Grat fortnimmt, während nach einem neueren Verfahren (D.R.P. Nr. 100798) eine Bürſtenwalze mit gehärteten Stahlborſten ohne Schmirgel u. dergl. verwendet wird. Sehr grobe Feilen können, wenn ſie abgeſtumpft ſind, auch dadurch geſchärft werden, daß man ſie nach dem Ausglühen vorſichtig überfeilt.

Das Aufſchärfen der Feilen kann auch auf chemiſchem Wege geſchehen, indem man ſie mit Säuren, Salzen und Alkalien behandelt, wodurch einerſeits die fremden Metallteilchen, anderſeits die umgebogenen Kanten der Feilzähne weggebeizt werden. Zunächſt erfolgt eine Reinigung von Oel und Schmutz unter Anwendung von Natronlauge, dann ein Beizen in einer Löſung von Salpeter- und Schwefelſäure oder auch Kupfervitriol, 10 Sekunden bis 5 Minuten lang, je nach der Feinheit der Zähne, und zuletzt das Abwaſchen mit Sodawaſſer und Abbürſten mit Drahtbürſten, um die gelöſten Beſtandteile zu entfernen.

Von Patenten über Feilenfabrikation ſind folgende zu nennen: D.R.P. Nr. 89405 (die Feile wird während des Hiebes durch Preßrollen feſtgehalten und während der Vorwärtsbewegung freigegeben); D.R.P. Nr. 96416 (hohler Meißelträger, der je nach der Stärke des beabſichtigten Hiebes belaſtet werden kann); D.R.P. Nr. 98452 (verſtellbarer Reibungsantrieb zur Aenderung des Vorſchubes); D.R.P. Nr. 98651 (drehbar gelagertes Hammergeſtell zur Erzielung eines gleichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hiebwinkels); D.R.P. Nr. 99098 (Feilenhaumaſchine für Rundfeilen); D.R.P. Nr. 100457 (Erzeugung des Hiebes auf den Kanten von Dreikantfeilen durch ein mit Zähnen verſehenes Rad); D.R.P. Nr. 101465 (drehbarer Amboß); D.R.P. Nr. 104209 (Regelung des Federdruckes); D.R.P. Nr. 104694 und 133245 (Meißelhalter, aus einer horizontalen Flachfeder beſtehend); D.R.P. Nr. 105755 (Haumaſchine mit enger werdenden Hieben); D.R.P. Nr. 113956 (Schlittenverſchub durch Riemen und koniſche Trommeln); D.R.P. Nr. 114794 (Vorrichtung zum Vorwärtsſchalten des Schlittens); D.R.P. Nr. 118941 (Maſchine zum Schlichten von Feilen); D.R.P. Nr. 127176 (Maſchine zum Abziehen von Feilen); D.R.P. Nr. 133204 (der Verſchub wird gleichzeitig dem Hammer und Meißel erteilt).

Literatur: Kataloge der Firmen Gottlieb Corts, Feilenfabrik, Remſcheid; Kaibel & Sieber, Maſchinenfabrik, Worms a. Rh.; ferner Hädicke, H., Die Technologie des Eiſens, Leipzig 1900; Wildner, Fr. O., Handbuch der Feilenkunde, Düſſeldorf 1884. *Dalchow.*

Feilenhalter, eine das Feilenheft erſetzende, mit zwei Spannbacken verſehene und leicht abſchraubbare Haltevorrichtung für Feilen, ferner bei Bezugsfeilen (ſ. Feilen) der die Feilenblätter tragenden Körper. *Dalchow.*

Feilenhaumaſchine, ſ. Feilenfabrikation.

Feilenheft, ſ. Feilen.

Feilenhieb, ſ. Feilenfabrikation.

Feilholz, ſ. Feilkolben und Feilkluppe.

Feilkloben und **Handkloben,** zangenartige Werkzeuge, in welche kleine Arbeitsſtücke eingeſpannt werden, um ſie beim Feilen, Löten u. dergl. bequem handhaben zu können. Sie ſind beſonders erforderlich, wenn runde oder geſchweifte Gegenſtände befeilt werden ſollen.

Man unterſcheidet breit- und ſchmalmaulige Feilkloben. Ein Feilkloben der gebräuchlichſten Art (Fig. 1) beſteht aus den beiden durch Scharnier *a* verbundenen Schenkeln *b*, die am vorderen Ende gehärtete und zum beſſeren Greifen mit Feilenhieb verſehene Backen *c* tragen. Durch die Schraube *e* mit Flügelmutter *g* werden die Backen zuſammengeſchraubt. Die zwiſchen den Schenkeln liegende Feder öffnet die Backen beim Löſen der Schraube. — Der Feilkloben Fig. 2 hat ſchmale Backen und iſt zur bequemen Handhabung und beſonders um die Werkſtücke leicht drehen zu können, mit einem Stiel verſehen, weshalb er den Namen Stielkloben oder bei Uhrmachern Stiftenklöbchen führt. — Bei dem Feilkloben Fig. 3 iſt der Stiel durchbohrt, um Drähte hindurchführen zu können, und das Scharnier iſt durch eine Feder erſetzt. — Die Feilkloben Fig. 4 und 5 werden vom Uhrmacher zum Einſpannen der Kronräder und Unruhen gebraucht. — Bei dem Feilkloben Fig. 6 werden die beiden um die Stifte *a*, *b* drehbaren Backen *c* und *d* dadurch aneinandergepreßt, daß das kegelförmige Ende *e* des Stieles *h* gegen die Anſätze *f*, *g* der Backen geſchraubt wird. Vorteilhaft ſind Feilkloben, bei denen die Backen ſtets parallel zueinander geführt werden (Parallelfeilkloben). Die beiden Backen ſind in dieſem Falle nicht um einen Punkt drehbar angeordnet, ſondern gleiten auf Führungen. Große Feilkloben werden auch an der Arbeitsbank befeſtigt (Tiſchkloben), indem der Kloben entweder ſenkrecht mittels einer den Stiel erſetzenden Schraube in den Tiſch eingeſchraubt oder eine Backe desſelben an dem Tiſch befeſtigt wird, ſo daß der Kloben wagerecht liegt. Die Tiſchkloben bilden den Uebergang zum Schraubſtock. — Um den Feilkloben ſicher führen zu können, legt man ihn zur Unterſtützung auf ein im Schraubſtocke oder auf der Werkbank befindliches Stück Holz, das Feilholz (vgl. a. Schraubſtock). *Dalchow.*

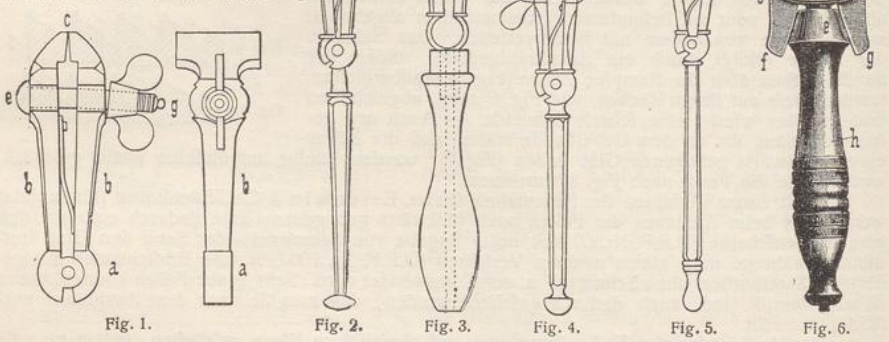


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Feilkluppe, eine in den Schraubſtock einzuſpannende Klammer, zwiſchen deren gewöhnlich hölzernen Backen ſchwache, gegen Druck zu ſchützende Gegenſtände eingeklemmt werden. Häufig beſteht die Feilkluppe nur aus zwei an der einen Seite derart aneinander befeſtigten Holzſtäben, daß die freien, die Backen bildenden Enden federnd auseinanderſtehen. *Dalchow.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Feilmaſchine, ſ. Stoßmaſchine.

Feilſpäne, ſ. Feilen.

Feilſtrich, ſ. Feilen.

Feimen, ſ. v. w. Diemen (ſ. d.).

Fein, bei Gold und Silber ſ. v. w. nicht legiert, von Zuſätzen frei, im Gegenſatz zu rauh, wenn Zuſätze von geringwertigeren Metallen vorhanden ſind. — Vgl. Feingehalt.

Feinbewegung, bei geodätiſchen Inſtrumenten die durch beſondere Vorrichtungen (Feinbewegungsvorrichtungen, Feinſtellſchrauben, Mikrometerwerke) ermöglichte feine Einſtellung beſtimmter Inſtrumententeile, insbeſondere der Abſehlinien der Fernrohre in horizontalem und vertikalem Sinn; ſ. Geodätiſche Inſtrumente. *Reinhertz.*

Feinblech, Blech von geringer Stärke, bis 5,5 mm in Deutſchland, ſ. die Tabelle Bd. 2, S. 53.

Feinbrennen, Blickſilber durch nochmaliges oxydierendes Schmelzen mit Luft, Salpeter oder Silberſulfat von den letzten Reſten der Verunreinigungen (Kupfer, Blei, Wismut) befreien. *Beckert.*

Feineiſen, Bezeichnung für Stabeiſen kleineren Querſchnitts bis herauf zu 7 qcm. — Zuweilen dient der Ausdruck auch für gefeintes Roheiſen, d. i. durch oxydierendes Schmelzen entſiliziertes und damit für das Entkohlen vorbereitetes Roheiſen. *Beckert.*

Feinerde, ſ. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 108.

Feingehalt, das Gewichtsverhältnis des reinen Goldes oder reinen Silbers einer Edelmetallware, Münze oder dergl. zu dem unedeln Zuſatzmetalle.

Früher wurde dieſes Verhältnis bei Gold in $^1/_{24}$ Karaten, bei Silber in $^1/_{16}$ Lot ausgedrückt; ſo bezeichnete man z. B. Gold als 18karätig, wenn ſein Feingehalt $^{18}/_{24} = {}^3/_4$, Silber als 12lötig, wenn ſein Feingehalt $^{12}/_{16} = {}^3/_4$ betrug. Ein Karat Gold zerfiel in 12, ein Lot Silber in 18 Grän. 288 Grän Gold (24 · 12) und 288 Grän Silber (16 · 18) nannte man das Probiergewicht, den Feingehalt die Probe; 14lötiges Silber war beiſpielsweiſe von der 14. Probe. Gegenwärtig wird der Feingehalt in Deutſchland, wie überhaupt in den meiſten europäiſchen Staaten, in Tauſendteilen angegeben; 750 Tauſendteile Feingehalt entſprechen z. B. einem Gehalte von $^{750}/_{1000} = {}^3/_4$ an Edelmetall. — Sowohl im fiskaliſchen Intereſſe, wie zur Verhinderung von Betrügereien wurde ſchon frühzeitig die Stempelung (Punzierung) in Anwendung gebracht, jedoch iſt dieſelbe ſogar gegenwärtig noch nicht überall geſetzlich vorgeſchrieben, geſchweige denn einheitlich geregelt; es gibt jetzt Länder mit gar keiner, mit fakultativer und mit obligatoriſcher Punzierung. In England wurden alle, in Deutſchland nur gewiſſe Gold- und Silberwaren bei dem Stempeln mit der Firma des Fabrikanten verſehen. — In Deutſchland iſt die diesbezügliche Behandlung der Gold- und Silberwaren durch Geſetz vom 16. Juli 1884 mit Wirkung vom 1. Januar 1888 geregelt worden. Nach demſelben dürfen Gold- und Silberwaren zu jedem Feingehalt hergeſtellt werden. Die Aufſtempelung des Feingehaltes iſt nur dann geſtattet, wenn er bei Gold (Geräten und Uhrgehäuſen) wenigſtens 0,585, bei Silber 0,800 beträgt. Schmuckſachen dürfen in jedem Feingehalt geſtempelt werden. Zum Verkauf eingeführte Waren müſſen geſtempelt ſein. Das Stempelzeichen muß enthalten die Reichskrone, für Gold das Sonnenzeichen, für Silber die Mondſichel, die Angabe des Feingehalts in Tauſendteilen, die Firma oder Schutzmarke des Fabrikanten. Bei Goldwaren muß die Krone im Sonnenzeichen, bei Silberwaren rechts neben der Mondſichel ſtehen. Für die Richtigkeit der Stempelung iſt der Verkäufer haftbar. In andern Ländern ſind zuläſſig (T. = Tauſendſtel, K. = Karat):

Länder	Goldwaren	Silberwaren
Belgien	750; 800 T.	800; 900 T.
England	9; 12; 15; 18; 22 K.	11 Ounces 10 Pennyweights 11 „ 2 „
Frankreich . . .	730; 750; 840; 920 T.	800; 950 T.
Holland	583; 750; 833 T.	833; 934 T.
Italien	500; 750; 900 T.	800; 900; 950 T.
Norwegen	18 bezw. 14 K.	
Oeſterreich . . .	580; 750; 840; 920 T. Golddraht 997 T.	750; 800; 900; 950 T. Silberdraht 985 T.
Schweden	23 K. 5 Grän 20 „ 4 „ 18 „ 4 „	13 Lot 4 Grän
Schweiz	583, 750 T.	800; 875 T.
Spanien	750; 833,3; 916,6 T.	750; 916,6 T.

Die engliſchen Kolonien und die Vereinigten Staaten haben gar keine, Rußland dagegen ſehr ſtrenge Vorſchriften. — England und Frankreich erſtatten bei der Ausfuhr die Stempelungsgebühren zurück.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: v. Studnitz, Die gesetzliche Regelung des Feingehaltes von Gold- und Silberwaren, Pforzheim 1875; Bödiker, Die Regelung des Feingehaltes der Gold- und Silberwaren, Leipzig 1886. *Bujard.*

Feingut, im Gegensatz zu Mittelgut, Ausschuß und Bruch, beste Qualität des Porzellans, ohne Tadel in Farbe und Glasur, ohne Blasen und matte Stellen.

Feinkiesofen, s. Schwefelsäure.

Feinkohle, s. Brennstoffe, Bd. 2, S. 288.

Feinkornaufbereitung wird die Aufbereitung (s. d.) der Sande, d. h. der Körner von etwa 2,0—0,5 mm Größe genannt, welche durch die Trennung nach der Gleichfälligkeit im tiefen Wasserstrom (s. Sortieren der Trübe) vorbereitet und auf Bettsetzmaschinen (s. Setzarbeit) vollendet wird. *Treptow.*

Feinkornsetzmaschine, s. Setzarbeit.

Feinkrempel, s. Streichgarnspinnerei.

Feinmeßkaliber, s. Meßwerkzeuge.

Feinmeßmaschinen, -verfahren, s. Meßwerkzeuge.

Feinmühle, diejenige in der Papierfabrikation, bei der Erzeugung des Holzstoffes verwendete Zerkleinerungsmaschine, durch die das vom Zerfaserer — Defibreur — gelieferte gröbere Fasermaterial einer Verfeinerung unterzogen wird; s. Holzzeug. *Kraft.*

Feinnivellement, s. Nivellieren.

Feinprobe, s. Silberproben, Goldproben.

Feinsicherung, Schmelzsicherung zum Schutze der Telegraphen- und Fernsprechleitungen gegen das Eindringen elektrischer Starkströme, s. Telegraphie und Telephonie.

Feinspinnen, der Spinnprozeß, der den fertigen Faden aus dem Vorgespinst herstellt. — Feinspinnmaschine, s. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 612 ff., Kammgarn-, Streichgarnspinnerei.

Feinsprit, s. Spiritusfabrikation.

Feinstein, s. Kupfer.

Feinzeug, eine der Benennungen für das in der Papierfabrikation herzustellende, vollkommen zerfaserte Hadern- oder sonstige Fasermaterial, das gewöhnlich auch als Ganzzeug bezeichnet wird; s. Papierfabrikation. *Kraft.*

Fekulometer (Fäkulometer), ein zur Bestimmung des Wassergehaltes der Handelsstärke dienendes Gerät aus Glas; s. Stärkefabrikation.

Felbel (Felpel), s. Weberei.

Feld, in der Architektur, eine umgrenzte, meist vertiefte Fläche an Wänden, Decken und Gewölben, in verschiedenster Form und Ausbildung. Die Teilung in Felder dient dazu, eintönige Flächen zu beleben und angenehmer zu gestalten. Die Einfassung bilden umrahmende Glieder von leichter und zierlicher Profilierung, sei es in Holz, Gips oder aber in Bemalung dargestellt. — Feld im Bergbau, s. Grubenbetrieb. — Feld, elektrisches, magnetisches, s. Elektrizität und Magnetismus. — Feld, in der Ingenieurmechanik, s. Fach, Fachwerk. *Weinbrenner.*

Feldbahnen, s. Feldeisenbahnen.

Feldbarometer, s. Federbarometer und Höhenmessung, barometrische.

Feldbefestigung, s. Festungsbau.

Feldbereinigung. Gemeinheitsteilung, Güterarrondierung, Güterverlegung, Güterzusammenlegung, Feldbereinigung, Flurbereinigung, Kommassation, Konsolidation, Segregation, Separation, Vereinödung, Verkoppelung sind die teils ähnlichen, teils mehr oder weniger ineinander übergehenden und sich ergänzenden staatlichen Maßnahmen rechtlicher und technischer Natur, die dadurch notwendig geworden sind, daß infolge des Uebergangs des Grundes und Bodens aus dem Eigentum der Allgemeinheit in dasjenige des einzelnen und infolge der hierdurch entstandenen Parzellierung gewisse frühere Rechtsverhältnisse sich als unhaltbar und daß gleichzeitig zum Zweck der durch die Bevölkerungszunahme gebotenen intensiveren Ausnutzung des Bodens eine rationelle Einteilung des landwirtschaftlichen Geländes sich als erforderlich erwiesen haben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

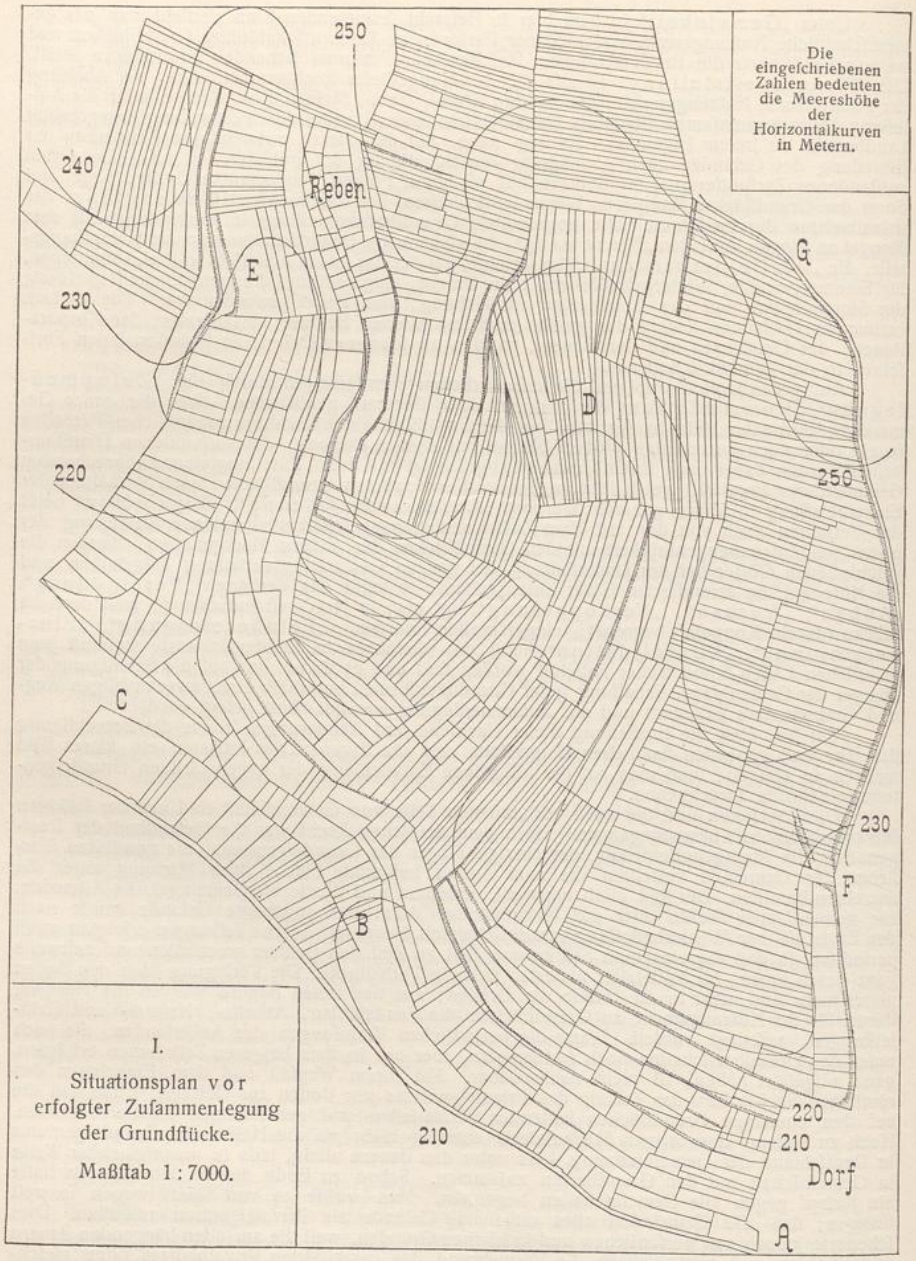
Unter „Gemeinheit“ in dem hier in Betracht kommenden Sinn verſteht man das gemeinſchaftliche Nutzungsrecht verſchiedener Perſonen an landwirtſchaftlichen Grundſtücken und weitergehend auch die in Gemeinbeſitz verſchiedener Perſonen ſtehenden Grundſtücke ſelbſt. Die „Gemeinheitsteilung“ iſt alſo die Auflöſung dieſes Rechtsverhältniſſes, die Ablöſung der gemeinſamen Nutzungsrechte, der Weide-, Streu-, Holz-, Maſt- u. ſ. w. Rechte, oder die Aufteilung der in gemeinſamem Eigentum ſtehenden Ländereien, beides durch Zuweiſung abgegrenzter Landbezirke zu freiem Eigentum. Es liegt nahe, mit der hierzu notwendigen Aenderung der Einteilung des Geländes auch gleichzeitig die Beſeitigung der mit der Zeit an vielen Orten entſtandenen Zerſplitterung des Beſitzes mit all ihren Folgen, ungeeignete Größe, Lage und Form der Grundſtücke, Mangel an Wegen und Gräben, der ſogenannten „Gemenglage“ des Privatbeſitzes durchzuführen. Die ungeordnete Grundſtückseinteilung in Verbindung mit dem Mangel an Wegen hatte den „Flurzwang“, die gleichartige Bewirtſchaftung ganzer Gemarkungsteile, die „Dreifelderwirtſchaft“ im Gefolge, bei der das ganze Ackerfeld in drei Abteilungen, für Sommergetreide, Wintergetreide und reine Brache, eingeteilt und die gemeinſame Beweidung der Stoppelfelder und des Brachfeldes zur Uebung, zum Recht geworden war. Die vielfach ineinander greifenden Rechte der großen und der kleinen Beſitzer, des Staates, der Korporationen, der Gutsherren und der Bauern, wurden zu ſchweren Laſten, ſie ſchloſſen jeden Fortſchritt in der Landwirtſchaft aus.

Am gründlichſten erfolgen die erforderlichen Aenderungen durch die „Zuſammenlegung“, „Kommaſſation“ der den einzelnen Beſitzern gehörenden, über die ganze Gemarkung zerſtreuten, ſehr häufig nur über die Grundſtücke der Nachbarn zugänglichen Parzellen in ein oder doch nur wenige größere Stücke mit eignem Zugang; die vorhandenen Dienſtbarkeiten werden dabei nach ihrem Geldwert abgeſchätzt und durch Zuteilung eines entſprechenden Geländeſtücks abgelöſt, welch letztere den vorher belaſteten Grundſtücken nach Verhältnis der Einzelbelaſtung in Abzug gebracht werden. „Auseinanderſetzung“, „Separation“ heißt das Verfahren auch von der mit dem Zuſammenlegungsgeſchäft verbundenen Aufhebung der bisherigen Zuſammengehörigkeit mit den Grundſtücken der andern Markgenoſſen. Werden die geſchloſſenen Dörfer bei der Umgeſtaltung der ganzen Gemarkungseinteilung aufgehoben und die Höfe auf die arrondierten Güter hinausgebaut, ſo heißt das Verfahren „Vereinödung“, „Abbau“, „Ausbau“. „Verkoppelung“ ſagt man in Nordweſtdeutſchland, weil dort die Stücke durch Koppeln begrenzt, eingeſchloſſen werden. „Feldbereinigung“, „Flurbereinigung“, „Konſolidation“ heißt das Verfahren in Süddeutſchland, wofelbſt jene rechtlichen Laſten ſchon früher abgelöſt worden ſind und es darum nur auf die Beſeitigung der Mängel der Gemenglage, Schaffung guter Grundſtückformen innerhalb eines zweckmäßigen Weg- und Grabennetzes ankommt und auf Zuſammenlegung weniger Wert gelegt wird.

Um ſich über die Entſtehung dieſer Nachteile und Aenderungen ſowie die Berechtigung des ſehr weit gehenden ſtaatlichen Eingreifens und die Eigenart des letzteren ein klares Bild machen zu können, muß man auf die hiſtoriſche Entwicklung der gegenwärtigen Grundeigentumsverhältniſſe zurückgehen.

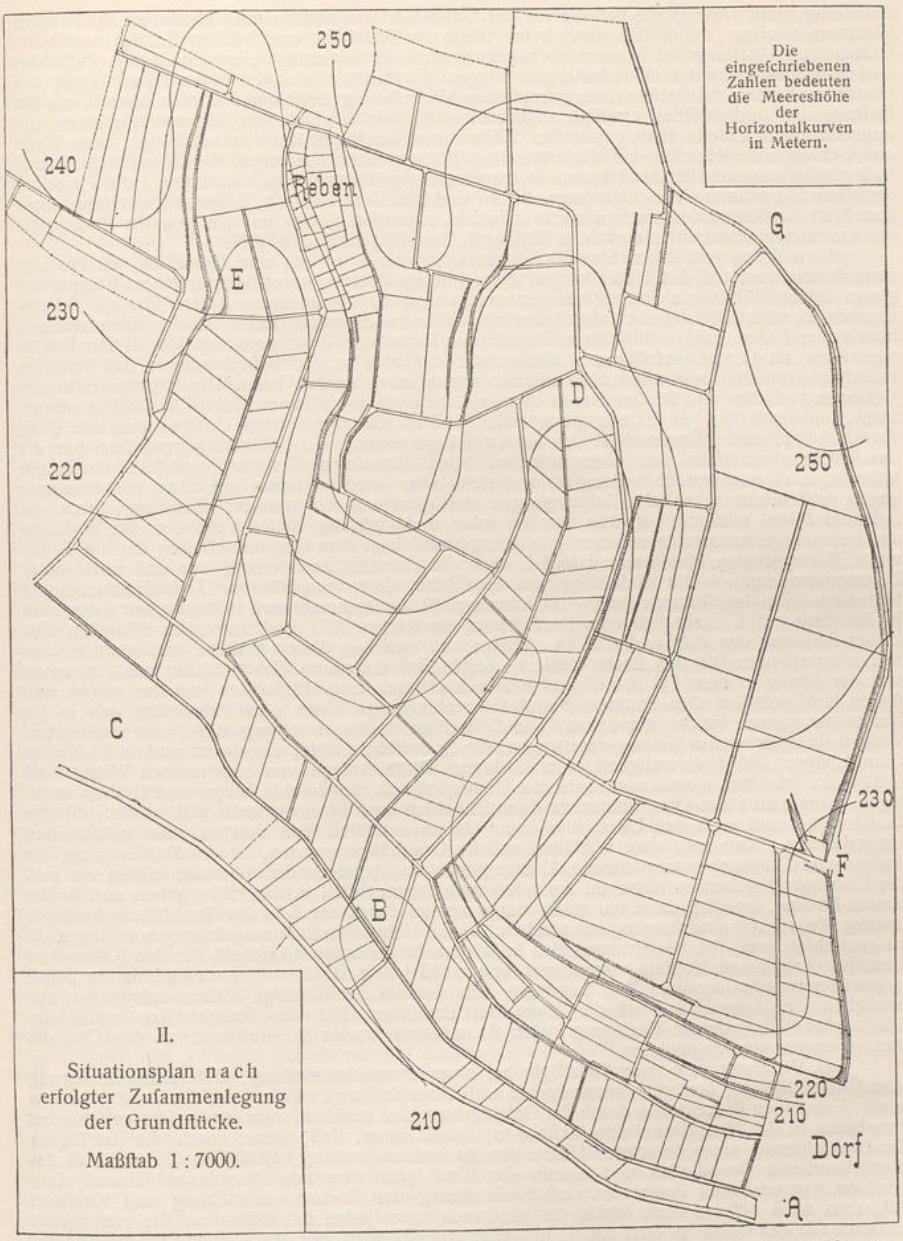
Dieſe letzteren und die noch vorhandenen Teile von Gemeinſchaft ſind aus der früheren Markgenoſſenſchaft hervorgegangen. Nach dem deutſchen Recht war die Geſamtheit der Dorfgenoſſen, die Markgenoſſenſchaft, der einzige Träger des Grundeigentums, die gewählten Vorſteher der Gemeinde verteilten die zum Anbau beſtimmte Fläche ihrer Markung unter die einzelnen Familien. Der Reſt blieb ungeteilt, unbebaut und diente als Gemeingut, als Allmende, zur gemeinſamen Weide oder zur Holznutzung. Auch das angebaute Gelände wurde nach der Ernte bis zur Wiederbeſtellung gemeinſchaftlich beweidet. Solche Teilungen erfolgten meiſt periodiſch, ſo daß die einzelnen Stücke von Zeit zu Zeit den Beſitzer wechſelten und zeitweiſe ganz brach lagen. Im Mittelalter änderten ſich die Verhältniſſe. Die Verfügung über den Boden geriet mehr und mehr in die Hände der Großen; aus den freien Bauern wurden die Hörigen, denen für ihr Nutzungsrecht an Grundſtücken die Feudallaſten, Arbeits-, Natural- und Geldleiſtungen, auferlegt wurden. Wann die periodiſchen Verloſungen des Ackerlandes, die auch unter den Grundherrſchaften noch fortdauerten, aber nur in ſtets längeren Zeiträumen erfolgten, ganz aufgehört haben, iſt nicht nachweisbar. Mit ihrem Wegfall und dem Eindringen des römiſchen Rechts kam das Prinzip des Privateigentums am Boden zur Geltung, ohne daß die auf den einzelnen Grundſtücken haftenden Feudallaſten und gemeinſamen Rechte wegfielen. Noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts unterlag mehr als die Hälfte des Grundeigentums in Deutſchland der Gemeinnutzung, teils unter den Bauern allein, teils in mannigfachſter Weiſe in Gemeinſchaft mit den Grundherren zuſammen. Schon zu Ende des 18. Jahrhunderts hatte ein Kampf gegen alle Gemeinſchaften begonnen. Man wollte es von Staats wegen ſo weit bringen, daß alle Gemeinden alles unbebaute Gelände als Privateigentum aufteilten. Dies ſcheiterte jedoch aus perſönlichen und ſachlichen Gründen, weil die am alten hängenden Bauern widerſtrebten und weil vielfach die Vermehrung des parzellierten Privatbeſitzes ohne gleichzeitiges Aufhören der Laſten, die vom Staat und den ſonſtigen einflußreichen größeren Nutznießern nicht geopfert werden wollten, und die bei zunehmender Zerſtückelung des Bodens immer empfindlicher wurden, nicht als wünſchenswert erſchien. Dagegen vermehrten ſich von Jahrzehnt zu Jahrzehnt die Nachteile der folgerichtigen Durchführung des Prinzips des Privateigentums am Boden, die immer weitergehende Teilung der Güter. Wo nicht durch altes Herkommen oder durch beſondere Geſetze kräftige Hemmniſſe dagegen vorlagen, wie bei den Familiengütern des Adels oder bei den geſchloſſenen Hofgütern, bürgerte es ſich ein, daß bei den Eigentumsübergängen infolge von Todesfällen jeder Erbe von jedem Grundſtück des Erblaſſers ein Stück bekam. Wurde dann eine Anzahl ſolcher unregelmäßig geſtalteter Grundſtücke wieder zuſammengekauft und der ſo arrondierte Komplex ſpäter abermals in andrer Weiſe geteilt, ſo ergab ſich naturgemäß ein Wirrwarr, eine Gemenglage der kleinen Parzellen, die in Verbindung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



mit dem naturgemäß eingetretenen Mangel an Wegen und Abzugsgräben der Bewirtschaftung höchst hinderlich wurde.

Bei einer solchen Sachlage kann der einzelne sich nicht selbst helfen, er kann sein Grundstück nicht selbständig bewirtschaften, er muß sich nach der Gesamtheit richten. So mußte der Flurzwang in Geltung bleiben. Wollte man eine geregelte Bestellung und Aberntung der Grundstücke möglich machen, so mußten große Gemarkungsteile jeweils in gleicher Weise bewirtschaftet werden. Die schon unter Karl dem Großen eingeführte reine Dreifelderwirtschaft, bei der die Ackerfläche einer Gemarkung in drei Teile zerlegt und in regelmäßigem Wechsel je ein Teil mit Winterfrucht oder Sommerfrucht bestellt war oder brach liegen gelassen wurde, blieb auch bei freiem Eigentum die Grundlage der Bewirtschaftung. Nur das vollständige Brachliegenlassen des Feldes kam immer mehr ab, und statt dessen verbreitete sich das Bebauen der eigentlich



II.

Situationsplan nach erfolgter Zusammenlegung der Grundstücke.

Maßstab 1 : 7000.

hierzu bestimmten Fläche mit Klee, Hülsen, Hack- und Handelsgewächsen. Gerade die Unmöglichkeit, eine intensive Wirtschaft mit Futterbau und Handelsgewächsen unter dem Zwang der Dreifelderwirtschaft regelrecht zu betreiben, hat die schon erwähnten Uebelstände der kleinen Parzellierung und der Gemenglage in Verbindung mit den auf dem Grundbesitz haftenden Hut- und Weiderechten unerträglich gemacht.

Angesichts der stets wachsenden Konkurrenz des Auslands ist unsre Landwirtschaft immer mehr darauf angewiesen, das Aeußerste in der Ausnutzung des Bodens zu tun. Eine solche ist nicht denkbar, wo die einzelnen Grundstücke mit Weiderechten Dritter belastet und so klein sind, daß schon allein durch die vielen Grenzfurchen, längs welcher beiderseits ein Streifen nicht sorgfältig bearbeitet und gedüngt wird, große Flächen unbenutzt bleiben, durch das Hin- und Herfahren auf den vielen kleinen Stücken Zeit verloren geht und die Beaufsichtigung des Gesindes erschwert wird. Haben die Grundstücke eine schlechte Lage und Form, so kann die

Beſtellung nicht ohne große Verluſte an Zeit und Mühe und nicht ohne Uebertreten auf fremdes Eigentum erfolgen, beſonders wenn keine Wege zu ſtets freier und leichter Zufahrt und keine Gräben zur Ableitung des Waſſers vorhanden ſind. In Erkenntnis dieſes unhaltbaren Zuſtandes und in Anbetracht der in ſo ſchwierigen Dingen nur ſelten zu erreichenden Einmütigkeit der ſämtlichen Beſitzer bezüglich einer gründlichen Verbeſſerung desſelben hat man überall, wo die Hebung der Landwirtſchaft ernſtlich angeſtrebt wird, Geſetze geſchaffen, die es ermöglichen, die ungeordneten Zuſtände auch gegen den Willen einzelner Eigentümer zu beſeitigen, neue Wege und Gräben ohne Rückſicht auf die alten Grundſtücksgrenzen anzulegen, die Grundſtücke innerhalb dieſer neugeſchaffenen Gewanne in zweckmäßigen Formen neu einzuteilen, die Parzellen derſelben Eigentümer dabei zuſammenzulegen und die Grundlaſten z. B. durch Zuweiſung eines dem Wert des Rechts entſprechenden Grundſtücks abzulöſen, ſofern nur ein gewiſſer Prozentſatz der Grundeigentümer für eine ſolche Maßregel ſtimmt [1] bis [7] und [40].

Vom ſtreng juriſtiſchen Standpunkt aus hört man es oft als eine Gewalttat, als ein Unrecht bezeichnen, daß bei Durchführung einer ſolchen Güterzuſammenlegung einem Eigentümer gegen ſeinen Willen ein Grundſtück genommen und dafür an einem andern Ort ein ſolches zugewieſen wird. Dies ſei ein unſtatthafter Eingriff in das Eigentumsrecht. Solche Einwendungen beruhen auf dem viel umſtrittenen Begriff des Eigentums überhaupt und des freien Privateigentums am Grund und Boden insbeſondere. Dabei wird gar nicht beachtet, daß letzteres tatſächlich von der Geſamtheit nicht unbedingt anerkannt werden kann. Die Expropriation des Geländes zu Bahn- und Straßenbauten iſt gewiß auch ein gewaltſamer Eingriff in das Eigentumsrecht, und doch iſt ohne Expropriationsrecht die Durchführung ſolcher Unternehmen ein Ding der Unmöglichkeit. Ferner ſtellt ſich im Grund genommen ein Feldverlegungsgeſetz nur als das Wiederinkraftſetzen des obenerwähnten alten Markungsrechts dar, einerſeits durch die unbedingte Notwendigkeit bedungen, anderſeits aber auch verſehen mit allen Vorkehrungen gegen tatſächliche erhebliche Schädigungen der einzelnen Eigentümer. Daß nur durch ein radikales Mittel wirklich geholfen werden kann und daß nur dieſes Verfahren die Wahrung des freien Eigentumsrechts erſt ermöglicht, ergibt ſich aus dem Gegenüberhalten der auf S. 678 und 679 eingefügten Planſkizzen I und II über die Grundſtückseinteilung vor und nach einer Zuſammenlegung. — Die Geſtaltung des ein Stück einer ausgeführten Teilzuſammenlegung bildenden Geländes iſt durch die in Abſtänden von 10 m aufgenommenen Höhenkurven dargeſtellt. In Richtung *A B C* zieht ſich vom Dorf herauf ein flaches Tal, und an dieſes ſchließen ſich kleine Seitenmulden *B D* und *C E* an. Hinter und zwiſchen dieſen Mulden erheben ſich über ſteilen terraſſierten Wänden flache Rücken. Zugänglich war das Gelände bisher nur von unten von der Straße in dem Tal *A B C* und von oben durch zwei Einfahrten aus der engen und ſteilen Hohlgaſſe bei den Punkten *F* und *G*; rechtsgültige Wege oder Fahrrechte gab es im Innern der ganzen Fläche gar keine. Die Talmulden waren durchweg naß, von zahlreichen kleinen unzureichenden Gräben durchzogen, die Grundſtücke klein, ungeformt und in ſchlimmer Gemenglage. Die Notwendigkeit, hier Ordnung durch Anlage von regelrechten Wegen und Gräben zu ſchaffen, ebenſo aber auch die Unmöglichkeit, regelrechte Wege und Gräben anzulegen, ohne zahlreiche Grundſtücke zu durchſchneiden und ſo noch mehr faſt wertloſe Stücke zu ſchaffen, muß auch den Laien klar ſein. Darum entſchloß man ſich zu einer gründlichen Umgeſtaltung. Man zog, ohne Rückſicht auf die Grundſtücksgrenzen, in den Mulden tiefe, die Anlage von Drainage ermöglichende Abzugsgräben und legte an der Seite der erſtern am Fuß der Talwände regelrechte Wege an, die mit verglichenem Gefäll in die Höhe gehen und ſo die oberen Rücken, woſelbſt dann nur noch einige wenige durch die Zahl der Grundſtücke bedingte weitere Wege nötig ſind, zugänglich machen. Eine vollſtändige Zuſammenlegung war hier nicht zu empfehlen, weil die Niederungen ſich beſonders für intenſive Wirtſchaft, für den Anbau von Gemüſe, Tabak und Hopfen eignen und demgemäß jedem Beſitzer hier wenigſtens ein Stück zugewieſen werden mußte. Man begnügte ſich deshalb, vollſtändige Zuſammenlegungen nur bezüglich der Ackerſtücke auf der Höhe durchzuführen. Bei den Rebparzellen unterbleibt ſelbſtverſtändlich jedwede Verlegung. Den Ausmärkern wurde ihr Anſpruch an den Grenzen ihrer Gemarkungen zugewieſen.

Das Verfahren, wie jeder Beteiligte bei einer Gemeinheitsteilung, Güterzuſammenlegung oder Güterverlegung bezüglich ſeiner Rechte und ſeines Beſitzes an Grund und Boden abgefunden wird, iſt in ſeinen Einzelheiten durch die Geſetzgebung der verſchiedenen Länder ſehr verſchieden geordnet. In der Hauptſache aber beſteht es überall darin, daß, wenn durch die Beteiligten die Durchführung eines derartigen Unternehmens ordnungsmäßig beſchloſſen iſt, zunächſt der Kapitalwert der Grundlaſten und ebenſo der Wert jeder einzelnen Parzelle auf Grund einer genauen geometriſchen Aufnahme und Einſchätzung des Bodens nach Ertrag und Kaufwert feſtgeſetzt wird. Iſt auf dieſe Weiſe der Anſpruch eines jeden Beteiligten an die vorhandene Geſamtmaſſe des Geländes ermittelt, ſo iſt weiter zu beſtimmen, wie viel Gelände für die gemeinſamen Anlagen, Wege, Gräben, Plätze u. ſ. w. vorzubehalten iſt. Hierdurch ergibt ſich die ganze Teilungsmaſſe, der auf jeden Beteiligten treffende Abzug und deſſen Anſpruch an die Maſſe nach dem neuen Stand. In Höhe dieſes Anſpruchs erfolgt dann die Abfindung durch Geländezuweiſung innerhalb der durch die neuen Wege und Gräben gebildeten neuen Gewanne. Ueber die bei der Einſchätzung des Bodens zu beobachtenden beſonderen Rückſichten, über die Art, wie bei Verlegungen, die innerhalb der einzelnen Grundſtücke wechſelnde Bodengüte in Rechnung gezogen werden kann, ſ. „Bonitierung“. Bezüglich der Einſchätzung des Wertes der Grundlaſten laſſen ſich keine allgemeinen Regeln geben; dieſe Dinge ſind nicht nur von techniſcher, ſondern ganz beſonders auch von juriſtiſcher Seite zu behandeln.

Je nach den örtlichen Verhältniſſen und Bedürfniſſen geſtaltete ſich die Entwicklung der Feldbereinigungsgeſetzgebung der verſchiedenen Staaten ſehr mannigfaltig.

In Preußen [11]—[17] ging man zum vornherein von dem Gedanken aus, alle zur Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wirklichung des völlig freien Eigentums an Grund und Boden nötigen Schritte gleichzeitig zu machen. Die Anfänge dazu rühren von Friedrich II. aus dem Jahr 1752 her, und ausgebildet wurde die Sache in der Gemeinheitsteilung von 1821. Hiernach sollten alle Gemeinheiten, Hütung, Mast, Streurechen u. s. w., auf den Antrag (Provokation) einzelner oder mehrerer Beteiligten aufgehoben werden, wobei die Entschädigung in Land zuzuweisen und jedem Teilnehmer ein Weg zu seinem Besitztum zu verschaffen sein sollte. Das Verfahren bekam den Namen Separation. Zusammenlegung, Verlegung der Grundstücke war ursprünglich nicht als selbständige Maßregel vorgesehen; sie ist aber eine notwendige Folge der Zuweisung der Entschädigungen in Land und der Anlage von Wegen. Zur Ausführung wurden Generalkommissionen, aus Juristen, Technikern, Forstleuten und Landwirten zusammengesetzte Verwaltungsbehörden gebildet. Da deren Befugnisse sehr weit gingen, konnten sich die verschiedenartigsten Verfahren und Maßnahmen frei entwickeln; es konnte im Osten mit seinem ausgedehnten Weidebetrieb der Schwerpunkt in die Ablösung der Weiderechte, im Westen (den höchstkultivierten Landesteilen) in die Beseitigung der Nachteile der Gemenglage gelegt und zwischen diesen Extremen eine beliebige Zahl von Zwischenstufen angenommen werden. Im Jahre 1872 kam ein Gesetz zustande, dahin lautend, daß auch solche Grundstücke, die keine Gemeinheitslasten zu tragen haben, auf den Antrag der Mehrheit der Beteiligten mit Staatsgenehmigung zusammengelegt werden können. Dieses zunächst nur für die alten Provinzen erlassene Gesetz wurde 1885 auf die Rheinprovinz und Hohenzollern ausgedehnt. In den 1866 annektierten preußischen Provinzen war der Gang der Sache ein ähnlicher: Hannover [17a] hatte ein Gesetz von 1802 über Gemeinheitsteilung, wobei aber zuerst die Zusammenlegung, dort Verkoppelung genannt, dem freien Willen der Beteiligten überlassen war. Weiteren Anforderungen genügten die Gesetze von 1856, und nach der Annexion trat im Jahr 1883 eine Regelung im Sinne des preußischen Verfahrens ein. In Kurhessen gelang es erst seit 1867, auf Grund eines Gesetzes die fraglichen Verbesserungen in die Wege zu leiten. In Schleswig-Holstein hatte der Uebergang vom gemeinsamen Eigentum zum Privateigentum in besonders günstiger Weise durch ein Hofsystem mit Vermeidung der übermäßigen Teilung stattgefunden, und es mußten nach der Einverleibung nur die schon bestehenden vielerlei Verordnungen, Einkoppelungsordnungen, über Gemeinheitsteilungen und Dienstbarkeitsablösungen durch ein Gesetz von 1876 auf einheitliche, auch die Zusammenlegung von Grundstücken als selbständige Maßregel gestattende Grundlage gestellt werden. — Ganz anders war der Gang der Sache im ehemaligen Herzogtum Nassau [18], [19]. Dort war durch die übliche gleiche Teilung bei Erbfällen eine sehr weitgehende Zerstückelung und Gemenglage der Grundstücke eingetreten, anderseits aber auch schon im 18. Jahrhundert durch Ablösung von Dienstbarkeiten viel geschehen. Ein Gesetz von 1829 über die Konsolidation der Güter ermöglichte die Neueinteilung der Gemarkungen durch die Anlage eines den wirtschaftlichen Anforderungen entsprechenden Weg- und Grabennetzes, durch Verlegungen der Grundstücke innerhalb desselben mit Zusammenlegung der zu kleinen Parzellen und durch die Erstellung der notwendigen Ent- und Bewässerungen. Auch die Anlage von Feldwegen ohne Verlegungen, nur mit guter Vermessung der Grundstücke, war als Güterregulierung gestattet. Ausgeführt wurden die Konsolidationen, wenn sich zwei Drittel der betreffenden Eigentümer, die wenigstens die Hälfte der Fläche besaßen, dafür aussprachen. Das Verfahren lag zumeist in den Händen der Geometer und der unteren Verwaltungsbehörden. Das Gesetz entsprach mithin mehr den Bedürfnissen des Kleinbesitzes, während das preußische mehr auf den Großbesitz berechnet ist. Unter preußischer Verwaltung wurde an dem nassauischen Verfahren nicht viel geändert; nur die Möglichkeit einer einfachen Güterregulierung wurde aufgehoben, die Aufsicht den Landräten übertragen und das Provokationsrecht, erweitert, schon den Besitzern von mehr als der Hälfte des Steuerkapitals der beteiligten Fläche ohne Rücksicht auf die Kopfzahl zuerkannt. — Wie viel in Preußen geleistet wurde, geht daraus hervor, daß bis zum Jahr 1897 eine Fläche von 20505000 ha mit 2165000 Besitzern der Gemeinheitsteilung unterzogen waren.

Für das Königreich Sachsen [20] und [21] besteht seit 1834 ein Gesetz, und dazu seit 1863 eine sich im wesentlichen an das preußische Verfahren anschließende Verordnung, durch die ebenfalls viel zustande gekommen ist. Landwirtschaftliche Spezialkommissäre haben dort meist die Leitung des Geschäfts.

Auch die sämtlichen kleineren Staaten Nord- und Mitteldeutschlands besitzen seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts ähnliche Gesetzgebungen. Nur da, wo, wie in der friesischen Marsch von Oldenburg oder in Lippe-Detmold u. a., die Teilbarkeit der Höfe beschränkt oder, wie gerade in letzterem Staat, die Ablösung der Reallasten schon früher erfolgt ist oder, wie in Reuß und Sachsen-Altenburg, eine zu große Majorität für die Durchführung des Unternehmens verlangt wird, haben die betreffenden Geschäfte sich auf einen geringeren Umfang beschränkt. Einige der thüringischen Staaten, Sachsen-Meiningen, Schwarzburg, Anhalt und Schaumburg, haben die Ausführung ihrer Separationen durch Staatsverträge den benachbarten preußischen Generalkommissionen übertragen, wohl um des Vorteils eines großen, gut geschulten Personals zur rascheren Durchführung der Sache teilhaftig zu werden. Sehr viel wurde in Sachsen-Weimar-Eisenach [22] geleistet, woselbst neben der Ablösung von Hütungen, Frohnden, Zehnten und Lehensrekognitionen mit den Zusammenlegungen mannigfache Meliorationen verbunden wurden.

In den süddeutschen Staaten sind die Gemeinheitsteilungen und Bodenentlastungen meist schon früher als selbständige agrarpolitische Maßregeln zur Durchführung gekommen. Obschon auch hier mit Ausnahme der Gebirgsgegenden mit ihrem Höfewesen meist durch die wenig beschränkte Teilbarkeit der Grundstücke eine sehr starke Parzellierung mit hinderlicher Gemenglage eingetreten war, fiel daher für Regierungen und Gütereigentümer eine der mächtigsten Triebfedern zu einem eifrigen Streben nach gründlicher Verbesserung weg. Man konnte sich vielfach nicht zur Einführung einer weitgehenden Provokationsbefugnis entschließen. Lange

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zeit behalf man sich mit gesetzlichen Vorschriften zur Ermöglichung der Anlage von Feldwegen ohne Grundstücksverlegungen. Wo aber einmal die Grundlasten abgelöst sowie die notwendigsten Feldwege hergestellt sind und die Zerstückelung nicht gar zu groß ist, wo also die empfindlichsten Folgen des Uebergangs des Bodens in Privateigentum nicht in auffallendem Maß bestehen, ist es schwer, die Bevölkerung von der Notwendigkeit des immerhin sehr schweren Eingriffs in das Eigentumsrecht, einer vollständigen Aenderung durch Verlegung und Zusammenlegung zu überzeugen. Gegenüber Norddeutschland ist darum auch in den genannten Staaten für Feldbereinigungen noch nicht so viel geschehen, als wünschenswert wäre. Vollständige Zusammenlegungen sind hier überall eine Seltenheit, man begnügt sich mit der Beseitigung der gar zu kleinen Parzellen.

Im Großherzogtum Hessen [23], [24], [25] bestand seit 1834 ein Gesetz über Zusammenlegungen, das aber einstimmige diesbezügliche Beschlüsse der Beteiligten verlangte und im Jahr 1871 durch ein andres ersetzt wurde, nach dem eine Mehrheit von der Hälfte der Köpfe und der Fläche genügte. Da aber auch hiermit noch nicht viel erreicht wurde, hat man nochmals Aenderungen vornehmen zu müssen geglaubt und hofft hiermit weiter zu kommen.

Für Elsaß-Lothringen [25a], woselbst schon unter französischer Herrschaft ein Gesetz über die Bildung von Genossenschaften zum Zweck der Regulierung von Feldwegen bestand, ist 1890 ein Gesetz über Flurbereinigung zustande gekommen, dessen Vollzug zurzeit im Gang ist.

In Baden [26], [27], [28] hat sich erst zu Mitte des vorigen Jahrhunderts das Bedürfnis der Beseitigung der Gemenglage geltend gemacht. Im Schwarzwald mit seinem System der ungeteilten Höfe trifft dies naturgemäß nicht zu. Ein Gesetz von 1856 über Verlegungen und Zusammenlegungen kam erst zu Ende der sechziger Jahre durch Schaffung besonderer Ausführungsbehörden zu kräftiger Wirksamkeit und erfuhr 1886 durch Vereinfachungen und durch Erweiterung der Provokationsbefugnis wesentliche Verbesserungen. Es wurden im ganzen bis 1901 522 Unternehmen mit einer Gesamtfläche von 79700 ha durchgeführt. Zusammenlegungen lassen sich durchweg, wenn die Grundstücke nicht kleiner als 20—30 a sind, infolge ernstlichen Widerstandes der Grundeigentümer nicht in großem Maß erreichen; dagegen wird bezüglich gleichzeitiger Erstellung von Straßenkorrektionen sowie Ent- und Bewässerungsanlagen viel geleistet.

Auch in Württemberg [30], [31], [32] erwies sich ein Gesetz von 1862, das die Anlage von Feldwegen mit Regelung der Trepp- und Ueberfahrtsrechte gestattete, bald als nicht genügend, und es kam im Jahr 1886 nach ernstlichem Widerstand, der sich hauptsächlich stützte auf die obenerwähnten juristischen Bedenken und auf die Befürchtung, durch Zusammenlegungen könnte der nicht sehr beliebte Großgrundbesitz gefördert werden [29], ein eigentliches, besseres Feldbereinigungsgesetz zustande, so daß es möglich war, bis einschließlich 1904 in 328 Gemarkungen auf einer Fläche von 63400 ha mit 78800 Beteiligten die Bereinigung durchzuführen.

Ebenfalls neueren Datums ist das bayerische Gesetz über Flurbereinigung [9], [18]. In Bayern besteht je nach der früheren Staatszugehörigkeit und der Erhaltung der alten Volkssitten der verschiedenen Provinzen die größte Mannigfaltigkeit im Grundbesitz. Es finden sich ungeteilte Vererbung der Bauernhöfe in den einen und weiteste Zerstückelung in den andern Landesteilen. Auch Großgrundbesitz ist vorhanden, er bildet jedoch die Ausnahme. Schon früh fing man hier mit den Bestrebungen in dieser Hinsicht an. Schöne Erfolge wurden erzielt durch die Totalzusammenlegungen, Vereinödungen [8], im Hochstift Kempten, woselbst seit 1692 ohne besonderes Gesetz, seit 1791 durch ein solches in dieser Hinsicht gewirkt wurde; s. die Erklärung des Namens im Eingang. Die benachbarten Territorien in den jetzt bayerischen, württembergischen und badischen Gebieten nördlich des Bodensees folgten dem Beispiel, und die dort zu Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts geschaffenen Zustände sind heute noch in Geltung. Weiter aber drangen die Bestrebungen nicht durch, mit Ausnahme von vereinzelten Beispielen wurde durch die öfters, auch durch ein 1861 erlassenes Gesetz, wiederholten Anstrengungen nicht viel erreicht. Erst ein 1886 zustande gekommenes Gesetz, das im wesentlichen eine besondere zentrale Behörde, Zusammenlegungen und Verlegungen, Provokationsbefugnis der einfachen Mehrheit an Köpfen, sowie Besitz und staatliche Zuschüsse vorsieht, hat Fortschritte gebracht.

In Oesterreich [33], [34], [35] herrscht in den Bergländern das Einzelhofsystem, durchweg aber auch Gemenglage mit starker Parzellierung, so besonders in Teilen von Steiermark, Mähren, Böhmen und Galizien. Unter Maria Theresia erschien 1768 ein Gesetz über die Teilung der Gemeindeweiden, weiteres aber ließ lange auf sich warten. Erst im Jahr 1883 kam ein sogenanntes Kommassationsgesetz zustande, das die Grundzüge für das ganze Reich festsetzt, die Einzelheiten aber der Landesgesetzgebung überläßt. Die erste Bedingung für eine erfolgreiche Wirksamkeit dieses Gesetzes, besondere Ausführungsbehörden mit weitgehenden Befugnissen, sind vorgesehen. Die Sache gedeiht auch dort.

In Ungarn wurde die „Segregation" der Wald- und Weidegemeinschaft durch Gesetz von 1836 eingeführt und dabei gleichzeitig auf Arrondierung abgehoben. Im Jahr 1853 ordnete weiter ein kaiserliches Patent die zwangsweise Auseinandersetzung der gutsherrlichen und bäuerlichen Verhältnisse an. Da es im Interesse der Gutsherren lag, bei dieser Gelegenheit Arrondierungen zu erreichen, so fand diese Maßregel, unterstützt durch neuere Gesetze, bald allgemeine Verbreitung.

In der Schweiz [36] und [37] sind wegen der sehr verschiedenen Verhältnisse und Rechtsanschauungen die hier in Frage kommenden Maßnahmen Sache der einzelnen Kantone. Die meisten deutschen Kantone haben mehr oder weniger weitgehende Gesetze, da die Besitzverhältnisse ganz dieselben wie in Süddeutschland, arrondierte Höfe im Gebirge, Parzellenwirtschaft im Hügel- und Flachland mit ihren bereits erwähnten Schattenseiten, sind. Es scheint infolge der Abneigung der Bevölkerung gegen ein starkes Eingreifen der Behörden in die Befugnisse der Gemeinden und der einzelnen nicht leicht zu sein, durchgreifende Gesetze zustande zu bringen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und noch schwerer, sie durchzuführen. Der Aargau hat z. B. ein Gesetz vom Jahr 1875, nach dem für die Anlegung der notwendigen Feldwege für den ganzen Kanton ein Termin von sechs Jahren gestellt war, nach welcher Zeit die Ausführung kurzweg auf Kosten des beteiligten Grundbesitzers durch eine Spezialkommission erfolgen sollte. Nach zwölf Jahren [37] war es aber erst in neunzehn Gemarkungen auf einer Gesamtfläche von 976 ha gelungen, Bereinigungsunternehmen durchzuführen.

In Frankreich [38] ist man, trotzdem daß durchweg eine immer weiter gehende Zersplitterung des Grundbesitzes stattfindet, kaum über akademische Erörterungen der Frage der Zusammenlegung, réunion des parcelles, hinausgekommen. Der französische Bauer hängt mit großer Zähigkeit an seinem ererbten Besitz.

Dasselbe gilt von Italien, woselbst infolge von besonderer Gestaltung der Bodeneigentumsverhältnisse auch nur in einigen Landesteilen ein Bedürfnis nach Verbesserungen in der hier in Frage kommenden Hinsicht vorliegt.

Die Agrarverfassung Englands [39] war ursprünglich ganz ähnlich derjenigen in Deutschland. Durch die eigenartige Entwicklung der dortigen Besitzverhältnisse aber wurde der Kleinbesitz durch den Großbesitz so weit aufgesogen, daß jetzt nur noch etwa 12 % des Bodens in Händen von Eigentümern mit einem Besitz unter 40 ha sind. Gesetze über Gemeinheitsteilungen, inclosure genannt, von der Einhegung der Grundstücke bei Aufhebung der Feldgemeinschaft, bestehen in Schottland seit 1665, in England erst seit 1845, hier aber auch mit exchange and improvement of land. Sie haben infolge der abnormen Besitzverhältnisse nicht die Bedeutung für die Landwirtschaft wie anderwärts.

Auch Dänemark, Norwegen und Schweden, in welch beiden letzteren Ländern übrigens nur in den südlichen Teilen die agrarischen Verhältnisse denjenigen Deutschlands ähnlich sind — Gemenglage findet sich in größerer Ausdehnung nur im südlichen Schweden —, besitzen schon seit längerer Zeit Gesetze über Gemeinheitsteilung und Zusammenlegung.

Die allgemeine Erfahrung geht dahin, daß man in diesem Gebiet nur durch besondere Gesetze und energische Durchführung dieser Gesetze durch besondere Behörden etwas Ersprießliches leisten kann und daß man namentlich durch das Gesetz nicht minderwertige Arbeiten, Notbehelfe begünstigen darf. Darum sind auch überall solche besondere Behörden aus Juristen, Landwirten und Technikern gebildet. In Preußen ist die Güterzusammenlegung hervorgegangen aus der Gemeinheitsteilung, einem ursprünglich wesentlich rechtlichen Geschäft, und darum ist die Leitung dort beinahe ausschließlich Juristen übertragen. Neuerdings regt sich lebhafter Widerspruch gegen die auch beim Vollzug rein technischer Arbeiten stattfindende Bevormundung der Techniker durch die Juristen [17]. Es wird geltend gemacht, daß hierdurch die Fortschritte der Technik des Vermessungswesens zum Schaden der Sache nicht genügend zur Benutzung kommen, und daß der Landmesser, der nicht nur für die eigentlich technischen Arbeiten, sondern auch für den ganzen Entwurf der Zuweisung die Verantwortung zu tragen habe, gar nicht zur Geltung komme. So müsse er das Interesse an dem Geschäft, den Mut verlieren. Es wird für den Landmesser Sitz und Stimme in einer Kommission verlangt, die zur Entscheidung der wichtigsten Punkte, der Fertigung der Zuweisung der Abfindung, des neuen Besitzstandes sowie der Prüfung und Verbescheidung der Beschwerden gegen diese zu errichten wäre. In Süddeutschland, woselbst die Gemeinheitsbildung, wie schon oben erwähnt, nicht in Betracht kommt und der Vollzug, abgesehen von den Einträgen der Aenderungen in das Grundbuch, sich als eine fast nur technisch-landwirtschaftliche Maßregel darstellt, ist die Ausführung großenteils in die Hand der technischen und landwirtschaftlichen Beamten gelegt. Der Geometer hat in den Vollzugskommissionen Sitz und Stimme, in Baden und in Elsaß-Lothringen ist den Kulturingenieuren die Leitung des Geschäfts anvertraut.

Die allgemeinen Gesichtspunkte sind kurz wissenschaftlich entwickelt in [1], [2], [3], die nationalökonomische Seite behandelt speziell [1] und [4]. Am eingehendsten werden alle in Betracht kommenden Gesichtspunkte, die historische Entwicklung, die nationalökonomische, rechtliche und technische Seite entwickelt in [5] und sodann in [6] und [7]. Das preußische Verfahren ist sehr eingehend dargestellt in [12], [14] und [17].

Literatur: [1] Buchenberger, A., Agrarwesen und Agrarpolitik, Leipzig 1892. — [2] Im Handbuch der Staatswissenschaft, Bd. 4 und 7, Jena 1900.01, die Berichte über Gemeinheitsteilungen, Grundgerechtigkeiten und Zusammenlegung der Grundstücke. — [3] Im Wörterbuch der Volkswirtschaft, Jena 1898, die gleichen Stichwörter. — [4] Roscher, Nationalökonomie des Ackerbaus und der verwandten Urproduktionen, Stuttgart 1885. — [5] Schlitte, Die Zusammenlegung der Grundstücke, Leipzig 1886. — [6] Vogler, Grundlehren der Kulturtechnik, 2. Bd., Berlin 1899. — [7] Müller und Haag, Das bayrische Feldbereinigungsgesetz, Erlangen 1891. — [8] Ditz, Geschichte der Vereinödung im Hochstift Kempten, Kempten 1865. — [9] Geschäftsbericht der Flurbereinigungskommission 1887—1897, München. — [10] Die Maßnahmen auf dem Gebiet der landwirtschaftlichen Verwaltung in Bayern, 1897—1903, München 1903. — [11] Wöller, Die Aufhebung der Gemeinheiten in der Mark Brandenburg, Berlin 1766. — [11] Glatzel und Sterneberg, Das Verfahren in Auseinandersetzungsangelegenheiten, Berlin 1880. — [13] Lette, Annalen der Landwirtschaft, Bd. 20, 1852. — [14] Derf., Konfolidation, im Staatslexikon von Rotteck und Welker, 3. Aufl., 4. Bd., 1860. — [15] Schneider, Die Landeskulturgesetzgebung des preußischen Staates für Auseinandersetzungen, Berlin 1882. — [16] Friebe, Das technische Verfahren bei der Grundstückszusammenlegung in Preußen, Berlin 1903. — [17] Häfer, Die Agrargesetzgebung Preußens und die Entwicklung der Technik im Dienste der Generalkommissionen, Zeitschr. für Vermessungswesen, 1902, Heft 24. — [17a] Seelig, Die Verkoppelungsgesetzgebung im Königreich Hannover, Hannover 1852. — [18] Schenk, Die bessere Einteilung der Felder (nassauisches Konfolidationsverfahren), Wiesbaden 1867. — [19] Holzapfel, Neues Konfolidationsbuch, Wiesbaden 1883. — [20] Denkschrift über Grundstückszusammenlegungen im Königreich Sachsen, Dresden 1882. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[21] v. Langsdorff, Die bäuerlichen Zuſtände im Königreich Sachſen, 2. Bd. von: Die bäuerlichen Zuſtände in Deutſchland, Leipzig 1883. — [22] Gau, Ueber Ablöſung grundherrlicher Rechte und Zuſammenlegung der Grundſtücke (ſachſen-weimariſche Verhältniſſe), Weimar 1873. — [23] Krämer, Die Zuſammenlegung der Grundſtücke im Großherzogtum Heſſen, Darmſtadt 1868. — [24] Flurbereinigung in Heſſen, Geſchäftsbericht der oberen landwirtſchaftlichen Behörde für 1888—1894, Darmſtadt 1899. — [25] Kulturtechniſche Unternehmungen im Großherzogtum Heſſen 1888—1894, amtlicher Bericht, Darmſtadt 1896. — [25 a] Beſtimmungen über die Ausführung von Feldbereinigungen in Elſaß-Lothringen, amtliche Ausgabe, Straßburg 1892. — [26] Buchenberger und Pfaff, Das badiſche Geſetz über die Verbeſſerung der Feldeinteilung, Tauberbiſchofsheim 1887. — [27] Drach, Die Feldbereinigung im Großherzogtum Baden, Karlsruhe 1902. — [28] Blum, Die Feldbereinigung auf Gemarkung Merdingen, in den Volkswirtſchaftlichen Abhandlungen der badiſchen Hochſchulen, 2. Bd., Freiburg 1899. — [29] Mohl, Ein Wort zur agrariſchen Frage, Stuttgart 1875. — [30] Die Feldbereinigung, ihr Zweck und ihre Ausführung, Stuttgart 1886. — [31] Gaupp, Das württembergiſche Feldbereinigungsgeſetz von 1886, Stuttgart 1886. — [32] Die Landwirtſchaft in Württemberg, Stuttgart 1902. — [33] Peyrer, Die Arrondierung des Grundbeſitzes und die Anlage gemeinſchaftlicher Feldwege, Wien 1869. — [34] Derſ., Die Zuſammenlegung der Grundſtücke in Oeſterreich und Deutſchland, Wien 1873. — [35] Derſ., Die Regelung der Grundeigentumsverhältniſſe, Wien 1877. — [36] v. Miaskowski, Die Verfaſſung der Land-, Alpen- und Forſtwirtſchaft der Schweiz in ihrer geſchichtlichen Entwicklung vom 13. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Baſel 1878. — [37] Jahresbericht der aargauiſchen landwirtſchaftlichen Geſellſchaft für 1886/87, Aarau 1888. — [38] v. Reitzenſtein, Die Landwirtſchaft und ihre Lage in Frankreich nach den Ergebniſſen der Enquete von 1870—1880, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Bd. 27, Leipzig 1884. — [39] v. Reitzenſtein und Naſſe, Agrariſche und landwirtſchaftliche Zuſtände in Frankreich und England, 2. Abſchn., Leipzig 1884. — [40] Meitzen, Siedelung und Agrarweſen der Weſtgermanen und der Oſtgermanen, Berlin 1895.

Lubberger.

Feldbuch zum Aufſchreiben der Meſſungsergebniſſe bei Vermeſſungen ſoll für den Feldgebrauch möglichſt zweckmäßig angeordnet ſein. Die Einrichtung der Feldbücher richtet ſich nach den verſchiedenen Meſſungsverfahren und iſt zum Teil durch amtliche Vorſchriften geregelt. S. die einzelnen Meſſungsverfahren wie: Richtungs- und Winkelmeſſung, Triangulierung, Polygoniſieren, Stückvermeſſung, Tachymetrie, Nivellieren und Höhenmeſſung, barometriſche.

Reinhertz.

Feldeiſenbahndienſt umfaßt 1. den Betrieb der im Kriege von den Truppen in Anſpruch genommenen Eiſenbahnen teils im eignen, namentlich aber im Feindeslande; 2. den dienſtlichen Verkehr mit den heimiſchen Eiſenbahnbehörden behufs Durchführung aller für Kriegszwecke erforderlichen Militärtransporte, ſoweit dieſelben nicht von der heimiſchen Zentralbehörde aus geleitet werden; 3. die Zerſtörung und Wiederherſtellung von Bahnen und Brücken auf dem Kriegsſchauplatze; 4. Herſtellung, Betrieb und Rücktransport von ſchmalſpurigen Feldgleiſen zu Belagerungs- und andern Kriegszwecken (ſ. Feldeiſenbahnen, militäriſche). Um eine geeignete Betätigung des Feldeiſenbahndienſtes zu ermöglichen, muß die Organiſation derſelben ſchon zu Friedenszeiten vorbereitet und erprobt werden.

Goering.

Feldeiſenbahnen ſind ſchmalſpurige, auf verlegbaren Schienenjochen verlegte Gleiſe, die als Fahrbahn überall da ausgedehnteſte Verwendung finden, wo Materialien und Güter aller Art in größeren Mengen befördert werden müſſen, z. B. in der Landwirtſchaft beim Transport von Rüben, Mergel, Sand, Dünger, Torf u. ſ. w., in der Forſtwirtſchaft zum Befördern der Baumſtämme, in Ziegeleien zum Heranſchaffen des Rohmaterials und als Ziegelwagen, bei Erdarbeiten aller Art, Kanalbauten, Hafenanlagen, im Bergbau, bei Bauausführungen, in Fabriken aller Art, für militäriſche Zwecke u. ſ. w.

Der Wert der Feldeiſenbahnen beſteht in der Herabſetzung der Zugkraft und Beſchleunigung der Transporte. Ein Arbeiter leiſtet [1] auf dem Schienengleiſe mit der Schubkarre etwa das 13fache gegenüber dem einfachen Schubkarren, ein Pferd zieht auf derſelben das 4—5fache der Laſt, die es auf der Chauſſee bewegt, und Lokomotiven können auf der ſchmalſpurigen Bahn je nach ihrer Größe 40—100 000 kg mit etwa 20 km pro Stunde befördern.

Bei Anlage einer Bahn iſt in Betracht zu ziehen: das Quantum der in beſtimmter Zeit zu befördernden Maſſen, ob ſie in großen Stücken oder ungeteilt zu bewegen ſind oder ob ſie ſich in kleine Ladungen teilen laſſen, und die Zeitdauer, während welcher man auf die Benutzung der Anlage rechnen kann. Haben die Güter oder Materialien jahraus, jahrein denſelben Weg zurückzulegen, ſo iſt ein feſtes Gleis auf feſtem Unterbau am Platz. Handelt es ſich darum, während einer kürzeren Arbeitszeit (z. B. Campagne) in kleinere Ladungen teilbare Materialien zu befördern, und bleibt das Gleis nach Beendigung der Arbeit unbenutzt liegen oder findet es anderweitig auf kürzere Zeit Verwendung, ſo empfiehlt ſich das mit geringeren Unkoſten zu verlegende halbbewegliche Gleis. — Sind an verſchiedenen benachbarten Orten zerſtreut lagernde Gegenſtände zuſammenzuſchleppen und fortzuſchaffen, ſo geſchieht dies mittels

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der leichtbeweglichen Gleise, die mit dem geringsten Zeit- und Arbeitsaufwand nach den verschiedenen Lagerstellen sich abzweigen lassen.

Die Gleise der Feldbahnen bestehen aus leichten Schienen auf Stahl- oder Holzschwellen und dem Verbindungsmaterial. Die gebräuchlichsten Schienen sind (s. Tabelle und [2]):

Höhe in mm	Gewicht per m	Zulässiger Raddruck bei 680 mm Schwellenentfernung
50	4,5 kg	620 kg
60	5,4 „	880 „
65	7 „	1285 „

Die Gleisrahmen werden, wenn sie oft verlegt werden, durch eiserne Schuhe verbunden, in die der nächste Rahmen einfach hineingeschoben wird (Fig. 1). Werden sie selten oder gar nicht aufgenommen und neu verlegt, so erfolgt die Verbindung durch Laschen. — Zu Ausweichungen dienen Zungenweichen (Fig. 2) oder Kletterweichen. Um die Wagen nach einer andern Richtung zu drehen, dienen Wendeplatten oder guß- oder schmiedeeiserne Drehscheiben, die sich entweder auf einem Mittelzapfen oder auf einer Anzahl in einem Kranz laufender Rollen oder Kugeln drehen (vgl. Fig. 3). — Die Wagen der Feldeisenbahnen setzen sich aus dem Untergestell und dem Aufsatz, der je nach dem Verwendungszweck sehr verschiedenartig ist, zusammen. Die wichtigsten Typen sind die Mulden- und Kastenkippwagen (Fig. 4 u. 5), deren Bauart und Verwendung aus den Figuren ohne weiteres ersichtlich ist. Es werden gewöhnlich mehrere derselben durch Zughaken miteinander verbunden, die gleichzeitig als Puffer dienen können. Einzelne Wagen müssen mit einer Bremse versehen werden. — Fig. 6 zeigt einen Plateauwagen, wie er in Ziegeleien, keramischen Fabriken, Spinnereien sowie in Werkstätten aller Art, für kleinere Gütertransporte verwendet wird, und Fig. 7 einen aus zwei Untergestellen zusammengesetzten Wagen zum Transportieren von Langholz. Die Untergestelle sind mit besonderen Drehgestellen ausgerüstet, auf die auch Kasten und besondere Obergestelle, z. B. zum Transport von Rüben, Heu oder Stückgütern u. s. w. aufgesetzt werden können. Ferner sind noch eine Reihe von Spezialwagen, z. B. Etagenwagen für Ziegel, Fleischtransportwagen, Grubenwagen (Hunde), Spezialwagen für Hängebahnen und Personenwagen im Gebrauch.

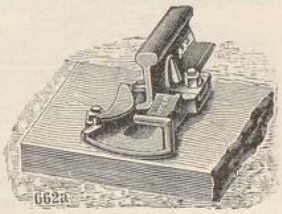


Fig. 1.

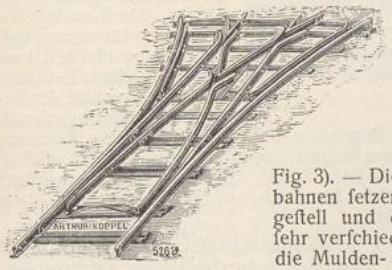


Fig. 2.


Fig. 3.

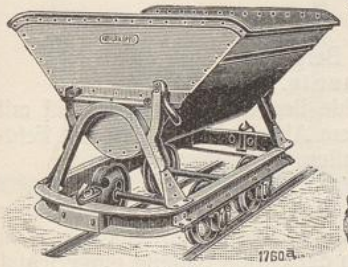


Fig. 5.

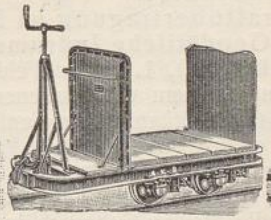

Fig. 6.



Fig. 4.

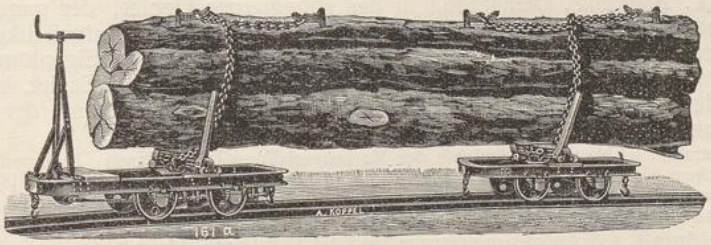


Fig. 7.

Zum Ueberführen eines gewöhnlichen Ackerwagens auf eine Gleisbahn kann die Einrichtung nach Fig. 8 dienen. Der Wirtschaftswagen wird auf einen erhöhten Gleisrahmen

geschoben, so daß die mit Böcken versehenen Gleiswagen unter die Achsen desselben gebracht werden können. Beim Herunterfahren des Wagens von der Rampe stützen sich die Achsen auf die Gleiswagen, und die Räder des Wirtschaftswagens schweben frei in der Luft.

Die Preise sind je nach Verwendungszweck und Art der Anlage sehr verschieden. Als Anhalt mögen folgende Daten [1] dienen: Ein halbbewegliches Gleis von 600 mm Spurweite, von 5 m Rahmenlänge kostet vollständig zusammengesetzt pro laufenden Meter 2,95 *M.*, ein gleichbreites leichtbewegliches Gleis von 2 m Rahmenlänge 3,55 *M.*, Kurvenstücke 0,40 *M.* mehr, eine Schleppweiche, 5 m lang, 79 *M.*, ein Muldenkippwagen von 0,5 cbm Rauminhalt 126,50 *M.*, mit Bremse 49 *M.* mehr, und ein eisernes Untergestell 87 *M.*

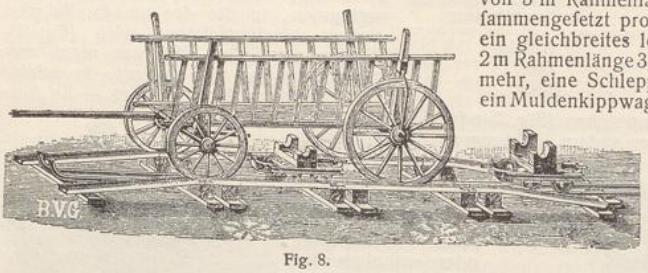


Fig. 8.

Bei der Rentabilitätsrechnung für eine Feldbahnanlage ist die Dauer des jährlichen Betriebes und die Intensität der Benutzung ausschlaggebend.

Literatur: [1] Katalog des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum. — [2] Fabrik transportabler und fester Eisenbahnen von Arthur Koppel, Berlin. — [3] Spaldius, Feldeisenbahnfabrik, Berlin. — [4] Gebrüder Kappe & Co., Alfeld. Berichte über ausgeführte Anlagen in Feld- und Waldbau sind u. a. in der Zeitschr. für Jagd- und Forstwesen 1884 sowie der Deutschen landwirtschaftlichen Presse u. a. enthalten. *Wrobel.*

Feldeisenbahnen, militärische, mit Lokomotivbetrieb, dienen dem Transport für Kriegszwecke und für die im Frieden erforderlichen Uebungen. Sie müssen im Augenblicke des Bedarfs sehr rasch herstellbar sein, werden daher ähnlich wie die wirtschaftlichen Feldbahnen mit Spurweiten von 60—100 cm, jedoch in Rücksicht auf größere Lasten und Geschwindigkeiten haltbarer, immerhin aber auch möglichst leicht beweglich gebaut. Auf die Möglichkeit tunlichst rascher Herstellung von Brücken ist besonders zu achten; vgl. auch Feldeisenbahndienst.

Literatur: Müller-Breslau, Die Tätigkeit unsrer Feldeisenbahnabteilungen im Kriege 1870/71, Berlin 1896. *Goering.*

Felderschärfe, s. Mühlsteine.

Feldgeschütze, s. Geschütze.

Feldgestänge, s. Kraftübertragung im Bergbau.

Feldinstrument, s. Geodätische Instrumente.

Feldkapelle (Feldkirche), 1. frei im Felde liegende Kapelle, meist mit schützendem Vordache und kleinem verschlossenem Altarraum; 2. Zelt mit Feldaltar zur Abhaltung von militärischen Gottesdiensten.

Feldkette, s. Längenmessung.

Feldkompaß ist ein Bussoleninstrument (s. Bussole), das zu Messungen über Tage (d. h. an der Erdoberfläche) Verwendung findet, im Gegensatz zu denjenigen Instrumenten, die für den Gebrauch in der Grube passend eingerichtet sind (s. Hängezeug).

Feldmagnete, s. Dynamomaschine.

Feldmark. Das Wort Mark war ursprünglich gleichbedeutend mit Grenze. Feldmark, Markung, Gemarkung ist das abgegrenzte Gebiet, der ganze Besitz an Grund und Boden einer territorial begrenzten rechtlichen Persönlichkeit; eine Körperschaft, ein einzelner, eine Gemeinde, der Staat kann Eigentümer einer Gemarkung sein. Oertlich gilt hierfür auch das Wort „Bann", d. i. Bezirk, innerhalb dessen der Betreffende das Bannrecht, das Recht der Handhabung der Polizei, der Steuererhebung u. s. w. hat.

Literatur: [1] Maurer, Geschichte der Markenverfassung Deutschlands, Erlangen 1856. — [2] Thudichum, Die Gau- und Markenverfassung in Deutschland, Gießen 1860. — [3] Rocher, System der Volkswirtschaft, 3. Bd. — [4] Meitzen, in Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Bd. 3, Jena 1899, unter dem Stichwort „Feldgemeinschaft". *Lubberger.*

Feldmaß, s. Längenmessung und Stückvermessung.

Feldmeßkunst, s. Geodäsie.

Feldofen, die primitivste Form eines festen Ofens zum Brennen von Ziegeln; er wird nur dort angewendet, wo das Brennmaterial sehr billig und die Arbeitslöhne hoch sind, oder dort, wo nur ein kleines Quantum von Ziegeln zu brennen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

iſt. Die Oefen ſind an höchſtens zwei Seiten, oft nur an einer, mit feſten Mauern verſehen, in denen ſich die Feuerungen befinden und gegen welche die zu brennenden Steine angeſetzt werden; als Decke dient eine flache Abpflaſterung von ungebrannten Ziegeln, die noch mit Lehm verſchmiert wird (ſ. Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren, Kalk und Zement). *Dümmler.*

Feldort, im Bergbau das Ort, der Arbeitsort in einer Feldſtrecke (ſ. Strecke).

Feldpolizei. Zur Sicherung der regelrechten Bewirtſchaftung des Feldes ſteht dem Staat bezw. der Gemeinde eine Polizeigewalt zu. Die Feldpolizei erſtreckt ſich darum auf die Inſtandhaltung der Wege, Waſſerläufe und Grenzmarken, die Einhaltung der Ordnungen über Durchgangsrechte, Wäſſern und Weiden, Verhindern von Beſchädigungen und Entwendungen, Vertilgen von ſchädlichen Pflanzen und Tieren u. ſ. w.

Literatur: [1] Mayer, Lehrbuch des Verwaltungsrechts. — [2] Löning, in Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften, Bd. 3, Jena 1899. *Lubberger.*

Feldregulierung, ſ. Feldbereinigung.

Feldrefervoir, ein für vorübergehende Zwecke zur Waſſerverſorgung (beſonders von Lokomotiven bei Feldbahnen) hergeſtellter Waſſerbehälter. In der Regel ein Holzbottich, der auf einem Holzgerüſt mit der nötigen Druckhöhe aufgeſtellt iſt und mit einer Handpumpe geſpeiſt wird. *Goering.*

Feldſcheunen, auf freiem Felde ohne Zuſammenhang mit dem Gehöft erbaut, um die Arbeit des Erntens durch Abkürzung der Fahrwege zu vermindern, ſind ſtets einfacher in der Raumanordnung und Konſtruktion als Hofſcheunen (ſ. Scheunen), haben in der Regel keine Tennen, ſondern nur Durchfahrten, ja es fehlen ſogar zuweilen die umſchließenden Wände ganz oder teilweiſe, ſo daß ſich das ganze Bauwerk nur als eine Schutzvorrichtung für offene Diemen gegen Witterungseinflüſſe darſtellt.

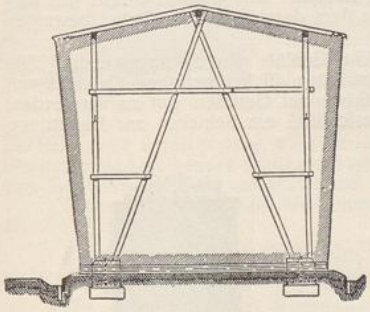


Fig. 1.

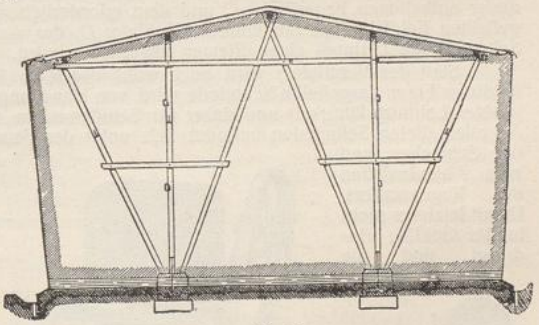


Fig. 2.

Ohne Wandumſchließung ſind es leichte ſchuppenartige Gebäude, die nur ein Dach in 7—8 m Höhe über dem Erdboden in der Schwebe erhalten und bei deren Konſtruktion man hauptſächlich auf gute Verſtrebung und Verankerung gegen Winddruck zu achten hat. Zum Dach eignet ſich vorzugsweiſe das doppellagige Pappdach. Bei zweckmäßigem Verbande kann das ganze Bindergerüſt aus minderwertigen Hölzern, ſogar aus ganzen und halben ſchwachen Rundhölzern abgebunden werden. Die Stiele werden häufig nur in die Erde eingegraben, durch gemauerte Sockelpfeiler wird aber die Dauer erheblich erhöht. Die Binderweite beträgt nicht unter 4 m, beſſer 4,5—5,0 m, damit man überall bequem mit dem Wagen durchfahren kann. Es leuchtet ein, daß ein ſolches, von allen Seiten zugängliches Bauwerk bei großer Billigkeit nicht allein manche wirtſchaftlichen Vorteile bietet, ſondern daß die dem freien Luftdurchgang ausgeſetzten Garben ſich auch beſſer halten als in feſt umſchloſſenen Scheunen, namentlich, wenn wegen Ungunſt der Witterung das Getreide nicht ganz trocken eingebracht werden konnte. Als Nachteile ſind die größere Feuersgefahr und die Gelegenheit zu Entwendungen zu verzeichnen.

Zwei Beiſpiele mehrfach ausgeführter Feldſcheunen werden in den Fig. 1 und 2 [1] in Querſchnitten dargeſtellt. Die ſchraffierten Ränder umgrenzen den nutzbaren Raum. Beide Holzverbände empfehlen ſich durch ſparſame Verwendung der Hölzer und gute Windverſtrebungen der zweite noch dadurch, das alle Hölzer für Regen unerreichbar ſind, auch wenn die Scheune leer iſt. Langgeſtreckte rechteckige Feldſcheunen ſtellt man mit der kurzen Seite gegen die Wetterſeite (SW.), und es genügt, dieſe Seite mit Brettern zu verſchalen, um auch einen wirkſamen Schutz gegen Schlagregen zu erhalten. — Soll die Feldſcheune ringsum mit Wänden umſchloſſen werden, ſo geſchieht das in billigſter Weiſe nach Fig. 3. Man läßt die Zangenverbindung zwiſchen Wandſtrebe und Binderſtiel etwas überſtehen, lagert darauf und auf an-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

genagelte Knaggen wagerechte, die Riegel erſetzende Hölzer und nagelt gegen dieſe die ſenkrechte Stülpſchalung. Durchlaufende Fundamente werden hierbei geſpart.

Ein andrer, nicht unzweckmäßiger Querſchnitt einer geſchloſſenen Feldſcheune wird Fig. 4 mitgeteilt. Es liegt dabei das Beſtreben zugrunde, mit geringem Umfang eine große Querſchnittsfläche zu umſpannen. Daß die Windſtreben in der äußeren Wandfläche liegen, im Innern alſo nur

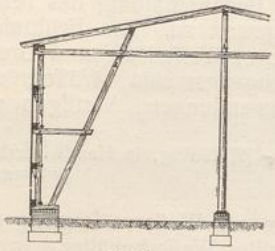


Fig. 3.

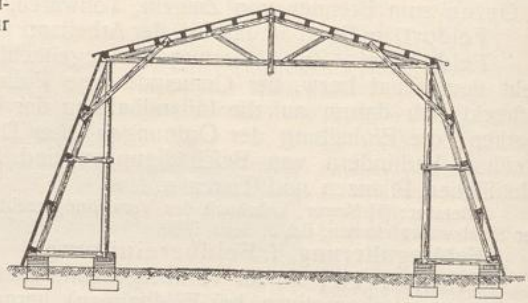


Fig. 4.

ſenkrechte Hölzer ſtehen, die eine gleichmäßige Lagerung des Kornes geſtatten, iſt ein nebenbei gewonnener Vorteil. Der untere ſteilere Teil iſt mit Dachſteinen, das flache Dach mit Pappe gedeckt.

Literatur: [1] v. Tiedemann, Das landw. Bauweſen, 3. Aufl., Halle a. S. 1898. *v. Tiedemann.*

Feldſchmiede, ein Schmiedeherd, der zwecks bequemer Ueberführung von einem Ort zum andern tragbar oder mit Laufrädern verſehen iſt, dient zum Erhitzen mäßig großer Schmiedeſtücke bei der Aufſtellung von Maſchinen ſowie bei dem Verlegen von Gas- und Waſſerröhren.

Die Feldſchmiede von de Fries & Co. in Düſſeldorf trägt auf einem einfachen eiſernen, zuweilen auf kleinen Rädern ſtehenden Geſtelle *A* (Fig. 1) die eiſerne Herdplatte *B* mit der in dieſer enthaltenen Feuergrube *C* und dem erforderlichen Eßeiſen. Das Gebläſe iſt bei der dargeſtellten Feldſchmiede ein kleiner Ventilator *D*, der von dem durch einen Tritthebel bewegten Schwungrade *E* durch einen Riemen angetrieben wird.

Statt des Ventilators wird auch wohl das Rootſche Gebläſe (Fig. 2) angewendet. Die in dieſer Figur dargeſtellte Schmiede wird von Hand angetrieben, iſt bei geringem Gewicht von größter Leiſtungsfähigkeit und daher für Schiffswerften ſowie auf Gerüſten gut zu verwenden. An allen dieſen Schmieden befindet ſich unter der Feuerſchüſſel ein Schieber zur Entfernung der Schlacken und zum Ablaufenlaſſen des Regenwaſſers. Damit letzteres nicht in das Gebläſe eindringt, ſind die

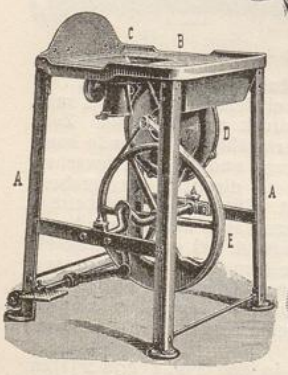


Fig. 1.

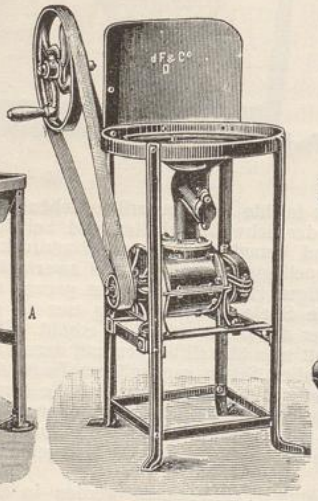


Fig. 2.

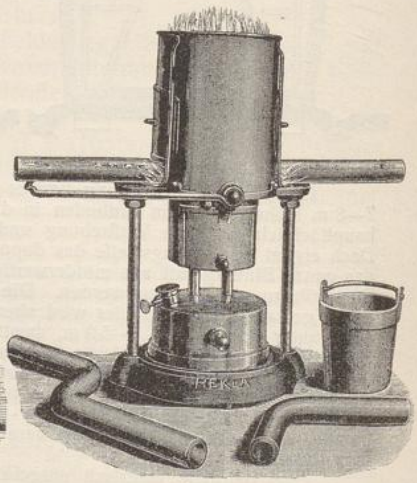


Fig. 3.

Schieber nach jedesmaligem Gebrauch der Schmiede zu öffnen. Auch finden ſich ältere Ausführungen mit einem kleinen mit Hand oder Fuß betriebenen Balgengebläſe.

Fig. 3 zeigt eine Petroleumfeldſchmiede zur Erhitzung von Röhren, Schmelzung von Blei u. dergl. für Gas- und Waſſerwerke, Rohrleger u. ſ. w. Die Schmiede brennt ohne Docht mit gewöhnlichem Petroleum und erzeugt eine ſtarke, langandauernde Hitze. Der Apparat iſt ſo angeordnet, daß man zugleich Metall ſchmelzen und Röhren oder Lötkolben erwärmen kann. Der Transport von Kohlen und Holz wird hier vermieden. Der Petroleumverbrauch iſt etwa

300 g in der Stunde bei einem Druck von 1 Atmoſphäre und 450 g in der Stunde bei einem Druck von 2 Atmoſphären für einen Brenner.

Die in Fig. 4 dargeſtellte Feldſchmiede iſt eine eiſerne fahrbare Schmiede mit Fußbetrieb von O. Lorentz jun., Berlin. Sie hat doppeltwirkendes „Orkangebläſe"; ihre Druckleiſtungsfähigkeit beträgt bis etwa 1500 mm Waſſerſäule. Der Gebläſekeſſel iſt luftdicht gelötet, die Innenkonſtruktion aus Eiſen mit Bronzeventil, das Windrohr aus Schmiedeeiſen. Die Schmiede eignet ſich beſonders für ausgedehnte Reparaturwerkſtätten bei Eiſenbahn-, Telegraphen-, Kanal- und Waſſerbauten.

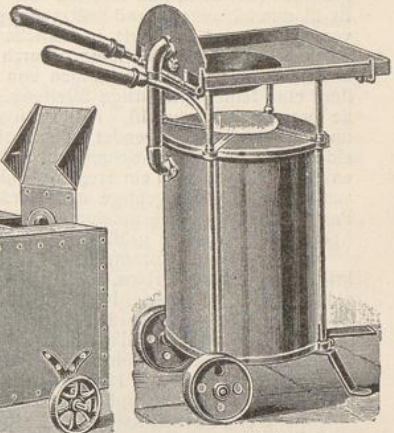


Fig. 4.

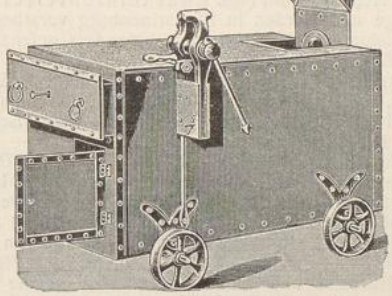


Fig. 5.

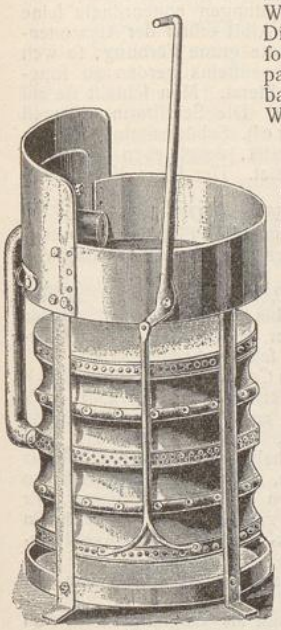


Fig. 6.

Fig. 5 zeigt ebenfalls eine fahrbare eiſerne Feldſchmiede von O. Lorentz jun., Berlin, mit doppeltwirkendem „Orkangebläſe" oder Hochdruckventilator. Sie hat Unterlegplatten für etwaige Schraubſtöcke oder Rohrſpanner, verſchließbaren Werkzeugkaſten und Werkzeugſpind. Die letztgenannte Firma baut auch Zirkularblaſebalgfeldſchmieden (Fig. 6). Die Balgen ſind aus Rindleder, gegen Witterungseinflüſſe imprägniert und mit handgeſchmiedeten Nägeln aufgezogen; die Balgen können auch mit einem eiſernen Schutzmantel umgeben werden. Die Schmiede iſt für Hand- oder Fußbetrieb eingerichtet. — Zwei Konſtruktionen zuſammenlegbarer Feldſchmieden zeigen D.R.P. Nr. 123560 und 150186. Eine Feldſchmiede, über deren Feuerherd ein aus mehreren kegelförmigen, drehbaren Blechmänteln beſtehender Schornſtein geſtülpt wird, der durch ſeine Einſtellung nach dem Winde eine Gebläſevorrichtung entlaſtet bezw entbehrlich macht, zeigt D.R.P. Nr. 148685.

Literatur: Zeitſchrift für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1901/02, S. 58; 1902/03, S. 368; 1903/04, S. 293, 294, 323.

Dalchow.

Feldſpat (Feldſtein), eine Gruppe von Mineralien, kieſelſaure Tonerde-, Kalk-, Natron-, Kaliverbindungen von verſchiedener Zuſammenſetzung.

Die Feldſpate ſtellen iſomorphe Miſchungen der vorgenannten Verbindungen dar und kriſtalliſieren in einander ſehr ähnlichen Formen des monoklinen und triklinen Syſtems, einige in zwei verſchiedenen Formen. Die triklinen Feldſpate werden allgemein als Plagioklaſe bezeichnet und neigen in hervorragendem Maße zur Zwillingsbildung. Ihre Härte wechſelt zwiſchen 6 und 6,5. Man unterſcheidet ſie nach den Kriſtallformen und chemiſchen Verhältniſſen.

1. Orthoklas, Kalifeldſpat = Si_3O_8AlK (64,68 % SiO_2, 18,43 % Al_2O_3, 16,89 % K_2O). Kriſtalliſiert monoklin in prismatiſchen, meiſt tafelartigen Formen, auch dicht und derb (Feldſtein). Spaltbar nach zwei Richtungen vollkommen. Spröde. Bruch muſchelig und ſplitterig. Farblos, wenn in beginnender Umwandlung meiſt gefärbt, rötlich, gelb, grau, dann auch meiſt trüb und matt; ſonſt glasglänzend und durchſichtig. Härte 6. Spez. Gew. 2,5—2,6. Schwer ſchmelzbar; von Säuren wird er kaum angegriffen. Unter dem Einfluß der Atmoſphärilien (Waſſer und Kohlenſäure) wird ein Teil der Kieſelſäure und das Kali fortgeführt, und zurück bleibt die reine kieſelſaure Tonerde, das Kaolin. Wohl die meiſten Feldſpate in den Geſteinen ſind in der Umwandlung begriffen, und daher iſt die Bildung von Ton aus dem weitverbreiteten Feldſpat eine außerordentlich häufige. In einigen Fällen wird auch ohne weſentlichen Kaliverluſt Muskovit aus Orthoklas gebildet. Abarten des Orthoklas ſind: a. Adular, farblos und ſtark glänzend, durchſichtig. In gewiſſer Richtung geſehen, zeigen manche Adulare lebhaften weißlichen oder lichtblauen Farbenſchimmer, der ſich beim Drehen des Steins bewegt. Die Abart wird Mondſtein genannt. Der Mondſtein wird zu Ring- und Nadelſteinen und kleineren Schmuckſachen meiſt en cabochon ſo geſchliffen, daß die Vertikalachſe, in welcher der Farbenſchimmer zu ſehen iſt, die Vertikalachſe des mugeligen Schliffes bildet. Das Schleifen geſchieht auf der Bleiſcheibe mit Schmirgel, die Politur wird mit Tripel gegeben. Die Mondſteine werden meiſt in einem Kaſten gefaßt. — b. Sanidin, glaſiger Feldſpat, wird der glaſige, farbloſe, glasglänzende, oft riſſige Orthoklas genannt, der in jüngeren Eruptivgeſteinen (Trachyten) vorkommt und in der Regel etwas natronhaltig iſt. — c. Sehr reich an Natron iſt der ſogenante Natronorthoklas;

mit prächtigem blauen Farbenſchiller in Augitsyeniten von Fredriksvaern im ſüdlichen Norwegen vorkommend.

2. Mikroklin, Kalifeldſpat, aber ſtets natronhaltig. Aehnelt in der Kriſtallform dem Orthoklas, zeigt aber die den Plagioklaſen eigne Zwillingsſtreifung. Kommt in älteren Eruptivgeſteinen (Graniten) und Gneiſen vor. Ein grüner Mikroklin iſt der Amazonenſtein (Amazonit). Er iſt durchſcheinend und beſitzt eine grünſpanähnliche oder auch apfelgrüne Farbe, die teilweiſe von Kupferoxyd herrührt; in manchen Fällen zeigt er bläulichen und rötlichen Schiller oder einen perlmutterartigen Glanz. Durch nach zwei verſchiedenen Richtungen angeordnete feine Lamellierung und Einſchaltungen von Blättchen von Orthoklas und Albit erhält der Amazonenſtein eine feine, gitterartige Streifung. Beim Glühen verſchwindet die grüne Färbung, ſo weit ſie organiſcher Natur iſt. Alle farbigen Abänderungen des Amazonenſteins werden zu Ring- und Nadelſteinen verwendet, auch wohl zu Petſchaften, Doſen und Zierat. Man ſchleift ſie auf einer Bleiſcheibe mit Schmirgel und poliert mit Tripel auf Holz. Die Schlifform iſt meiſt en cabochon, oft auch ein Treppenſchnitt (vgl. Edelſteinſchleiferei). Schöne Steine kommen aus Miask am Ilmengebirge und werden in Katharinenburg verarbeitet, desgleichen von Pikes Peak (Colorado). Die apfelgrünen Steine werden beſonders geſchätzt. Der Preis iſt ziemlich hoch und beträgt für größere Steine mehrere hundert Mark.

3. Albit, Natronfeldſpat = Si_3O_8AlNa (68,2 % SiO_2, 19,56 % Al_2O_3, 11,82 % Na_2O), kriſtalliſiert triklin; farblos, weiß und gefärbt, glasglänzend und auf gewiſſen Flächen perlmutterglänzend, durchſichtig. Härte 6—6,5, Spez. Gew. 2,59—2,64. Schwer ſchmelzbar und von Säuren nicht angreifbar. Nicht ſehr verbreitet.

4. Anorthit, Kalkfeldſpat = $Si_6O_{16}Al_2Ca$ (43,08 % SiO_2, 30,82 % Al_2O_3, 20,10 % CaO), kriſtalliſiert triklin. Spröde. Glas- bis fettglänzend; durchſichtig bis durchſcheinend, farblos oder trüb und gefärbt. Härte 6—6,5, Spez. Gew. 2,7—2,8. Schwer ſchmelzbar. Durch Salzſäure zerſetzbar, überhaupt leicht zur Verwitterung geneigt. Nicht ſehr verbreitet.

5. Oligoklas, Kalknatronfeldſpat mit wechſelnder Menge von *Ca* und *Na* (62—66 % SiO_2). Kriſtalliſiert triklin. Fettglänzend, meiſt trüb und ſelten durchſichtig. Härte 6, Spez. Gew. 2,60—2,66. Leichter ſchmelzbar als Orthoklas und Albit. Von Säuren ſchwer angreifbar, wenn kalkarm. Vornehmlich Geſteinsgemengteil und als ſolcher weit verbreitet. Als Sonnenſtein und Aventurinfeldſpat (Wafferopal, Wolfsauge) wird ein halbdurchſichtiger Oligoklas bezeichnet, der, in regelmäßiger Weiſe verteilt, kleine, durchſichtige, rotbraune Schüppchen von Eiſenglanz enthält. Auf den Spaltflächen bemerkt man daher einen goldroten Schimmer. Er wird wie Mondſtein verwendet, geſchliffen und poliert und ſtammt zumeiſt von Tvedeſtrand in Norwegen. Vielfach nachgeahmt durch einen mit Kupferſpänen verſetzten Glasfluß (Aventuringlas), hergeſtellt in Murano bei Venedig.

6. Andeſin, ebenfalls Kalknatronfeldſpat, aber kalkärmer als Oligoklas und dieſem ſehr ähnlich. Meiſt Gemengteil jüngerer und älterer Eruptivgeſteine.

7. Labrador, Labradorit, Kalknatronfeldſpat mit mehr Kalk als Oligoklas und dem Anorthit naheſtehend. Der Kieſelſäuregehalt ſchwankt zwiſchen 50 und 55 %. Glasglänzend, farblos oder trübe und gefärbt, meiſt nur durchſcheinend. Spez. Gew. 2,68—2,74. Schmilzt leichter als Oligoklas, wird von konzentrierter Salzſäure in der Wärme zerſetzt. Der Labrador bildet einen Hauptgemengteil aller plagioklasführenden Eruptivgeſteine. Manche Labradore zeigen auf einer beſtimmten Fläche eine eigentümliche Farbenwandlung (Labradoriſieren) in Blau, Gelb, Rot, Grün und Violett. Die Erſcheinung der blauen Töne wird auf einen dem Mineral ſelbſt eigentümlichen Lichtſchein zurückgeführt, während die gelben und roten Töne durch Reflexe von eingeſchloſſenen ſchwarzen Mikrolithen und gelbroten Lamellen von Diallag erzeugt werden ſollen. Solche farbenſchillernde Labradore ſind ſeit lange von der Küſte Labrador (Nain) und der Inſel St. Paul, dann von Kanada und in neueſter Zeit in größerem Maße aus der Umgebung von Kiew (Rußland) in den Handel gekommen (vgl. Gabbro). Sie werden zu Schmuckſachen und Kunſtgegenſtänden, ſo zu Ring- und Nadelſteinen (meiſt in flachen, tafelartigen Formen), Doſen, Vaſen u. ſ. w. verarbeitet. Das Schleifen und Polieren geſchieht wie bei den übrigen Feldſpaten. Der Farbenſchimmer zeigt ſich nur auf gewiſſen Spaltflächen (Brachydoma), worauf der Schleifer Rückſicht zu nehmen hat. Das Material von Kiew iſt eigentlich ein Geſtein, in dem nur große Labradorkriſtalle einen Hauptgemengteil bilden. Es wird zu Kunſtſachen, Säulen, Poſtamenten, auch zu Wandverkleidungen verwendet. — Dem Labradorit nahe ſteht der Sauſſurit, ein zähes, dichtes, weißes oder grünliches Mineral von ähnlicher Zuſammenſetzung, häufig in Gabbro vorkommend, und eine Umwandlungsform des Feldſpates darſtellend, deren Endprodukt in vielen Fällen aus Zoiſit beſteht.

Neben den Anwendungen der Feldſpate zu Schmuckſachen und Kunſtgegenſtänden werden beſonders die kalihaltigen noch in der Porzellan- und Steingutherſtellung und zu Glaſuren und Email verwendet. Auf der Verwitterung der Feldſpate beruht die Bildung des Kaolins oder Tons. Durch mit Kohlenſäure geſchwängertes und nach E. Weinſchenk im Gefolge von Einwirkungen der die Eruptionen begleitenden Gaſe und heißen Waſſer wird ein Teil der Kieſelſäure, dann die Alkalien und der Kalk gelöſt und fortgeführt, und das Endprodukt der Verwitterung bildet der Kaolin, der vom Waſſer in ſchwebendem Zuſtand aufgenommen und im Ruhezuſtand als Tonlager wieder abgeſetzt wird. Alle Tonlager verdanken der Umwandlung von Feldſpat, der einen Hauptgemengteil vornehmlich der älteren Eruptivgeſteine und auch der kriſtallinen Schiefer bildet, ihre Entſtehung, und ſomit hat der Feldſpat für die Technik die größte Bedeutung. Auch für die Bodenkultur ſind in erſter Linie die kalihaltigen und in zweiter die kalkreichen Feldſpate von Wichtigkeit.

Literatur: Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie, 12. Aufl., Leipzig 1885; Tſchermak, Lehrbuch der Mineralogie, 4. Aufl., Wien 1894.

Leppla.

Feldſtärke, ſ. Elektrizität und Magnetismus.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Feldſtein, ſ. v. w. Feldſpat.

Feldſteinmauerwerk beſteht aus Feldſteinen, ſogenannten Findlingen; ſind dieſe abgerundet, ſo müſſen ſie mit recht fettem Mörtel vermauert werden. Bei eckigen oder zugerichteten Feldſteinen iſt die Herſtellung der Mauer dieſelbe wie bei gewöhnlichem Bruchſteinmauerwerk. *L. v. Willmann.*

Feldſteinporphyr, ſ. Orthophyr.

Feldtelegraph, ſ. Kriegstelegraphie.

Feldwege verbinden die Felder mit den zugehörigen Ortſchaften oder Höfen. Da ſie meiſt nur in der guten Jahreszeit befahren werden, genügt es, bei gutem tragfähigen Boden für Entwäſſerung und regelmäßige Bekieſung Sorge zu tragen. Einſeitiges Gefälle nach den Ortſchaften zu iſt zu begünſtigen, da es das Einbringen der Ernte erleichtert. Als Breite genügen 3—4 m; ſ. a. Straßenbau und Straßenbreiten. *L. v. Willmann.*

Feldzirkel, ſ. Drehlatte.

Felge nennt man jeden der ſektorenförmigen Teile, aus denen der Kranz der gewöhnlichen Wagenräder beſteht. S. Radkranz, Straßenfuhrwerke.

Felgentexel (-dächſel), das von den Wagnern zur Bearbeitung der inneren Seite der Radfelgen benutzte beilartige Werkzeug mit einer quer zum Stiele geſtellten geraden Schneide (Zuſchärfungsfläche an der inneren Seite) von 10 cm Breite; der Stiel iſt etwa 43 cm lang. *Dalchow.*

Felgmaſchine, ſ. Hackmaſchine.

Fell, ſ. Leder.

Fellmaſchine, in der Streichgarnſpinnerei Bezeichnung für die Reißkrempel, wenn ſie die Wolle in breiten Bändern abgibt.

Fells Bahnſyſtem, ſ. Dreiſchienenbahnen.

Felpel, ſ. Weberei.

Felsarbeiten, ſ. Bodenarten, -löſung, Bohr- und Sprengarbeit.

Felsart, ſ. Geſteine.

Felſenmeer, ſ. Schutt.

Felſenwerk, natürliche Felſenbildung nachahmendes Mauerwerk, das in Garten- und Parkanlagen zu Bauten (Grotten, Waſſerfällen u. ſ. w.) verwendet wird.

Felſit, -fels, -pechſtein, -porphyr, ſ. Quarzporphyr.

Felſittuff iſt ein aus der Zuſammenhäufung von Felſitporphyrmaterial beſtehendes Geſtein. Es kann entweder durch aſchenartige Auswurfmaſſen von Felſit oder, was häufiger iſt, durch Zuſammenſchwemmung von Verwitterungsmaterial der Felſite zuſtande kommen.

Die Felſittuffe haben meiſt helle, rötliche, gelbe oder hellgraue bis weiße Farbe, ſind gewöhnlich dicht und erdig, ſehr reich an Ton (Kaolin) und ſetzen ſich weſentlich aus dieſem und Quarz zuſammen. In einigen Fällen ſind die Bruchſtücke von Felſit größer, und die Tuffe gehen alsdann in Felſitbreccien (bei eckiger Form) oder in Felſitkonglomerate (bei runder Form) über. Ganz dichte Felſittuffe werden auch als Tonſteine bezeichnet. Manche Geſteine dieſer Art dienen zur Herſtellung von Schamottewaren. Verkieſelte Felſittuffe zeichnen ſich durch große Härte, muſcheligen Bruch und Sprödigkeit aus und können als Beſchotterungsmaterial verwendet werden. Sie ſind meiſt engklüftig und zerfallen in kleine Brocken. *Leppla.*

Feltriereiſen, Grundeiſen, dient zum Ebnen des vertieften Grundes zwiſchen den erhaben in Holz geſchnittenen Figuren; hat die Geſtalt einer kleinen, 1,5—6 mm breiten flachen Schaufel, die an einem nach oben gekröpften Stiele ſitzt (ſ. Stemmzeug). *Dalchow.*

Fenchelöl (Oleum Foeniculi), wird beſonders in Sachſen und in Galizien aus dem Samen von Foeniculum vulgare Gaertner in großen Mengen deſtilliert.

Es iſt ziemlich farblos, dünnflüſſig, hat ein ſpez. Gew. von 0,965—0,975 und beſitzt bei vollem Stearoptengehalt einen widerlich ſüßen Geruch und Geſchmack. Es enthält 50—60 % Anethol und erſtarrt bei 5—10° C. zu einer kriſtalliniſchen Maſſe. Auch das Kraut des Fenchelöls enthält ein ätheriſches Oel, das im Handel den Namen Fenchelſpreuöl führt und weniger geſchätzt iſt als das Samenöl. Ein gutes Fenchelöl ſoll ſich in 1—2 Teilen 94prozentigen Spiritus klar löſen. Direkte Fälſchungen kommen bei dieſem Oel faſt nicht vor; nur wird demſelben häufig durch fraktionierte Deſtillation das Stearopten entzogen, wodurch es ſehr entwertet wird. Ein ſtearoptenloſes Oel gefriert nicht, hat eher einen bitteren als ſüßen Geſchmack und löſt ſich nicht in dem angegebenen Verhältnis in Spiritus. — Das Fenchelöl findet Verwendung in der Likörfabrikation, zum Parfümieren von Toiletteſeifen und zu mediziniſchen Zwecken. *Deite.*

Fender, runde Hölzer oder leichte, aber feſte und elaſtiſche Ballen von mit Segeltuch oder Stricken zuſammengeſchnürten Korkſtücken, die beim Anlegen von Schiffen mittels Leinen über Bord gehalten werden, um ein Scheuern (Schamfielen) des Schiffsrumpfes am Bollwerk oder an einem andern Schiff zu vermeiden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fenſter, Oeffnungen, die dazu dienen, dem Innern der Gebäude Licht und Luft zuzuführen; von ihrer Form und Größe ſowie ihrer Anzahl hängt mehr oder minder ſowohl die äußere Erſcheinung als auch die Zweckmäßigkeit der baulichen Anlage ab. Damit der größtmögliche Nutzeffekt, d. h. Lichtmenge im Innern, erzielt wird, ſoll das Fenſter möglichſt nahe an die Decke gerückt werden, weil das von oben einfallende Licht das beſte und wirkſamſte, wagerecht oder aus der Tiefe kommendes ungünſtig, ja oft ſchädlich wirkt. Die Lichtquelle ſoll keine zerſtreute, ſondern eine möglichſt einheitliche oder gleichmäßig verteilte ſein. Dieſe Oeffnungen müſſen meiſtens durch Fenſterrahmen (ſ. d.) und Fenſterladen verſchließbar gemacht werden, ſowohl zum Schutze gegen die Witterung, gegen Kälte und Hitze, als auch gegen Einbruch und Diebſtahl.

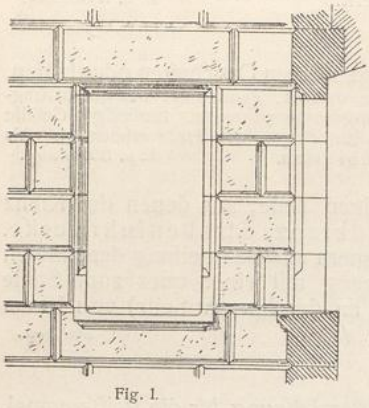


Fig. 1.

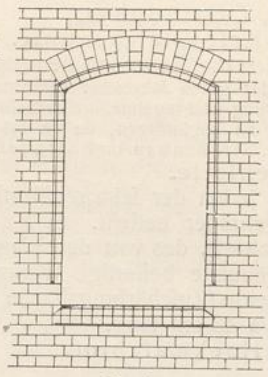


Fig. 2.

A. **Die Form des Fenſters** iſt im allgemeinen das aufrechtſtehende Rechteck (Fig. 1—4), das in ſeinem oberen Abſchluß je nach dem Baumaterial, dem Bauſtil und Charakter oder der Beſtimmung des Gebäudes entweder wagerecht oder in einem Bogen endigt. Nach dieſer oberen Geſtaltung werden die Fenſter benannt, und wir erhalten: Flach- oder Stichbogenfenſter, Rund- oder Spitzbogenfenſter; Rund- oder Radfenſter, Halbkreis- oder Kreuzfenſter ſind ſeltener. Oeffnungen, deren Höhe geringer als die Breite, werden durch ſenkrechte Teilung in gekuppelte oder dreifache Fenſter ausgebildet. Je nach den Zwecken des Innenraumes unterſcheiden wir Wohnhaus-, Saal- oder Kirchenfenſter, Gang- und Treppenfenſter, Keller- und Ladenfenſter, Stall- oder Zellenfenſter u. ſ. w., denen allen eine entſprechende Ausbildung zukommt und deren Weite je nach der Beſtimmung und nach der Größe des zu beleuchtenden Raumes ſowie nach dem Außencharakter des Gebäudes ſehr verſchieden iſt; für Wohnhausfenſter iſt zu rechnen 0,9—1,40 m

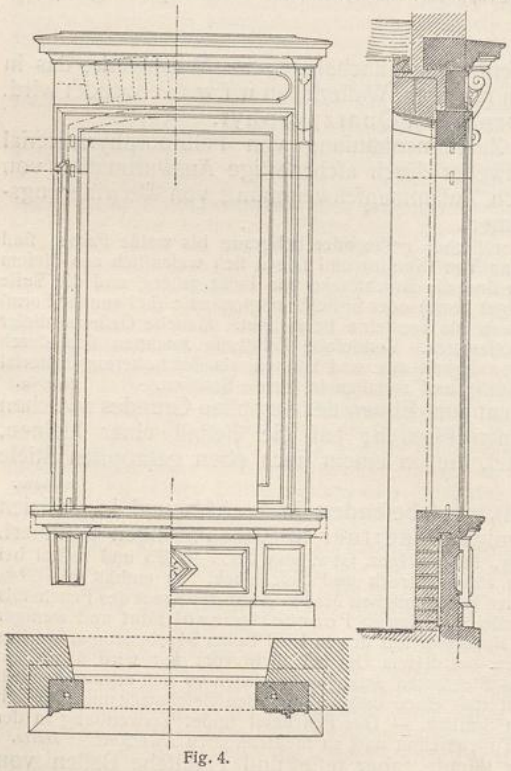


Fig. 4.

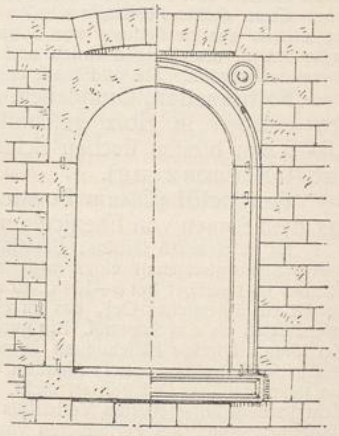


Fig. 3.

Breite und 1,20—2,60 m Höhe. Als Regel kann gelten, daß die Fläche der geſamten Lichtöffnungen gleich $^1/_6$—$^1/_{10}$ der Grundfläche des Innenraums betragen ſoll.

Im Altertum waren die Tempel ohne Fenſter; ſie erhielten ihre Beleuchtung durch die Türe der Zelle oder aber durch Oberlicht. Die Wohnhäuſer der Römer hatten gegen die Straße nur ſehr ſchmale, hochgelegene Fenſter. Einige wenige Beiſpiele ſind erhalten und zeigen ſchlanke rechtwinklige oder nach oben ſich verjüngende Oeffnungen, mit Gliederung umrahmt und reicher Verdachung. Das Rundbogenfenſter entſtand in ſpätrömiſcher Zeit und blieb unter Entwicklung zur Doppelſtellung u. ſ. w. bis zum 13. Jahrhundert herrſchend. Die Zwiſchenſtützen mehrteiliger Fenſter bildeten dünne Säulen, ſogenannte Zwergſäulen. Die weitere Entwicklung brachte das Spitzbogenfenſter (12.—16. Jahrhundert) und führte zu den breiten und oft ſehr hohen Maßwerkfenſtern. Die Zeit der Renaiſſance entwickelte aus antiken Muſtern (ſ. oben) eine Fülle neuer Fenſterbildungen, meiſt mit ſcheitrechtem Abſchluß in reichſter Geſtaltung [1], [2].

B. Für die **Konſtruktion des Fenſters** iſt das Material entſcheidend: bei Quadermauerwerk iſt die lichte Oeffnung (Fenſterlicht, Fig. 1) durch Ausſparung der Mauerfläche zu erhalten. Ebenſo läßt ſich bei Backſteinmauern die Einfaſſung der Oeffnung durch gewöhnliche oder beſonders geformte Steine bilden (Fig. 2). Bei Bruchſteinmauern wird am beſten die Umfaſſung durch beſondere Fenſtergeſtelle aus Haufſteinen (Fig. 3 u. 4) gebildet. Die einfachere Holzumrahmung der Oeffnung heißt Fenſtergerüſt. Bei Holz- und Fachwänden bilden die Fenſterpfoſten und Fenſterriegel die Einfaſſung, welche meiſt mit gehobelter Fenſterverkleidung verſehen wird. — Die zweckmäßigſte und vollkommenſte Umrahmung der Oeffnungen geſchieht durch beſondere Haufſteingeſtelle (Fig. 3 u. 4). Dieſe zerfallen in drei Teile:

1. Die Bank, Sohlbank, Fenſterbank, als unterer Abſchluß und feſte Unterſtützung des ganzen Geſtelles, erhält mit Vorteil an den belaſteten Enden eine Unterſtützung durch Poſtamente, Tragſteine; zur Ableitung des Regenwaſſers einen Vorſprung über die Mauerflucht mit Waſſernaſe und an der Oberfläche im Fenſterlicht eine Waſſerſchräge, an die ſich als hintere Begrenzung eine Erhöhung (0,007—0,010 m) anſchließt, die den Eintritt des Regenwaſſers bei Wind verhütet. Unter der Bank befindet ſich die Fenſterbrüſtung, Brüſtungsmauer, die eine Höhe von 0,60—1,10 m über Fußboden und meiſt eine geringere Stärke als das übrige Mauerwerk hat; der hierdurch gebildete Fenſterausſchnitt, Fenſterniſche, ermöglicht ein Herantreten ans Fenſter und bequemes Hinausſchauen. Zur Abhaltung der Kälte vom Bewohner ſind Brüſtung und Bank mit Bruſttäferung (geſtemmt) und eichenem Simsbrett, Fenſterbrett, zu bekleiden.

2. Die Seiten der Lichtöffnung bilden die ſenkrecht aufſteigenden Fenſtergewände in einer Stärke von 15—25 cm im Geviert oder $^1/_5$—$^1/_6$ der Fenſterbreite. Sie erhalten bei einfachſter Geſtaltung an der Vorderſeite einen Falz (Ladenfalz) oder Faſen, in reicherer Ausbildung aber eine nach innen zurücktretende Profilierung, Einziehung, beſtehend in Kehlen, Plättchen, Karnieſen u. ſ. w. An der Rückſeite iſt ein Anſchlag 6—10 cm breit anzubringen, auf dem das Fenſterfutter oder der Futterrahmen (ſ. Fenſterrahmen) dicht aufliegend befeſtigt wird. Den Verband mit dem Mauerwerk erhalten die Gewände durch a) Binderſteine, die in einer Stärke von 20—25 cm tief in das Mauerwerk eingreifen, oder b) eiſerne Anker (ſ. d.) mit Schlüſſel. Unter ſich ſind die ſämtlichen Steine des Geſtells durch in die Fugen eingeſetzte Dübel oder Dollen (ſ. d.) zu verbinden, die je 3 cm tief eingreifen. Hinter den Gewänden ſchließen auf die Stärke der Mauern die Fenſterleibungen, Geläufe, an, die mit Ausſchrägung, Anzug, angelegt ſind, um dem Tageslicht tunlichſt Eintritt in den Innenraum zu gewähren.

3. Den oberen Abſchluß der Lichtöffnung bildet a) der ſcheitrechte Fenſterſturz, aus einem Stück beſtehend und meiſt von der Stärke und gleichen formalen Ausbildung wie die Gewände. Um die Gefahr des Abdrückens zu beſeitigen, wird der Stein nicht auf ſein natürliches Lager gelegt und gegen den Druck der oberen Mauer durch den Entlaſtungsbogen (ſ. d.) geſchützt. Eine Verſtärkung des Sturzes auf die freitragende Weite kann durch Vermehrung der Höhe oder Anbringen von weiteren Baugliedern, d. h. einer Fenſterverdachung mit oder ohne Fries bewirkt werden; oder es wird durch Ausbildung der Binder in vortretende Tragſteine eine Verringerung der Lichtweite herbeigeführt, wie dies bei der mittelalterlichen Bauweiſe in eleganter Formbildung vorkommt. In formaler Hinſicht wird der Sturz an ſeiner unteren Kante entweder gerade oder im Bogen (ſ. oben) ausgebildet; erſterer bietet den Vorteil möglichſter Ausnutzung der Raumeshöhe und freieſten Zutritt des von oben einfallenden Lichts; auch iſt die techniſche Ausbildung des Fenſterverſchluſſes hierdurch die günſtigſte. b) Der Fenſterbogen, aus mehreren, meiſt gleich großen Keilſteinen gebildet, wird da zur Anwendung kommen, wo nur ein Stein für die Ueberſpannung der Oeffnung nicht ausreicht oder ein hinreichend großer Stein nicht vorhanden iſt. Bei geradem Abſchluß entſteht dann der ſcheitrechte Bogen, deſſen Tragfähigkeit durch verſchieden geſtaltete Ausbildung der Stoßfugen geſichert werden kann. Hinter dem Sturze oder Bogen geht auf die Breite der Leibungen der innere Entlaſtungsbogen durch, der den Zweck hat, die über der Oeffnung aufliegende Innenlaſt des Gebälkes, Gewölbes u. ſ. w. aufzunehmen und auf die Seitenmauern zu übertragen. Die Pfeilhöhe dieſes Bogens iſt zu $^1/_8$—$^1/_{10}$ der Lichtweite zu rechnen; als geringſte Höhe von Bogenanfang bis Deckenunterkante = 0,50 m. Bei geringerer Höhe oder wenn Raum für Roliladen zu beſchaffen iſt, werden ſtatt des gemauerten Bogens ſtarke Ueberlaghölzer, in neueſter Zeit T-Eiſenträger eingelegt. Bei gekuppelten Fenſtern ſind die Bogen entweder über die ganze Oeffnung hinwegzuführen oder, wenn hierfür nicht genügende Höhe vorhanden, über jeder Oeffnung einzelne Bögen auf inneren Pfeilern herzuſtellen, die jedoch den Lichteinfall nicht zu ſehr beſchränken dürfen, daher unten eingezogen ſind und oben allmählich vortreten.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, Bd. 1, Bauformenlehre, Darmſtadt 1883. — [2] Reynaud, L., Traité d'architect., Paris 1867.

Weinbrenner.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fenſterausſchnitt (Fenſternische), ſ. Fenſter.

Fenſterbeſchläge, diejenigen Vorrichtungen am Fenſterrahmen, die beſtimmt ſind, I. die Bewegung der Flügel, II. den feſten Verſchluß derſelben zu ſichern, III. den geöffneten Flügel feſtzuſtellen.

Zu I. dienen die Bänder (ſ. d.), von denen ſich a) das Winkelband beſonders eignet, weil es durch ſeine Form zugleich den Flügel in ſeinen Eckverbindungen gegen Einſchlagen ſichert. b) Das eingefteckte (ſiche) Band iſt eleganter, aber deſſen Befeſtigung durch Steckſtifte nicht gut kontrollierbar; außerdem ſind bei dieſer Art die bei a) entbehrlichen Eckbänder (ſ. Eckwinkel) oder Scheinhaken notwendig.

Zu II. Verſchlußteile. Die Anforderungen an einen guten Fenſterverſchluß beſtehen in 1. leichter Handhabung, 2. raſchem Oeffnen und Schließen, tunlichſt durch Umdrehung mit nur einer Hand, gleichzeitig mit 3. feſtem Anziehen bezw. Eindrücken der Flügel in die Fälze. Es werden angewendet: a) Vorreiber, einfache und doppelte, billigſte Art, die nur da möglich, wo der bewegliche Teil an einen feſten anſchlägt (Fenſterkreuz). Er beſteht in einem oder zwei zum Handgriff auslaufenden Lappen, die über Streicheiſen ſich einlegen. Aehnlich iſt b) der Ueberwurf (in Berlin üblich) mit Meſſingknöpfen als Handgriff, der über einen Schließhaken eingehängt wird [1]. c) Fenſterriegel, bei zweiflügeligen Fenſtern dienlich, unten ein kurzer, oben ein langer Riegel, die ſich in Bügel einſchieben; ſind für ein feſtes Eindrücken der Flügel wenig geeignet. Beſſer iſt: d) der Basküle- oder Schubſtangenverſchluß (vgl. Bd. 1, S. 564). e) Der Hebel- oder Triebſtangenverſchluß beſteht in einer durchgehenden halbrunden oder vierkantigen Stange, in der Mitte mit Zähnen verſehen, in die der gezahnte Hebel eingreift. In geſchloſſenem Zuſtand liegt der geſchweifte Hebel aufrecht am Fenſter an; beim Oeffnen bewegt man ihn nach abwärts, hebt damit die Enden der Stange aus den Schließkappen und zieht gleichzeitig den Flügel aus den Falzen. f) Der Drehſtangen- oder Espagnoletteverſchluß (ſ. d.). Es iſt dies der eleganteſte, bequemſte und wirkſamſte Verſchluß. Neuere Beſchläge ſind: g) der Druckſchwengel und h) der Klemmtrieb; beide Patente von Spengler, Berlin [1].

Zu III. Aufſtellvorrichtungen kommen an den unteren wie oberen Flügeln zur Anwendung und dienen dazu, die geöffneten Flügel vor der Wirkung des Windes zu ſchützen. 1. Bei unteren Flügeln: a) Sturm- und Windhaken aus 5 mm ſtarkem Eiſen mit Oeſen zum Anhängen. b) Selbſttätiger innerer Fenſterſteller von Hoffmann in Leipzig (D.R.P. Nr. 7781/8596). c) Aeußerer Fenſterſteller von demſelben (D.R.P. Nr. 7286). 2. Bei oberen Flügeln mit wagerechter Drehachſe: a) Die Scheren, eiſerne Schlaufen (von 15—20 cm Länge), die, ſeitlich in halber Höhe des Flügels an dem Futter befeſtigt, den geöffneten Flügel führen und feſthalten. b) Der Knickhebel, der beim Oeffnen ſich ſpreizend aufſtellt, beim Schließen wieder einknickt. c) Flügelkipper [1], Patent Spengler, Berlin. d) Zugdruckverſchluß, von demſelben. e) Fenſterlüfter, von demſelben [1].

Das Beſchläge der Schiebefenſter beſteht aus den in Schnüren hängenden Gegengewichten (Blei, Gußeiſen), einem Aufziehknopf oder -ring und etwa Federfallen zum Einſtellen der Flügel gegen unbefugtes Oeffnen.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2, Berlin 1890. — [2] Strack u. Hitzig, Der innere Ausbau, Heft 4, Berlin (ohne Jahreszahl). *Weinbrenner.*

Fenſterblei (Glaſerblei) beſteht aus 3 Teilen Blei und 1 Teil beſtem Zinn. Die Glaſer bereiten das Blei zu ihren Sproſſen ſelbſt, indem ſie zunächſt den Einguß in die Stangenform bringen und dann auf dem Bleizug mit Nuten verſehen. Außer den gewöhnlichen Sproſſen mit doppelter Nute kommen noch vor: das Umblei oder Umſchlageblei, auch Randblei, nur an einer Seite mit Nute, und das Karniesblei, das an ſeiner Oberfläche mit Gliedern verſehen iſt und im Innern zur Verſtärkung einen ſtarken Eiſendraht birgt. *Weinbrenner.*

Fenſterblende, leichter, ſtellbarer Schirm gegen Sonnenblendung und Mond; vgl. Fenſterladen.

Fenſterbogen, -brett, -brüſtung, ſ. Fenſter.

Fenſterflügel, -futter, ſ. Fenſterrahmen, S. 697.

Fenſtergeſchoß, ſ. Lichtgaden.

Fenſtergeſtelle, ſ. Fenſter.

Fenſtergewände, ſ. Fenſter.

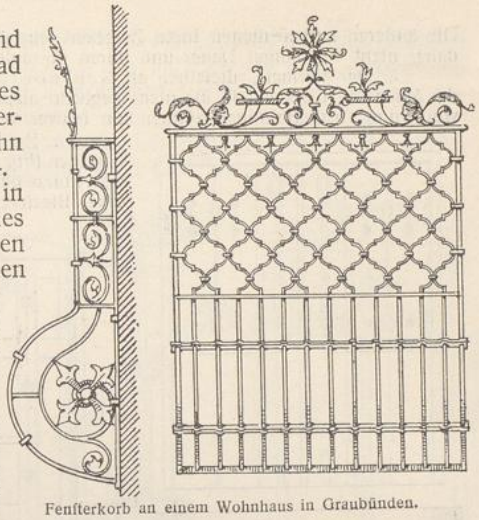
Fenſtergitter, 1. Verwahrung zum Schutze gegen Diebſtahl und Einbruch, oder an Gefängniſſen, aus Eiſenſtäben, die von rundem oder viereckigem Querſchnitte ca. 25 mm ſtark, in Weiten von ca. 15 cm ſich kreuzweiſe durchdringen und in den Leibungen der Fenſtergeſtelle eingeſetzt ſind. Uebrigens werden auch Muſter reicherer Zeichnung, der Außenarchitektur des Gebäudes entſprechend, geeignet ſein. 2. Zum Schutze gegen Hereinſchauen kommen auch Gitter aus Holzſtäben mit ſehr engen Maſchen zur Anwendung, z. B. im Orient, an Frauenklöſtern. *Weinbrenner.*

Fenſterkitt. Der zur Dichtung der Kittfalze dienende Glaſerkitt wird mit Leinöl und Schlämmkreide zu einem Teige verarbeitet, der an Glas und Holz

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feſthaftet, nach einiger Zeit erhärtet und niemals losfällt; doch hängt der Grad des Feſthaltens von der Trockenheit des Holzes ab. Zum Abnehmen alten verhärteten Fenſterkittes iſt es förderlich, ihn mit Aetzkali zu erweichen. *Weinbrenner.*

Fenſterkorb, Fenſtergitter, das in geſchwungener Form vor die Flucht des Geſtelles vorſpringt, um ein Herausſehen der Bewohner zu ermöglichen. An den Wohngebäuden des 18. Jahrhunderts waren die Fenſter des Erdgeſchoſſes damit verwahrt, und hier zeigen ſich ſchöne Beiſpiele reicher Kunſtſchmiedearbeit (ſ. die Figur).



Fenſterkorb an einem Wohnhaus in Graubünden.

Literatur: Brüning, A., Die Schmiedekunſt ſeit dem Ende der Renaiſſance, Leipzig, S. 122 u. 136; Krauth, Th., u. Meyer, F. S., Das Schloſſerbuch, Leipzig 1891, Bd. 2, Taf. 69; Meyer, F. S., Handbuch der Schmiedekunſt, Leipzig 1893. *Weinbrenner.*

Fenſterkreuz, ſ. Fenſterrahmen.

Fenſterladen, dienen zum ſicheren Abſchluß und zum Schutz der Fenſter gegen Wetterſchlag, Sonnenſtrahlen und Hitze, gegen Einbruch und Schädigung

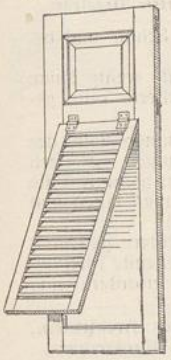


Fig. 5.
Aeußerer Stelladen.

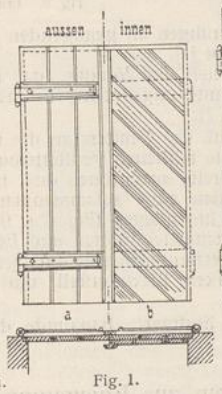


Fig. 1.

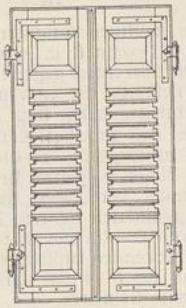


Fig. 2.

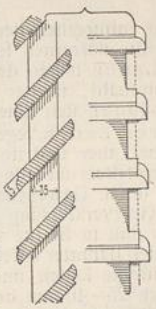


Fig. 3.

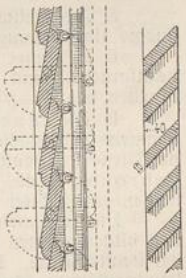


Fig. 4.

der Scheiben. Das geeignetſte Material iſt Holz, in gewiſſen Fällen auch Eiſen. Man unterſcheidet äußere und innere Laden.

A. Die äußeren Laden ſind meiſt zweiflügelig und erhalten ihren Anſchlag in dem Ladenfalz der Fenſtergewände (ſ. Fenſter).

1. Die einfachſten Holzladen ſind glatt mit Einſchubleiſten (ſ. Einſchieben) (Fig. 1, *a*). Zur Verſtärkung gegen Einbruch werden ſie mit Verdopplung (Fig. 1, *b*) verſehen oder erhalten einen Blechbeſchlag. In geſchloſſenem Zuſtande halten ſie das Tageslicht ganz ab, ſie erhalten daher meiſt oben eine Lichtöffnung.

2. Die geſtemmten Laden ſind leichter und gefälliger (Fig. 2). Dieſe erhalten zum Einlaſſen von Tageslicht unter Abhaltung der Sonnenſtrahlen meiſt wagerechte, ſchmale Brettchen, die ſogenannten Jalouſien, die entweder a) in ſchräger Stellung eingeſtemmt ſind, feſte Jalouſien (Fig. 3), oder b) um eine mittlere Achſe drehbar, bewegliche Jalouſien (Fig. 4), auch Perſienne genannt; auch können die Flügel mit den Jalouſien zum Aufſtellen (Stelladen, Fig. 5) gerichtet werden.

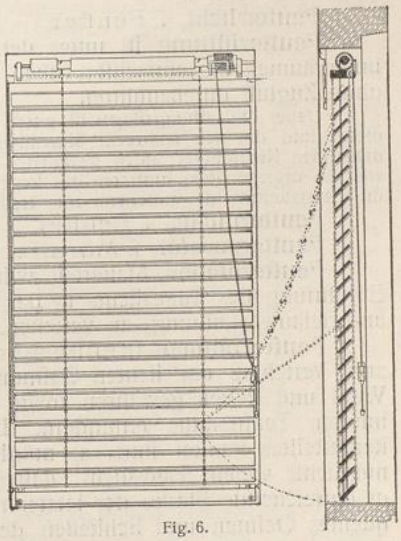


Fig. 6.

Die äußeren Laden dienen ihren Zwecken fehr gut; ſie ſind aber dem Wetter ſtark ausgeſetzt, daher nicht von langer Dauer und ſtören die äußere Architektur der Gebäude.

3. Der Verſuch, dieſelben als Schiebeladen bei geöffnetem Zuſtande in das Innere der Mauer zu ſchieben, iſt als nicht geglückt anzuſehen; die Ladennuten ſchwächen das Mauerwerk, und Ausbeſſerungen können nur ſchwer vorgenommen werden.

4. Zugjalouſien ſind leicht, elegant und bequem handlich (Fig. 6). Sie werden in der Fenſterweite, dicht unter dem Sturze befeſtigt und ſind in aufgezogenem Zuſtande hinter einer Blechverwahrung (Lambrequin, ſ. d.) geborgen [1]. Sie dienen zur Abhaltung von Sonne und Regen; gegen Wind und Einbruch ſchützen ſie nicht.

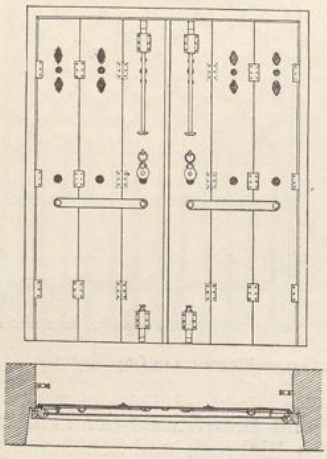


Fig. 7.

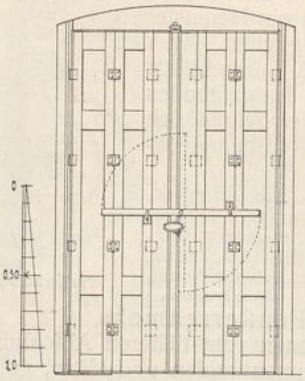


Fig. 8.

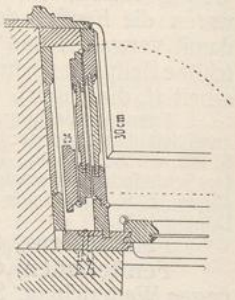


Fig. 9. Innerer Klappladen.

5. Am meiſten entſprechen den heutigen Anforderungen an genügenden Schutz und bequeme Handhabung die hölzernen Rolladen (ſ. d.) und [1].

6. Eiſerne Laden haben den hölzernen gegenüber den Vorzug, daß ſie wenig Raum beanſpruchen und deshalb, in der Leibung der Gewände angebracht, in mehrere Teile gebrochen, als Klappladen ſich hineinlegen laſſen (Fig. 7).

B. Die inneren Laden legen ſich zum Verſchluß des Fenſters an die innere Seite des Rahmens auf; geöffnet aber ſind ſie zurückgelegt an die ſeitlichen Fenſterleibungen. Je nach der Dicke des Fenſterpfeilers ſind die Flügel in ganzer Breite anzuordnen oder in mehrere Teile gebrochen, die, durch Gewebebänder verbunden, ſich enge zuſammenklappen laſſen und ſich in einen durch Holzverkleidung gebildeten Schrein hineinlegen (Fig. 8 u. 9)

Die Holzladen ſind in Stärke von 20—25 mm in ſchmalen Frieſen und Feldern geſtemmt und bilden mit den ſich darunter anſchließenden Brüſtungstäferungen eine durchgehende Täferung der Fenſternifche. Eiſerne Laden ſind aus 3—4 mm ſtarkem Blech erſtellt und erfordern eine Randverſtärkung durch 25—40 mm breite Schienen.

Literatur: [1] Muſterbuch von C. Leins & Co., Stuttgart; Baukunde des Architekten, Berlin 1890, Bd. 1, II.

Weinbrenner.

Fenſterlicht, ſ. Fenſter.

Fenſterlüftung iſt unter den Einrichtungen zur Erneuerung der Luft in Innenräumen die einfachſte, aber auch keine vollkommene, denn ſie iſt nicht ohne Zugluft durchzuführen.

Ueber die Lüftungsflügel iſt unter Fenſterrahmen das Konſtruktive beſprochen. Von dieſen ſind die ſich ſenkrecht öffnenden Flügel nicht ſo vorteilhaft als die ſich wagerecht drehenden Klappflügel; noch geeigneter ſind die um die Mittelachſe beweglichen Drehflügel, weil ſie zugleich dem Eintreten des Regens mehr vorbeugen. Demſelben Zwecke dienen auch die Glasjalouſien, die außerdem eine elegantere Ausgeſtaltung zulaſſen. *Weinbrenner.*

Fenſternifche, ſ. Fenſter.

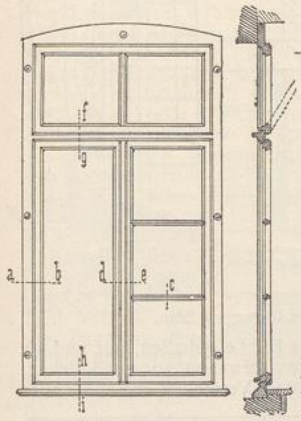
Fenſterparaſol, ſ. Markiſe.

Fenſterpfeiler, Mauerteil zwiſchen zwei Fenſtern. Derſelbe iſt zur beſſeren Einführung des Tageslichts in das Innere des Gebäudes mit einer Abſchrägung am Geläufe (Leibung) zu verſehen. *Weinbrenner.*

Fenſterrahmen (Fenſtergerähme, Fenſter- oder Kreuzſtock) dient zum Verſchluß der lichten Oeffnung und ſoll Schutz gegen Kälte und Hitze, Wind und Regen gewähren ſowie den zu raſchen Ausgleich der äußeren und inneren Temperatur verhindern. Die Anforderungen an ein gut und richtig hergeſtelltes Fenſter ſind: a) möglichſt luftdichter Verſchluß; b) Zulaſſung von möglichſt vielem Tageslicht, daher kein zu breites Rahm- und Sproſſenwerk; c) hinreichende Stärke der letzteren wegen Zerbrechlichkeit des Glaſes; d) bequemes Oeffnen und Schließen der Flügel; e) ſchöne und zweckmäßige Ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

teilung der Stäbe, Sproſſen und Scheiben. — Das Material des Fenſterrahmens beſteht in Holz oder Eiſen und Glas. Das Holz hat den Vorzug, daß es als ſchlechter Wärmeleiter den Ausgleich der Temperaturunterſchiede am beſten verlangſamt. Das Fenſterholz muß geradfaſerig und ganz aſtlos ſein; als beſtes gilt das Eichenholz, außerdem das harzreiche Lärchenholz und Föhrenholz. Tränken mit heißem Leinöl erhöht die Haltbarkeit und Dauer.



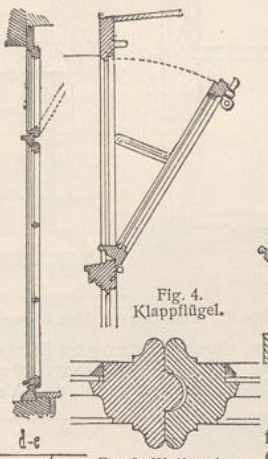


Fig. 4. Klappflügel.

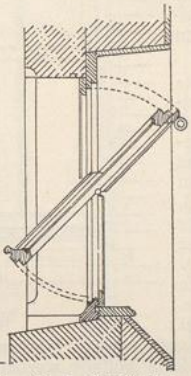


Fig. 5. Drehfenſter.

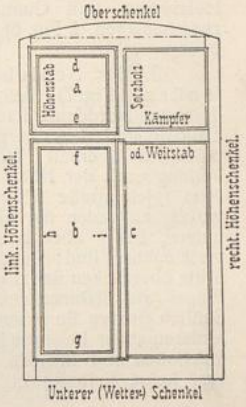


Fig. 2. *a* Ober-, *b* Unterflügel. *c* Schlagleiſte. *d* Obere, *f* untere Flügelweite. *e* Oberer, *g* unterer Weitſchenkel. *h* Hintere, *i* vordere Höhe.

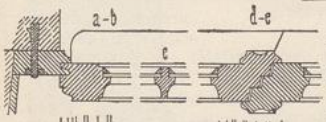


Fig. 3. Wolfsrachen.

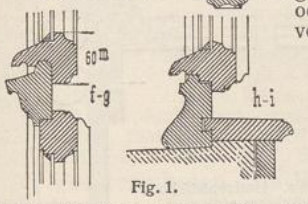


Fig. 1.

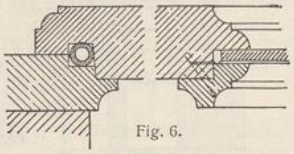


Fig. 6.

Der in Holz erſtellte Fenſterrahmen (ſ. Fig. 1) beſteht aus 1. einem feſten Teil, dem Futter, 2. beweglichen Flügeln, die entweder um eine ſenkrechte oder wagerechte Achſe drehbar ſind, oder 3. in ihrer Ebene verſchiebbaren Teilen, dem Schiebefenſter (ſ. unten). Feſtſtehende Fenſter ohne Flügel zum Oeffnen nennt man Blindfenſter.

1. Das Fenſterfutter, 3—4 cm ſtark, 6—10 cm breit, wird auf den Anſchlag (ſ. Fenſter) in Haarkalk aufgelegt und ſeitlich mit Bankeiſen, beſſer mittels Steinſchrauben (*a*—*b*, ſ. Fig. 1) befeſtigt. Deſſen unterſter Teil (*h*—*i*), Unter- oder Wetterſchenkel, iſt verſtärkt, ſetzt auf die Fenſterbank dicht auf und dient zur Ableitung des Traufwaſſers. Für den Anſchlag der Flügel innerhalb der Lichtweite dienen der ſcheitrechte verſtärkte Kämpfer (Weitſtab, *f*—*g*) (ſ. a. Fig. 2) mit Waſſerſchräge, Abfalzungen und Traufkante ſowie die ſenkrechten (jetzt nur noch bei breiten Oeffnungen üblichen) Höhenſtäbe oder Mittelpfoſten, die mit dem Kämpfer das Fenſterkreuz bilden.

2. Die Flügel, 5—7 cm ſtark, greifen durch ſinnreiche Abfalzungen, den S-Falz, oder einen Spunten, in die Futter ein (*a*—*b*); am Mittelſchluß überdecken ſie (*d*—*e*) ſich mit Schrägfalz oder dem Wolfsrachen (ſ. Fig. 3) ſowie einer äußeren und inneren Schlagleiſte. Der untere Weitſtab der Flügel iſt jeweils als Wetterſchenkel ausgebildet mit Waſſerſchräge und Waſſernaſe, um den Ablauf des Waſſers zu begünſtigen. Die einzelnen Rahmhölzer ſind durch Schlitzzapfen miteinander verbunden. Die Einteilung der Flügel erfolgt nach der Größe der Lichtöffnung: Fenſter unter 0,70 m Breite ſind mit einem Flügel (einflügelig), bis 1,3 m Breite mit zwei Flügeln, darüber mit drei Flügeln anzuordnen. Bei Fenſtern bis 1,5 m Höhe genügt ein Flügel, darüber ſind der Höhe nach zwei Flügel nötig, um zu ſtarke Rahmhölzer zu vermeiden. Dabei ſoll der untere Teil = $^3/_4$—$^4/_5$ der lichten Höhe von hohen Flügeln gebildet ſein, die in einem einzigen großen oder mehreren meiſt quadratiſchen Fachen verglaſt ſind. Die oberen kleinen Flügel ſind als Lüftungsfenſter zu betrachten und werden meiſtens, um den unteren Weitſtab ſich drehend, als Klappflügel (ſ. Fig 4) ausgebildet. Das um die wagerechte Mittelachſe des Flügels ſich drehende Fenſter heißt Drehfenſter (ſ. Fig. 5).

Bei kleinen Fenſterſcheiben erhalten die Flügel als Zwiſchenteilung Fenſterſproſſen (*c*), die tunlichſt ſchmal zu halten ſind. Sie beſtehen aus Holz, Eiſen oder Blei. Zur Einlage des Glaſes erhalten Flügel und Sproſſen Falze (Kittfalz) oder Nuten. In Holzſproſſen wird der Kittfalz 8—10 mm tief und breit angebracht, und dieſer iſt nach außen zu richten, damit die Scheiben durch den Wind nicht eingedrückt werden. Die Glasſcheiben werden hierin mit Stiften oder Heftblechen befeſtigt und hierauf mit Fenſterkitt (ſ. d.) ſchräg überdeckt. Die Holzſproſſen ſind 25—30 mm ſtark nach innen mit abgeſchrägten Profilen verſehen zum Einlaſſen des Lichtes und Ablaufen des Schwitzwaſſers. Eiſerne Sproſſen haben den Vorteil der Feſtigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei geringſtem Querſchnitt. Zur Faſſung der Rund- und Butzenſcheiben dienen die 6—10 mm breiten Bleiſproſſen. Bei ſchweren und großen Scheiben (Spiegelglas) iſt ſtatt der Verkittung eine Befeſtigung durch Holzleiſten (mit Gummizwiſchenlagen, ſ. Fig. 6) zu bewirken.

3. Das Schiebefenſter (ſ. Fig. 7), beſonders in Norddeutſchland, England und Amerika gebräuchlich, erhält ſeine Teilung nach der Höhe in zwei gleichgroße Flügel, wovon entweder nur der untere, beſſer aber beide verſchiebbar ſind; in der Mitte überdecken ſich dieſe Flügel auf Rahmenbreite. Seitlich greifen ſie in zwei hintereinander liegende Nuten ein und können, durch Gegengewichte gehalten, auf und ab geſchoben und in jede Höhe geſtellt werden. Um ein bequemes Bewegen zu ermöglichen, darf keine Reibung in den Laufnuten ſtattfinden; daher iſt der Verſchluß dieſer Fenſter

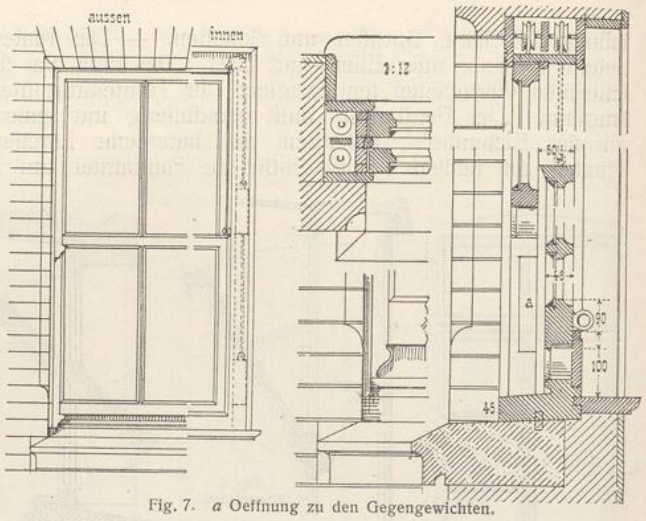


Fig. 7. *a* Oeffnung zu den Gegengewichten.

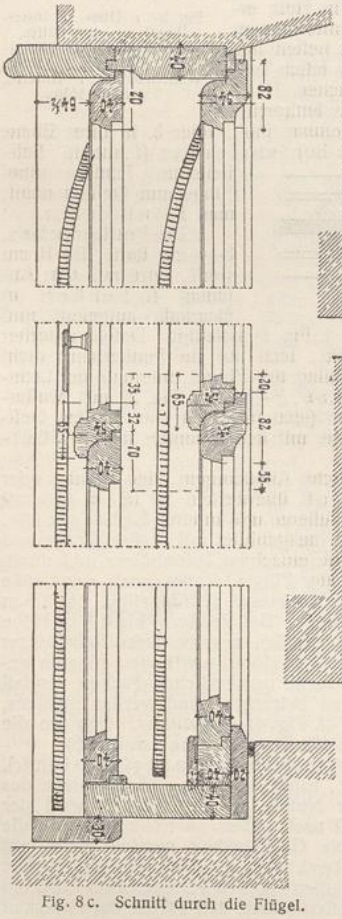


Fig. 8c. Schnitt durch die Flügel.

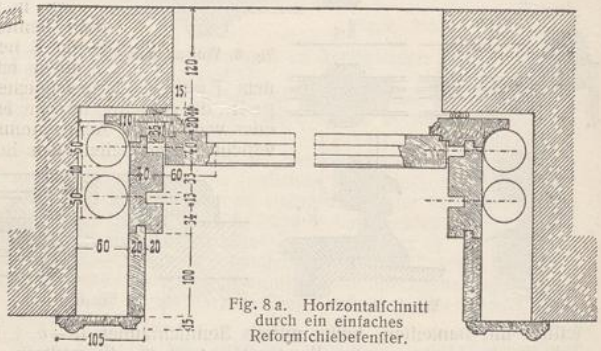


Fig. 8a. Horizontalſchnitt durch ein einfaches Reformſchiebefenſter.

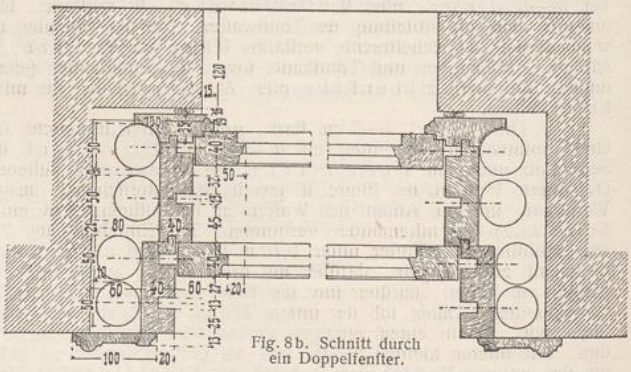


Fig. 8b. Schnitt durch ein Doppelfenſter.

nicht ſo dicht wie der von Flügelfenſtern. Die neueſte Ausbildung und Vervollkommnung des Schiebefenſters bietet das Stumpfſche Reformſchiebefenſter, das als einfaches und Doppelfenſter zur Anwendung kommen kann (Fig. 8a, b, c) [1].

Der Gebrauch, die Fenſter mit Glas zu verſchließen, war den Römern ſchon bekannt; der hl. Hieronymus (4. Jahrhundert) beſchreibt Fenſter in Holzrahmen. Buntes Glas für Kirchenfenſter wird etwa um 400 n. Chr. an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

St. Paul bei Rom, 534 n. Chr. an der Sophienkirche in Konſtantinopel und 856 n. Chr. in St. Maria in Traſtevere in Rom als muſiviſch gemalte Fenſter erſtellt. Daneben waren durchbrochene und durchſcheinende Steinplatten (Marienglas, Alabaſter) in Gebrauch. Bleifenſter werden Mitte des 11. Jahrhunderts erwähnt. Im übrigen dienten Teppiche, Vorhänge und Holzladen zum Schutz gegen die rauhe Witterung und Kälte. Bis in das 15. Jahrhundert war dies im Süden üblich, während im rauhen Norden die mit Glas geſchloſſenen Fenſter ſchon lange verbreitet waren, ſo daß ſich Aeneas Sylvius (Papſt Pius II.) wunderte, während des Konzils zu Baſel (1430) dort ſo viele Glasfenſter zu ſehen. Dieſe beſtanden aus kleinen (ca. 10 cm) runden oder ſechseckigen Scheiben in Bleifaſſung zwiſchen ſchwachen Holzrahmen. Bald kamen auch die größeren viereckigen Scheiben in Holzrahmen zwiſchen Steinkreuzen auf. Vor Ende des 16. Jahrhunderts werden letztere durch Fenſterkreuze aus Holz verdrängt. Zu jener Zeit erhielten die Glasſcheiben eine Größe von 30 cm, während die Spiegelſcheiben heute in Größen von 2—10 qm erſtellt werden. Mit der Zunahme der Größe und Stärke der Scheiben vergrößerten ſich auch die Abmeſſungen des Flügelrahmens, welcher der Zerbrechlichkeit des Glaſes wegen ſich nicht verziehen oder werfen darf. — Das Glas iſt ein guter Wärmeleiter, d. h. die Ausgleichung des inneren und äußeren Wärmeunterſchiedes erfolgt an ihm raſch, und die Waſſerdünſte des inneren Raumes ſchlagen ſich nieder, ſie kondenſieren ſich und bilden das Schwitzwaſſer, das bei ſtrenger Kälte gefriert. Dieſer Mißſtand wird durch Erſtellung einer ſtehenden Luftſchicht (Iſolierſchicht) beſeitigt. Dies geſchieht durch Anordnung von 1. Vorfenſtern, die außerhalb des Fenſters, oder 2. Winterfenſtern (Fig. 9), die innerhalb eingeſtellt werden, oder durch 3. Doppelverglaſung (Fig. 10 u. 11); ſ. a. Doppelfenſter.

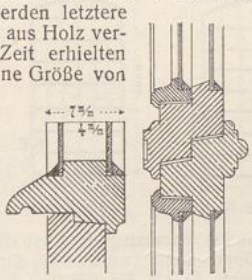


Fig. 10.

Fig. 11.

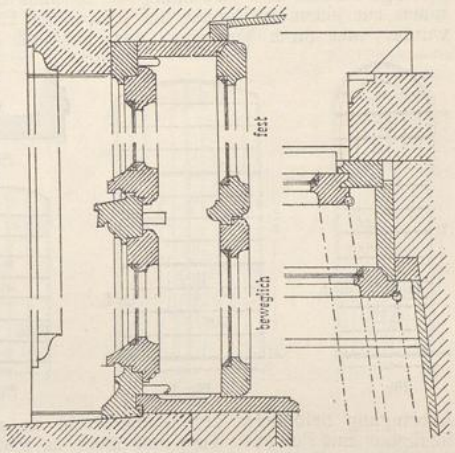


Fig. 9.

Literatur: Strack u. Hitzig, Der innere Ausbau von Wohngebäuden, Berlin, Bd. 1 u. 5; Baukunde des Architekten, Berlin 1890, Bd 1, II; Hochbaulexikon von G. Schönermack u. W. Stüber, Berlin 1903, Artikel „Fenſter", S. 395 ff.; Beiblatt der Blätter für Architektur und Kunſthandwerk, 8. Jahrg., Nr. 7, Berlin 1905.

Weinbrenner.

Fenſterrahmen aus Eiſen finden hauptſächlich Anwendung bei Kirchen, Treibhäuſern, Fabrikgebäuden, Turnhallen, Stallungen und ähnlichen Bauten. Für bewohnte Räume erſcheinen dieſelben weniger geeignet, weil ſie des dichten Schluſſes entbehren und als gute Wärmeleiter mehr Schwitzwaſſer erzeugen als hölzerne Fenſter [1]. Die eiſernen Fenſterrahmen zeigen verſchiedene Vorteile, z. B. das Nichtvorhandenſein des Schwindens und Quellens und die bedeutend geringere Lichtentziehung durch Rahmen und Sproſſen [2].

Zur Herſtellung eiſerner Fenſter wird ſowohl das Gußeiſen wie auch das Schmiedeeiſen verwendet. In der Leichtigkeit, beſonderen Formen des Fenſters gerecht zu werden, oder das Sproſſenwerk in mannigfaltiger Weiſe durchzubilden, ſteht in vielen Beziehungen das Gußeiſen dem Schmiedeeiſen voran; in bezug auf Haltbarkeit gegen Beſchädigungen, die ſowohl beim Transport und beim Einſetzen der Fenſter, als ſpäter durch Stoß, Winddruck u. ſ. w. vorkommen, und in bezug auf leichtere Ausführbarkeit von kleinen Reparaturen iſt das Schmiedeeiſen im Vorzug [3]. Da der Preisunterſchied wie auch der Unterſchied im Gewichte zwiſchen Guß- und Schmiedeeiſen heutzutage kein nennenswerter iſt, werden in neuerer Zeit meiſtens ſchmiedeeiſerne Fenſterrahmen angefertigt. Je nach der Größe und Schwere der Konſtruktion ſchwankt das Gewicht pro Quadratmeter Fenſterfläche zwiſchen 25 und 30 kg. Da die Dichtigkeit gegen Luftzug, Regen und Schnee bei eiſernen Fenſtern ohnehin ſchwer bewirkt werden kann und immer das Einlegen von elaſtiſchen Gummiſchnüren oder geölten Filzſtreifen [3] erfordert, vermeidet man die Einfügung beweglicher Teile (Flügel, Luftſcheiben u. ſ. w.), da dieſelben auch noch die Steifigkeit der Fenſter vermindern und gegen Winddruck oft verſchwächend wirken.

Gußeiſerne Fenſter werden je nach der Größe aus einem oder mehreren Teilen in Herd- oder Kaſtenguß hergeſtellt, wobei der erſtere nur bei Fenſtern für untergeordnete Zwecke Anwendung finden kann. Die Größe der von verſchiedenen Werken, z. B. Aktiengeſellſchaft Königin Marien-Hütte, Cainsdorf i. S., Eiſenhüttenwerk Lauchhammer in Lauchhammer, Rob. Behn & Cie. in Schwelm u. ſ. w., auf deren Kataloge wir verweiſen, hergeſtellten gußeiſernen Fenſter ſchwankt ſehr; es werden ſolche im Gewicht von 5—15 200 kg hergeſtellt, unter denen beſonders hervorgehoben werden ſoll das große Kirchenfenſter mit Maßwerk für die Marien-Kirche in Danzig [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Herſtellung von ſchmiedeeiſernen Fenſterrahmen werden hauptſächlich Winkeleiſen, T-Eiſen, [-Eiſen ſowie ganzes und halbes Fenſter- oder Sproſſeneiſen mit und ohne Winkeleiſen [5] verwendet, welch letzteres in Größen von 20—52 mm hoch von verſchiedenen Werken [4] gewalzt wird. Kleinſcheibige ſchmiedeeiſerne Fenſter (Fig. 1—8) werden meiſtens mit Sproſſeneiſen hergeſtellt, während großſcheibige Fenſter meiſtens aus I-Eiſen oder [-Eiſen gefertigt werden. Die Verbindung der Sproſſen untereinander geſchieht durch Ueberkämmen [4], indem aus jedem der beiden ſich kreuzenden Eiſen die entſprechenden Teile herausgeſchnitten werden, oder durch Vernieten; doch empfiehlt es ſich, beſonders bei großen Fenſtern, durch

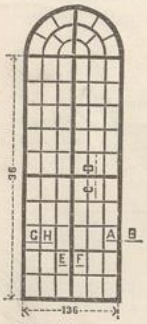


Fig. 1.

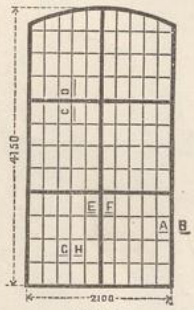
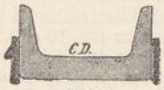
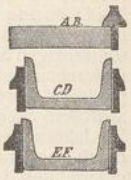


Fig. 2.


Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.

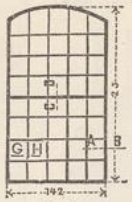


Fig. 3.

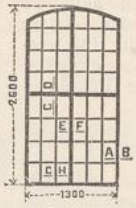
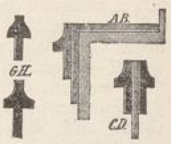


Fig. 4.


Fig. 8.

Anbringung beſonderer Verbindungsbleche an dieſen Kreuzungspunkten die Steifigkeit und Feſtigkeit der Konſtruktion zu erhöhen. Sehr zweckmäßig ſind die eiſernen Fenſter nach dem Syſtem „Feneſtra“, D.R.P. Nr. 138886 (Fig. 9), die an den Kreuzungen weder Knotenbleche noch Schwächungen der Fenſtereiſen zeigen, ſondern durch Ineinanderſchieben zweier Eiſen, nachdem das eine entſprechend aufgeſchnitten worden iſt, eine ſehr feſte Verbindung bewirken. Der Kittfalz wird bei den eiſernen Fenſtern in der Regel nach außen gelegt, nur in Fällen, in denen eine Verglaſung von außen wegen unzugänglicher Lage ſchwierig iſt, kann die Anordnung des Kittfalzes nach innen zweckmäßig ſein; doch muß in dieſem Falle, um ein Eindrücken der Scheiben bei Sturmwind und noch weichem Kitt zu verhüten, ein Verſteifen (Fig. 10) ſtattfinden. Um die Vorteile der Fenſterrahmen aus Holz bezw. aus Eiſen miteinander zu verbinden, ſind in neuerer Zeit von verſchiedenen Firmen Fenſter in den Handel gebracht worden, die ſich wegen der großen lichtdurchlaſſenden Flächen [4], [5] ſehr ſchnell eingebürgert haben. Auch wurde der Verſuch gemacht, eiſerne Schiebefenſter [4] zu bauen, die jedoch wenig Anklang gefunden haben.

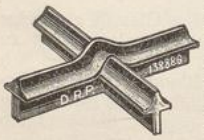


Fig. 9.


Fig. 10.

Literatur: [1] Breymann, Allgemeine Baukonſtruktionslehre, 3. Teil, Konſtruktionen in Eiſen, 5. Aufl., Leipzig 1890. — [2] Krauth, Th., u. Meyer, F. S., Das Schloſſerbuch, 2. Aufl., Leipzig 1897. — [3] Baukunde des Architekten, 1. Bd., Berlin 1891. — [4] Hoch, Technologie der Schloſſerei, 2. Bd., Leipzig 1899. — [5] Derſ., Der praktiſche Schloſſer, 2. Aufl., Leipzig 1905. *Jul. Hoch.*

Fenſterriegel, ſ. Fenſter und Fenſterbeſchläge.

Fenſterroſe, Rundfenſter mit Maßwerk (ſ. d.), aus Päſſen (ſ. d.) und Schneußen (ſ. d.) beſtehend; ſie iſt vom Radfenſter (ſ. d.) dadurch verſchieden, daß das Maßwerk des letzteren aus ſtrahlenförmigen Stäben oder Speichen gebildet wird, die aus einer Nabe ſich entwickeln.

Letztere Art kam beſonders in der franzöſiſchen Gotik zu ſchönſter Ausbildung, indem ſie die Stirnwände des Langſchiffs oder der Querſchiffe bis zum Gewölbeſchluß ausfüllte und durch Glasmalerei eine reiche Farbenpracht entwickelte. Einfacher waren die Rundfenſter des rheiniſchen Uebergangsſtils, wobei drei und vier Päſſe, Fächer-, Hufeiſen- und Kleeblattformen zur Teilung und Belebung in Anwendung kamen.

Literatur: Viollet-le duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture française etc., Bd. 8, S. 38 ff., Paris 1866; Ungewitter-Mohrmann, G., Lehrbuch der gotiſchen Konſtruktionen, Leipzig 1890; Moller, Denkmäler deutſcher Baukunſt, Frankfurt u. Darmſtadt 1852; Eiſenlohr, Mittelalterliche Bauwerke im ſüdweſtlichen Deutſchland, Karlsruhe 1853. *Weinbrenner.*

Fenſterſchaft, Mauerpfeiler zwiſchen zwei Fenſtern, vgl. Eckſchaft.

Fenſterſcheibe (Fenſtertafel), das in den Fenſterrahmen eingepaßte Glas. Ueber die Einpaſſung ſ. Fenſterrahmen.

Fenſterſchluß, ſ. Fenſterrahmen.

Fenſterſohlbank, ſ. Fenſter.

Fenſterſproſſe, ſ. Fenſterrahmen.

Fenſterſtab, ſ. v. w. Höhenſtab, Weitſtab; ſ. Fenſter.

Fenſterſturz, ſ. Fenſter.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fenſtertritt, erhöhter Fußboden innerhalb der Fenſterniſche, der auch verbreitert in das Zimmer hineinſpringt; iſt bei hohen Fenſterbrüſtungen üblich.

Fenſterverglaſung, ſ. Fenſterrahmen.

Fenſterverkleidung (lat. antepagmentum, franz. chambranle) bildet den Rahmen, der die Fenſteröffnung umzieht.

Im römiſchen Stile und der Renaiſſance erhält die Fenſterverkleidung zumeiſt ein Profil, das aus mehreren Zonen und einer Bekrönung beſteht; dabei kann ſie rings um die Oeffnung laufen oder dieſelbe nur an drei Seiten umgeben, während die vierte auf der Fenſterbank aufſitzt, ohne ein Rahmenſtück zu erhalten. Im Fachwerkbau werden die Fenſterpfoſten zu verkleiden ſein, was in der Weiſe geſchehen kann, wie die Figur bei Falladen zeigt. *Weinbrenner.*

Fenſtervorhang, 1. innerer Vorhang; 2. äußerer Vorhang zur Abhaltung der Sonne, Sonnenblende, auch Markiſe (ſ. d.), wird aus Segeltuch hergeſtellt, entweder über einen Holzſtab aufgerollt oder durch Schnurzüge gerafft, am unteren Ende durch einen dünnen Eiſenſtab beſchwert und angezogen; derſelbe kann noch durch ſeitliche Leitſchienen feſtgehalten oder auch zum Hinausſtellen gerichtet werden. *Weinbrenner.*

Fenſterwerk, die Geſamtheit aller Fenſter einer Seite des Gebäudes oder eines Geſchoſſes; auch eine Gruppe nahe aneinander ſtehender Fenſter.

Fenſterwinkel, ſ. Eckwinkel.

Fenſterzarge (Fenſterfutter), ſ. Fenſterrahmen, S. 697.

Fenſterzwickel (Dreiecke), Glasſtücke, die bei der Bleiverglaſung des Fenſters die Felder zwiſchen den Rundſcheiben ausfüllen.

Fentons Metall, ſ. Lagermetall.

Fentons Pulver (Farbenſchießpulver), ein durch Gummiwaſſer verdicktes Gemenge von Kaliumchlorat, Ferrocyankalium und Zucker, dem je nach der Färbung, welche die beim Abbrennen entſtehende Flamme zeigen ſoll, Nitrate von Baryum, Strontium, Calcium u. ſ. w. inkorporiert werden.

Ferberit, ſ. v. w. Wolframit (ſ. d.)

Ferguſonit, brauner Yttrotantalit, ein Mineral; niob-tantalſaures Salz des Yttrium, Erbium, Cer, Uran; kriſtalliſiert tetragonal; braunſchwarz bis pechſchwarz, Strich hellbraun, fettartiger Metallglanz, undurchſichtig. Spez. Gew. 5,6—5,9. Sehr ſelten, Arendal in Schweden, Schreiberhau in Schleſien, Rockport in Maſſachuſetts u. a. a. O. *Leppla.*

Fermatſcher Satz, ſ. Zahlen.

Fermente ſind zu ſcheiden in geformte oder organiſierte und ungeformte Fermente oder Enzyme. Die erſteren ſind einzellige Organismen; zu ihnen gehören die Spaltpilze (Schizomyceten, Bakterien), die Hefepilze u. ſ. w. Die ungeformten Fermente ſind in Waſſer lösliche Verbindungen pflanzlichen oder tieriſchen Urſprungs, die den Eiweißkörpern nahezuſtehen ſcheinen; zu ihnen ſind die Diaſtaſe, das Invertin, das Pepſin u. ſ. w. zu rechnen.

Beiden Arten iſt die Fähigkeit gemeinſam, organiſche Verbindungen zu verändern: zu ſpalten, zu oxydieren, zu reduzieren, ohne ſelbſt durch die Reaktion eine tiefer gehende Umwandlung zu erfahren. Es iſt daher für die Wirkungsweiſe der Fermente, die im übrigen durchaus noch der Aufklärung bedarf, charakteriſtiſch, daß geringe Mengen von ihnen unverhältnismäßig große Subſtanzmengen umzuwandeln vermögen. Die Wirkungsart der Fermente iſt von ihrer ſpezifiſchen Natur abhängig und an gewiſſe Bedingungen geknüpft. Die durch die Fermente hervorgerufenen Prozeſſe ſind die der Gärung, Fäulnis und Verdauung. Je nach der Natur der durch die Fermente zerfallenden organiſchen Körper unterſcheidet man zwiſchen einer Gärung im engeren Sinne und einer Gärung im weiteren Sinne. Unter erſterer verſteht man das Zerfallen von Zucker und zuckerartigen organiſchen Verbindungen unter der Einwirkung von Fermenten, unter letzterer das Zerfallen organiſcher Körper unter der Fermentwirkung überhaupt. Zu erſterer gehören die alkoholiſche Gärung, die Milchſäuregärung, die Butterſäuregärung, die ſchleimige Gärung, zu letzterer die Fäulnisprozeſſe, die Verweſung, die Spaltung der Glykoſide, die Umwandlung von Stärke durch Diaſtaſe u. a. m. Die organiſierten Fermente bezw. deren Keime ſind in der Luft oder in den ſchon in Gärung befindlichen Subſtanzen enthalten. Die pflanzlichen Enzyme kommen entweder in den Pflanzen als ſolche vor, wie z. B. das Emulſin in den bitteren Mandeln, oder ſie bilden ſich erſt beim Keimen wie die Diaſtaſe durch Keimung der Gerſte. Die Enzyme des Tierkörpers finden ſich in den Verdauungsſäften, ſo das im Speichel enthaltene Ptyalin, das Pepſin im Magenſafte u. ſ. w.

Techniſch von hervorragender Bedeutung iſt die Verzuckerung der Stärke durch die Diaſtaſe, die durch die Hefefermente hervorgerufene Vergärung der Zuckerarten, Reaktionen, auf welchen die Herſtellung von Alkohol, wie von alkoholiſchen Getränken, des Bieres, des Weins, der Branntweine u. ſ. w., beruht, ferner die durch Mycoderma aceti bewirkte Eſſiggärung alkoholhaltiger Flüſſigkeiten. Durch die im faulenden Käſe vorhandenen Spaltpilze werden die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hexosen sowie Rohr- und Milchzucker und die Gummiarten in Michsäure gespalten; andre Mikroorganismen verursachen die Entstehung von Buttersäure, wieder andre die schleimige Gärung dieser Substanzen. Die Fäulnisfermente zersetzen namentlich die Eiweißstoffe, wobei hauptsächlich basische Produkte entstehen.

Die Wirkung der Fermente ist an gewisse Bedingungen geknüpft, so an das Vorhandensein genügender Mengen von Wasser und von unorganischen Nährsalzen, namentlich salpeter- und phosphorsaurer Salze und besonders an eine bestimmte Temperatur. Für die einzelnen Fermente schwankt dieselbe zwischen 4 und 60°; jedoch sind Temperaturen von 30—40° die günstigsten. Höhere Temperaturen sowie eine Reihe von Stoffen zerstören die Fermente und heben ihre Wirkungen auf, wie die Halogene, Quecksilberverbindungen, Phenol, Salizylsäure u. s. w. Die Hefe geht schon in schwach alkalischen Lösungen zugrunde, während die Fäulnisbakterien nur in einer solchen existieren können. Das Pepsin bedarf bei der Umwandlung von Eiweiß in Peptone der Gegenwart von freier Säure, während z. B. das Papain dadurch wirkungslos wird. Durch längeres Erhitzen auf höhere Temperaturen, 60—100°, werden alle Fermente ohne Ausnahme vernichtet. Vorher in Gärung befindliche Flüssigkeiten haben hierdurch die Gärfähigkeit verloren; sie sind pasteurisiert bezw. sterilisiert. — Die Uebertragung der Fermente auf die gärungsfähigen Substanzen geschieht entweder durch die Luft oder durch künstliche Einsaat kleiner Mengen von schon im Gärungsvorgange begriffener Substanz in die zu vergärende Lösung (durch Impfen). Durch Versetzen von vorher sterilisierten Flüssigkeiten mit besonders gezüchteten Fermentarten, mit sogenannten Reinkulturen, ist es nun gelungen, in der Flüssigkeit nur die eine gewünschte Art der Gärung hervorzurufen und nebenher verlaufende störende Gärungsreaktionen auszuschließen. So sei namentlich auf den Fortschritt hingewiesen, den die Gewinnung und Verwertung reiner Hefe dem Gärungsgewerbe (s. Gärung) gebracht hat. Auf die Forschungen Buchners, München, der aus Hefe eine Zymase hergestellt hat, die ohne Mitwirkung von Hefezellen Gärungen hervorruft, sei hingewiesen. *Bujard.*

Fermente, anorganische, heißen nach Bredig die kolloidalen Metalllösungen, weil sie in bezug auf ihre katalytische Wirksamkeit in vieler Hinsicht an organische Fermente erinnern.

Solche kolloidalen Metallösungen, z. B. von Gold, Platin, Silber, Palladium, Iridium u. s. w., werden entweder auf rein chemischem Wege durch Reduktion der betreffenden Metallsalze mit Ferrosalzen, Formaldehyd, Zucker u. s. w. hergestellt oder nach dem direkt salzfreie Lösungen ergebenden Verfahren von Bredig durch Zerstäuben der Kathode eines Lichtbogens unter Wasser. Sie bilden äußerst feine Suspensionen, zeigen unter dem Mikroskop zwar keine optische Inhomogenität, lassen aber ihre Heterogenität erkennen durch das Tyndall-Phänomen, d. h. sie liefern bei intensiver Beleuchtung einen Zerstreuungskegel, dessen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung diffus reflektiertes Licht polarisiert ist; in neuester Zeit sind sie durch das sogenannte Ultramikroskop von Siedentopf als sehr feine Suspensionen nachgewiesen. Auch sonst besitzen sie die Eigenschaften der gewöhnlichen kolloidalen Lösungen: Minimale Diffusionsgeschwindigkeit, verschwindende Kleinheit des osmotischen Druckes, Wanderung im elektrischen Potentialgefälle, Ausfällbarkeit durch Elektrolyte u. s. w. Die auffallenden Analogien mit organischen Fermenten besonders der Platin- und Goldsole, wie man diese kolloidalen Lösungen auch nennt, zeigt sich darin, daß sie fast allgemein dieselben Reaktionen, z. B. den Zerfall von Wasserstoffsuperoxyd, katalytisch beschleunigen wie die organischen Fermente; dann aber besonders in der Eigenschaft, durch geringe Spuren von Stoffen, die für den Organismus starke Gifte sind, wie Schwefelwasserstoff, Blausäure, Kohlenoxyd u. s. w., in ihrer Wirksamkeit stark gelähmt zu werden; ferner in der wenigstens bei vielen Giften nach einiger Zeit eintretenden „Erholung" von dieser „Vergiftung". Weitere Analogien mit organischen Fermenten, die in der beiderseitigen Kolloidnatur begründet sind, bestehen in der gleichen Veränderung der Wirksamkeit mit der Zeit und der Temperatur.

Literatur: Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903; Bredig, Anorganische Fermente, Leipzig 1900. *F. Krüger.*

Fernambukholz, beste Sorte des echten Rotholzes; s. Farbstoffe, pflanzliche, S. 636.

Fernambuklack, s. Lackfarben.

Fernandineprozeß, die Fixierung von Farbstoffen auf Zeugen durch Ueberziehen der bedruckten oder gefärbten Faser mit Kollodium.

Ferndrucker, ein vereinfachter Typendrucktelegraph von der äußeren Form einer Schreibmaschine, bei dem das Abtelegraphieren eines Buchstabens, einer Ziffer oder eines Satzzeichens lediglich durch das Niederdrücken einer dem betreffenden Zeichen entsprechenden Knopftaste erfolgt, zu dessen Bedienung also Schreibmaschinenfertigkeit ausreicht. Der Apparat heißt deshalb auch Fernschreibmaschine.

Der Ferndrucker soll eine Ergänzung des Telephons bilden; er setzt an Stelle des Gesprächs das gedruckte Wort, was für gewisse Arten des geschäftlichen Verkehrs von großem Wert ist. Der nachfolgend beschriebene Ferndrucker [1] von Siemens & Halske A.-G., Berlin, ist im Reichstelegraphengebiete zum Betriebe von Nebentelegraphenanlagen, d. h. von Anlagen zugelassen, die zum Anschlusse eines Wohn- oder Geschäftsraumes an eine Telegraphenanstalt dienen und auf denen z. B. die für den Inhaber der Anlage angekommenen Telegramme oder die von ihm aufgelieferten Telegramme befördert werden. Weiterhin betreibt die Gesellschaft

Elektrifcher Ferndrucker in Berlin feit 1. Oktober 1904 unter Aufficht der Reichstelegraphenverwaltung eine Zentralanlage, „Ferndruckerzentrale", durch die Börfen-, Handels- und Zeitungsnachrichten den an fie angefchloffenen Teilnehmern übermittelt werden und mit deren Hilfe die Teilnehmer wie beim Fernfprecher unmittelbar miteinander durch den Ferndrucker in Verbindung treten können.

Das Taftenwerk des Ferndruckers von Siemens & Halske (Fig. 1) befteht aus vier übereinander gelagerten Reihen von je 7 Druckknöpfen, von denen 26 mit je einem Buchftaben und einer Ziffer oder einem Satzzeichen verfehen find. Von den übrigen beiden Taften dient die eine als Anfangs- oder Buchftabentafte, die andre mit der Auffchrift „Zahl" verfehene als Zahlen- oder Satzzeichentafte. Durch den Niederdruck der einen oder der andern diefer beiden Taften wird das Typenrad des Ferndruckers auf Buchftaben- oder Zahlengebung eingeftellt. Das Laufwerk wird durch einen kleinen Elektromotor angetrieben. Der Lauf des Typenrades wird durch ein Fortfchaltelektromagnetfyftem geregelt; die in Verbindung ftehenden Apparate erhalten diefelben Stromimpulfe und führen einander zwangsläufig mit. Zum Betrieb des Ferndruckers dienen Wechfelftröme aus einer Sammlerbatterie von zwölf Zellen. Diefe Batterie ift in der Mitte geerdet bezw. bei Doppelleitungsbetrieb mit der Rückleitung verfehen. Die beiden Batteriehälften von je 12 Volt Spannung liefern die zum Betriebe erforderlichen Linien- und Ortsftröme, während die gefamte Batterie zum Antrieb des Elektromotors M_1 bezw. M_2 (Fig. 2), für das Laufwerk, dient. Ueber dem Kommutator C_1, C_2, der aus zwei Radkränzen mit metallifchen, voneinander ifolierten Zähnen befteht, fchleift eine Metallbürfte b, die an der fenkrechten Achfe des Kommutators befeftigt ift und mit ihr von der Laufachfe des Apparats durch Zahnradüberfetzung bewegt wird. Je nachdem ein Segment des mit dem pofitiven oder mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung ftehenden Radkranzes von der Bürfte beftrichen wird, gelangt ein pofitiver oder negativer Strom durch das polarifierte Relais R_1 zum fernen Amte und hier durch ein gleichartiges Relais R_2 zur Erde. Durch die Ströme wechfelnder Richtung werden die Relaiszungen zwifchen zwei Kontakten hin und her bewegt, von denen der eine mit dem pofitiven und der andre mit dem negativen Batteriepole verbunden ift. Die vorbefchriebenen Linienftröme werden fo in Ortsftromkreife übertragen, in die ein polarifierter Fortfchalteelektromagnet F_1 bezw. F_2 und ein nichtpolarifierter Druckelektromagnet D_1 bezw. D_2 eingefchaltet find. Der Druckelektromagnet ift magnetifch fo träge, daß er auf die fchnellen Wechfelftröme nicht anfpricht, fondern nur durch Ströme längerer Dauer betätigt wird. Der Anker des Fortfchalteelektromagneten F_1 (F_2) wird dagegen durch jeden Wechfelftromftoß umgelegt und fperrt mit feinen beiden Haken abwechfelnd die Zähne eines Zahnrads, das auf der Laufachfe, die auch das Typenrad trägt, befeftigt ift. Jeder Hub des Ankerechappements läßt das Vorwärtsfchreiten des Zahnrads um eine halbe Zahnlänge und damit des Typenrads um ein Zeichen fowie der Kommutatorbürfte um ein Segment zu. Die Kommutatorbürfte entfendet darauf einen Stromftoß entgegengefetzter Richtung, wodurch die weitere fchrittweife Fortfchaltung des Laufwerks in der befchriebenen Weife bewirkt wird. Da das Relais des Empfangsfyftems die gleichen Stromimpulfe wie der Geber erhält, fo hat fein Typenrad während des Umlaufs die gleiche Lage gegenüber der Druckvorrichtung wie beim Geber, vorausgefetzt, daß die beiden Typenräder auch in der Ruhelage diefelbe Stellung eingenommen hatten.

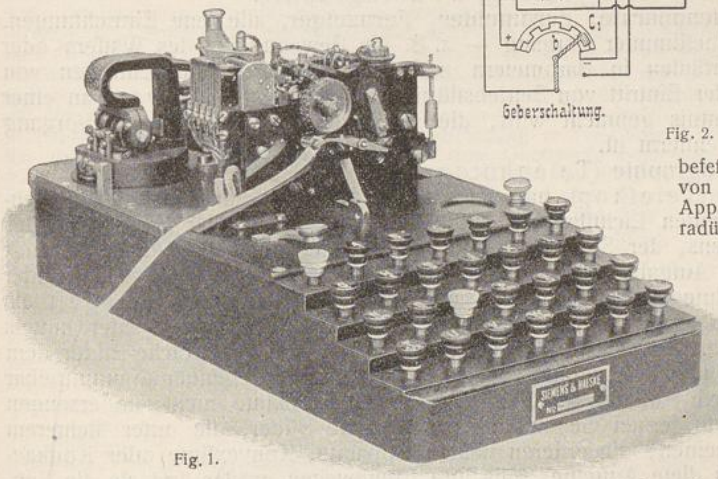
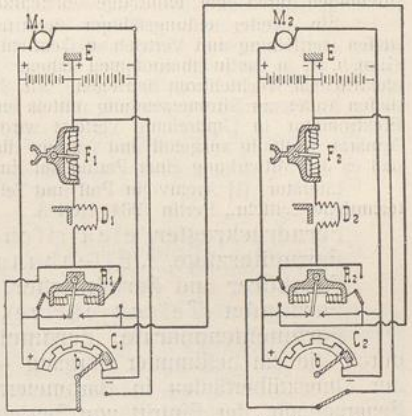


Fig. 1.



Geberfchaltung. Empfangerfchaltung.

Fig. 2.

Soll mit dem Ferndrucker telegraphiert werden, fo wird zunächft die Anfangstafte (die Buchftabentafte) gedrückt, wodurch das Laufwerk des Geber- und des Empfängerapparats aus-

gelöft und in Gang verfetzt wird. Beim Niederdrücken einer weiteren Tafte hebt deren andres Ende einen Stift aus einer Stiftbüchfe unter dem Kommutator empor. Diefer Stift hält nun einen mit der Kommutatorbürfte feft verbundenen Arm und damit diefe felbft während ihres Umlaufs auf einem beftimmten Segment an. Das Laufwerk fteht infolgedeffen ftill, und es erfolgt für die Zeit der Taftendrucks eine Stromfendung längerer Dauer über das betreffende Segment des Kommutators durch das Relais R_1, die Leitung und das Relais R_2. Diefer Strom wird in die Ortsftromkreife übertragen und betätigt hier die Druckelektromagneten D_1 und D_2, deren zu einem Druckhebel ausgebildete Anker gegen das Typenrad fchnellen und auf dem Papierftreifen das dem Taftenanfchlage entfprechende Zeichen zum Abdruck bringen. Wird die Tafte losgelaffen, fo hört der Strom auf; die Druckmagnete verlieren ihren Magnetismus, und die Druckhebel werden durch Federkraft in ihre Ruhelage zurückgeführt. Das Laufwerk kommt bei Geber und Empfänger wieder in Bewegung, und es kann nunmehr ein weiteres Zeichen gedruckt werden. Wird nicht mehr gedruckt, fo kommen beide Apparate nach einigen Umdrehungen durch eine felbfttätige Vorrichtung zur Ruhe.

Ein zweiter leiftungsfähiger elektrifcher Ferndrucker ift der Apparat von Steljes [2], deffen Herftellung und Vertrieb in Deutfchland die Deutfchen Telephonwerke, R. Stock & Co. G. m. b. H. in Berlin übernommen haben. Diefer Ferndrucker wird ausfchließlich mit magnetelektrifchem Wechfelftrom betrieben. Als Stromquelle dient ein dreilamelliger Magnetinduktor, deffen Anker zur Stromerzeugung mittels einer Handkurbel, durch Fußantrieb oder durch einen Elektromotor in Umdrehung verfetzt wird. Diefer Ferndrucker wird wie der Siemensfche Apparat felbfttätig ausgelöft und fchreibt die empfangenen Nachrichten ebenfalls nieder, ohne daß es der Mitwirkung einer Perfon am Empfangsapparate bedarf.

Literatur: [1] Archiv für Poft und Telegraphie, Berlin 1905, Heft 10 u. 11. — [2] Elektrotechnifche Zeitfchr., Berlin 1904, Heft 8. *O. Fentfch.*

Ferndruckregler, elektrifcher, f. Druckregler.

Ferngüterzüge, f. Eifenbahnverkehr III.

Fernhörer und **Fernfprecher,** f. Telephonie.

Fernlinfen (Teleobjektive), f. Photographie.

Fernmeldeapparate, Fernmelder, Fernzeiger, alle jene Einrichtungen, durch die ein beftimmter Vorgang — z. B. die Bewegungen des Waffers oder der Queckfilberfäulen in Barometern und Thermometern, das Eintreten von Feuersgefahr, der Eintritt von Betriebsftörungen an Motoren u. f. w. — an einer Stelle zur Kenntnis gebracht wird, die von jener, an der fich der Vorgang vollzieht, weit entfernt ift.

Fernphotographie (Telephotographie), f. Photographie.

Fernrohr (Telefkop), hat zunächft die Aufgabe, die von fernen Gegenftänden kommenden Lichtftrahlen fo abzulenken, daß in der Entfernung des deutlichen Sehens, der Sehweite, dem Auge Bilder der Gegenftände erzeugt werden. Diefe Aufgabe wäre erfüllbar fowohl durch Erzeugung reeller Bilder mittels Konkavfpiegels oder mittels Sammellinfe (f. Linfe und Spiegel) als auch durch Erzeugung fcheinbarer Bilder mittels Konvexfpiegels oder mittels Zerftreuungslinfe. Das Fernrohr hat aber die zweite Aufgabe, folche Bilder dem Auge unter größerem Sehwinkel zu zeigen, als ihm die Gegenftände unmittelbar erfcheinen. Diefe Aufgabe erfüllen die letzteren Apparate nicht; fie erzeugen im Gegenteil von fernen Gegenftänden fcheinbare Bilder, die unter kleinerem Sehwinkel erfcheinen; die erfteren beiden Apparate, Konvexlinfe oder Konkavfpiegel, erfüllen diefe Aufgabe, falls ihre Brennweiten größer find als die Sehweite des Auges. Die Fernrohre find daher entweder Refraktoren, dioptrifche Fernrohre, mit Sammellinfen, oder Reflektoren, katoptrifche Fernrohre, Spiegeltelefkope, mit Konkavfpiegeln. Aber auch fo wäre zur Erzeugung ftärkerer Vergrößerungen eine fehr bedeutende Rohrlänge erforderlich. Die zur $n$fachen Vergrößerung nötige Rohrlänge würde den $(n + 1)$fachen Betrag der Sehweite haben, alfo für 100fache Vergrößerung fchon gegen 30 m betragen. Man fügt daher im Fernrohr zum Objektiv, welches das reelle Bild des Gegenftandes erzeugt, noch als zweiten Hauptteil das Okular hinzu, das die Aufgabe hat, von dem durch das Objektiv entworfenen Bilde ein vergrößertes fcheinbares Bild zu entwerfen, wodurch eine erhebliche Reduktion der Rohrlänge erreicht wird unter Erhaltung eines größeren Sehfeldes. Je nachdem das Okular eine Sammellinfe bezw. ein Linfenfyftem von der Wirkung einer Sammellinfe oder eine Zerftreuungslinfe ift, unterfcheidet man zweierlei Refraktoren: das aftronomifche oder Keplerfche und das holländifche oder Galiläifche Fernrohr.

Fig. 1 zeigt die Wirkungsweife des **aftronomifchen Fernrohrs.** Das Okular A entwirft

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von einem weit entfernten Gegenſtande — wir denken uns links von A in großer Entfernung einen aufrecht ſtehenden Pfeil — ein verkleinertes Bild außerhalb ſeines Brennpunktes, bei ſehr großer Entfernung des Gegenſtandes fällt dieſer Brennpunkt F in das reelle Bildchen PQ ſelbſt hinein. Fig. 1 zeigt den Verlauf der ſogenannten Hauptſtrahlen, d. h. der durch den Mittelpunkt des Objektivs gehenden Strahlen ohne Ablenkung, ſoweit ſie die Höhe von Gegenſtand und Bild begrenzen. Das Okular B, das zwiſchen das Auge und dieſes Bildchen eingeſchaltet iſt, erzeugt als Lupe (ſ. d.) von dem reellen Bildchen ein vergrößertes ſcheinbares Bild $P'Q'$ in der Entfernung des deutlichen Sehens vom Auge. Da der durch eine Lupe betrachtete Gegenſtand PQ ſich nahe dem Brennpunkt der Lupe innerhalb Brennweite derſelben befinden muß, ſo fallen die Brennpunkte von Okular und Objektiv annähernd im ſelben Punkte F zuſammen, in deſſen nächſter Nähe das reelle Bildchen entſteht. Denkt man ſich das Auge am Orte A, ſo erkennt man, daß der in der Figur mit α bezeichnete Winkel derjenige Sehwinkel iſt, unter dem das Auge den Gegenſtand ſelbſt ſehen kann, der Winkel β aber derjenige, unter welchem es das Fernrohrbild $P'Q'$ ſieht. Der Bruch $\frac{\beta}{\alpha}$ mißt alſo die Vergrößerung. Iſt f die Brennweite des Objektivs, f' diejenige des Okulars und $PQ = 2h$, ſo iſt $\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{h}{f}$ und $\tan\frac{\beta}{2} = \frac{h}{f'}$ und daher, da α und β kleine Winkel ſind, iſt die Vergrößerung $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{f}{f'}$ alſo gleich dem Verhältnis der Brennweiten von Objektiv und Okular. Die Verbindungslinie der Mittelpunkte von Objektiv und Okular, die den Punkt F enthält, heißt die Fernrohrachſe. Am Orte des reellen Bildes PQ laſſen ſich im Rohr zwei zueinander ſenkrechte feine Spinnwebfäden anbringen, das Fadenkreuz (ſ. d.). Bei aſtronomiſchen Beobachtungen iſt dasſelbe genau in Brennweite des Objektivs. Die das Fadenkreuz tragende Blende kann mittels dreier Schräubchen ſo eingeſtellt werden, daß der Schnittpunkt der Fäden genau in die Fernrohrachſe fällt, was man daran erkennt, daß beim Drehen des Rohrs auf ſeinem Lager der Punkt des Bildes, der durch den Schnittpunkt der Fäden gedeckt wird, derſelbe bleibt, daß der Fadenſchnittpunkt kein Kreischen im Sehfelde beſchreibt. Zeigt das Fadenkreuz eine Parallaxe, d. h. ändert es mit der Stellung des Auges vor dem Okular ſeinen Ort im Geſichtsfeld, ſo fällt es nicht mit dem Bilde PQ zuſammen, es iſt der Rohrachſe entlang zu verſchieben. Derjenige Winkel α, der durch die von der Objektivmitte nach dem Okularrand gezogenen Strahlen gebildet wird, mißt das Geſichtsfeld (Sehfeld) des Fernrohrs. Denkt man ſich ein Bündel achſenparalleler Strahlen in das Objektiv eintretend, ſo wird dasſelbe ganz nach F gebrochen und dann ebenfalls annähernd achſenparallel durch das Okular wieder austreten. Das Strahlenbündel hat dann beim Austritt einen im Verhältnis $f:f'$ kleineren Durchmeſſer, müßte alſo, wenn kein Licht durch Reflexionen verloren ginge, $\left(\frac{f}{f'}\right)^2$ mal mehr Licht pro Querſchnittseinheit liefern. Im ſelben Verhältnis aber wird das auf der Netzhaut des Auges entworfene Bild vergrößert, alſo die Helligkeit des Bildes durch die Vergrößerung vermindert, ſo daß das Bild dieſelbe Helligkeit wie der Gegenſtand direkt geſehen zeigen muß, abgeſehen von den Verluſten durch Reflexion bei den Uebergängen von Glas in Luft und umgekehrt. Dieſer Verluſt beträgt z. B. bei einem achromatiſchen Objektiv etwa $^1/_4$ der ganzen Helligkeit und iſt um ſo größer, aus je mehr einzelnen Linſen ſich das Fernrohr zuſammenſetzt. Dieſes Geſetz der Helligkeit gilt, ſolange das aus dem Okular austretende Strahlenbündel einen genügenden Querſchnitt hat. Iſt aber die Oeffnung des Objektivs, d. h. deſſen Durchmeſſer, zu klein, bezw. wird ein ſehr ſtark vergrößerndes Okular angewendet, ſo wird der Querſchnitt des aus dem Okular austretenden achſenparallelen Bündels kleiner als derjenige der Pupille des Auges, die Helligkeit des Bildes zeigt ſich entſprechend vermindert. Das von Alvan Clark gefertigte Objektiv des großen Refraktors des Lick-Obſervatoriums in Kalifornien liefert Bilder, die bis 4000fache Vergrößerung geſtatten. In betreff der achromatiſchen Okulare vgl. Achromaſie.

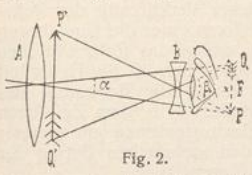


Fig. 2.

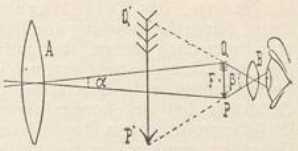


Fig. 1.

Das **Galileiſche oder holländiſche Fernrohr** wurde ſchon vor dem 1611 von Kepler erdachten aſtronomiſchen erfunden, vielleicht 1608 von Liperſhey, vielleicht ſchon früher von Zacharias Janſen, vgl. darüber [1]; es beſitzt als Okular eine Zerſtreuungslinſe B (Fig. 2), die zwiſchen das Objektiv A und den Ort des reellen Bildes PQ eingeſchaltet iſt, derart, daß dieſes Bild nicht zuſtande kommt, ſtatt deſſen das aufrechte ſcheinbare Bild $P'Q'$ erzeugt wird in Sehweite des Auges. Der Zerſtreuungsmittelpunkt des Okulars muß wenig innerhalb des Ortes von PQ liegen, fällt daher annähernd mit dem Brennpunkt F des Objektivs zuſammen. Die Vergrößerung iſt wieder gleich $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{f}{f'}$, die Rohrlänge aber nicht mehr wie beim aſtronomiſchen Fernrohr gleich $f + f'$, ſondern gleich $f - f'$. Den beiden Vorteilen der aufrechten Bilder und der Kürze des Rohrs, die dieſem Fernrohr gegenüber dem aſtronomiſchen zukommen, ſteht der Nachteil entgegen, daß es keinen Ort für Anbringung eines Fadenkreuzes bietet, alſo keine Möglichkeit, die Fernrohrachſe als genaue Sehrichtung zu benutzen; es iſt für Zwecke exakter Richtungs- und Winkelbeſtimmung unbrauchbar und wird hauptſächlich als Theaterperſpektiv verwendet und als Feldſtecher für Touriſten. Die Vorteile des Fadenkreuzes und der aufrechten Bilder vereinigt das terreſtriſche Fernrohr, aber auf Koſten der Rohrkürze und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Helligkeit, indem es zwiſchen Okular und reelles Bild eine Umkehrungslinſe einſchaltet, durch die ein zweites, jetzt aufrechtes reelles Bild erzeugt wird. Die Rohrlänge wächſt um mindeſtens den vierfachen Betrag der Brennweite der Umkehrungslinſe.

Dieſelben Vorteile vereinigt auch das Fernrohr von Porro, das Reiterfernrohr von Hofmann, das Relieffernrohr von Zeiß, aber unter erheblicher Verkürzung der Rohrlänge, durch Anwendung von Reflexionsprismen (ſ. Licht, Brechung), deren eines die Umkehrung von links nach rechts, das andre die von oben nach unten bewirkt, wobei das Rohr zwiſchen den Reflexionsprismen dreimal von den Strahlen durchlaufen wird. Auch hier iſt die Helligkeit beeinträchtigt teils durch die größere Zahl von Reflexionen, teils durch die Beengung des Objektivs bei der konſtruktiven Anordnung der einzelnen Beſtandteile. — In dem Zeißſchen Relieffernrohr, einem Doppelfernrohr für beide Augen, iſt von den Reflexionsprismen ein weiterer Gebrauch gemacht, es bewirkt eine Vergrößerung der Sehbaſis auf den mehrfachen Betrag der Augendiſtanz zur beſſeren Erkennbarkeit der Tiefendimenſionen der Gegenſtände.

Für die Reflektoren beſteht eine Schwierigkeit der Konſtruktion in dem Umſtande, daß das von dem Konkavſpiegel entworfene Bild zwiſchen Spiegel und Gegenſtand fällt. Um dasſelbe direkt zu ſehen, müßte auch das Auge mit dem Kopfe zwiſchen Gegenſtand und Spiegel gebracht werden, wodurch mit Ausnahme ſehr großer Spiegel die Bilderzeugung verhindert würde. Newton ſtellte daher in die Rohrachſe einen kleinen Spiegel unter 45° und bewirkte dadurch die Verlegung des reellen Bildes nach der Seite, wo es durch das Okular in zur Spiegelachſe ſenkrechter Richtung betrachtet wird. Gregory durchbricht den Spiegel, deſſen Mitte ja auch bei der Newtonſchen Anordnung durch das Spiegelchen verdeckt und teilweiſe unwirkſam wird, und ſtellt dem ringförmigen Spiegel ein kleines Konkavſpiegelchen entgegen, durch welches das Bild in die Oeffnung des Hauptſpiegels hinein entworfen wird, ſo daß das Okular, hinter den Hauptſpiegel verlegt, dem Auge das Bild in der Richtung des Gegenſtandes zeigt. Herſchel verwendet ſehr große, etwas ſchief geſtellte Spiegel, die das reelle Bild am Rande des Rohrs außerhalb der Rohrachſe erzeugen, ſo daß der Kopf nur einen kleinen Teil des Spiegels verdeckt; er nennt ſein Teleſkop Front view teleskope. Das Gregoryſche Teleſkop wurde durch Caſſegrain, der das Konkavſpiegelchen durch ein konvexes erſetzte, und durch Foucault, der die verſilberten Glasſpiegel einführte, verbeſſert. Heutzutage ſind die Spiegelteleſkope infolge der Fortſchritte in der Vervollkommnung der achromatiſchen Objektive durch die Refraktoren überflügelt. In betreff ihrer näheren Geſchichte und ihrer verſchiedenen Konſtruktion verweiſen wir auf [2]—[4]. Die berühmteſten Vertreter ſind das 1785—89 gebaute Rieſenteleſkop von F. W. Herſchel von 40 Fuß (12 m) Länge und 4 Fuß Spiegeldurchmeſſer, und das 1845 vom Earl of Roſſe erbaute von 55 Fuß Länge und 6 Fuß Durchmeſſer, das etwa 12000 Pfund Sterling koſtete, 200 Zentner wiegt und eine 6000fache Bildvergrößerung geſtattet.

Außer [2] iſt in betreff der Theorie und der Verwendung des Fernrohrs noch zu verweiſen auf [5]—[8], beſonders auf [9], wofelbſt ſich noch weitere Literaturangaben finden.

Literatur: [1] Heller, Geſchichte der Phyſik, Bd. 1, S. 385 ff., Stuttgart 1884. — [2] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, Bd. 1, S. 329 ff. und 338 ff., Zürich 1890. — [3] Klein, F., Geſchichte des Spiegelteleſkops, Wien 1882. — [4] Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie von Joh. Müller. 8. Aufl., Bd. 2, S. 379, Braunſchweig 1879. — [5] Matthieſſen, Grundriß der Dioptrik geſchichteter Linſenſyſteme, Leipzig 1877. — [6] Galileo Ferrari, La proprietà cardinali degli instrumenti diottrici, Turin 1877, deutſch von Lippich, Leipzig 1879. — [7] Kramer, Allgemeine Theorie der zwei- und dreiteiligen Fernrohrobjektive, Berlin 1883. — [8] Konkoly, Praktiſche Anleitung zur Anſtellung aſtronomiſcher Beobachtungen, Braunſchweig 1883. — [9] Czapski, Grundzüge und Theorie d. optiſchen Inſtrumente, 2. Aufl., S. 386—432, Breslau 1904. *A. Schmidt.*

Fernrohr, dialytiſches, ein Fernrohr mit beſonderer Linſenanordnung, deren Eigentümlichkeit darin beſteht, daß die das achromatiſche Objektivſyſtem bildenden Sammel- und Zerſtreuungslinſen nicht unmittelbar berührend aneinander gelegt, ſondern in beſtimmtem Abſtand voneinander angeordnet ſind.

Bei einem beſtimmten Verhältnis des Brechungs- und Zerſtreuungsvermögens der verwendeten optiſchen Gläſer können durch eine derartige Anordnung beſonders klare und lichtſtarke Bilder erzielt und gleichzeitig der Vorteil erreicht werden, daß der Durchmeſſer der inneren Linſe viel kleiner und das Fernrohr beträchtlich kürzer wird. Dieſe Linſenanordnung wurde von J. J. Littrow [1] auf Grund theoretiſcher Unterſuchungen über achromatiſche Syſteme gefunden; beſonders gute dialytiſche Fernrohre wurden von Simon Plößl in Wien konſtruiert. Vgl. a. Geodätiſche Inſtrumente.

Literatur: [1] Littrow, Dioptrik, Wien 1830, Kap. 8. *Reinhertz.*

Fernrohrableſung, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche.

Fernrohrdiopter, auch Linſendiopter, werden zuweilen bei kleineren Inſtrumenten (Taſchen-, Nivellierinſtrumenten, Gefällmeſſern u. ſ. w.) zur Herſtellung von Ziellinien verwendet.

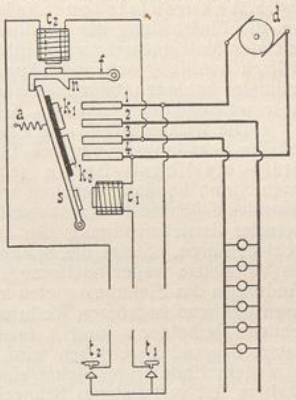
An den beiden Enden eines Rohres ſind zwei Sammellinſen von gleicher und geringer Brennweite (einige Zentimeter) angebracht und in deren gemeinſchaftlichem Brennpunkt ein Fadenkreuz befeſtigt. Damit iſt ein Zielen nach entgegengeſetzten Richtungen ermöglicht, die Vergrößerung iſt gleich 1 (Fernrohr ohne Vergrößerung) und ſelbſt bei engen Rohren die Helligkeit genügend. Wegen der geringen Brennweite iſt auch bei kleinen Zielweiten der Abſtand zwiſchen Bildebene und Brennpunkt ſehr gering, ſo daß die Fadenparallaxe unſchädlich bleibt. Die Inſtrumentchen können daher in manchen Fällen ein zweckmäßiger Erſatz für die einfachen Diopter (ſ. d.) ſein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Stampfer, Anleitung zum Nivellieren, Wien 1872, S. 16 u. 111. — [2] Bohn, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, Bd. 2, S. 7. *Reinhertz.*

Fernſchalter, Apparat zur Einſchaltung des elektriſchen Stromes aus beliebiger Entfernung von der Erzeugungs- oder Verwendungsſtelle.

Der Fernſchalter liegt im Nebenſchluß zur Hauptleitung im Maſchinenhauſe bezw. an der einzuſchaltenden Leitung, ſo daß nicht die ſtarken Drähte der letzteren, ſondern nur die ſchwachen Nebenſchlußdrähte nach der Ausſchalteſtelle geführt zu werden brauchen. Beiſtehende Figur zeigt das Schaltungsſchema eines von den Bergmann-Elektrizitätswerken, Berlin, hergeſtellten Fernſchalters. Die von der Dynamo d (oder von einer Akkumulatorenbatterie) ausgehenden Leitungen ſind zu den Klemmen 1 und 4 des Schalters geführt, während die Licht- oder Kraftleitung an den Schalterklemmen 2 und 3 liegt. Beim Niederdrücken des Taſters t_1, der in beliebiger Entfernung vom Schalter angebracht ſein kann und durch die dünnen Leitungen mit ihm verbunden iſt, gelangt der Strom in den Elektromagneten c_1, der infolgedeſſen den Schalthebel s anzieht, wobei ſeine Kontakte k_1 und k_2 die Klemmen 1 mit 2 ſowie 3 mit 4 verbinden. Der Hebel wird nach erfolgter Einſchaltung durch die Naſe n der Falle f feſtgehalten. Behufs Ausſchaltung wird der Taſter t_2 einen Augenblick niedergedrückt; es tritt dann der zweite Elektromagnet c_2 in Tätigkeit, zieht die Falle f an, wodurch Schalthebel s frei wird, ſo daß ihn die Abreißfeder a zurückziehen kann. Die zur Betätigung des Schalters erforderliche Stromſtärke iſt ſehr gering (ca. 0,1 Ampère). Es kann eine beliebige Anzahl von Taſtern an denſelben Fernſchalter angeſchloſſen werden, ſo daß z. B. eine Lampengruppe von verſchiedenen Stellen ein- und ausſchaltbar iſt.



Bei einer andern Konſtruktion ſind die Elektromagnete durch Solenoide erſetzt und an Stelle der beiden Taſter iſt ein einziger Momentdrehſchalter getreten; die Solenoide werden hierbei nach dem Ein- bezw. Ausſchalten ſofort ſtromlos.

Die Fernſchaltung eignet ſich z. B. für Straßenbeleuchtung zum Einſchalten einzelner Straßen oder Straßengruppen von der Zentrale aus; ferner für Ueberlandzentralen zur zeitweiſen Verſorgung entfernt gelegener Orte mit Licht und Kraft; ſodann zum An- und Abſtellen von Elektromotoren, die an entfernten Stellen zum Betrieb von Pumpen, Gebläſen u. dergl. dienen. *Holzt.*

Fernſchluß der Wegeſchranken, die Einrichtung zum Schließen und Oeffnen der Wegeſchranken (Barrieren) an Eiſenbahnübergängen aus größerer Entfernung, nämlich von dem durch andre Rückſichten (wichtigerer Wegübergang, Bahnhofsanfang u. ſ. w.) bedingten Standorte des nächſten Bahnwärters aus. Die Schranken ſelbſt (ſ. Wegeſchranken) können verſchiedene Anordnungen haben, werden jedoch für dieſen Zweck vorwiegend als Schlagſchranken, d. h. ſolche mit vertikaler Drehung um eine wagerechte Achſe, hergeſtellt. Die Uebertragung der Bewegung — der Fernſchluß — erfolgt in der Regel durch Drahtzüge (daher „Zugſchranke“, „Drahtzugſchranke“), die an den beiden Enden in Ketten übergehen und ſo über Rollen und — beim Wärter — über die Trommel einer Kurbelwelle geleitet werden. Ebenſo erfolgt die Uebertragung der Bewegung unter der Bahn hindurch von einer Schranke zur andern (wie auch oft bei unmittelbarer Bedienung).

Bei Hauptbahnen in Deutſchland ſollen die Fernſchlußſchranken gewiſſen Bedingungen (Bau- und Betriebsordnung 1905 §§ 18 und 46) entſprechen: ſie ſollen vom Wärterſtandorte aus überſehbar ſein, Entfernungen vom Wärter über 50 m ſind nur bei geringem Wegeverkehr des Ueberganges zuläſſig; vor dem Schließen ſoll eine Glocke hinreichend lange ertönen und zwar unabhängig vom Willen des Wärters, alſo ſelbſttätig durch die zum Schließen erforderliche Kurbeldrehung. Die Schranke ſoll von etwa eingeſchloſſenen Menſchen mit Hand zu öffnen ſein, ohne zurückzuſchlagen; trotzdem muß aber die Oeffnung der Schranke dem Wärter ſofort durch Schallwirkung unfehlbar bekannt werden und von ſeinem Standpunkte aus gleich wieder beſeitigt werden können. Um allen dieſen Forderungen zu entſprechen, iſt eine große Anzahl zum Teil recht verwickelter Ausführungen erſonnen, die nach dem Namen der Erfinder benannt werden. In verhältnismäßig einfacher Weiſe läßt ſich den Anforderungen bei Anwendung einer doppelten Drahtleitung (Draht ohne Ende) entſprechen. — Andre Kraftübertragungsmittel, wie z. B. Elektrizität, werden ſelten angewendet, weil die Menſchenkraft doch verfügbar zu ſein pflegt, anderſeits bei ſehr häufiger Benutzung — wie z. B. bei ſtädtiſchen Straßen, auf Bahnen mit lebhaftem Verkehr — die gänzliche Beſeitigung des Planüberganges oder ſeine unmittelbare Bewachung viel beſſer iſt als die beſte Bedienung des Fernſchluſſes.

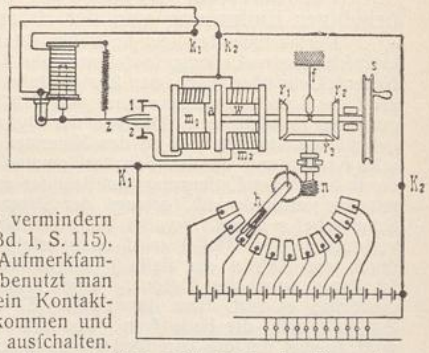
Näheres ſ. Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Wien 1890, Artikel „Abſchlußvorrichtungen“; Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Teil 5, Bd. 6; ältere Anordnungen auch in Heuſinger, Handbuch für ſpez. Eiſenbahntechnik, Leipzig 1870, Bd. 1, Kap. 10. *Goering.*

Fernſpannungsregulierung, Verfahren, mittels deſſen bei elektriſchen An-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lagen die Spannung des Stromes an der Stromabgabeſtelle auch bei ſchwankendem Stromverbrauche innerhalb der zuläſſigen Grenzen gehalten wird.

Kommt nur Maſchinenſtrom zur Verwendung, ſo kann die Regulierung durch Zu- reſp. Abſchaltung von in der Hauptſtromleitung befindlichen Ballaſtwiderſtänden oder bei einer Nebenſchlußdynamo auch durch Veränderung des Nebenſchlußwiderſtandes derſelben bewirkt werden. Iſt die Anlage gleichzeitig noch mit einer Akkumulatorenbatterie verſehen, ſo wendet man zur Regulierung des Spannungsabfalls einen Zellenſchalter an, mittels deſſen einzelne Reſerveelemente, ſogenannte Schaltzellen, zu- oder abgeſchaltet werden, um die Spannung nach Bedarf zu erhöhen oder zu vermindern (vgl. a. Akkumulatorenſchaltungsſyſteme, Bd. 1, S. 115). Um die Einſchaltung der Regulierapparate von der Aufmerkſamkeit des Maſchinenwärters unabhängig zu machen, benutzt man vielfach ſelbſttätig wirkende Apparate, die durch ein Kontaktvoltmeter bei jeder Spannungsänderung in Tätigkeit kommen und die einzelnen Widerſtände reſp. Schaltzellen ein- oder ausſchalten.



Die Wirkungsweiſe eines ſolchen automatiſchen Zellenſchalters zeigt das in der Figur dargeſtellte Schaltungsſchema des Thuryſchen Apparates, der von der Allgemeinen Elektrizitätsgeſellſchaft Berlin gebaut wird. K_1 und K_2 ſind die Klemmen der Lichtleitung, deren Strom konſtant gehalten werden ſoll; bei k_1 und k_2 befindet ſich ein im Nebenſchluſſe liegendes ſogenanntes Kontaktvoltmeter. Der durch letzteres fließende ſchwache Strom hält bei normaler Betriebsſpannung die Zunge z ſo, daß ihre Kontaktfedern die Kontaktſtifte 1 und 2 nicht berühren. Steigt die Spannung plötzlich über das normale Maß, ſo wird der Eiſenkern des Voltmeters weiter hochgezogen, die Zunge z berührt den Stift 1 und ſchaltet dadurch die Windungen des Elektromagneten m_1 ein, worauf letzterer den ſcheibenförmigen, auf einer drehbaren und verſchiebbaren Welle w ſitzenden Anker a anzieht. Die Welle trägt außerdem zwei koniſche Reibräder r_1 und r_2 ſowie eine Schnurſcheibe s, die mittels Transmiſſion oder Elektromotors dauernd angetrieben wird. Zwiſchen r_1 und r_2 befindet ſich ein drittes Reibrad r_3, das am andern Ende ſeiner Achſe eine Schnecke n trägt, die in ein mit dem Hebel h des Zellenſchalters feſt verbundenes Schneckenrad eingreift. Wird nun der Anker a vom Magneten m_1 nach links gezogen, ſo treten die Reibräder r_2 und r_3 in Berührung und es wird letzteres hierdurch ebenfalls in Drehung verſetzt, und zwar ſo lange, bis der mittels des Schneckenrades gedrehte Hebel h des Zellenſchalters ſo viel Zellen abgeſchaltet hat, daß die normale Betriebsſpannung wieder erreicht iſt. Sobald dieſer Zuſtand vorhanden, nimmt die Zunge z wieder die Mittellage ein, der Elektromagnet m_1 verliert ſeinen Magnetismus und die Ankerwelle wird durch die Blattfeder f ebenfalls wieder in die Mittellage gebracht. Sinkt die Betriebsſpannung, ſo ſchließt die Zunge über den Kontakt 2 den Magneten m_2 an und bringt die Räder r_1 und r_2 miteinander in Berührung, wodurch der Schalthebel zu entgegengeſetzter Drehung veranlaßt wird, hierbei Zellen zuſchaltet und ſomit die Spannung erhöht. Andre Syſteme findet man in [1] beſchrieben.

Ebenſo wie Zellenſchalter können auch Widerſtände automatiſch reguliert werden.

Literatur: [1] Heim, Die Einrichtung elektr. Beleuchtungsanlagen, Leipzig 1903. *Holzt.*

Fernſprechämter, Anlagen zur Verbindung der Teilnehmer an einer Stadtfernſprecheinrichtung mit andern Teilnehmern in demſelben Orte oder außerhalb. Man unterſcheidet hiernach Ortsämter und Fernämter, ferner Selbſtanſchlußämter oder automatiſche Aemter, wenn die Herſtellung der Verbindung nicht durch Beamte, ſondern auf elektromagnetiſchem Wege erfolgt. Näheres ſ. Telephonie. *O. Jentſch.*

Fernſprechautomat, ſ. Telephonie.

Fernſprecher, ſ. Telephonie und Eiſenbahnbetrieb VII., VIII.

Fernverkehr, ſ. Eiſenbahnverkehr.

Fernzündung, die Zündung von Sprengſtoffen durch Fernwirkung.

Sie beſteht darin, daß ein unter der Wirkung einer Sprengkapſel explodierender Sprengſtoff eine in der Nachbarſchaft befindliche Sprengladung zur Exploſion bringen kann, ohne daß hierbei eine unmittelbare Berührung der beiden Ladungen oder auch nur eine Uebertragung der Flammenwirkung ſtattfindet; ſie wird begünſtigt, wenn die Ladungen in Röhren untergebracht ſind. Werden in einem Bohrloche mehrere Patronen untergebracht, ſo genügt auch die Entzündung der oberſten Patrone, um die übrigen gleichzeitig zur Exploſion zu bringen. In Nordamerika hat man von der Fernzündung ausgedehnten Gebrauch gemacht, ſo namentlich bei der Sprengung der Felſenriffe in der Hafeneinfahrt von New York, wie unter Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 225, mitgeteilt wurde, wobei die in die Bohrlöcher verladenen Sprengſtoffe nicht unmittelbar, ſondern durch Vermittlung der im Stollen befeſtigten, elektriſch gezündeten Fernzünder zur Exploſion gebracht wurden. *Dolezalek.*

Ferricyankalium, ſ. Blutlaugenſalze.

Ferrifalze, ſ. v. w. Eiſenoxydſalze; ſ. Eiſen (chemiſch).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ferrochrom, ſ. Eiſenlegierungen.

Ferrocyankalium, ſ. Blutlaugenſalze.

Ferromagnetismus (Paramagnetismus), ſ. Magnetismus.

Ferromangan, ſ. Eiſenlegierungen.

Ferrometer, Inſtrument zur kolorimetriſchen Beſtimmung des Eiſengehaltes im Blut.

Ferroſalze, ſ. v. w. Eiſenoxydulſalze; ſ. Eiſen (chemiſch).

Ferroſulfat (grüner Vitriol), ſ. Eiſenvitriol.

Ferrotypie, das meiſt nur von den „amerikaniſchen Schnellphotographen" geübte Verfahren zur Herſtellung photographiſcher Bilder.

Die Aufnahme erfolgt auf ſchwarzlackiertes, mit einer Aſphaltſchicht überzogenes Eiſenblech, und zwar meiſt mittels des naſſen Kollodiumverfahrens; jodhaltiges Kollodium wird in dünner Schicht über den Aſphaltgrund ausgebreitet, ſodann in einer Silbernitratlöſung gebadet, exponiert, mit ſaurer Eiſenvitriollöſung entwickelt und mit Cyankaliumlöſung fixiert, wodurch die Farbe des Silberniederſchlages hell wird. Wendet man anſtatt des Kollodiums die lichtempfindlichere Bromſilbergelatine (auf einer Unterlage von ſchwarzlackiertem Blech) an, ſo wird dadurch eine kürzere Expoſitionszeit ermöglicht. Das Bild wird als Negativ abgegeben, erſcheint aber auf dem ſchwarzlackierten Eiſenblech in weißlicher Farbe und macht den Eindruck eines Poſitivs. Schon bald nach Erfindung der Photographie machte man ſolche Negativbilder auf ſchwarzlackierte Wachsleinwand (Pannotypien). *J. M. Eder.*

Ferrubron, Bezeichnung für aus England kommenden Eiſenglanz (Eiſenglimmer) in feinen Schüppchen von verſchieden grauer und rötlicher Färbung. Rohmaterial für Panzerſchuppenfarben. *Andés.*

Fertigwalzen, Walzen, deren Kaliber nur für je einen einzigen Querſchnitt beſtimmt ſind (ſ. Walzwerk).

Feſſelballon, ein mit der Erde durch ein Tau oder Kabel verbundener Luftballon zu militäriſchen, wiſſenſchaftlichen oder Vergnügungszwecken.

Bei ſehr windigem Wetter iſt ein kugelförmiger Feſſelballon nicht verwendbar, ſondern nur ein Drachenballon (ſ. d.), doch kann man ihn für Beobachtungszwecke bei Briſen von 8 m pro Sekunde noch mit Erfolg benutzen. Von einem Freiballon iſt er durch folgende beſondere Einrichtungen unterſchieden: 1. die Feſſelung, 2. die Aufhängung des Korbes bezw. der Inſtrumente, 3. die Winde zum Auflaſſen und Einholen. Die Feſſelung erfolgt meiſt an einem Punkte, der in der Senkrechten unterhalb des Ballons liegt. Die Aufhängung des Korbes wird möglichſt unabhängig von der Feſſelung derart gemacht, daß er ſtets ſenkrecht hängt und wohl ein Pendeln, nicht aber ein Drehen desſelben eintreten kann. In letzterer Beziehung iſt ſie nicht unabhängig von der Feſſelung; man hat daher darauf Bedacht zu nehmen, daß ſchon ein Drehen des Ballons durch die Laune des Windes möglichſt verhindert werde und daß die nachgebende Bewegung möglichſt nur zwei Pendelungen in einer Vertikalebene enthalte, nämlich das Pendeln des Aeroſtaten um ſeinen Feſſelpunkt und das Pendeln des Korbes um ſeine Aufhängung. Man erreicht dieſes Ziel durch Einfügung von Raaen in die Feſſelung, durch Aufhängung an einem elliptiſchen Ringe oder an den zwei Endpunkten einer Raae, ſowie endlich dadurch, daß man dem ganzen Syſtem in ſich durch diagonale Verbindungen eine hinreichende Starrheit gibt. Kupplungen und Aufhängungen dieſer Art ſind die von Yon (Fig. 1) und Renard (Fig. 2). Feſſelballons, die zu Vergnügungszwecken in letzten Jahren auf Ausſtellungen beinahe unentbehrlich geworden ſind, haben bisher nur ſehr primitive Feſſelungen und Aufhängungen beſeſſen, die wohlfeiler herzuſtellen waren, dafür aber nur bei günſtigem Wetter einen für den Auffahrenden einigermaßen angenehmen Aufenthalt bieten, was mit dem Zweck dieſes Feſſelballons wohl in Einklang zu bringen iſt. Die Winde für den Feſſelballon iſt je nach deſſen Verwendungszweck eine feſtſtehende oder fahrende und man unterſcheidet Hand- und Dampfwinden. Die Kabel beſtehen entweder aus Hanf oder aus Stahldraht. Bei militäriſchen Ballons ſind ſie gewöhnlich mit Telephonleitung verſehen. Die beſonderen Eigentümlichkeiten dieſer Windenkonſtruktionen beſtehen 1. in einer nach allen Seiten ſich leicht bewegenden feſten Rolle; 2. in einer trotz des ungleichmäßigen Zuges des Kabels ordnungsmäßig aufwickelnden Windevorrichtung; 3. in einem Syſtem allmählich wirkender Bremſen. Eine weitverbreitete Konſtruktion, die von Yon in Paris, iſt in Fig. 3 und 3a abgebildet [2]. — Feſſelballons wurden zuerſt von den Franzoſen in der Schlacht bei Fleurus am 26. Juni 1792 gebraucht. Später wurden ſie im nordamerikaniſchen Bürgerkriege 1862/63, im Kriege der Tripelallianz gegen Paraguay 1866/67, im deutſch-franzöſiſchen Kriege ſowie neuerdings bei den verſchiedenen Kriegszügen der Engländer, Italiener, Franzoſen und Holländer in den Kolonien ſowie im ruſſiſch-japaniſchen Kriege verwendet [3]. Für Ausſtellungen konſtruierte Henry Giffard den erſten Feſſelballon mit 5000 cbm Inhalt für die Pariſer Weltausſtellung 1867, und unübertroffen iſt noch heute der bei gleicher Gelegenheit 1878 von ihm erbaute Ballon captif von 25000 cbm Inhalt, der 30—40 Perſonen gleichzeitig hochnahm.

Literatur: [1] Moedebeck, Handbuch der Luftſchiffahrt, Leipzig 1886. — [2] Yon, Gabriel, Ingénieur-aéronaute, et Surcouff, Edouard, Ingénieur-aéronaute, Aérostats et Aérostation militaire à l'Exposition universelle de 1889, Paris 1893. — [3] Béthuis, G., Les aérostiers militaires, Paris 1889. — [4] Tiſſandier, G., Le grand ballon captif à vapeur de M. Henry Giffard, Paris 1878. — [5] Miret, Rapport sur l'exposition universelle de 1878, Aérostation, Paris 1879. — [6] Popper, Joſef, Flug-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

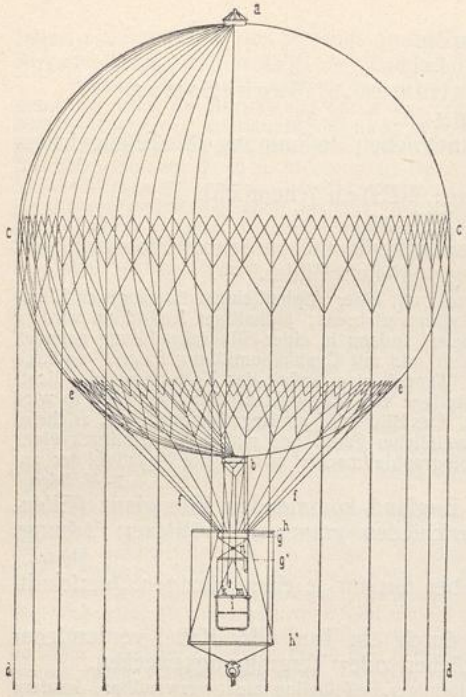


Fig. 1. Feſſelballon, Syſtem Yon.

technik, Berlin 1889. — [7] Zeitſchr. f. Luftſchiffahrt, Berlin 1882—96. — [8] de Graffigny, Traité d'aérostation théoretique et pratique, Paris 1891. — [9] Hoernes, H., Ueber Feſſelballonſtationen und deren Erſatz im Land- und Seekriege, Wien 1892. — [10] Revue de l'aéronautique, Paris 1888—91. — [11] Moedebeck, Taſchenbuch für Flugtechniker und Luftſchiffer, Berlin 1904.

Moedebeck.

Feſſelſchraube, Kaptivſchraube, ein Schraubenflieger (ſ. d.), der gefeſſelt gedacht iſt und ſeine Triebkraft durch eine am Erdboden bleibende Kraftquelle empfangen ſoll. — Kreß in Wien machte einen Verſuch mit einem größeren Modell im Jahre 1895 zwecks Verwendung der Feſſelſchraube als Erſatz für den militäriſchen Feſſelballon.

Literatur: Vgl. Zeitſchr. für Luftſchiffahrt, 19. Jahrgang, 1900, S. 125; Kreß, W., Aviatik, Wien 1904.

Moedebeck.

Zu Fig. 1: *a* Oberes, *b* unteres Ventil. *c* Haltenetz. *d* Halteleinen. *e* Gänſefüße. *f* Auslaufleinen. *g* Oberer, *g'* unterer Ring. *h* Obere, *h'* untere Stange. *i* Korb. *k* Leine des oberen, *l* Leine des unteren Ventils. *m* Befeſtigungsleine des unteren Ventils. *n* Füllſchlauch.

Zu Fig. 3: *A* Dampfkeſſel. *B* Zweizylindriger Dampfmotor mit Luftbremſe. *C* Zugrolle zum Spannen des Kabels. *D* Kabeltrommel. *E* Hin und her bewegliches Rollenſyſtem zur automatiſchen Aufwicklung des Kabels. *F* Sicherheitsbremſe. *G* Rolle.

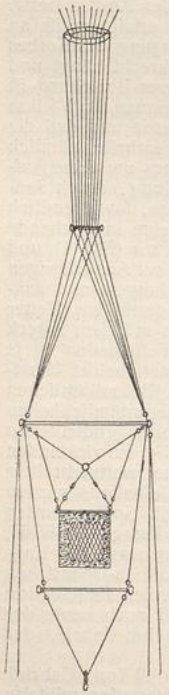


Fig. 2. Aufhängung des Feſſelballons der franzöſiſchen Armee (Schema).

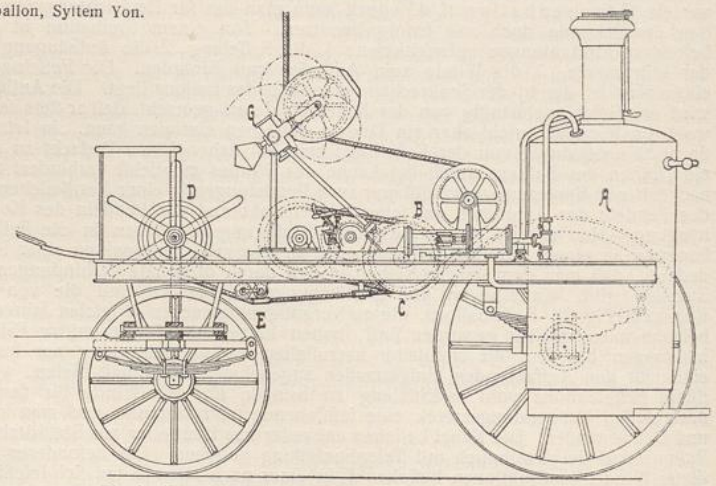


Fig. 3. Dampfwinde für Feſſelballons, Syſtem Yon (Seitenanſicht).

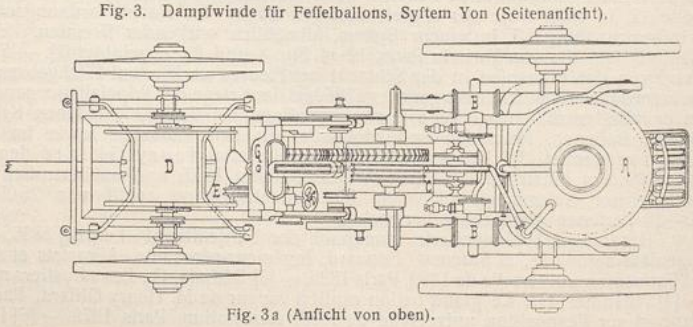


Fig. 3a (Anſicht von oben).

Feſte Gerüſte, ſ. Baugerüſt.

Feſtes Feuer zeigt ein einfarbiges Licht von gleichmäßiger Lichtſtärke (Fig. 1). Eine beſondere Abart ſind die feſten Feuer mit Blinken, bei welchen von dem ſtändigen Licht in gleichlangen Zeitabſchnitten von wenigſtens 5 Sekunden Dauer lichtſtärkere Blinke aufleuchten, die auch eine von dem feſten Feuer verſchiedene Farbe bezw. Farben haben können (Fig. 2). S. a. Leuchtfeuer.



Fig. 1.



Fig. 2.

Literatur: Verzeichnis d. Leuchtfeuer aller Meere, herausg. vom Reichsmarineamt. *von Nießen.*

Feſtes Lot, ſ. Ableteinſtrumente und Stative.

Feſtigkeit heißt der Widerſtand der Körper gegen Trennung ihrer Teile (ſ. Bruch) oder ſonſtige Aufhebung der Kohäſion. Dieſe Wirkung kann auf verſchiedene Art erreicht werden, wonach man verſchiedene Arten der Feſtigkeit unterſcheidet. Da aber die zur Trennung erforderlichen Kräfte auch von den Dimenſionen der Körper abhängen, ſo pflegt man die Feſtigkeit auf die Flächeneinheit der beanſpruchten Flächen zu beziehen, und zwar im allgemeinen auf die Einheit ihres anfänglichen Inhaltes F. Den theoretiſch einfachſten Fall der Beanſpruchung hat man, wenn ein prismatiſcher Stab lediglich durch eine gleichmäßig auf ſeinen Querſchnitt verteilte Kraft Z parallel der Stabachſe gezogen wird (womit die reſultierende Zugkraft Z in der Achſe wirkt). Die Beanſpruchung $z = Z : F$ pro Flächeneinheit des anfänglichen Querſchnitts F bei Eintritt des Bruchs in dieſem Falle heißt Zugfeſtigkeit (ſ. d. und Dehnung, Zugelaſtizität), früher wurde ſie auch abſolute Feſtigkeit genannt. Für die Feſtigkeit bei Einwirkung von äußeren Kräften ſenkrecht zur Stabachſe, durch welche Formänderungen der Stabachſe entſtehen, iſt jetzt allgemein der Name Biegungsfeſtigkeit gebräuchlich (ſ. d. und Biegung, Biegungselaſtizität), früher wurde ſie meiſt als relative Feſtigkeit bezeichnet. Tritt bei dem betrachteten Stabe an Stelle der auf den Querſchnitt gleichmäßig verteilten Zugkraft Z in der Achſe eine ebenſolche Druckkraft D, dann heißt die größte erreichbare Beanſpruchung pro Flächeneinheit Querſchnitt $d = D : F$ die Druckfeſtigkeit (ſ. d. und Druck, Druckelaſtizität), früher nannte man ſie häufig rückwirkende Feſtigkeit. Eine gleichmäßige Verteilung der Zugkraft Z oder Druckkraft D auf den Querſchnitt iſt jedoch nicht vollkommen erreichbar, ſchon weil das Material nie vollſtändig homogen iſt. Es werden alſo im allgemeinen auch ungleichmäßige Formänderungen entſtehen, welche bei gedrückten Stäben in Betracht kommende Ausbiegungen erzeugen können. Da hiermit zu den Beanſpruchungen durch Druck noch gewiſſe Biegungsſpannungen treten (ſ. Biegung), ſo wird der Stab eine geringere Druckkraft K aushalten und alſo auch die mittlere Beanſpruchung pro Flächeneinheit bei Ueberwindung der Kohäſion, die Knickfeſtigkeit $k = K : F$, kleiner als die Feſtigkeit d gegen reinen Druck ſein (ſ. Knickfeſtigkeit). Wird die äußere Druckkraft von vornherein außerhalb der Stabachſe angebracht, ſo treten noch ungünſtigere Verhältniſſe ein (ſ. Druck, exzentriſcher, vgl. Zug, exzentriſcher). Findet die Trennung der zwei Flächen, welche in einem Stabquerſchnitt (oder einem ſonſtigen Schnitt durch einen Körper) zuſammenhängen, lediglich durch zwei einander entgegengeſetzt gerichtete Kräfte S längs dieſer Flächen F ſtatt, dann wird der größte erreichbare Widerſtand pro Flächeneinheit $s = S : F$, die Scherfeſtigkeit oder Schubfeſtigkeit (ſ. d. und Abſcherung, Schubelaſtizität) für dieſen Fall genannt. Auch durch Drehung eines Stabquerſchnitts um die Stabachſe bei Feſthaltung eines andern Stabquerſchnitts kann die Aufhebung der Kohäſion bewirkt werden, die entſprechende Feſtigkeit wird als Drehungsfeſtigkeit oder Torſionsfeſtigkeit bezeichnet (ſ. d. und Torſionselaſtizität). — Im vorſtehenden ſind nur die einfachſten praktiſch vorkommenden Trennungsarten erwähnt; es können ſelbſtverſtändlich Kombinationen der betreffenden Einwirkungen ſtattfinden. Da nicht alle Fälle auf Grund von beſonderen Verſuchen oder unmittelbar nach den Ergebniſſen für andre Fälle beurteilt werden können, ſo hat man auf theoretiſchem Wege Grenzbedingungen für die Spannungen in Körpern unter beliebigen Einwirkungen aufzuſtellen geſucht (ſ. Feſtigkeitsbedingung). Hierbei konnte es ſich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zunächst nur um Notbehelfe handeln, da die fraglichen Ableitungen von Beziehungen der Elastizitätslehre ausgehen müssen, welche nur unterhalb der Proportionalitätsgrenze (s. Elastizitätsgrenze) Gültigkeit beanspruchen. Für eine theoretische Verfolgung der Verhältnisse bis zum Bruche fehlen bis jetzt die nötigen allgemeinen Grundlagen (vgl. Elastizitäts- und Festigkeitslehre).

Die Festigkeitsverhältnisse der Konstruktionsmaterialien sind oft wesentlich von kleinen Aenderungen ihrer Zusammensetzung abhängig. Eisen z. B. erlangt überhaupt erst durch den Kohlenstoff diejenigen Eigenschaften, die es technisch brauchbar machen; aber je nach der Verwendungsart und andern Umständen können verschiedene Mengen desselben am Platze sein (vgl. Eisen und die Tabellen über Ternitzer Bessemerstahl unter Zugelastizität, Druckelastizität, Biegungselastizität, Torsionselastizität), während für Baukonstruktionen ein möglichst geringer Phosphorgehalt unerläßlich ist. Dem Einfluß der Form der Probestücke auf die Versuchsresultate (vgl. Proportionale Widerstände) wird dadurch Rechnung getragen, daß man die Versuche unter möglichst gleichen, vereinbarten Verhältnissen anstellt. Bei Verwendung der Resultate sind demgemäß alle ungünstigen Abweichungen von jenen Verhältnissen in Betracht zu ziehen (vgl. Dimensionenberechnung, Zulässige Beanspruchung). Auch bei nur teilweise beanspruchtem Stabquerschnitt ergeben sich andre Festigkeiten als bei voll beanspruchtem Querschnitt (vgl. Druckfestigkeit, Festigkeitsbedingung, Auflager). Daß die Festigkeiten von Eisen senkrecht zur Walzrichtung, von Holz senkrecht zur Faserrichtung, von Bruchstein senkrecht zum Lager andre sein werden als die entsprechenden Festigkeiten in den genannten Richtungen selbst, ist ohne weiteres einleuchtend (vgl. z. B. Schubfestigkeit, Druckfestigkeit); aber auch abgesehen davon ist stets die mangelnde Homogenität und Isotropie im Auge zu behalten (s. über diese Begriffe Elastizität). Da die Festigkeit jedenfalls von der Einwirkung der Körperteilchen aufeinander herrührt, so läßt sich erwarten, daß Gruppierungsänderungen derselben einen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften ausüben können, was denn auch beim Hämmern, Walzen, Strecken, Härten, Ausglühen u. s. w. beobachtet wird. Durch genügend hohe Temperaturen kann bei Metallen die Kohäsion überhaupt aufgehoben werden (Schmelzen), und schon vorher zeigen einzelne Metalle vorübergehend ungünstige Zustandsänderungen (Blauwärme), während z. B. für Eisen Temperaturen bis etwa 200° nach den bisherigen Erfahrungen keinen ungünstigen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften ausüben und auch ein ungünstiger Einfluß der atmosphärischen niedrigen Temperaturen bei Fernhaltung von Phosphor nicht festgestellt erscheint. Bei Ermittlung der obenerwähnten Festigkeiten werden die Belastungen im allgemeinen ruhend oder ganz allmählich anwachsend angenommen, da die Geschwindigkeit des Anwachsens für die Ergebnisse nicht gleichgültig ist. Ueber den Einfluß der Dauer der Beanspruchungen s. Elastische Nachwirkung. Daß zur Erzeugung gewisser Spannungen bei stoßweiser Einwirkung der äußeren Kräfte geringere Werte der letzteren erforderlich sind als bei ruhender Einwirkung, ergibt die Elastizitätslehre. Durch Versuche von Fairbairn, Wöhler, Spangenberg, Bauschinger) ist jedoch festgestellt, daß auch kleinere Anstrengungen als die gewöhnlichen Festigkeiten den Bruch herbeiführen können, wenn sie oft genug wiederholt werden (s. Arbeitsfestigkeit, Dauerversuche). Werden solche Fälle mit in Betracht gezogen, dann pflegt man die Festigkeiten gegen ruhende Belastung Tragfestigkeit für Zug, Druck u. s. w. zu nennen, während für den allgemeinen Begriff der Festigkeit die Bezeichnung Arbeitsfestigkeit gebräuchlich ist, welche als spezielle Fälle auch die Ursprungsfestigkeit und Schwingungsfestigkeit umfaßt. (Näheres s. Arbeitsfestigkeit, Dauerversuche, Elastizitätsgrenze, ursprüngliche und natürliche, zulässige Beanspruchung). Die umfassende Literatur über Festigkeit ist zum Teil unter Elastizitäts- und Festigkeitslehre und den obenerwähnten spezielleren Stichworten gegeben. *Weyrauch.*

Festigkeit der Schiffe. Der Rumpf eines Schiffes muß genügende Festigkeit mit möglichster Leichtigkeit vereinigen, da unnötiges Mehrgewicht die Tragfähigkeit und damit den Wert des Schiffes beeinträchtigt. Die auf Lockerung des Verbandes wirkenden Kräfte sind so weit zu ermitteln, um die Verbandstärke nach wissenschaftlichen Grundsätzen annähernd richtig bestimmen und nach vorhandenen Beispielen Vergleiche ziehen zu können. Die Beanspruchungen werden verschieden, je nachdem das Schiff im ruhigen Wasser schwimmt oder im Seegang auf sich fortwälzenden Wellen bewegt wird, wobei noch die stampfenden und rollenden Bewegungen berücksichtigt werden müssen. Ferner treten Beanspruchungen des Schiffsrumpfes auch durch den treibenden Motor, bei Grundberührungen und beim Docken der Schiffe ein, die gleichfalls bei Konstruktion des Rumpfes berücksichtigt werden müssen. Hiernach können Hauptspannungen auftreten, veranlaßt durch Kräfte, die ein Biegungsmoment längsschiffs verursachen; Kräfte, die bestrebt sind, die Querschiffsform des Schiffes zu ändern; Kräfte, die durch die Treibmittel — Wind oder Dampf — verursacht werden; Kräfte, die auf einzelne Teile wirken und daher örtliche Schäden oder Formänderungen anstreben. Die Beanspruchung in der Längsrichtung ist namentlich bei Schiffen von großer Länge die wichtigste, und daher ist die Festigkeitsberechnung meist auf Ermittlung des größten Biegungsmomentes in der Längsrichtung und der Widerstandsmomente des fraglichen Querschnittes beschränkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Biegungsmomente längsfchiffs treten fowohl im ruhigen Waffer als auch vor allem im Seegang auf. Obwohl jedes Schiff fo viel an Waffer verdrängt, als fein eignes Gewicht beträgt, fo ift doch Gewicht und Auftrieb auf die Länge des Schiffes nicht gleichmäßig verteilt, da einesteils die Schiffsform der Länge nach verfchiedene Auftriebe bedingt, anderenteils die Gewichte von Schiffskörper, Maſchinenanlage und Zuladung ungleichmäßig verteilt ſind (ſ. Fig. 1).

Befindet ſich nun ein Schiff auf der unebenen See, ſo nimmt deſſen eingetauchter Teil beim Fortſchreiten der Wellen beſtändig neue Geſtalten an, die einen ſteten Wechſel der Auftriebkräfte verurſachen, je nach der Form der Welle und ihrer Lage zum Schiff. Den Berechnungen legt man meiſt eine Welle, deren Länge gleich der Schiffslänge und deren Höhe gleich $^1/_{20}$ der Wellenlänge iſt, zugrunde. Wellen von größerer oder geringerer Länge als die Schiffslänge wirken günſtiger auf den Schiffsverband. Von den Wellenlagen zum Schiff ſind für die Ermittlung des Maximalbiegungsmomentes die beiden extremſten von Bedeutung. Schwimmt das Schiff auf dem Kamm einer Welle, ſo tritt das Beſtreben auf, das Schiff in der Mitte aufzubuchten, es entſteht ein Aufbuchtungs-(Hogging-)moment. Schwebt das Schiff über einem Wellental und werden die Schiffsenden von zwei Wellenkämmen getragen, ſo neigt der Schiffskörper dazu, in der Mitte durchzuſacken; es entſteht ein Durchſackungs-(Sagging-)moment. Die Fälle, bei denen der Schiffskörper durch Grundberührung beſonderen Biegungsmomenten unterworfen iſt, kommen weniger für die Feſtigkeitsberechnung auf Biegung in Betracht, da in dieſen Fällen ſtets die lokale Inanſpruchnahme ſo groß iſt, daß Beſchädigungen an den Aufſitzſtellen ſtattfinden werden. Die Biegungsmomente ermittelt man am beſten graphiſch mit Hilfe der Gewichtskurve, welche die einzelnen Belaſtungen des Schiffes mit Zuladung auf die Schiffslänge verteilt angibt, und der Deplacementskurve, welche die entſprechenden Auftriebe kennzeichnet und verſchiedene Formen annimmt, je nachdem das Schiff im ruhigen Waſſer, auf dem Wellenberg oder auf dem Wellental ſchwimmt (Fig. 1). Aus beiden Kurven ergibt ſich dann nach den einzelnen Gewichts- bezw. Deplacementsüberſchüſſen die Belaſtungskurve und aus dieſer durch Integration die Kurve der Vertikalkräfte und durch nochmalige Integration die der Biegungsmomente (ſ. Fig. 2 und [1], [6], [9]—[11]). Für Kriegsſchiffe iſt die Gewichtskurve genau zu ermitteln, da Gewicht und Schwerpunktslage von Schiffskörper nebſt Panzer, von der Armierung, von Maſchine, Keſſel und Ausrüſtung feſtſteht [6], [9]. Bei den Handelsſchiffen iſt jedoch die Belaſtung eine ſchwankende, und man wählt für die Feſtigkeitsberechnung entſprechend der Größe der Laderäume eine homogene Ladung [1], [5]. Da die genaue Berechnung des Maximalbiegungsmomentes aus der Deplacements- und Gewichtskurve nur nach Fertigſtellung der Schiffspläne möglich und außerdem ſehr zeitraubend iſt, ſo hat man für Entwürfe und für Schiffe ähnlicher Formen ein überſchlägliches Verfahren eingeführt, bei dem das Maximalbiegungsmoment M im Verhältnis zum Deplacement D mal Schiffslänge L geſetzt wird. Es iſt dann $M = D\,L : K$. Der Wert von K ſchwankt bei Handelsſchiffen zwiſchen 22 und 42, und zwar bei Schiffen mit leeren Kohlenbunkern zwiſchen 22 und 33, bei Schiffen mit vollen Bunkern zwiſchen 31 und 42 bei homogener Ladung, und zwar für das Aufbuchtungsmoment, das für dieſe Schiffe ſtets das Maximalbiegungsmoment iſt [1], [5]. Bei Kriegsſchiffen, und zwar bei Zitadellſchiffen und Panzerſchiffen mit zentraler Batterie, ſowie bei Torpedofahrzeugen, ferner bei Raddampfern iſt das Maximalbiegungsmoment ein Durchſackungsmoment, und K ſchwankt dann zwiſchen 23 und 65; bei Gürtelpanzerſchiffen mit Panzertürmen, bei Panzerkreuzern, Panzerdeckſchiffen und Aviſos iſt das Aufbuchtungsmoment das größere, und K iſt dann 22—40 [1].

Der gefährliche Querſchnitt des Schiffsrumpfes mit Bezug auf die Biegungsbeanſpruchung liegt gewöhnlich in der Nähe der Schiffsmitte und geht durch die Nietreihe eines Spantes und Deckbalkens. Die Größe des Widerſtandsmomentes hängt ſowohl von der Lage der neutralen Achſe

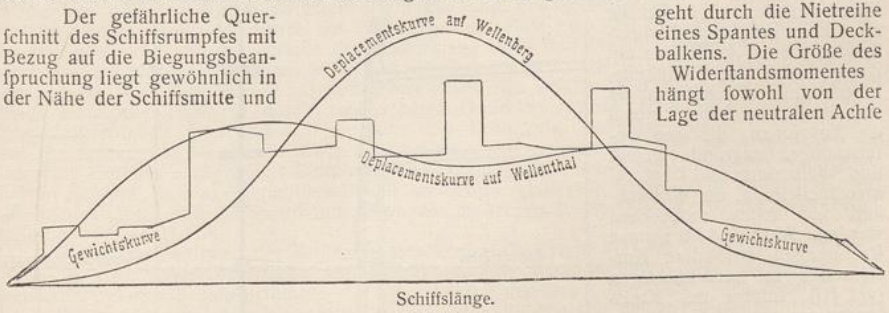


Fig. 1.

als auch von den Trägheitsmomenten aller zum Längsverbande beitragenden Schiffsteile, bezogen auf die neutrale Achſe, ab. Die günſtigſte Lage der neutralen Achſe iſt auf etwa $^3/_8$ der Raumtiefe vom Kiel aus. Die Berechnung des Trägheitsmomentes des Schiffsquerſchnittes J, bezogen auf die neutrale Achſe, ergibt ſich nach der Formel $J = i_1 + i_2 + i_3 \ldots + f_1 a_1^2 + f_2 a_2^2 + f_3 a_3^2 \ldots$, worin $i_1\, i_2\, i_3 \ldots$ die Trägheitsmomente der Querſchnitte der einzelnen Längsverbände um ihre Schwerpunktsachſe, $f_1\, f_2\, f_3$ die Querſchnittsflächen und $a_1\, a_2\, a_3 \ldots$ die Entfernung ihres Schwerpunktes von der neutralen Achſe bezeichnen. Zu den Längsverbänden ſind zu rechnen Außenhaut, Mittel- und Seitenkiele, Doppelboden, Längsſchotte, Deckſtringer und ſtählerne Decks. Letztere können aus Mangel an Steifigkeit unter ſich jedoch nur eine geringe Druckſpannung vertragen (nach John 5—8 kg pro Quadratmillimeter bei 5—8 mm dicken Blechen) und werden daher bisweilen nicht berückſichtigt, da ſie bei Druckbeanſpruchung leicht durchbeulen. Nur gekrümmte Decks, Panzerdecks ſowie ſtählerne Decks mit Holzbelag bilden einen ſicheren Verbandsteil [5], [11]. Bisweilen konſtruiert man aus den Längsverbänden des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gefährlichen Querschnittes einen äquivalenten Träger von gleicher Höhe wie der Schiffsrumpf und kann dann das Trägheitsmoment mit Hilfe des Integrators bestimmen. Bestehen die Verbandsteile aus verschiedenen Materialien, so werden die Querschnitte im Verhältnis der Festigkeit der einzelnen Materialien mit Bezug auf Eisen oder Stahl reduziert. Holz für Decks- und Außenhautbeplankung bringt man mit $^1/_{16}$—$^1/_{25}$ des Querschnittes als Eisen oder Stahl in Anrechnung [11]. Die größte Spannung ergibt sich dann aus $S = M \frac{a_1}{J}$ bezw. $S = M \frac{a_2}{J}$ und sie tritt entweder im Boden oder im Oberdeck, je nach Lage der neutralen Achse, auf. Für Schiffsteile, die auf Zug beansprucht werden, ist ein Zuschlag von 20%, für solche auf Druck ein Zuschlag von 5% zu der berechneten Spannung für Schwächungen durch Nietungen zu machen [5]. Nach diesen Berechnungen ergeben sich Beanspruchungen, die im allgemeinen 10 bis 12 kg pro Quadratmillimeter nicht übersteigen [2], [6], [9], [10]. Bei Schiffen von außerordentlicher Länge (schnellen Kreuzern und Schnelldampfern) ergeben die Hauptspannungen Werte von 15—20 kg pro Quadratmillimeter. Nach Johns nimmt die zulässige Maximalspannung für die obere Gurtung des Schiffsquerschnitts mit der Größe des Schiffes zu, sie wächst für Schiffe von 100 Reg.-Tonnen mit 2,5 kg/qmm auf 12,5 kg/qmm für Schiffe von 3000 Reg.-Tonnen [11].

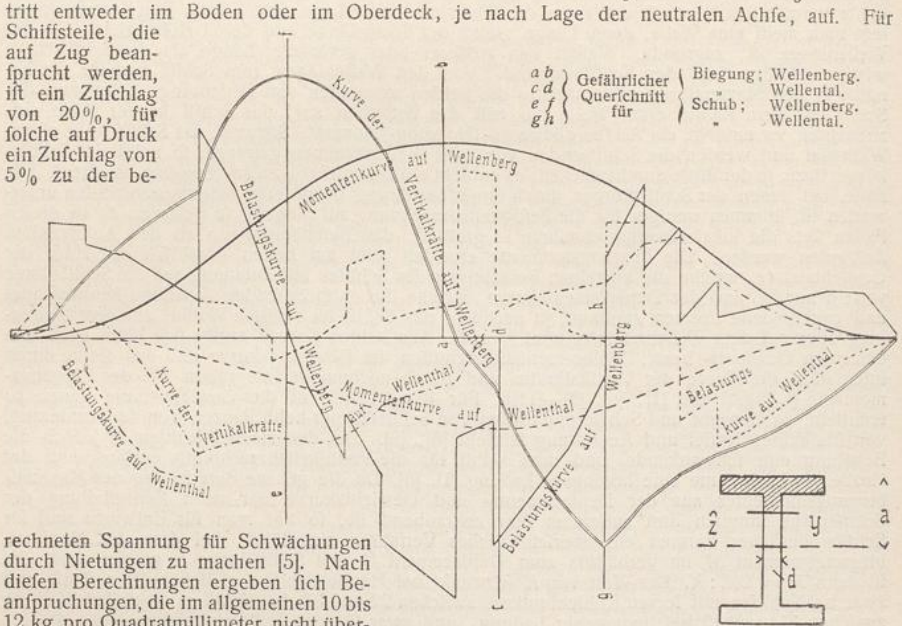


Fig. 2.

Fig. 4.

Wenn trotzdem diese Schiffe allen Beanspruchungen widerstanden haben, so ist dies ein Beweis, daß die Festigkeitsberechnung der Schiffe nur als Anhalt dienen kann, zumal die Annahmen, die den Berechnungen zugrunde gelegt sind, Wellenform und Deplacementsverteilung, der Wirklichkeit nur selten entsprechen werden. Auch sind für genaue Rechnungen besondere Korrektionen zu berücksichtigen (vgl. [1]). Infolge der Kreisbewegung der Wasserteile in der Welle wird der Flüssigkeitsdruck im Wellenberg ein geringerer sein als im Wellental. Der Auftrieb der in den Wellenberg tauchenden Schiffsteile wird daher kleiner sein, als die Rechnung ergibt, und derjenige im Wellental entsprechend größer. Auf dem Wellenberg schwimmend wird daher der Auftrieb mittschiffs in Wirklichkeit kleiner, an den Enden größer sein, als die Rechnung nach der Wellenform ergibt, während über einem Wellental liegend der Auftrieb an den Enden kleiner und mittschiffs größer wird, so daß sowohl das Durchsackungs- als auch das Aufbuchtungsmoment sich in Wirklichkeit günstiger gestalten werden. Diese Korrektur hat nach Rechnungen für ein Schiff mit scharfen Enden ergeben, daß das Aufbuchtungsmoment nur mit 77%, das Durchsackungsmoment mit 55% in Rechnung zu ziehen ist [1].

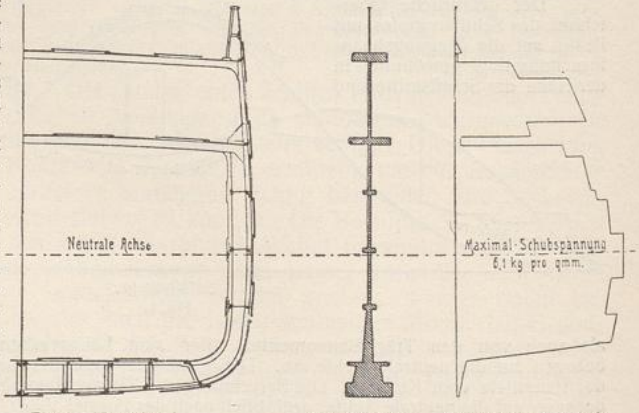


Fig. 3. Hauptspant. Aequivalenter Träger. Diagramm der Schubspannungen.

Die Biegungsmomente werden ferner beeinflußt durch die vertikalen Oszillationen des Schiffes auf der Welle, und die Abnahme des Aufbuchtungsmomentes iſt bei einem Beiſpiel zu 7 %, die Zunahme des Durchſackungsmomentes zu 20 % berechnet worden [1], [12]. Die Wirkungen des Stampfens und Setzens auf die Beanſpruchung des Schiffsrumpfes laſſen ſich rechneriſch nicht berückſichtigen; ein Schiff mit ſanften Bewegungen wird im allgemeinen weniger beanſprucht werden als ein ſolches mit heftigen Bewegungen. Die Wirkungen hängen von der Stampfperiode ab, die ſich nach der Art der Gewichtsverteilung richtet. Sind die Gewichte längsſchiffs ſo verteilt, daß die Trägheitsmomente von Vor- und Hinterſchiff um das Hauptſpant gleich ſind, ſo findet eine Beeinfluſſung der Biegungsmomente nicht ſtatt [1]. Die Rollbewegungen beeinfluſſen das Biegungsmoment inſofern, als durch die Neigung des Schiffes die Deplacementsverteilung ſich ändert. Auch tritt durch die Drehung der neutralen Achſe eine Aenderung des Trägheitsmoments des Schiffsquerſchnitts ein. Sie treten jedoch nur auf bei Lage des Schiffes querſees, bei welcher Lage die Biegungsbeanſpruchungen an ſich ſehr gering ſind.

Neben den Zug- und Druckſpannungen an den Gurten des äquivalenten Trägers können bisweilen die Schubſpannungen in der Nähe der neutralen Achſe eine beachtenswerte Größe erreichen. Dieſelben wurden zuerſt bei Holz- und Kompoſitſchiffen beobachtet, bei denen die Außenhaut aus einzelnen ſchmalen, miteinander nur durch die Spanten verbundenen Planken beſteht. Man verwendet daher bei größeren Holzſchiffen Diagonalplanken oder Diagonalbänder, um dieſe Schubſpannungen aufzunehmen. Bei hölzernen Dampfjachten und Dampfbooten iſt dieſes Syſtem dahin erweitert, daß man die einzelnen Plankenlagen der Außenhaut, bei zwei Lagen die innere, bei drei Lagen die beiden inneren, in diagonaler Richtung anordnet (ſ. Bootsbau [1]). Doch auch bei den eiſernen bezw. ſtählernen Schiffen ſind infolge der Schubſpannungen im beſonderen bei den Verbindungen der Außenhautplatten in der Nähe der neutralen Achſe Lockerungen des Verbandes entſtanden, ſo daß neuerdings dieſe Schubſpannungen bei den Feſtigkeitsberechnungen gleichfalls in Rückſicht gezogen werden [7], [9]. Dieſe Schubſpannungen erreichen ihren größten Wert in denjenigen Querſchnitten des Schiffes, in welchen die Vertikalkräfte V ein Maximum ergeben, und die Schubſpannung iſt dann $T = \frac{V}{J \cdot d} \int_z^a y\, z\, d\, z$ und wird für $z = 0$ ein Maximum, während ſie für $z = a$, d. h. an den äußeren Gurtungen gleich Null wird (Fig. 4) [8]. Bei T-förmigen Trägern, entſprechend dem äquivalenten Träger eines Schiffsquerſchnittes, kann ſie drei- bis viermal größer werden, als wenn die Schubkraft über die ganze Querſchnittsfläche gleichmäßig verteilt gedacht iſt (Fig. 3). Die Schubſpannung ändert ſich im umgekehrten Verhältnis mit der Plattenſtärke d in der neutralen Achſe, während die Zug- und Druckſpannungen an den Gurten unabhängig ſind von der Plattendicke der Materialien an dieſen Stellen. Es erklärt ſich hieraus, daß man auf dem Oberdeck der Schiffe leichte Aufbauten herſtellen kann, obwohl die Zug- und Druckſpannungen, wenn dieſe Bauteile als tragende Teile des Trägers mit berückſichtigt werden, für dieſe von den neutralen Achſen entfernt liegenden Bauteile ſehr bedeutend ſein können.

Die Querſchiffsfeſtigkeit kommt in der Hauptſache in Frage beim Docken des Schiffes, wenn dasſelbe kurze Zeit auf dem Kiel allein aufruht, im beſonderen bei den breiten Panzerſchiffen mit Panzergürteln an den Seiten. Ein ſorgfältiges Abſtützen der Schiffe im Dock iſt daher ſtets geboten. Ebenſo können beim Rollen der Schiffe in See durch die Kräftebeſchleunigungen Beanſpruchungen querſchiffs auftreten, die dahin ſtreben, den Querſchnitt zu verſchieben und den Winkel zwiſchen den Decks und den Schiffswänden zu verändern, was bei Holzſchiffen häufig den Bruch der Balkenknie veranlaßt hat. Die Spannungen hängen von der Heftigkeit und von der Periode des Rollens ab, doch ſind hierüber beſtimmte Daten noch nicht ermittelt worden. Dagegen laſſen ſich die Spannungen, welche der Winddruck auf die Segel, durch Maſt und Wanten auf den Querverband des Schiffes ausübt, genauer berechnen; dieſen Beanſpruchungen iſt durch zweckmäßige Dreiecksverbände leicht zu begegnen. Die Querſchiffsfeſtigkeit ſpielt daher eine Rolle bei Feſtſetzung der Abmeſſungen der Spanten und Bodenwrangen, der Balken ſowie der Deckſtützen, auch kann die Zahl der Decks von Einfluß ſein. Durch die allgemeine Einführung des Doppelbodens ſowie die Vermehrung der waſſerdichten Schotte iſt die Querſchiffsfeſtigkeit weſentlich geſteigert, und es iſt dieſer Tatſache mit zuzuſchreiben, daß die Spantkonſtruktion der modernen Trampdampfer allen Anforderungen entſprochen hat [11], [13].

Die lokale Feſtigkeit des Schiffsrumpfes kommt in Frage bei den Unterſtützungen und Lagerungen für Ruder, Schraube und Schraubenwelle, beim Vorſteven bei Gelegenheit des Rammens, bei den Beanſpruchungen der Decks durch den Druck der Maſten, den Rückſtoß der Geſchütze, das Gewicht der Panzertürme u. ſ. w., und dieſelbe läßt ſich meiſt rechneriſch genau ermitteln. Unbeſtimmter bleibt die Beanſpruchung der Außenhautbleche gegen den äußeren Waſſerdruck bezw. Wellenſchlag ſowie bei Grundberührungen und beim Docken, und es ſtützen ſich die Materialſtärken der Bleche meiſt auf Erfahrungsdaten. Nach Einführung des weichen Stahls für Schiffsbauzwecke (Siemens-Martin-Flußeiſen) iſt es ſogar zu empfehlen, nicht zu dicke Bleche zu verwenden, da bei Grundberührungen und Kolliſionen dieſe leicht aufreißen, während dünnere Bleche nur verknüllen, ohne zu brechen. Man zieht es daher vor, gewiſſermaßen die Platten nach der Dicke zu teilen und dem Schiff durch den Einbau eines doppelten Bodens die genügende Feſtigkeit und zugleich größere Sicherheit bei Grundberührungen zu geben [1].

Für die ſachgemäße Verteilung des Materials im Schiffsrumpf ſind nach vorſtehendem folgende Geſichtspunkte maßgebend: Die größte Beanſpruchung wird das Schiff mittſchiffs erfahren, und alle Verbandteile ſind daher hier am ſtärkſten zu wählen. Eine ſachgemäße Verteilung des Materials mit Bezug auf die neutrale Achſe wird größte Feſtigkeit bei möglichſter Materialerſparnis mit ſich bringen unter Berückſichtigung der Schubſpannungen in der Nähe der neutralen Achſe. Das Verhältnis von Raumtiefe zu Schiffslänge wird hierbei einen Haupt-

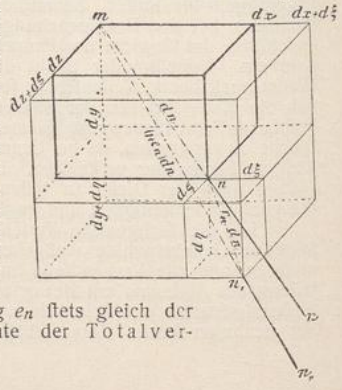
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

faktor bilden. Die Vergrößerung der Raumtiefe durch leichte Aufbaudecks bietet jedoch für eine rationelle Feſtigkeit eine Grenze, da durch die Hinzuziehung von leichten Decksaufbauten und Brückendecks die Feſtigkeit des Schiffsrumpfes nicht merklich erhöht wird und ferner die Schubſpannungen in der Nähe der neutralen Achſe erheblich wachſen. Man müßte dann ſchon die leichten Aufbaudecks durch Trägerkonſtruktionen mit Dreiecksverband mit dem Oberdeck verbinden, um die Schubſpannungen aufzunehmen. Derartige Trägerkonſtruktionen haben bisher nur bei flachgehenden Flußſchiffen Anwendung gefunden, im beſonderen bei Hinterraddampfern, bei denen zur beſſeren Ausbalancierung die Maſchine mit Rad im Hinterſchiff und der Keſſel vorne aufgeſtellt wird. Die Trägerkonſtruktion bildet dann eine Fortſetzung der Bordwände und dient zugleich zur Stützung der leichten Brückendecks. Für die Konſtruktion des Schiffsrumpfes iſt ferner von beſonderer Bedeutung, daß der Durchlauf der Hauptverbandteile gewahrt bleibt. Wo durch notwendige Unterbrechungen eine Schwäche entſteht, muß ſie durch andre Verbandteile ausgeglichen werden, ſo z. B. bei Abſätzen des Hauptdecks wie bei Schiffen mit erhöhtem Quarterdeck, beim Uebergang der Doppelbodenkonſtruktion in eine einfache Bodenwrangen- und Spantkonſtruktion, bei großen Oeffnungen in den Hauptdecks und in der Außenhaut u. ſ. w. [11], [14]. — Die Materialſtärken für die einzelnen Teile des Schiffsrumpfes können nach vorſtehendem unter Benutzung erprobter Beiſpiele rechneriſch ermittelt werden. Da jedoch bei einem Entwurf die Hauptdaten ſich erſt durch die Zeichnungen ergeben, ſo iſt man zunächſt auf Annahmen angewieſen, und es finden daher für die Feſtſetzung der Materialſtärken die von den Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften — Engliſcher Lloyd, Bureau Veritas und Germaniſcher Lloyd — auf Erfahrungen und wiſſenſchaftliche Forſchungen begründeten Vorſchriften für den Bau hölzerner, eiſerner und ſtählerner Schiffe allgemeine Verwendung. In denſelben ſind die Materialſtärken für die einzelnen Verbandteile nach beſtimmten Verhältniſſen, Größe des Deplacements, Verhältnis von Länge zu Raumtiefe, Spantumfang und Schiffsbreite, tabellariſch zuſammengeſtellt. Für extreme Typen bedarf es jedoch einer beſonderen Feſtigkeitsberechnung.

Literatur: [1] White, W. H., A Manual of Naval Architecture, London 1894. — [2] Steinhaus, Ueber Spannungen in den Längsverbänden eiſerner Schiffe, Hamburg 1887. — [3] Theare, Theoretical Naval Architecture, London 1877. — [4] Lutſchaunig, Die Theorie des Schiffes, Trieſt 1879. — [5] Zeitſchr. d. Vereins deutſch. Ingen., Berlin 1889, S. 723. — [6] Mitteilungen aus dem Gebiet des Seeweſens, Pola 1876. — [7] Engineering, London 1890, Bd. 1, S. 458. — [8] Bach, C., Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905. — [9] Radermacher, C., Feſtigkeitsberechnung der Schiffe, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſ., Berlin 1900. — [10] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. — [11] Walton, Thomas, Steel Ships, London 1901. — [12] Alexander, F. H., Bending Moments of Ships, Engineering 1905, I, S. 751. — [13] Bruhn, J., The transverse strength of ships, Engineering 1901, II, S. 30, und 1904, I, S. 585. — [14] Bruhn, J., The Stresses at the Discontinuities in a Ship's Structure, Engineering 1899, I, S. 429. *T. Schwarz.*

Feſtigkeitsbedingung, ſoll ermöglichen, das Eintreten des Bruches oder unerlaubter Formänderungen feſter Körper und damit deren zuläſſige Beanſpruchung auch für ſolche Fälle ruhender Belaſtung zu beurteilen, für welche dies nicht auf Grund beſonderer Verſuche geſchehen kann. Die ausgedehnteſten Verſuche liegen vor für prismatiſche Stäbe, die lediglich durch möglichſt gleichmäßig auf den Querſchnitt verteilte Kräfte in ihrer Längsrichtung gezogen oder gedrückt ſind. Es wäre deshalb erwünſcht, aus den Reſultaten für dieſen einfachſten Fall auch auf die Feſtigkeit und zuläſſige Beanſpruchung unter andern Verhältniſſen ſchließen, die Spannungen durch beliebige äußere Kräfte auf äquivalente Spannungen durch Zug oder Druck allein reduzieren zu können. Aus dieſem Grund wohl hat die im folgenden zuerſt vorzuführende Feſtigkeitsbedingung bis jetzt am meiſten Anklang gefunden, obſchon gegen ſie wie gegen die andern mancherlei Einwände erhoben werden können.

Die Formänderungen feſter Körper pflegen von einem ſpannungsloſen Zuſtande aus gerechnet zu werden, für den die Entfernung zweier aufeinander wirkender Körperpunkte m und n durch mn bezeichnet ſein mag. Finden nun infolge äußerer Kräfte und der dadurch bedingten Spannungen irgend welche Deformationen ſtatt, ſo wird aus der Entfernung mn eine andre Entfernung $mn_1 = mn\,(1 + e_n)$, (ſ. die Figur), wobei e_n die Dehnung (ſ. d., Bd. 2, S. 692) von mn heißt. Zur Gewinnung von Anhaltspunkten für die zuläſſigen Beanſpruchungen bei beliebigen äußeren Kräften wurde nun bisher meiſt von der zuerſt von Mariotte [1] ausgeſprochenen Anſicht ausgegangen, daß die Trennung der Punkte mn eintritt, wenn $1 + e_n$ nach oben oder unten gewiſſe Grenzen überſchreitet, wonach die Feſtigkeitsbedingung lautet: $u < 1 + e_n < o$. 1.



Weil aber der Bruch nicht eintreten ſoll, ſo darf man mit e_n nicht bis zu den Grenzen $u - 1$ und $o - 1$ gehen, ſondern nur bis zu irgend welchen erfahrungsgemäß feſtzuſtellenden Werten $-u$ und o, ſo daß für die zuläſſigen Dehnungen die Bedingung beſteht: $-u < e_n < o$. 2.

Da nun in der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre die Dehnung e_n ſtets gleich der Normalverſchiebung n_n, d. h. gleich der Komponente der Totalver-

ſchiebung $nn_1 = r_n$ (ſ. die Figur) in der anfänglichen Richtung des Punktes n von m aus (in der Figur mit n bezeichnet) gefetzt wird (vgl. [7], §§ 4, 5, 6, 30, 32), ſo tritt an Stelle von 2.:

$$-u < n_n < o. \qquad 3.$$

Bei dieſem Vorgehen gilt es als ganz gleichgültig, durch welche Spannungen die Dehnungen entſtanden ſind. Denken wir uns dieſelben nun lediglich durch Normalſpannungen auf Flächenelemente der anfänglichen Normalenrichtung mn (Richtung n in Figur), d. h. auch durch Zug oder Druck allein auf die Endflächen eines parallelepipediſchen Körperelements der Längsrichtung mn hervorgebracht, ſo erfordert die Dehnung $e_n = n_n$ als Längenänderung pro Längeneinheit Normalſpannungen En_n, unter E den Elaſtizitätsmodul für die Richtung mn verſtanden (ſ. Dehnung, Bd. 2, S. 693, Elaſtizitätsmodul, Bd. 3, S. 392, und [7], § 47), und es beſagt nun die Bedingung 3., daß auch bei jeder andern Erzeugungsart n_n der Wert En_n zwiſchen den bei jener Erzeugungsart maßgebenden Grenzen $-Eu = -d$, und $Eo = z$ bleiben ſoll, wir erhalten:

$$-d < En_n < z, \qquad 4.$$

worin z, d die zuläſſige Zug- und Druckbeanſpruchung pro Flächeneinheit Querſchnitt für prismatiſche Stäbe, die allein durch gleichmäßig auf den Querſchnitt verteilte Kräfte in der Längsrichtung mn beanſprucht ſind. Wären die Elaſtizitätsmoduln E_z, E_d für Zug und Druck nicht gleich, ſo würden $-d < E_d n_n$ und $E_z n_n < z$ an Stelle von 4. treten.

Für iſotrope Körper müſſen die vorſtehenden Grenzbedingungen mit beſtimmten Werten von u, o oder d, z für alle einem Körperpunkte m benachbarten Körperpunkte n gelten. Die Maxima oder Minima der Normalverſchiebungen n_n treten im Falle ſtetiger Verſchiebungen für Punkte n in drei zueinander ſenkrechten Richtungen ein und ſind unter den Vorausſetzungen der allgemeinen Elaſtizitätslehre (ſ. d.) als Hauptverſchiebungen a, b, c wie folgt beſtimmt:

$$Ea = A - \frac{B+C}{\varepsilon} = \mathfrak{A}, \quad Eb = B - \frac{C+A}{\varepsilon} = \mathfrak{B}, \quad Ec = C - \frac{A+B}{\varepsilon} = \mathfrak{C}, \qquad 5.$$

worin ε der Elaſtizitätsquotient (ſ. d.), A, B, C die drei Hauptſpannungen beim Punkte m, d. h. die Maxima und Minima der Normalſpannungen N_n daſelbſt (ſ. Elaſtizitätslehre, S. 389, Spannungen). Sie wirken auf diejenigen Flächenelemente bei m, deren Normalenrichtungen in die Richtungen von a, b, c fallen, und ſind die ganzen Beanſpruchungen derſelben (Schubſpannungen fehlen [7], §§ 14, 15). Da ſich nun die algebraiſchen Grenzwerte von n_n unter den poſitiven oder negativen Werten a, b, c und die algebraiſchen Grenzwerte von En_n unter den poſitiven oder negativen Werten $\mathfrak{A} = Ea$, $\mathfrak{B} = Eb$, $\mathfrak{C} = Ec$ befinden müſſen, ſo hat man nach 3.:

$$-u < a, b, c < o, \qquad 6.$$

während die in praktiſchen Fällen meiſt bequemere Bedingung 4. ausgedrückt werden kann:

$$-d < \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C} < z. \qquad 7.$$

$\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}$ ſind die auf reinen Zug oder Druck reduzierten Hauptſpannungen; ſie ergeben ſich aus 5., ſobald man die wirklichen Hauptſpannungen A, B, C kennt. Dieſe reduzierten Hauptſpannungen hätten alſo nach der obigen Anſchauung unter den zuläſſigen Beanſpruchungen für reinen Zug bezw. für reinen Druck zu bleiben. Die Werte der Hauptſpannungen A, B, C ſind von den äußeren Kräften abhängig (ſ. Hauptſpannungen) und oft unmittelbar aus den Bedingungen des einzelnen Falles zu entnehmen. So hat man beiſpielsweiſe unter den Vorausſetzungen der techniſchen Biegungstheorie (ſ. Biegung, Hauptſpannungen)

$$A = \frac{1}{2}\left(\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right), \qquad B = \frac{1}{2}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right), \qquad C = 0,$$

und damit nach 5. die reduzierten Hauptſpannungen:

$$\mathfrak{A} = \frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon}\sigma + \frac{\varepsilon + 1}{2\varepsilon}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \qquad \mathfrak{B} = \frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon}\sigma - \frac{\varepsilon + 1}{2\varepsilon}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \qquad \mathfrak{C} = -\frac{\sigma}{\varepsilon}$$

alſo ſpeziell für $\varepsilon = 4$ (vgl. Elaſtizitätsquotient):

$$\mathfrak{A} = \frac{3}{8}\sigma + \frac{5}{8}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \qquad \mathfrak{B} = \frac{3}{8}\sigma - \frac{5}{8}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \qquad \mathfrak{C} = -\frac{\sigma}{4}.$$

Zu beachten iſt, daß für die Anwendung der obigen Beziehungen die Richtungen der durch die Hauptſpannungen ergriffenen Flächenelemente gleichgültig ſind, ſo daß die unter Hauptſpannungen für $h = A, B, C$ gegebenen Gleichungen genügen. Behufs Anwendung von 6., worin $u = d : E$, $o = z : E$, ſiehe Hauptverſchiebungen, vgl. Dehnung, Bd. 2, S. 692.

Die oben eingeführte Vorausſetzung, daß die Trennung eintritt, wenn $1 + e_n$ gewiſſe Grenzen nach oben oder unten überſchreitet, iſt nur inſoweit anwendbar, als die Dehnungen von Spannungen allein herrühren, da durch Temperaturänderungen ohne Spannungen zwar Dehnungen erfolgen (Volumenänderungen), aber kein Bruch eintritt und ein Aufheben der Kohäſion erſt beim Schmelzen u. ſ. w. Finden nun vom anfänglichen ſpannungsloſen Zuſtande aus neben der Einwirkung äußerer Kräfte auch Temperaturänderungen ſtatt, um τ^0 bei m, während n_n die ganze Normalverſchiebung und α den linearen Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.) für die Richtung mn bezeichnen, dann treten an Stelle von 3. und 4.:

$$-u < n_n - \alpha\tau < o, \qquad 3a. \qquad\qquad -d < E(n_n - \alpha\tau) < z, \qquad 4a.$$

wonach auch in 5., 6. $a - \alpha\tau$, $b - \alpha\tau$, $c - \alpha\tau$ für a, b, c zu ſetzen ſind, während die wichtige Beziehung 7. mit den reduzierten Hauptſpannungen

$$\mathfrak{A} = A - \frac{B+C}{\varepsilon}, \qquad \mathfrak{B} = B - \frac{C+A}{\varepsilon}, \qquad \mathfrak{C} = C - \frac{A+B}{\varepsilon} \qquad 5a.$$

beſtehen bleibt. Hierin können nun jedoch die Hauptſpannungen A, B, C ſelbſt von der Temperaturänderung abhängen (ſ. Elaſtizitätslehre, allgemeine, und Hauptſpannungen).

Die vorgeführte Ermittlung der zuläſſigen Beanſpruchung, die von Poncelet eingeführt [2] und beſonders auch von Saint-Venant vertreten worden iſt [3], hat vielfach Widerſpruch erfahren. Mohr [6] hielt es für unberechtigt, daß nur die Verſchiebungen n_n, nicht die ſonſtigen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Deformationen beim Körperpunkte *m* berückſichtigt werden, und ſuchte durch eine neue Darſtellung des Spannungs- und Deformationszuſtandes und durch Berückſichtigung von Verſuchsreſultaten eine beſſere Erkenntnis der für die Zerſtörung maßgebenden Bedingungen anzubahnen. Nach den Erſcheinungen beim Bruche durch Druck und beim Fließen plaſtiſcher Körper wird angenommen, daß die Körperteilchen ſich in denjenigen Flächen gegeneinander verſchieben, welche die größten Schubſpannungen aufzunehmen haben (ſ. Hauptſchubſpannungen). Da nun das Gleiten und Brechen zunächſt von den Spannungen derjenigen Flächen abhängig erſcheint, in denen dieſe Bewegungen wirklich ſtattfinden, ſo ſtellte Mohr die neue Hypotheſe auf [16], [24]: „Die Elaſtizitätsgrenze und die Bruchgrenze eines Materials werden beſtimmt durch die Spannungen der Gleit- und Bruchflächen“, mit der Ergänzung: „Die Schubſpannung der Gleitfläche erreicht an der Grenze einen von der Normalſpannung und von der Materialbeſchaffenheit abhängigen Größtwert.“ Bezüglich der weiteren Ausführung dieſes Gedankens und deſſen mehrfacher Beſtätigung ſei auf die Quelle verwieſen. Mohr fügt bei: „Vielleicht wäre es vorzuziehen, anſtatt der wirklichen die reduzierten Spannungen der Gleitflächen als die maßgebenden Größen in Betracht zu ziehen. Bei dem gegenwärtigen Stande unſrer Erfahrungen, beſonders über die Zuſtände in der Nähe der Bruchgrenze, iſt dies jedoch untunlich, und wahrſcheinlich würden ſich auch die Ergebniſſe nicht erheblich ändern.“ — Wehage [9] erſchien es unzuläſſig, daß von den drei Hauptverſchiebungen iſotroper Körper bei einem Punkte *m* nur eine ohne Rückſicht auf die Werte der andern als maßgebend angeſehen wird. Nach dieſer Anſchauung müſſe z. B. bei einer Platte, die in einer Richtung gezogen werde, die Inanſpruchnahme eine Verminderung erfahren, wenn ſie außerdem in der dazu ſenkrechten Richtung einem (etwas geringeren) Zuge ausgeſetzt werde, und eine Vermehrung, wenn ſie in letzterer Richtung einem Drucke unterworfen werde; denn im erſteren Falle würde die vorhandene Dehnung vermindert, im letzten Falle würde ſie vermehrt werden. Das Verfahren des Drahtziehens zeige aber, daß ein ſtabförmiger Körper eine viel größere Dehnung ohne Verminderung ſeiner Feſtigkeit aushalten könne, wenn er gleichzeitig in den Querrichtungen einen Druck (im Zieheiſen) erhalte, als wenn letzteres nicht der Fall iſt. Aus eignen Verſuchen mit zwei Platten ſchloß Wehage, daß bei Beanſpruchung nach zwei zueinander ſenkrechten Richtungen die Dehnung an der Elaſtizitätsgrenze weſentlich geringer als bei einfachem Zug war und auch der Bruch ſchon bei weit geringeren Dehnungen als bei einfachem Zuge erreicht wurde. „Wenn dem Streben der inneren Kräfte, bei einer Dehnung in der Längsrichtung die Teilchen in der Querrichtung enger aneinander zu drängen, durch Querkräfte entgegengewirkt wird, alſo die Zuſammenziehung in der Querrichtung teilweiſe oder ganz verhindert oder gar noch eine Dehnung in der Querrichtung hervorgerufen wird, ſo kann hierdurch die Anſtrengung des Materials nicht vermindert, ſie muß vielmehr vergrößert werden, denn das Material wird dabei mehr gelockert als ſonſt“ [22]. Eine allgemeine Löſung der Aufgabe hält Wehage auf Grund der bis jetzt vorliegenden Verſuchsergebniſſe nicht für möglich, er ſuchte deshalb vorläufig geeignete Bedingungen für den häufigſt vorkommenden Fall aufzuſtellen, daß eine der drei Hauptſpannungen *A*, *B*, *C* gleich Null iſt oder doch außer Betracht bleiben kann und die größte der zwei verbleibenden Hauptſpannungen Zug bedeutet. — Da allerdings nicht ohne weiteres als begründet gelten kann, daß die Trennung zweier Punkte *m*, *n* nur von der Aenderung ihrer Entfernung, nicht auch von der Gruppierungsänderung der übrigen auf ſie wirkenden Punkte abhängt, und ſelbſt die Annahme $e_n = n_n$ nicht unbeſchränkt zuläſſig iſt, ſo wären umfaſſendere Verſuche zur Klärung der Frage ſehr erwünſcht.

Literatur: [1] Oeuvres de Mariotte, La Haye 1740, Bd. 2, S. 461, 464 (Aufſatz von 1686). — [2] Poncelet, Lehrbuch der Anwendung der Mechanik auf Maſchinen, deutſch von Schnuſe, II, Darmſtadt 1848, S. 175. — [3] Navier, Résumé des leçons sur l'application de la Mécanique, 3. Aufl., avec des notes et des appendices par Saint-Venant, I, Paris 1864, § XLIV und S. 8. — [4] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 31. — [5] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 34. — [6] Mohr, Ueber die Darſtellung des Spannungs- und Deformationszuſtandes eines Körperelementes und über die Anwendung derſelben in der Feſtigkeitslehre, Civilingenieur 1882, S. 113. — [7] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884. — [8] Derſ., Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 160. — [9] Wehage, Ueber die maßgebenden Dehnungen bei Körpern, welche nach mehreren Richtungen zugleich beanſprucht werden, Mitteil. aus den K. techniſchen Verſuchsanſtalten zu Berlin 1888, S. 89. — [10] Derſ., Zerreißverſuche mit Papier und Zinnblättern bei einer Inanſpruchnahme nach zwei zueinander ſenkrechten Richtungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingenieure 1890, S. 312, 331. — [11] Voigt, Beobachtungen über die Feſtigkeit bei homogener Deformation, Wied. Annalen 1894, LIII, S. 43; 1899, LXVII, S. 452. — [12] Foeppl, Ueber die Abhängigkeit der Bruchgefahr von der Art des Spannungszuſtandes, Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 527, 541, 590, 603; 1900, S. 147, 287, 403. — [13] Derſ., Abhängigkeit der Bruchgefahr von der Art des Spannungszuſtandes, Mitteil. aus d. mech.-techn. Laborat. d. Techn. Hochſchule München, 27. Heft, 1900, S. 1. — [14] Derſ., Vorleſungen über techniſche Mechanik, III, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1900, S. 67, 72. — [15] Gueſt, Strength of ductile materials under combined stress, Philosophical Magazine 1900, Bd. 49, S. 69 (ſ. auch 1902). — [16] Mohr, Welche Umſtände bedingen die Elaſtizitätsgrenze und den Bruch des Materials, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingenieure 1900, S. 1524, 1572. — [17] Voigt, Zur Feſtigkeitslehre, Wied. Annalen 1901, IV, S. 567. — [18] Mohr, Zur Feſtigkeitslehre, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingenieure 1901, S. 740 (Antwort an Voigt, Replik von Voigt S. 1033, Duplik von Mohr S. 1035). — [19] Szily, Zugverſuche mit auf inneren Druck beanſpruchten Röhren, Kongreß des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Budapeſt 1901. Auszug: Baumaterialienkunde 1902, S. 332. — [20] Roth, Die Feſtigkeitstheorien und die von ihnen abhängigen Formeln des Maſchinenbaues, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik 1903, S. 285 (darin auch eine Anwendung der Mohrſchen Hypotheſe). — [21] Mehrtens, Vorleſungen über die Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, I, Leipzig 1903, S. 379. — [22] Wehage, Die zuläſſige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anſtrengung eines Materials bei Belaſtung nach mehreren Richtungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingenieure 1905, S. 1077. — [23] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 424. — [24] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906. — Die meiſten Lehrbücher der Feſtigkeitslehre enthalten wie [4], [5], [8], [14], [21], [23] irgend eine Darſtellung des obigen Ponceletſchen Verfahrens. *Weyrauch.*

Feſtigkeitsdiagramm, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen.

Feſtigkeitsprobiermaſchinen dienen zur Erprobung der Feſtigkeitseigenſchaften der Bauſtoffe an beſonders hergerichteten Probeſtäben oder ganzen Konſtruktionsteilen zwecks Beurteilung deren Widerſtandsfähigkeit gegen ruhig wirkende ſtatiſche Belaſtungen im Gegenſatz zu ſtoßweiſe auftretenden, ſogenannten dynamiſchen Betriebsinanſpruchnahmen (ſ. Schlagverſuch).

Nach der auszuübenden Belaſtungsweiſe unterſcheidet man Maſchinen zur Ermittlung der Zugfeſtigkeit (Zerreißmaſchinen), der Biegungsfeſtigkeit (Biegemaſchinen), der Druck- und der Verwindungsfeſtigkeit. Bei weitem die größte Verbreitung haben die Maſchinen für Zug- und Druckverſuche gefunden; indeſſen iſt eine ganze Reihe derſelben ſo eingerichtet, daß ſie nach einem mehr oder weniger umfangreichen Umbau einzelner Teile zu mehreren der genannten Belaſtungsarten benutzt werden können. Solche vielſeitig eingerichtete Maſchinen haben vor einer entſprechenden Anzahl Sondermaſchinen wohl im allgemeinen den Vorzug des geringeren Koſtenaufwandes für die Beſchaffung einer vollſtändigen Einrichtung; jedoch ſtehen dieſem Vorzuge inſofern recht erhebliche Nachteile gegenüber, als mit dem Umbau von einer zur andern Anordnung ſtets Zeitverluſte verbunden ſind, und vor allem, weil die Eigengewichte der Maſchinenteile nach jedem Umbau ſtets anders verteilt ſind und hierdurch leicht Störungen in der richtigen Wirkung der Maſchine verurſacht werden können.

Das Weſentlichſte an allen hierhergehörigen Maſchinen iſt, entſprechend ihrem obengenannten Zweck, daß ſie eine ſtetige, ſtoßfreie Belaſtungsſteigerung zulaſſen, die jeweilig herrſchende Belaſtung zuverläſſig anzeigen und hierauf ſelbſt jederzeit geprüft werden können. Die zur Erreichung dieſes Zweckes angewendeten Konſtruktionen ſind mannigfachſter Art; ſie unterſcheiden ſich in der Hauptſache nach:

1. der Anordnung der Kraftrichtung;
2. der Art der Krafterzeugung, und
3. der Art der Kraftmeſſung.

Nach der Kraftrichtung unterſcheidet man liegende oder wagerecht wirkende und ſtehende oder ſenkrecht wirkende Maſchinen. Die letzteren verdienen für Zug- und Druckverſuche inſofern den Vorzug, als bei ihnen der Einfluß des Eigengewichtes der Einſpannvorrichtungen ſowie des Probeſtabes ſelber auf die Genauigkeit der Kraftmeſſung ohne Schwierigkeit beſeitigt und leichter zentriſche Belaſtung erzielt werden kann als bei den liegenden Maſchinen. Indeſſen ſind die letzteren darum keineswegs als mangelhaft zu bezeichnen; vielmehr eignen ſie ſich ganz beſonders und wohl allein zur Prüfung langer Proben, als Seile (ſ. Seilprüfungen), Riemen, ganzer Ketten u. ſ. w.; nur muß Sorge getragen werden, daß die zwiſchen der Probe und der Kraftmeßvorrichtung eingeſchalteten Maſchinenteile in zweckentſprechender Weiſe reibungsfrei unterſtützt ſind [1], [2].

Zur Krafterzeugung dient die Schraube oder die hydrauliſche Preſſe. Die Schraube bietet bei geringeren Belaſtungen den Vorteil, daß ſie mangels mechaniſcher Betriebskraft von Hand betätigt werden kann und ohne beſondere Schwierigkeiten geſtattet, die Formänderung des Verſuchsſtückes während der ganzen Dauer des Verſuches ſtetig zu ſteigern, bei den einzelnen Verſuchen die Geſchwindigkeit in weiten Grenzen zu verändern und die Belaſtungen unterhalb der Streckgrenze bei jeder Größe und beliebig lange gleichbleibend zu erhalten. Der letztgenannte Umſtand ſpielt beſonders dann eine Rolle, wenn die Belaſtung ſtufenweiſe geſteigert und die zugehörigen Formänderungen zur Beſtimmung der Proportionalitäts- und Streckgrenze durch zeitraubende, feinere Meſſungen ermittelt werden ſollen. Zum mechaniſchen Antrieb der Kraftſchraube empfiehlt ſich die Benutzung eines Reibungsvorgeleges, um innerhalb beliebiger Grenzen leicht Aenderungen in der Arbeitsgeſchwindigkeit vornehmen zu können. Für hohe Belaſtungen, etwa über 50000 kg, iſt der Schraubenantrieb nicht zweckmäßig, weil er an ſich durch Reibung einen allzu großen Kraftaufwand erfordert. Hierzu ſind hydrauliſche Preſſen mehr geeignet, die zur Erzielung ſtoßfreier Belaſtung am beſten durch einen ſelbſttätigen Druckerzeuger betrieben werden. In letzteren wird bekanntlich eine große Menge Preßflüſſigkeit dadurch aufgeſpeichert, daß ſie mittels einer Pumpe unter einen Kolben gebracht wird, der entweder entſprechend dem gewünſchten Druck mit Gewichten belaſtet iſt oder auf deſſen andrer Seite durch das Anheben des Kolbens ein Gasdruck erzeugt wird. Das Druckwaſſer wird dann aus dem Akkumulator ſtoßfrei zum Zylinder der Probiermaſchine geleitet. Derartige Einrichtungen ſind in der Regel nur für ortsfeſte Anlagen geeignet. Die Firma Amsler-Laffon & Sohn baut nun für den Betrieb von Feſtigkeitsprobiermaſchinen eine doppeltwirkende Kolbenpumpe (Fig. 1—4), deren Stöße durch einen mit hochgeſpannter Luft gefüllten Windkeſſel ausgeglichen werden. Ein mit letzterem verbundenes Federmanometer ſorgt dafür, daß der gewünſchte Höchſtdruck nicht überſchritten wird [3]. Die Druckflüſſigkeit, Rizinusöl, tritt aus dem Behälter *A* bei *B* in die Pumpe und wird von dieſer über *O* und *N* durch das Rohr *C* in den Zylinder *D* gedrückt. Sein oberer Teil *d* (Fig. 4) bildet den Windkeſſel. Nach unten wirkt das Oel auf den Kolben *k*. Dieſer drückt den Rahmen *E* nach unten, wobei die Feder *F* dem im Zylinder herrſchenden Flüſſigkeitsdruck entſprechend zuſammengepreßt wird. Der obere Teil *G* des Rahmens trägt die Stange *H* (Fig. 1), die mittels Hebel die Ventilſtange anhebt, bis das Ventil bei der dem beabſichtigten Höchſtdruck entſprechenden Zuſammendrückung der Feder *F* den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zutritt des Oeles zur Pumpe abſperrt (Fig. 2). Nun läuft die Pumpe ſo lange leer, bis der Druck im Zylinder *D* durch Entnahme von Oel zum Betrieb der Feſtigkeitsprobiermaſchine wieder ſinkt. Die Leitungen zu den Maſchinen werden bei *K* an den Zylinder *D* angeſchloſſen. Bei *n* fließt das Oel von den Maſchinen in den Behälter *A* zurück. — Will man vorübergehend mit höherem Druck arbeiten, als der Einſtellung der Feder *F* entſpricht, ſo hebt man die Stange *H* von Hand an, und nun tritt das Sicherheitsventil in Tätigkeit. Eigenartig iſt auch die Anordnung der Pumpe, indem nicht der Kolben, ſondern das Pumpengehäuſe *O* bewegt wird. Die Bewegung erfolgt von der Kurbelwelle *U* aus durch das die Querhäupter *a*, *b* verbindende Geſtänge *s*. Zieht es das Pumpengehäuſe *O* nach oben, ſo ſteigt das Oel von *B* aus in dem hohlen Kolben *P* (Fig. 2) an und gelangt über das Kugelventil *R* in den Raum *r*. Kehrt die Bewegung um, ſo ſchließt ſich das Kugelventil *R* und das Oel wird durch den Kanal *Q*, die beiden oberen Kugelventile *S* und *T* öffnend, in das Rohr *C* und den Zylinder *D* gedrückt.

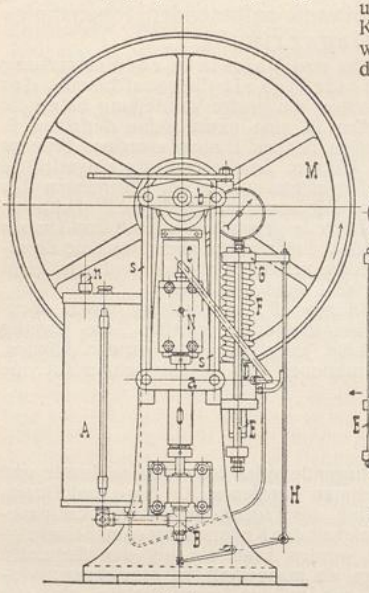


Fig. 1.

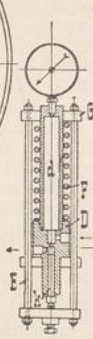


Fig. 4.

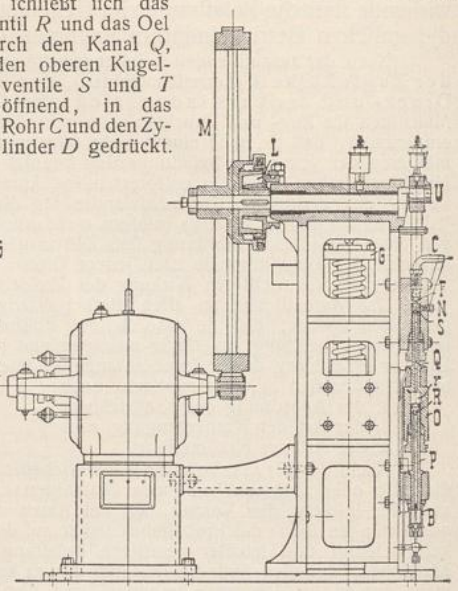


Fig. 2.

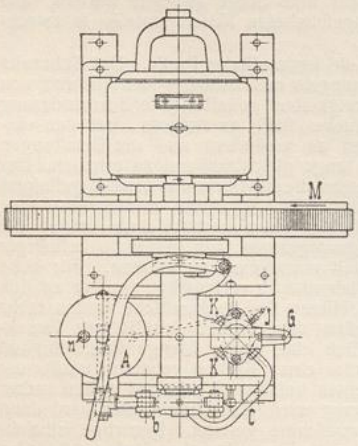


Fig. 3.

Der Antrieb erfolgt entweder mittels Riemenſcheiben (Voll- und Leerſcheibe) oder mittels Elektromotors, wie Fig. 2 und 3 zeigen. Das in die Zahnung des Schwungrades *M* eingreifende kleine Rad iſt dann aus Rohhaut gefertigt.

In die Druckwaſſerleitung der hydrauliſch betriebenen Maſchinen ſind Regulierventile einzuſchalten, die geſtatten, den Waſſerzufluß ſo zu regeln, daß die Streckung oder ſonſtige Formänderung der Probe ſich ſtets mit der gewünſchten Geſchwindigkeit vollzieht. Eine ſehr zweckmäßige Betätigung der hydrauliſchen Preſſe von Hand erfolgt, wie bei den Maſchinen von Delaloë [4], [5] und Amsler-Laffon & Sohn [6], mittels einer zweiten Preſſe, deren Kolben durch eine Schraube mit Kurbel bewegt wird. — Nach dem Vorgeſagten kann alſo in den Unterſchieden der allgemeinen Anordnung der Feſtigkeitsprobiermaſchinen, d. h. darin, ob dieſelben ſtehend oder liegend ausgebildet und mit einer Kraftſchraube oder hydrauliſchen Preſſe als Spannwerk ausgerüſtet ſind, ein grundſätzlicher Vorzug irgend eines Syſtems vor dem andern nicht gefunden werden. Bei Beſchaffung einer Maſchine wird vielmehr dieſen Unterſchieden nur inſofern Rechnung zu tragen ſein, als der verfügbare Raum zur Aufſtellung und die in ihm vorhandenen, zum Antrieb der Maſchine ausnutzbaren Kraftquellen dies bedingen.

Als Vorrichtungen zur Kraftmeſſung oder Anzeige der Belaſtungen dienen entweder Hebelwagen mit Belaſtung durch Auffatzgewichte und Laufgewichte oder Pendelwagen und Federwagen, ferner hydroſtatiſche Meßvorrichtungen, ſogenannte „Meßdoſen“, bei denen die dem Probeſtabe erteilte Belaſtung als Zug- oder Druckbelaſtung auf den ringsum federnd abgedichteten Deckel eines zylindriſchen Gefäßes übertragen und der hierdurch in letzterem erzeugte Flüſſigkeitsdruck ſchließlich durch eine Manometervorrichtung oder wieder durch eine Wage angezeigt wird. Die erſte mit derartiger Meßdoſe ausgeſtattete Maſchine iſt meines Wiſſens

diejenige von Thomaſſet [7]. Durch Emery [6], [8] iſt die Meßdoſe ſpäter vervollkommnet worden, und in jüngſter Zeit werden Meßdoſen von mehreren Firmen nach den Konſtruktionen von Martens [9] gebaut.

Die Konſtruktion dieſer Doſen beruht darauf, daß die Flüſſigkeitsverdrängung aus dem mit einem Federmanometer verbundenen Gefäß und ſomit auch der Weg des Doſendeckels beim Belaſten außerordentlich gering iſt, ſo daß Metallmembranen zum Abdichten des Deckels gegen das Gefäß verwendet werden können. Notwendig hierzu iſt vollſtändige Entlüftung der Doſe. Dieſe nicht leicht zu erfüllende Forderung tritt zurück bei der Meßdoſe (D.R.P. Nr. 147 170) der Düſſeldorfer Maſchinenbauaktiengeſellſchaft vorm. J. Loſenhauſen. Bei ihr wird das Doſengefäß *a* (Fig. 5) mit einer dünnen elaſtiſchen Gummiſcheibe *b* überſpannt. Die zu meſſende Belaſtung wird durch den Kugelzapfen *k* auf den Kolben *d* übertragen, der im Zylinder *c* geführt und am oberen Ende durch eine zweite elaſtiſche Membrane *g* ſtaubdicht gegen den Zylinder *c* abgeſchloſſen iſt. Der Zapfen *k* ragt tief in den Kolben hinein, ſo daß die Belaſtung der Probe zwanglos und zentriſch auf den Kolben übertragen wird. Der Hohlraum zwiſchen Zylinder und Kolben iſt mit Knochenöl gefüllt. Der Zylinder iſt durch den Ring *h* heruntergehalten, ſo daß er ſich beim Anſpannen der Schrauben *i* nicht verziehen kann. Der Kanal *l* führt zum Manometer, an dem der Druck in der Meßdoſe *a* abzuleſen iſt. Das Zifferblatt iſt nach Kilogramm oder Tonnen geteilt und drehbar, ſo daß ſeine Nullmarke vor dem Verſuch auf den Zeiger eingeſtellt werden kann. Beſonders wird dies erforderlich, wenn die an dem Zapfen *k* angreifenden Einſpannteile der Maſchine ausgewechſelt werden und hierdurch die Anfangsbelaſtung der Doſenfüllung ſich ändert. Der Widerſtand, den die Membranen *b* und *g* der geringen Bewegung des belaſteten Kolbens entgegenſetzen, hat ſich nach den Unterſuchungen des Werkes mit Membranen bis zu 3 mm Dicke als kaum meßbar und daher ohne weſentlichen Einfluß auf die Empfindlichkeit der Meſſung erwieſen. Die Stellung des Kolbens iſt ebenfalls ohne Einfluß auf die Laſtanzeige, wie Verſuche ergaben, bei denen der Kolben bis zu 3 mm tief in die Doſe *a* hineinragte. Dieſer Umſtand iſt inſofern von Bedeutung, als ohne Gefahr für die Genauigkeit der Meſſung Luft in der Doſe zurückbleiben darf und ſelbſt geringe Verluſte an der Druckflüſſigkeit belanglos ſind. Eine Zeigervorrichtung, die auf der oberen Fläche des Kolbens angebracht iſt, läßt jederzeit erkennen, ob der Kolben nicht etwa auf den Boden des Gefäßes *a* oder mit dem unterhalb *g* ſitzenden Begrenzungsring aufſtößt.

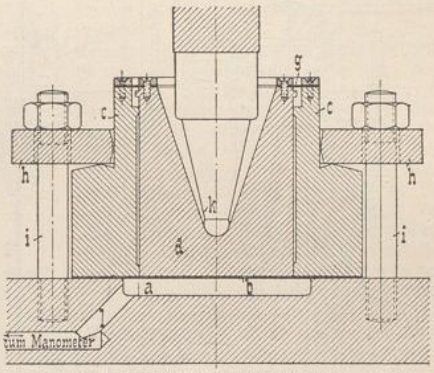


Fig. 5. Meßdoſe von Loſenhauſen.

Hydrauliſch betriebene Feſtigkeitsprobiermaſchinen werden ebenfalls vielfach mit den genannten Wiegeeinrichtungen ausgerüſtet; erforderlich ſind ſolche indeſſen bei ihnen nicht; die Belaſtung kann vielmehr aus dem im Preßzylinder herrſchenden Flüſſigkeitsdruck und der Kolbenfläche berechnet werden, wobei der Flüſſigkeitsdruck am Federmanometer abzuleſen iſt. Dieſe Maſchinen haben vor den mit Wage als Kraftmeſſer ausgerüſteten den Vorzug großer Einfachheit. Als Nachteil haftet ihnen zunächſt an, daß der Widerſtand, den die Reibung der Bewegung des Kolbens entgegenſetzt, mit in Rechnung zu ziehen iſt. Dieſer Nachteil iſt jedoch, wenigſtens bei ſtehenden Maſchinen, im allgemeinen gering, indem die Reibung in der Kolbendichtung bei guter Wartung der Maſchine erfahrungsgemäß für alle Drucke als annähernd gleichgroß angeſehen und bei großen Belaſtungen ganz vernachläſſigt werden kann, da ſie dann unter 1 % der Belaſtung beträgt. Die Einrichtung von Stummer [10] bezweckt, eine gleichbleibende Reibung zu erzielen, und bei der Maſchine von Amsler-Laffon & Sohn [6] und der 600-t-Maſchine der Union Bridge Company zu Athen, Pa. [11]—[13], ſind die Reibungswiderſtände dadurch ganz vermieden, daß der Kolben nach Syſtem Amagat [14] möglichſt forgfältig in den Zylinder eingeſchliffen iſt und ohne beſondere Dichtung arbeitet. Hiermit iſt indeſſen der Nachteil verbunden, daß die Druckflüſſigkeit (wenn auch bei guter Arbeitsausführung nur in geringen Mengen) zwiſchen Kolben und Zylinderwandung beſtändig austritt und daher der Druck nicht für längere Zeit gleichbleibend erhalten werden kann, wie es für Elaſtizitätsbeſtimmungen erforderlich iſt. Bei liegenden Maſchinen iſt der aus dem Zylinder heraustretende Kolben zu unterſtützen, wodurch immerhin unkontrollierbare Reibungswiderſtände entſtehen können, die dann als Belaſtung der Probe mitgerechnet werden. Von größerer Bedeutung iſt der Nachteil, daß die Federmanometer unter dem heftigen Rückſchlage beim Bruch der Probe leiden und, ſofern dieſer Rückſchlag nicht durch ein vorgeſchaltetes Rückſchlagventil abgemildert wird, häufig nachgeprüft werden müſſen. Aus dieſem Grunde ſollte man ſtets zwei Manometer an den Zylinder anſchließen und von ihnen das eine nur zur regelmäßigen Kontrolle des dauernd in Benutzung ſtehenden zweiten Manometers verwenden.

Das Pendelmanometer von Amsler-Laffon & Sohn [3] erſetzt die Federmanometer. Bei ihm wird der im Zylinder der Feſtigkeitsprobiermaſchine herrſchende Druck in einen zweiten kleineren Zylinder geleitet und durch deſſen Kolben auf ein Pendel übertragen, ſo daß die Kraftleiſtung der Maſchine an dem Pendelausſchlag beobachtet und zugleich mit der Formänderung der Probe zur Schaulinie verzeichnet werden kann. Die Anordnung iſt folgende (ſ. Fig. 6—8): Das bei *S* gelagerte Pendel *T* wird an dem wagerechten Hebel *R* durch den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zaum Q von dem Kolben B des Hilfszylinders O betätigt, dem die Druckflüssigkeit aus dem Arbeitszylinder der Festigkeitsprobiermaschine durch die Rohre N und P über das Ventil M zufließt. Der Ausschlag des Pendels wird durch den Arm U auf die Stange V und von dieser durch das Rädchen r auf den Zeiger W übertragen, der ihn als Maß der zu bestimmenden Kraft auf dem Zifferblatt anzeigt. Beim Entlasten wird der Zeiger durch ein kleines Gewicht mit zurückgedreht; die erreichte Höchstlast bleibt durch einen Schleppzeiger gekennzeichnet. Zum Aufzeichnen von Schaulinien trägt die Stange V den Schreibstift s, während die Schreibtrommel L der Formänderung der Probe entsprechend durch den Schnurzug Y gedreht wird. Um dem Pendel je nach der beim Versuch erwarteten Höchstlast verschiedene Empfindlichkeit zu erteilen, dient das Aufsteckgewicht A, das entweder ganz fortgelassen oder zum Messen kleiner Belastungen bei a und für große Belastungen bei b angebracht wird. Damit die Kraftmessung möglichst unbeeinflußt von Reibungswiderständen erfolgt, ist die Pendelachse sowohl als auch das Gelenk zwischen Zaum Q und Hebelarm R mit Kugellagerung ausgestattet und ferner der durch die Handkurbel Z zu betätigende Schnurzug D angeordnet, mit dem der Kolben B im Hilfszylinder O ständig gedreht werden kann.

Fig. 6.

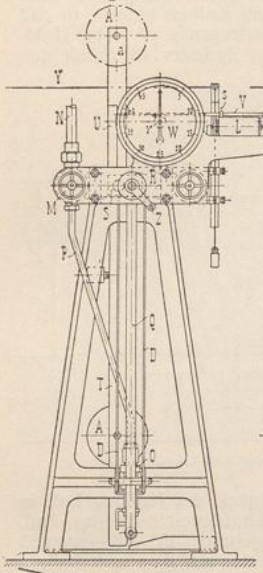
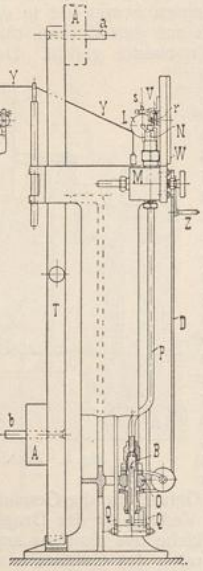


Fig. 7.



Ein eigenartiges Verfahren der Kraftmessung verwendet Frémont [5] bei seinen Maschinen. Er bestimmt die Belastung aus der Formänderung des Maschinengestells, nachdem er zuvor durch besondere Versuche die Beziehungen zwischen diesen Formänderungen und den Belastungen festgestellt hat. Sofern das Maschinengestell aus Gußeisen gefertigt ist, erhält man kein proportionales Verhältnis zwischen Kräftemaßstab und Belastung. Aber abgesehen von diesem Nachteil haftet dem Verfahren von Frémont noch der Mangel an, daß die Formänderung des Maschinengestells von der Kraftrichtung, also von der mehr oder weniger vollkommen zentrischen Einspannung der Probe abhängig ist.

Der Bedingung einer stoßfreien Belastungssteigerung entsprechen am wenigsten die Hebelwagen mit von Hand auswechselbaren Gewichten. Eine wesentliche Verbesserung liegt in der Anwendung mechanischer Gewichtsauflleger, wie sie bei den Maschinen von Gollner, Emery und Martens angewendet sind. Die Hebelwagen mit Laufgewicht gestatten stoßfreie Belastungssteigerung und haben außerdem noch den Vorzug, daß mit ihnen eine stetige Auswägung der Spannungszunahme bis zur Höchstlast leicht zu erreichen ist. Dasselbe gilt von den Pendelwagen, den Federwagen und den Meßdosen. Mit ihnen läßt sich ferner auch der Verlauf der Spannungsabnahme verfolgen, die je nach der Zähigkeit des Materials mehr oder weniger weit vor Eintritt des Bruches stattfindet und dann z. B. beim Zugversuch von starken örtlichen Querschnittsverminderungen begleitet ist (s. Zerreißversuch). Bei den Pendel- und Federwagen ist der Verlauf der Spannungsabnahme zwar in etwas dadurch beeinflußt, daß das Pendel und die Feder selbst als Spannwerk wirken, so daß sie eine Beschleunigung der Formänderung und somit eine Verringerung der Spannungsabnahme veranlassen. Ausgenommen ist hiervon die Federwage mit Schaulinienzeichner, die A. Martens zu der 1000 kg-Maschine von Rudeloff konstruierte [15]. Bei ihr besteht die Feder aus einem einfachen Stahlstab, dessen Dehnung als Maß der Belastung mit Hilfe eines Diamanten in eine Glastafel eingeritzt wird, die der Dehnung des Versuchsstabes entsprechend durch einen Schnurzug senkrecht zur Bewegungsrichtung des Diamanten bewegt wird. Die Dehnung des Federstabes beträgt bei 1000 kg Belastung etwa 0,7 mm und die Dehnung der Probe wird in erheblicher Verkleinerung aufgezeichnet. Die Ordinaten der Schaulinie sind daher nach dem Versuch mikroskopisch auszumessen. Einen ähnlichen Apparat, bei dem die Dehnung des Federstabes auf mechanischem Wege in vergrößertem Maßstabe verzeichnet wird, konstruierte Kennedy [16]. Die Meßdosen wirken nicht als Spannwerk, indem der bewegliche Deckel des Druckgefäßes selbst bei großen

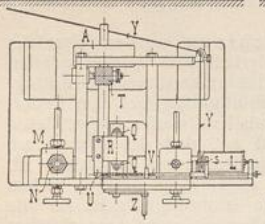


Fig. 8.

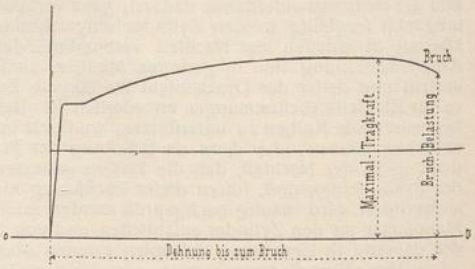


Fig. 9.

Spannungsänderungen immer nur einen kleinen Weg beſchreibt und der Probeſtab daher ſehr ſchnell bis zum Gleichgewicht zwiſchen ſeiner inneren Spannung und der äußeren Belaſtung entlaſtet wird, ſobald er ſtreckt.

In der Regel iſt es bei Feſtigkeitsunterſuchungen von Wert, nicht nur die Bruchbelaſtung der Probe feſtzuſtellen, ſondern auch deren Formänderungen bei fortſchreitender Belaſtung zu beobachten. Für derartige feinere Meſſungen ſind beſondere Apparate (ſ. Dehnungsmeſſer) zu benutzen. Mit ihnen können indeſſen die Formänderungen immer nur für eine Reihe von Belaſtungsſtufen feſtgeſtellt werden, und man muß daher, um den ganzen Verlauf der Formänderungen überſehen zu können, aus den Beobachtungswerten ſogenannte Schaulinien oder Feſtigkeitsdiagramme verzeichnen, indem man unter Zugrundelegung eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems die Belaſtungsſtufen als Ordinaten und die zugehörigen Beobachtungswerte für die Formänderungen als Abſziſſen aufträgt und die ſo erhaltenen Punkte durch einen ununterbrochenen Linienzug verbindet (ſ. Fig. 9). Eine Reihe von Feſtigkeitsprobiermaſchinen iſt nun mit beſonderen Apparaten, ſogenannten Schaulinienzeichnern oder Diagrammapparaten, verbunden, die das Aufzeichnen dieſer Schaulinien ſelbſttätig bewirken. Solche Maſchinen ſind beſonders geeignet, das Verhalten der Probe während des Fließens (ſ. Zerreißverſuch) zu unterſuchen, indem ſie jede Aenderung im Spannungszuſtand anzeigen. Zur Ermittlung des Elaſtizitätskoeffizienten ſind die Schaulinienzeichner jedoch nicht zu verwenden, da ihre Aufzeichnungen im Hinblick auf die geringen Formänderungen innerhalb der Proportionalitätsgrenze zu ungenau ſind.

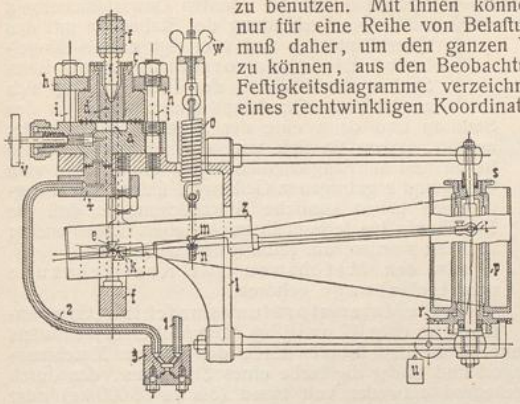


Fig. 10. Schreibapparat von Loſenhauſen.

Die ſelbſttätige Aufzeichnung erfolgt am einfachſten bei Maſchinen mit Laufgewichts-, Pendel- oder Federwagen, indem der Schreibſtift, entſprechend dem Wege des Laufgewichtes oder dem Pendelausſchlage oder der Federdehnung, geradlinig vor einer Schreibtafel oder Trommel bewegt wird, die der Formänderung des Probeſtabes entſprechend durch einen Schnurzug verſchoben oder gedreht wird. Bei Maſchinen mit hydrauliſchem Antrieb ohne beſondere Wiegevorrichtung wird mit Vorteil der Schreibapparat von J. Loſenhauſen (Fig. 10) verwendet. Hierbei gelangt die Flüſſigkeit, deren Druck gemeſſen werden ſoll, durch die Röhrchen 1 und 2 über den Verteiler 3 und durch den Flanſch 4 in die kleine Meßdoſe *a*, deren Konſtruktion genau die gleiche iſt wie die der Hauptmeßdoſe der Maſchine (ſ. Fig. 5). Der Kolben *d* wird durch den Flüſſigkeitsdruck gehoben und überträgt die wirkſame Kraft durch das Gehänge *f* und die Schneide *e* auf den Schreibhebel *z*. Er iſt mit Schneide *k* an dem Konſol *l* geſtützt und wirkt mit der dritten Schneide *m* durch das Gehänge *n* auf die Feder *o* ein, dieſe ſpannend. Der Schreibſtift *t* bewegt ſich hierbei entſprechend der Dehnung der Feder, alſo auch der zu meſſenden Belaſtung, auf einem Kreisbogen abwärts. Die Schreibtrommel *p* wird durch eine feine, über die Rolle *r* laufende und durch das Gewicht *u* ſtraff gehaltene Kette der Formänderung der Probe entſprechend gedreht. Nach Löſen der Schrauben *s* kann ſie frei um die Nabe der Rolle *r* gedreht werden. Die Flügelmutter *w* dient dazu, den Schreibſtift *t* zu Beginn des Verſuches auf die Nullinie des auf dem Schreibpapier vorgezogenen Koordinatennetzes einzuſtellen. Durch das Ventil *v* kann der Apparat ausgeſchaltet werden [3].

Die Prüfung der Maſchinen auf die Richtigkeit ihrer Laſtanzeige iſt bei ſtehenden, vertikal abwärts wirkenden Maſchinen bis zu gewiſſen Grenzen leicht durch unmittelbares Anhängen von Gewichten bekannter Größe an die Wägevorrichtung zu ermöglichen. Bei liegenden Maſchinen und denjenigen ſtehenden Maſchinen, bei denen der Antrieb an das obere Ende verlegt iſt, ſind zur Prüfung der Laſtanzeige beſondere Vorrichtungen erforderlich, deren einfachſte Form ein gerader oder Winkelhebel iſt. Einige Maſchinen, z. B. die Werder-Maſchine, ſind unmittelbar mit ſolchen Kontrollwagen ausgerüſtet Dieſelben bedürfen nun aber wieder ſelber der Kontrolle, ſo daß ihre Anwendung nicht immer zu dem wünſchenswerten Genauigkeitsgrad führt, der nicht unter 1 % betragen ſollte. Daher verwendet man zweckmäßig zur Kontrolle der Wägevorrichtung hinreichend ſtarke Probeſtäbe, deren elaſtiſche Formänderungen zuvor auf richtig juſtierten Maſchinen oder bei unmittelbarer Gewichtsbelaſtung ermittelt ſind und die dann, niemals über die Elaſtizitätsgrenze hinaus beanſprucht, auf allen zu prüfenden Maſchinen ſtets die gleichen elaſtiſchen Formänderungen für beſtimmte Belaſtungen zeigen müſſen, falls die Laſtanzeigen der Maſchine richtig ſind [2], [17], [18]. Man ſollte ſich aber bei dieſer Prüfungsweiſe nicht, wie es meiſtens zu geſchehen pflegt, mit geringen Belaſtungen begnügen, ſondern möglichſt bis zur Höchſtleiſtung der Maſchine gehen, da es nicht ausgeſchloſſen iſt, daß der Kraftmeſſer mit wachſender Belaſtung Aenderungen erleidet, z. B. Verbiegen der Hebel, Verſchiebung der Schneiden in den Hebeln u. ſ. w., wodurch auch das Ueberſetzungsverhältnis ſich ändert.

Eine Vorrichtung zur Prüfung der Kontrollſtäbe mit direkter Gewichtsbelaſtung bis 10 t iſt von A. Martens angegeben (Fig. 11). Der Martensſche Kontrollſtabprüfer [9] beſitzt zehn gußeiſerne Scheiben *a* von je 1000 kg Gewicht (Fehlergrenze 200 g), die durch die hydrauliſche Preſſe *f* gehoben und geſenkt werden können und ſich beim Senken an den zu prüfenden Stab nacheinander anhängen. Der Stab hängt mit dem einen Ende an dem Querhaupt *g*, das

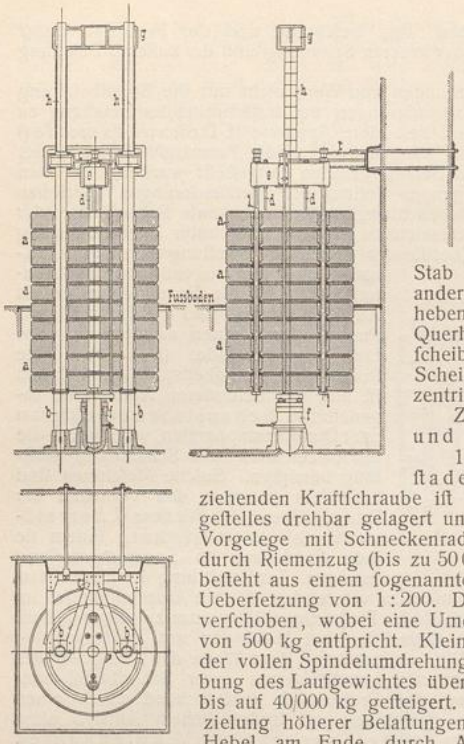


Fig. 11. Kontrollſtabprüfer nach Martens (C. Hoppe, Berlin).

mit Hilfe der auswechſelbaren Ringe *h* in beliebiger Höhe einſtellbar, von den Stangen *b* getragen wird. Dieſe Stangen ſtehen in der Grundplatte der Maſchine und werden durch das Wandkonſol *c* gehalten. Das untere Stabende geht durch das Querhaupt *e*, das mit drei Spitzen *d* auf der oberſten Gewichtsſcheibe *a* ruht. Die Verbindung der Stabenden mit den Querhäuptern *g* und *e* erfolgt mittels Kugellager (ſ. Einſpannvorrichtungen). Beim Senken des Kolbens der Preſſe *f* hängt ſich zunächſt das Querhaupt *e* unmittelbar an den Stab an und dann eine der Scheiben *a* nach der andern, indem ſie ſich von der nächſtunteren abheben und auf Fangſcheiben legen, die an dem vom Querhaupt *e* getragenen Geſtänge *l* ſitzen. Die Fangſcheiben haben koniſche Stützflächen, ſo daß die Scheiben *a* bei jedesmaligem Abheben immer wieder zentriert werden, um reibungsfrei zu hängen.

Zu den Maſchinen mit Kraftſchraube und Hebelwage gehören:

1. Die Materialprüfungsmaſchine „Gravenſtaden“ (Fig 12 und 12a). Die Mutter der aufwärts ziehenden Kraftſchraube iſt an dem oberen Ende des ſtarken Maſchinengeſtelles drehbar gelagert und bildet die Nabe eines Stirnrades, das durch Vorgelege mit Schneckenrad entweder von Hand (bis zu 30000 kg) oder durch Riemenzug (bis zu 50000 kg) betrieben werden kann. Die Hebelwage beſteht aus einem ſogenannten Differentialgehänge mit Laufgewicht bei einer Ueberſetzung von 1 : 200. Das Laufgewicht wird von Hand mittels Spindel verſchoben, wobei eine Umdrehung der letzteren einem Belaſtungszuwachs von 500 kg entſpricht. Kleinere Belaſtungsſtufen von je 25 kg ſind als Teile der vollen Spindelumdrehung an einer Trommel abzuleſen. Durch Verſchiebung des Laufgewichtes über die ganze Länge des Hebels wird die Belaſtung bis auf 40000 kg geſteigert. Zur Erzielung höherer Belaſtungen iſt der Hebel am Ende durch Anhängegewichte unmittelbar zu belaſten. Die Maſchine iſt mit einem Schaulinienzeichner ausgerüſtet [6], [19]—[22].

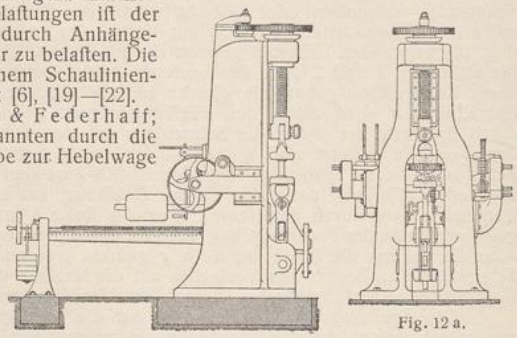


Fig. 12a.

Fig. 12. Materialprüfungsmaſchine von Gravenſtaden.

2. Die Maſchine von Mohr & Federhaff; ſie unterſcheidet ſich von der vorgenannten durch die umgekehrte Anordnung der Kraftſchraube zur Hebelwage (ſ. Fig. 13). Der Antrieb der in der Grundplatte der Maſchine gelagerten Mutter der Kraftſchraube geſchieht durch Wurmrad und Schnecke, die ihrerſeits entweder mit einem doppelten Rädervorgelege in Verbindung ſteht oder unmittelbar betätigt wird. Der Antrieb kann entweder unmittelbar durch eine Handkurbel oder von einer Transmiſſion aus durch ein Reibungsvorgelege erfolgen. Die Differentialwage, an die der Probeſtab mit ſeinem oberen Ende angreift, ſtützt ſich in einer Schneide auf das von zwei Säulen getragene Querhaupt der Maſchine. Durch eine Zugſtange ſteht der obere Hebel mit einem zweiten

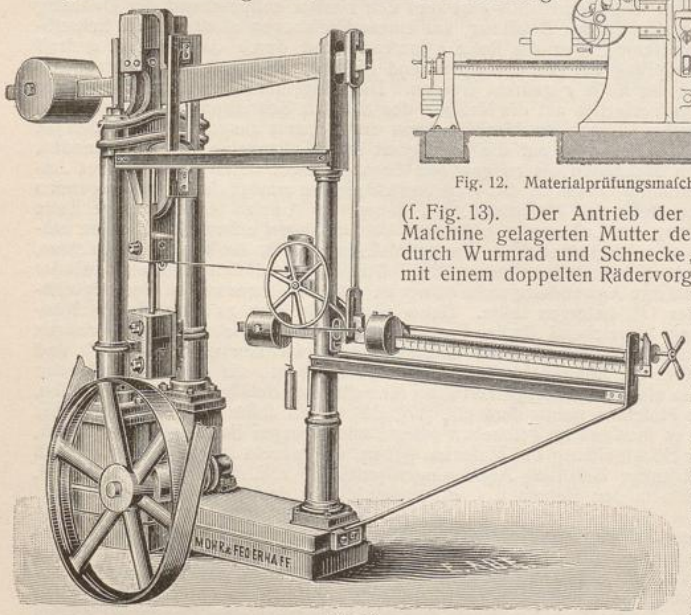


Fig. 13.

Hebel in Verbindung, auf dem das Laufgewicht zum Auswiegen der Belaftung verfchoben wird [6], [21], [23], [24]. Aehnliche Mafchinen liefert Carl Schenck, Eifengießerei und Mafchinenfabrik in Darmftadt.

3. Die 50-t-Mafchine der Düffeldorfer Mafchinenbau-Aktiengefellfchaft vorm. J. Lofenhaufen. Fig. 14 und 14a zeigen die Gefamtanficht der ftehend angeordneten Mafchine. Die Krafterzeugung erfolgt in der Regel mittels Schraube; auf Wunfch wird die Mafchine aber auch mit hydraulifchem Antrieb ausgerüftet. Zur Kraftmeffung dient eine Laufgewichtswage; ein Schaulinienzeichner und ein unmittelbar an den Probeftab anzubringender Dehnungsmeffer vervollftändigen die Einrichtung. Die Mafchine ift auf einer ftarken gußeifernen Grundplatte aufgebaut, die ihre Aufftellung auf ebenem Boden ohne koftfpielige Fundamente ermöglicht.

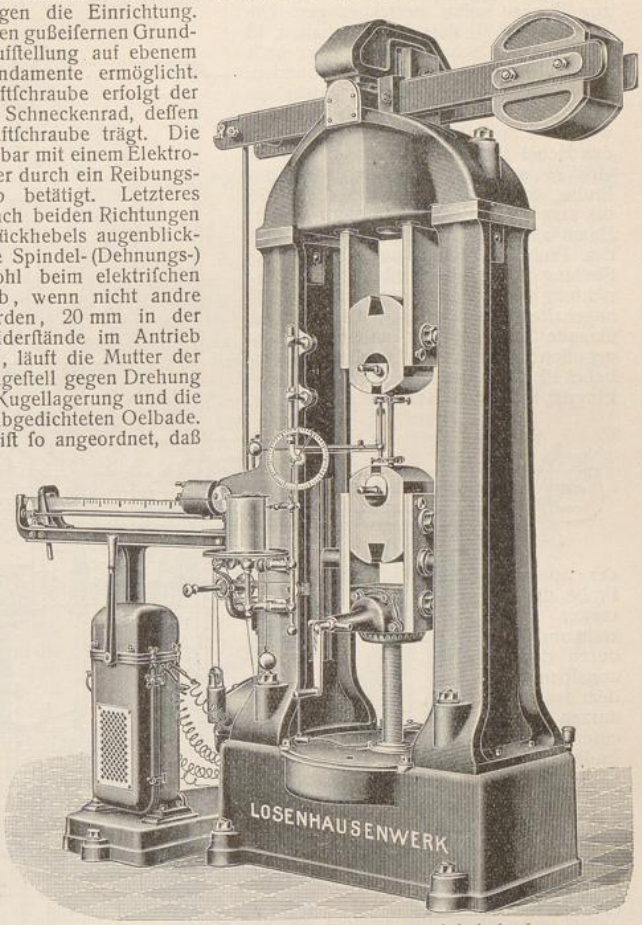


Fig. 14. Feftigkeitsprobiermafchine von J. Lofenhaufen.

Bei Mafchinen mit Kraftfchraube erfolgt der Antrieb mittels Schnecke und Schneckenrad, deffen Nabe die Mutter für die Kraftfchraube trägt. Die Schnecke ift entweder unmittelbar mit einem Elektromotor von 3 PS. gekuppelt oder durch ein Reibungsvorgelege mit Riemenantrieb betätigt. Letzteres geftattet, das Schneckenrad nach beiden Richtungen anzutreiben und mittels Ausrückhebels augenblicklich ftillzuftellen. Die größte Spindel- (Dehnungs-) gefchwindigkeit beträgt fowohl beim elektrifchen als auch beim Riemenantrieb, wenn nicht andre Abmachungen getroffen werden, 20 mm in der Minute. Um die Reibungswiderftände im Antrieb möglichft gering zu geftalten, läuft die Mutter der durch Führung am Mafchinengeftell gegen Drehung geficherten Kraftfchraube auf Kugellagerung und die Schnecke in einem ftaubfrei abgedichteten Oelbade. Die Lagerung des Antriebes ift fo angeordnet, daß fämtliche Teile nach dem Abheben des Deckels aus der Grundplatte oben herausgenommen werden können, ohne daß die Säulen oder irgend ein andrer Mafchinenteil zuvor entfernt werden müßte. Die Laufgewichtswage zur Kraftmeffung befteht aus dem Hebel E mit dem Uebertetzungsverhältnis 1 : 100 und dem eigentlichen Laufgewichtshebel F, mit E durch die Stange G verbunden. Das Laufgewicht H läuft, durch den Seilzug III betätigt, mit Rollen auf feinem Hebel und ift an demfelben bei der Nullftellung durch die Gegengewichte J und J_1 ausgeglichen. Die Einftellung des Laufgewichts während des Verfuches kann von Hand oder durch die Mafchine felbfttätig bewirkt werden, ohne daß die bewegende Kraft ein die Wägung beeinfluffendes Moment auf den Laufgewichtshebel ausübt. Die felbfttätige Einftellung des Laufgewichts gefchieht von der Schneckenwelle zum Antrieb der Kraftfchraube aus wie folgt. Der über die Seilfcheiben 1—7, von denen 1 auf der Schneckenwelle und 4 und 6 auf derfelben Achfe fitzen, geleitete und bei 3 durch das Gewicht a gefpannte, endlofe Seiltrieb I überträgt die Bewegung der Schnecken- oder Motorwelle K auf die wagerechte Reibungsfcheibe b, die mit der Seilfcheibe 5 aus einem Stück gefertigt ift. b wird durch Federdruck gegen die zweite Reibungsfcheibe c gepreßt und fetzt letztere mit mehr oder weniger großer Gefchwindigkeit in Bewegung, je nachdem fie durch Verfchieben ihrer Welle d von der Drehachfe der Scheibe b abgerückt wird. Mit der Welle d dreht fich eine auf ihr befeftigte Seilfcheibe. Von diefer führt der Seiltrieb II über die Scheiben 9, 10 und 11, von denen 10 wieder ein Spanngewicht g trägt. Die Achfen der Scheiben 9 und 11 find auf kurze Strecken mit Schneckengewinde verfehen; ihnen gegenüber ftehen die Schneckenräder 12 und 13. Letztere fitzen mit den Stirnrädern 14 und 15 auf denfelben Hülfen, deren feftftehende Achfen von dem Laufgewichtshebel F getragen werden und fich in gleichem Abftande (rechts und links) von der Stützfchneide L des Laufgewichtshebels befinden. Wird nun während des Verfuchs der Laufgewichtshebel durch die Spannung des Probeftabes angehoben, fo kommt das Schneckenrad 12 in Eingriff mit der Schneckenwelle der Scheibe 9, wird durch diefe angetrieben und betätigt durch den ebenfalls hergeftellten Eingriff der beiden Stirnräder 14

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und 15 ineinander und durch die Seilſcheibe 16 den Seiltrieb III derart, daß letzterer das Laufgewicht nach links verſchiebt. Sobald die Spannung des Probeſtabes an der Wage im Gleichgewicht iſt und der Hebel *F* auf die feſte Marke *M* einſpielt, iſt das Schneckenrad wieder ausgerückt und der Seiltrieb III ſowie das Laufgewicht ſtehen ſtill. Iſt aber das Laufgewicht zu weit nach links gerückt, ſo daß ſein Moment größer iſt als das der Spannung des Probeſtabes, und der Laufgewichtshebel abſinkt, ſo kommt das Schneckenrad 13 in Eingriff mit der Schneckenwelle der Scheibe 11. Die Scheibe 16 wird nun im umgekehrten Sinne gedreht wie vorher und das Laufgewicht durch den Seilzug III nach rechts zurückgezogen. Um den Seiltrieb III ſtets ſtraff zu halten, iſt die Lage der Scheibe 17 mit einer nach links wirkenden Spannfeder verbunden. Der Ausſchlag des Laufgewichtshebels nach oben und unten iſt durch die Maulweite des Sperrſtückes *O* begrenzt. Um den Hebel feſtzuſtellen, wird es an dem Griff *P* nach links umgelegt. Reißt die Probe, ſo arbeitet die Schneckenwelle bis zum Stillſtellen des Motors weiter. Damit aber das Laufgewicht beim Bruch der Probe in ſeiner augenblicklichen Stellung ſtehen bleibt, iſt folgende Einrichtung getroffen, mit der der Seiltrieb II angehalten wird. An die auf der Welle *d* ſitzende Seilſcheibe iſt ein Sperrad angegoſſen; der zu ihm gehörige Sperrhebel iſt durch den Zug der Kette außer Eingriff, ſolange die Kraftſchraube *S* unter

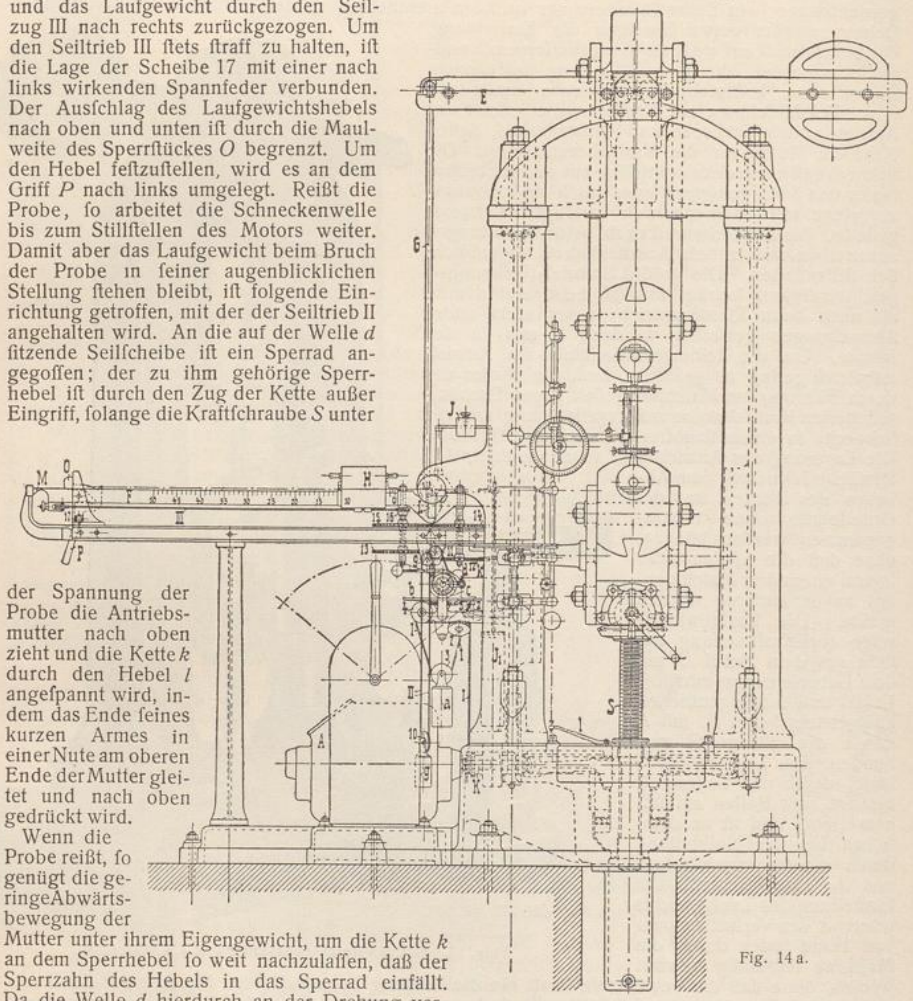


Fig. 14a.

der Spannung der Probe die Antriebsmutter nach oben zieht und die Kette *k* durch den Hebel *l* angeſpannt wird, indem das Ende ſeines kurzen Armes in einer Nute am oberen Ende der Mutter gleitet und nach oben gedrückt wird.

Wenn die Probe reißt, ſo genügt die geringe Abwärtsbewegung der Mutter unter ihrem Eigengewicht, um die Kette *k* an dem Sperrhebel ſo weit nachzulaſſen, daß der Sperrzahn des Hebels in das Sperrad einfällt. Da die Welle *d* hierdurch an der Drehung verhindert iſt, ſo ſteht der Seiltrieb II und damit zugleich der Seiltrieb III für die Laufgewichtsbewegung ſofort ſtill. Die Scheibe *b* gleitet unter der Scheibe *c*, bis auch der Motor abgeſtellt iſt. Der Schaulinienzeichner beſteht aus einer Trommel, die durch einen Kettenzug der Verſchiebung des Laufgewichts entſprechend gedreht, und dem Schreibſtift, der der Dehnung des Probeſtabes entſprechend geſenkt wird, wobei ſeine Trageſtange am Maſchinengeſtell geführt iſt. Eigenartig iſt die Uebertragung der Stabdehnung auf den Kettenzug. Auf den Probeſtab ſind in den Endquerſchnitten der Meßlänge Bügel aufgeſchraubt. Gegen dieſe ſtützen ſich die Enden von zwei teleſkopartig ineinander geſchobenen Röhren, von denen jedes eine Rolle trägt. Infolge dieſer Anordnung nähern die beiden Rollen ſich beim Verſuch um die Stabdehnung, und die über die Rollen geleitete Kette wird um den doppelten Betrag nachgelaſſen. Der Weg des Schreibſtiftes auf der Trommel ſtellt alſo die Dehnung im doppelten Maßſtabe dar. — Der Dehnungszeiger ſitzt auf der Achſe derjenigen Rolle, über welche die Kette zum Schreibſtifthalter heruntergeführt wird. Dieſe Rolle iſt aus zwei Scheiben gebildet (ſ. Fig. 15), die verſchieden weit voneinander einzuſtellen ſind, um die Tiefe der Kettenrolle ändern und hierdurch das Ueberſetzungsverhältnis für die Dehnungsanzeige richtig einſtellen zu können [3]. Neuerdings wird der Dehnungsmeſſer mit einer Einrichtung geliefert, die beim Bruch des Probeſtabes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Dehnungszeiger augenblicklich ſtillſtellt, ſo daß er die Dehnung auch nach erfolgtem Bruch noch anzeigt.

4. Die Maſchine von Fairbanks iſt in der Hauptſache eine Brückenwage, deren aus I-Trägern gebildete Plattform die durch zwei Kraftſchrauben auf den ſenkrecht hängenden Probeſtab ausgeübte Belaſtung aufnimmt und auf das Hebelwerk der Wage überträgt. Die Auswägung der Belaſtung erfolgt mittels Laufgewichten. Die in Fig. 16 ſchematiſch dargeſtellte Wägevorrichtung wird aus neun Hebeln gebildet, von denen der letzte mit zwei auf geſonderten Bahnen verſchiebbaren Laufgewichten von verſchiedener Größe ausgerüſtet iſt. Die geſamte zuläſſige Verſchiebung des kleineren Laufgewichts entſpricht einem Belaſtungszuwachs von 5000 kg, die des größeren einem ſolchen von 50000 kg. Sobald das erſtere beim Verſuch am Ende ſeines Weges angekommen iſt, wird das größere um ein Zehntel vorgeſchoben und gleichzeitig das kleinere ſo weit zurückgeführt, bis die Gleichgewichtslage der Wage unter ſtetigem Betriebe der Maſchine wiederhergeſtellt iſt. Durch zwei Uhrwerke, die mittels elektriſcher Kontaktapparate bezw. Umſchalter mit dem Antrieb der Laufgewichte gekuppelt und wieder ausgelöſt werden, erfolgt die Verſchiebung der Laufgewichte den Spannungen im Probeſtabe entſprechend ſelbſttätig. Zugleich wird eine Schaulinie von dem Verlauf des Verſuches verzeichnet, indem die Stabdehnung durch einen Schnurzug in geradlinige Bewegungen eines Zeichenſtiftes umgeſetzt wird, der ſeinen Weg auf einer mit Papier belegten Trommel verzeichnet, die der Belaſtungszunahme entſprechend durch einen Schneckentrieb von den Laufgewichten aus gedreht wird. Beim Bruch des Stabes wird durch Unterbrechung des elektriſchen Stromes der Zeichenſtift feſtgeſtellt und der Antrieb der Maſchine ſelbſttätig ausgerückt. Zur Ausführung von Biegeverſuchen ſind auf der Plattform der Wage zwei verſtellbare Stützlager angeordnet [20], [21], [25], [26].

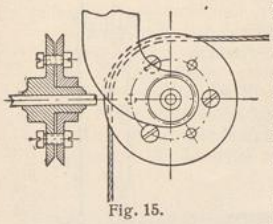


Fig. 15.

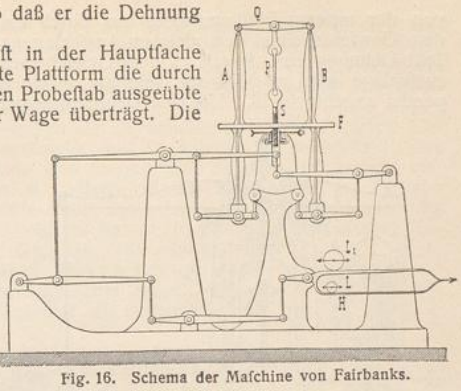


Fig. 16. Schema der Maſchine von Fairbanks.

5. Die Maſchine von Olſen zur Anſtellung von Zug-, Druck- und Verwindungsverſuchen gleicht ihrer Grundanordnung nach derjenigen von Fairbanks, indem die Belaſtung der Probe bei ihr ebenfalls als Druck auf eine Plattform und von dieſer auf die mit Laufgewicht verſehene Wägevorrichtung übertragen wird [12], [13], [27]—[29], [6].

6. Die Maſchine von v. Tarnogrocky in Eſſen, mit einer Neigungs- oder Pendelwage zur Laſtanzeige, iſt für größere Belaſtungen ſtehend angeordnet, im übrigen iſt ihre Wirkungsweiſe die gleiche wie bei den kleineren Maſchinen für Drahtprüfungen (ſ. d.). Die Maſchine wird in 19 verſchiedenen Größen für Belaſtungen von 600—100000 kg gebaut und zwar ſowohl mit Schraubenantrieb als auch mit hydrauliſchem Antrieb.

7. Die Maſchine von Schopper (Fig. 17) iſt bei ſtehender Anordnung ebenfalls mit einer Neigungswage ausgerüſtet [30]. Die Drehachſe des Pendels bildet ein Zapfen, der an einem Ende zur Verminderung der Reibung auf zwei Rollen und am andern zwecks ſicherer Führung in einem Lager ruht. Der Pendelausſchlag iſt als Maß der Belaſtung an einem geteilten Kreisſegment abzuleſen und durch eine Reihe nacheinander einfallender Sperrklinken im Augenblick des Zerreißens der Probe ſichergeſtellt. Zur Anzeige der Geſamtdehnung der Probe zwiſchen beiden Einſpannbacken iſt auf der Drehachſe des Gewichtspendels ein zweites Pendel angebracht, das

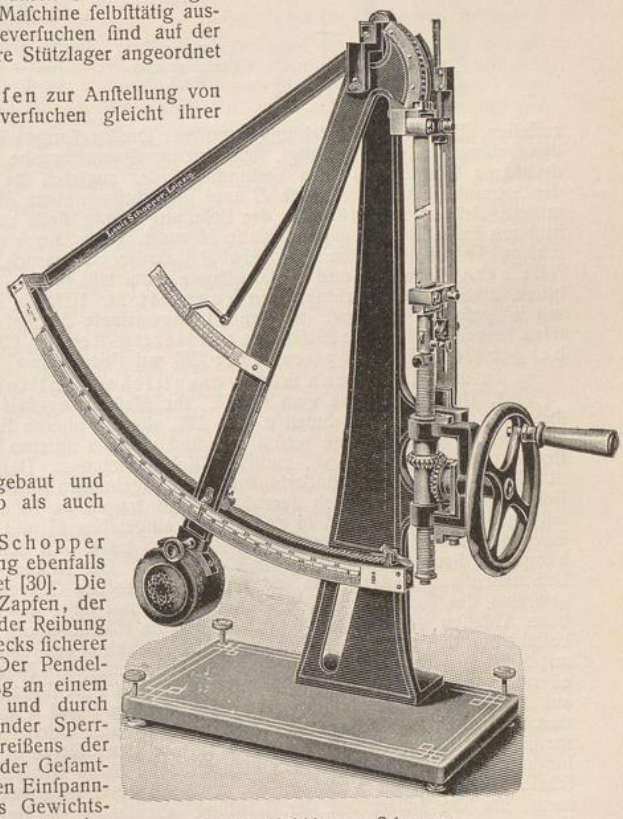


Fig. 17. Maſchine von Schopper.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von der unteren Einſpannbacke aus durch eine Zugſtange derart betätigt wird, daß es mit dem Gewichtspendel den gleichen Ausſchlag macht, ſolange die Probe ſich nicht merklich dehnt. Tritt Dehnung ein, ſo eilt es dem Gewichtspendel voraus und der Unterſchied beider Pendelausſchläge wird als Maß der Dehnung an einem Kreisſegment angezeigt, das an dem Gewichtspendel angebracht iſt. Um den Dehnungszeiger im Augenblick des Zerreißens der Probe feſt-

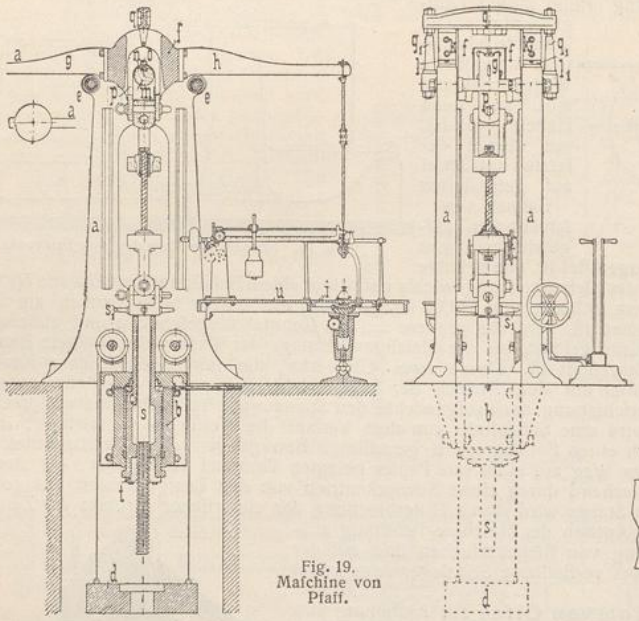


Fig. 19. Maſchine von Pfaff.

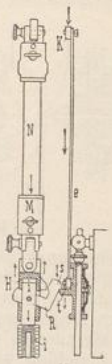


Fig. 18.

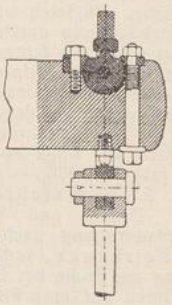


Fig. 20. Aufhängung der Wiegevorrichtung an der Maſchine von Pfaff.

zuſtellen, iſt folgende Einrichtung getroffen: Die Zugſtange *e* (Fig. 18), die den Dehnungszeiger *K* betätigt, ſteht mit der Spannſchraube *i* durch den drehbaren Winkelhebel *R* in Verbindung, der zugleich die Verbindung der Schraube *i* mit der Hülſe *H* und der Einſpannklaue *M* derart vermittelt, daß er ſich während der Belaſtung ſchräg ſtellt und mit dem hinteren Ende hebend auf die Hülſe *H* wirkt. Beim Bruch der Probe *N* ſchlägt die fallende Hülſe den Hebel *R* linksdrehend zurück, ſo daß die Naſe *s* den Schieber *t* und die Zugſtange *e* frei läßt [31]. — Ferner gehören hierher die Maſchinen von Rudeloff für 1000 kg Kraftleiſtung mit Wiegeſchale [15] und die ſtehend angeordnete 5-t-Maſchine von Delaloë [5]. Erwähnt ſeien hier ſchließlich die Maſchinen von Hartig-Reuſch [26], [33], Wendler [34], Schlumberger [34] und Schöpfleuthner [35] mit Federwagen.

Zu den Maſchinen mit hydrauliſchem Antrieb und Hebelwage gehören:

1. Die Maſchine von Pfaff. Ihr Maſchinengeſtell beſteht aus zwei auf Mauerwerk ſtehenden gußeiſernen Rahmen *a* (Fig 19), die am oberen Ende durch zwei Stehbolzen *e* miteinander in paralleler Lage verſchraubt ſind und am unteren Ende den Preßzylinder *b*, mit dem Boden nach oben gerichtet, zwiſchen ſich aufnehmen. Der abwärts wirkende Tauchkolben *c* iſt mit der durch den Zylinderboden hindurchgehenden Kolbenſtange aus einem Stück gefertigt. Beide ſind der Länge nach durchbohrt und tragen im Innern die Schraubenſpindel *s*, deren feſtſtehende Mutter *t* unten in den Kolben eingelaſſen iſt und welche am oberen, gabelförmigen Ende die eine Einſpannung für den Probeſtab trägt. An den Griffen s_1 wird die Spindel der Länge des Probeſtabes entſprechend eingeſtellt. Der Kolben iſt an vier über Rollen laufenden Drahtſeilen aufgehängt. Das von letzteren getragene Gewicht *d* hebt die Wirkung des Eigengewichts des Kolbens auf den Probeſtab auf und führt den Kolben nach beendetem Verſuche beim Ablaſſen des Druckwaſſers ſtets in ſeine Höchſtſtellung zurück. — Die Wägevorrichtung beſteht bei den älteren Ausführungen der Maſchine aus einem zweiarmigen geraden Hebel *h* mit 500facher Ueberſetzung und der von ihm getragenen Belaſtungsſchale *i*. Der mittlere gußeiſerne Körper *f* des dreiteilig gefertigten Hebels *g f h* ſtützt ſich mit zwei Schneiden *k* und k_1 auf die vom Maſchinengeſtelle getragenen Pfannen *l* und l_1 und trägt in ſeinem Innern auf dem durchgehenden Stahlbolzen *m* die Schneide *n*, auf welcher der Bügel *p* für die obere Einſpannung mit der Pfanne *o* hängt. Das von den Stützen q_1 getragene Querhaupt *q* ſoll verhindern, daß der Hebel aus den Pfannen beim Bruch der Probe herausſpringt. Die Belaſtungsſchale hängt über einer Stütze, die nach Art einer Wagenwinde gehoben und geſenkt werden kann, um die Schale mit der Belaſtung abzufangen. — Beachtenswert iſt die Anordnung der Schneide, an welche die Tragſtange für die Belaſtungsſchale greift. Die Schneide (Fig. 20) iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Länge nach aus einem Bolzen herausgearbeitet, der quer in den Hebel eingelaffen ift und durch zwei gegengefchraubte Stahlftücke gehalten wird. Eine drehbare durchgehende Schraube ift dem Schneidenbolzen fo nahe gelegen, daß ihr Gewinde den letzteren erfaßt. Wird die Schraube gedreht, fo fchwingt die Schneide nach rechts oder links, fo daß die Länge des Hebelarmes genau eingeftellt werden kann [5], [13], [20], [21], [36].

2. Die Mafchine von Gollner, die neben der hydraulifchen Preffe zugleich eine Schraube zur Krafterzeugung befitzt. Beide Spannwerke find fo zueinander angeordnet, daß fie jederzeit ausgewechfelt werden können, ohne daß hiermit eine Störung des gerade vorhandenen Belaftungszuftandes verbunden ift. Hierzu ift die Stange des im Zylinder fteckenden Tauchkolbens (Fig. 21) durch die hohle Spannfchraube hindurchgeführt und am unteren Ende mit der Einfpannvorrichtung für das obere Ende des Probeftabes ausgerüftet. Wird die Spannfchraube durch Drehung ihrer Mutter, die als Nabe eines Schneckenrades ausgebildet ift, aufwärts bewegt, wobei fie durch ein am Mafchinengeftell geführtes Querhaupt gegen Drehung gefichert ift, fo wird zugleich auch der Zylinder mit angehoben und

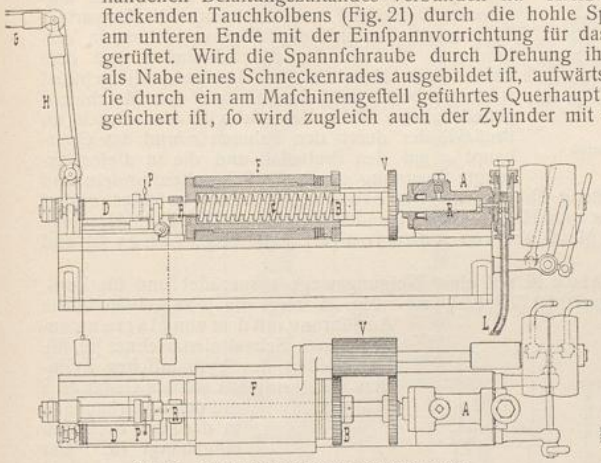


Fig. 22. Schaulinienzeichner von Wickfteed.

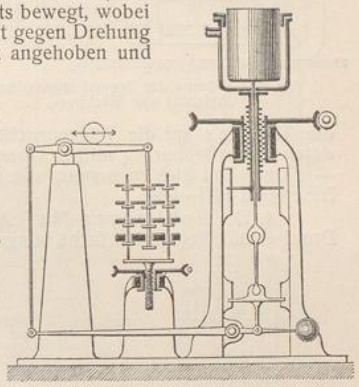


Fig. 21. Schema der Mafchine von Gollner.

die in ihm befindliche Flüffigkeit unter Druck verfetzt, entfprechend dem Zuge, den der belaftete Probeftab abwärts ausübt. Zur weiteren Steigerung der Belaftung mittels der hydraulifchen Preffe ift daher nur das mit dem Zylinder verbundene Pumpwerk in Betrieb zu fetzen. Zum Auswiegen der Belaftung dient ein Laufgewicht und ein mechanifcher Gewichtsaufleger. Letzterer befteht aus einem von einer Schraube getragenen Geftänge mit vier Bunden, auf denen fcheibenförmige Belaftungsgewichte in beftimmten Abftänden ruhen, und aus einer von dem Wagebalken getragenen, zentrifch durch die Gewichtsfcheiben herabhängenden Stange. Letztere ift mit vier Querkeilen verfehen, mit denen die Gewichtsfcheiben zwecks Belaftung der Wage durch entfprechende Senkung des Geftänges nacheinander von den Bunden abgehoben werden [20], [21], [37].

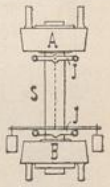


Fig. 23.

3. Die Mafchine von Wickfteed ift ebenfalls ftehend angeordnet mit dem hydraulifchen Zylinder am unteren Ende. Zur Kraftmeffung dient ein oben liegender, zweiarmiger Hebel mit Laufgewicht. Außerdem ift die Mafchine mit einem Schaulinienzeichner folgender Anordnung ausgerüftet. Zur Aufzeichnung der Belaftung ift der Preßzylinder der Mafchine durch eine Rohrleitung L mit einem kleineren zweiten Zylinder A (Fig. 22) verbunden, auf deffen Kolbenftange R die Spiralfeder c aufgefchoben ift, deren Enden fich einerfeits gegen die Innenwand der Federhülfe F, anderfeits gegen einen auf der Kolbenftange angebrachten Ring B ftützen. Je nach der Druckfpannung im Hauptzylinder erfährt die Spiralfeder eine mehr oder weniger erhebliche Zufammendrückung, deren Größe als Kraftmaß von dem Zeichenftift P auf der mit Papier belegten Trommel D verzeichnet wird. Die Genauigkeit diefer Kraftmeffung ift nicht nur von der Manfchettenreibung in dem Hauptzylinder abhängig, die einen Teil des Flüffigkeitsdruckes der Einwirkung auf den Probeftab entzieht, während er auf den Kolben des Schaulinienapparates voll zur Wirkung kommt, fondern auch von den Reibungswiderftänden beeinflußt, die der Bewegung des Kolbens R entgegenftehen. Um die letzteren, die fich der Berechnung entziehen, auf einen möglichft kleinen Betrag zurückzuführen, wird der Kolben R durch das Vorgelege V in beftändige Rotation verfetzt und die noch verbleibenden Fehler in der Kraftbeftimmung dadurch beglichen, daß der Kräftemaßftab des Schaubildes durch unmittelbaren Vergleich der Wägungsergebniffe mit den Aufzeichnungen des Schaulinienapparates empirifch beftimmt wird. — Die Dehnung des Probeftabes wird zur Drehung der Zeichentrommel D in der Weife ausgenutzt, daß an dem Probeftabe in zwei vorher feftgelegten Marken, zwifchen denen die Dehnung gemeffen werden foll, Klammern J (Fig. 23) angebracht werden, von denen die untere zur Befeftigung eines dünnen Seiles dient, das über der von der oberen Klammer getragenen Rolle zur Seiltrommel führt. Um den Einfluß der Aenderungen in der relativen Lage der Stabmarken zu der Zeichentrommel auszufchließen, ift das Seil nicht unmittelbar von der oberen Marke zur Zeichentrommel ausgefpannt, fondern zunächft über zwei weitere Rollen geführt, die in den Gelenken des Geftänges G und H (Fig. 22) angebracht find. Hierdurch ift erreicht, daß die Länge des Seiles zwifchen der oberen Stabmarke und der Trommel allzeit unverändert bleibt und die Drehung der letzteren lediglich von dem zunehmenden Markenabftand, d. i. von der Dehnung der Probe, abhängig ift [38]—[40]. Bei der neuerdings ausgeführten liegenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anordnung der Maſchine [42] wirkt der Kolben des hydrauliſchen Zylinders nach der ſchematiſchen Darſtellung Fig. 24 auf den gußeiſernen Rahmen *r*, der auf dem Bett der Maſchine gleitet. An dieſem Rahmen wird das Querhaupt *q* feſtgelegt, das die Einſpannung für das eine Stabende trägt. Die zweite Einſpannung iſt mit dem Querhaupt q_1 verbunden, das von den Schraubenſpindeln *s* getragen wird. Letztere ſtecken mit dem rechten Ende drehbar in der Traverſe *t* und ſtehen am linken Ende mit einem gemeinſamen Vorgelege in Verbindung, durch deſſen Betätigung die Schraubenſpindeln gedreht und das Querhaupt q_1 dem Querhaupt *q* der Länge des Probeſtabes entſprechend genähert werden kann. Die Traverſe *t* ſteht unmittelbar mit der Wägevorrichtung in Verbindung, die aus dem Winkelhebel *h* und dem zweiarmigen Hebel h_1 (mit Laufgewicht) gebildet wird, die beide mit Schneiden auf dem Maſchinengeſtell ruhen. Beim Verſuch wird der Druck im Preßzylinder durch den Rahmen *r* und das Querhaupt *q* auf den Probeſtab und die in dieſem erzeugte Spannung durch die Schraubenſpindeln und die Traverſe *t* auf die Wägevorrichtung übertragen. Die Bewegung des Laufgewichtes erfolgt durch einen Schnurzug mittels eines von Hand zu betätigenden Vorgeleges [12], [13], [41]—[43]. — Ferner ſind hier zu nennen die Maſchinen von Adamſon [21], [44]—[46], Tangy [2] und Buckton [47]—[49].

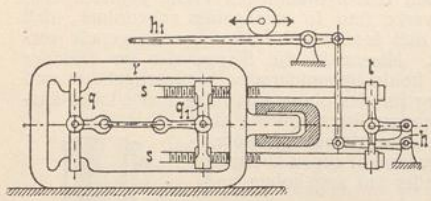


Fig. 24. Schema der liegend angeordneten Maſchine von Wickſteed.

4. Die Pohlmeyer-Maſchine iſt mit einer Neigungswage ausgerüſtet und für Zug-, Druck- und Biegungsverſuche eingerichtet [20], [21], [50] Fig. 25 zeigt die jetzt gebräuchliche Ausführung mit dem von Martens angegebenen Schaulinienzeichner [6], [9]. Der Kolben des hydrauliſchen Zylinders wirkt aufwärts auf das Geſtänge *S* mit dem Querhaupt *Q*, in das der Probeſtab eingehängt iſt. Der untere Stabkopf ſteht mit dem Querſtück Q_1 in Verbindung, von dem das Geſtänge S_1 zu beiden Seiten des Preßzylinders zu der Wägevorrichtung führt. Dieſe beſteht aus den beiden geraden Hebeln H_1, H_2 ſowie dem Pendelhebel H_3. Der längere, an ſeinem Ende belaſtete Arm des letzteren hängt ſenkrecht herab, ſein Ausſchlag wird als Größe der jeweiligen Belaſtung des Probeſtabes durch einen Zeiger auf der Kreisteilung *z* angezeigt. Die Betätigung des Zeigers erfolgt von der auf dem wagerechten Arm des Pendels ſtehenden Stange *s* aus mittels Schnur, die mit den Enden an der Stange *s* befeſtigt, durch eine eingeſchaltete Feder geſpannt und um die Achſe des Zeigers geſchlungen iſt. Am oberen Ende trägt die Stange *s* einen Schreibſtift. Er ſchreibt den Pendelausſchlag auf die Trommel *t*, die durch den Schnurzug *a* um die Dehnung des Stabes gedreht wird.

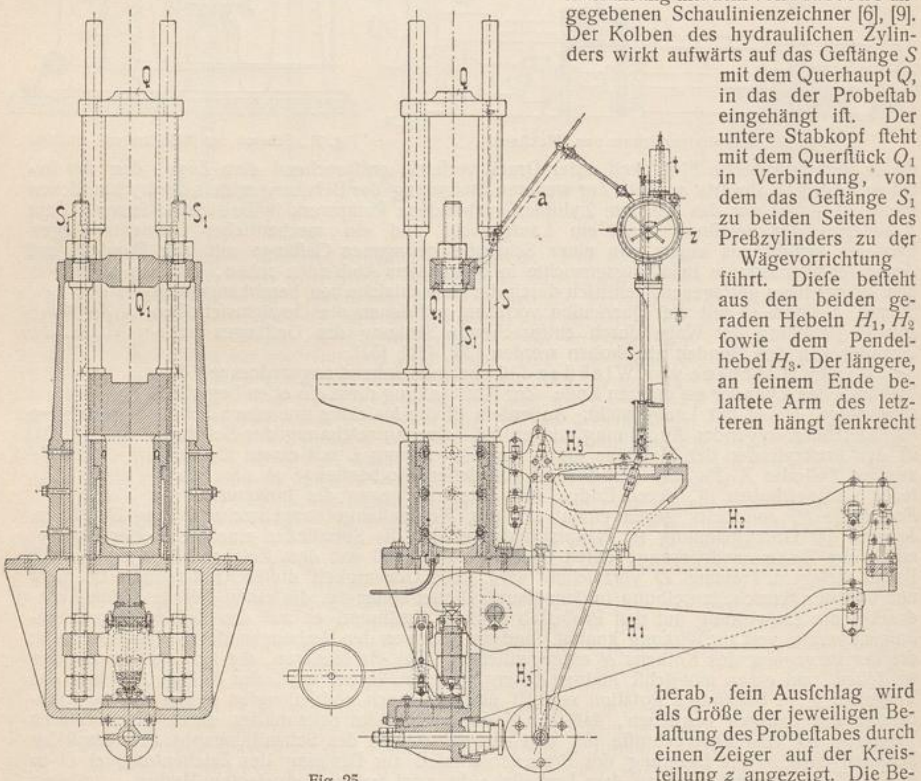


Fig. 25.

5. Die Martens-Maſchine [9]. Sie iſt ſtehend angeordnet (Fig. 26). Der hydrauliſche Antrieb liegt in der Grundplatte der Maſchine. Der Kraftmeſſer iſt ein zweiarmiger Hebel, der auf zwei ſeitlich angeordneten Schneiden (Fig. 26a) auf der von zwei Säulen getragenen Kopfplatte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich ſtützt und an dem langen Arm *A* mit einem mechaniſchen Gewichtsaufleger ausgerüſtet iſt, mit dem nacheinander Belaſtungsſcheiben an die vom Hebel getragene Stange *a* angehängt werden. Vorgeſehen ſind neun oder zehn Scheiben von je 4 kg und darunter fünf Scheiben von je 40 kg Gewicht. Sie entſprechen bei dem Hebelverhältnis von 1 : 250 Laſtſtufen von je 1 oder 10 t. Im unbelaſteten Zuſtande der Maſchine ſind die kleinen Scheiben von den Stangen *b*

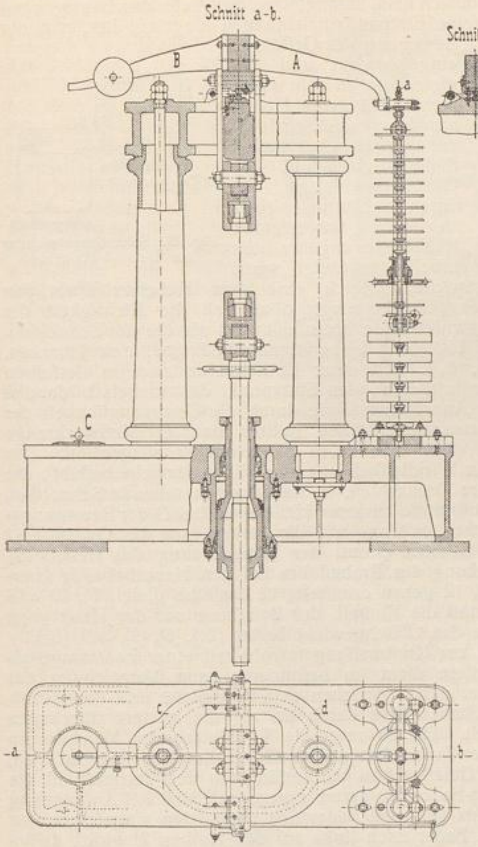


Fig. 26.

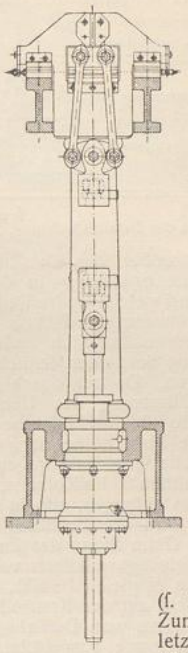


Fig. 26a

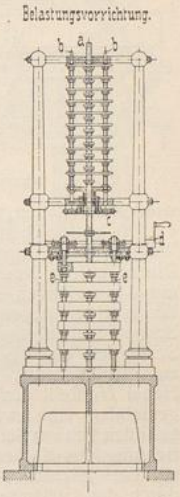


Fig. 26b.

Fig. 26. Materialprüfungsmaſchine Syſtem Martens für eine maximale Belaſtung von 50000 kg.

(ſ. Fig. 26b) getragen. Zum Belaſten werden letztere durch Drehen des Handrades *c* geſenkt, wobei die Scheiben, mit der oberſten beginnend, ſich von den Stangen *b* abheben und auf die von der Stange *a* getragenen Teller zu liegen kommen. Ebenſo werden die fünf großen Scheiben durch Drehen der Kurbel *d* und das hiermit verbundene Senken der Stangen *e* an die Stange *a* angehängt. Auf der linken Seite kann die Maſchine mit einer Meßdoſe ausgerüſtet werden, die an Stelle des Deckels *C* auf die Grundplatte der Maſchine zu ſtehen kommt und durch den Hebelarm *B* und eine zwiſchen ihm und der Doſe eingeſchaltete Druckſtange betätigt wird; ſoll ſie zur Kraftmeſſung verwendet werden, ſo bleibt der Hebelarm *A* unbelaſtet. Ein über der Doſe angeordneter Gewichtsaufleger dient dazu, den Meßwert der Doſe durch direkte Gewichtsbelaſtung zu ermitteln. In der älteren Ausführung der Maſchine war die Meßdoſe noch mit einem Schaulinienzeichner verbunden [6], [21], [25]. Die Gleichgewichtslage des Gewichtshebels wird durch einen in Fig. 26 nicht dargeſtellten Zeigerhebel angezeigt, der über einer an der rechten Säule angebrachten Marke ſpielt und durch eine Stange betätigt wird, die zwiſchen Säule und Gewichtsaufleger an dem Hebel *A* hängt. Ferner iſt der Tauchkolben mit einer durch die Grundplatte der Maſchine nach oben hindurchgeführten Stange verbunden, die ſich am oberen Ende gegen eine Rolle mit Zeiger legt, an deſſen Drehgeſchwindigkeit zu erkennen iſt, mit welcher ungefähren Geſchwindigkeit die Zerreißprobe geſtreckt wird.

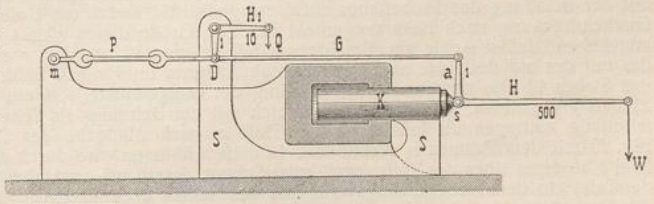


Fig. 27. Schema der Werder-Maſchine.

6. Die Werder-Maſchine. Sie iſt liegend angeordnet und für Zug-, Druck-, Biegungs-, Knick-, Scher- und Torſionsverſuche eingerichtet. Das durch Fig. 27 veranſchaulichte Prinzip,

der Wägung und deren Konſtruktion iſt folgendes: Der bei *m* am Maſchinengeſtell feſtgelegte Probeſtab *P* iſt durch das Geſtänge *G* mit dem kürzeren Arm *a* des Winkelhebels *H* verbunden, der ſich bei *s* mit einer Schneide gegen die vordere Stahlfläche des Kolbens *K* legt und an dem letzteren ſo aufgehängt iſt, daß ſeine Drehachſe mit der Schneide *s* in einer Geraden liegt. Der Kolben ruht auf dem Schlitten *S*, an dem auch das Geſtänge in Ringen frei aufgehängt iſt. Der Hebel ſowohl wie das Geſtänge folgen demnach beim Ingangſetzen der Preſſe den Bewegungen des Kolbens, bis der Probeſtab ſich feſt in ſeine Einſpannvorrichtungen eingelegt hat, nun der Bewegung des Geſtänges entgegenwirkt und zugleich die an dem wagerechten, längeren Hebelarm hängende Schale *W* anhebt. Durch Belaſten dieſer Schale iſt die Gleichgewichtslage, die durch das Einſpielen einer an dem wagerechten Hebelarme angebrachten Libelle angezeigt wird, wiederherzuſtellen, wobei das Belaſtungsgewicht zugleich eine dem Hebelverhältnis von 1 : 500 entſprechende Spannung in dem Probeſtab erzeugt, ohne daß die Richtigkeit der Wägung durch irgend welche andre Reibungswiderſtände beeinflußt wird als die der Schneiden. Die praktiſche Ausführung des Hebels von 150facher Ueberſetzung bedingte, den kürzeren, nur 3 mm langen Hebelarm *a* zu zerlegen, d. h. ſtatt einer Endſchneide zwei in derſelben Wagerechten liegende Schneiden ſeitlich zur mittleren, den Stützpunkt des Hebels bildenden Schneide anzubringen. Da nun durch dieſe Anordnung ſowie durch die Unzugänglichkeit der Schneiden eine Beſtimmung des Ueberſetzungsverhältniſſes mittels linearer Meßwerkzeuge ausgeſchloſſen iſt, ſo iſt die Maſchine mit einer beſonderen Kontrollwage ausgerüſtet. Der Hebel H_1 ſtellt dieſe Vorrichtung dar, die in Wirklichkeit aus zwei Winkelhebeln beſteht, die gemeinſam eine zweite Wagſchale tragen. Ihre Drehachſen, in Stahlpfannen ruhende Schneiden, befinden ſich am Schlitten *S* des Kolbens, während die kürzeren Hebelarme bei *D* der Bewegungsrichtung des Kolbens entgegen, alſo in gleicher Richtung wie die Proben, auf das Geſtänge *G* wirken. Hierdurch wird die Belaſtung der Schalen *Q* mit der Ueberſetzung des Hebels H_1 durch das Geſtänge *G* im Sinne der Zugwirkung des Probeſtabes auf den Haupthebel *H* übertragen. Das Ueberſetzungsverhältnis von H_1 iſt genau ermittelt; iſt dasſelbe gleich 1 : 10 und dasjenige des Hebels *H* gleich 1 : 500, ſo muß die Einheit der Belaſtung auf der Hauptwage dem 50fachen Gewicht auf der Kontrollwage das Gleichgewicht halten [21], [6], [9], [52], [53].

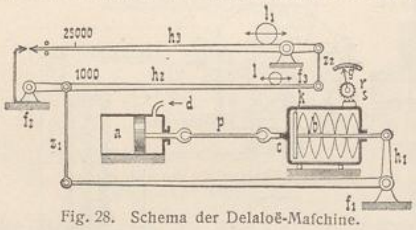


Fig. 28. Schema der Delaloë-Maſchine.

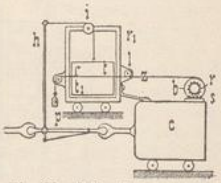


Fig. 29. Schaulinienzeichner zur Delaloë-Maſchine.

7. Die Maſchine von Delaloë iſt zur Kraftmeſſung ſowohl mit einer Federwage als auch mit einer Hebelwage ausgerüſtet. Erſtere dient im beſonderen zum Verzeichnen der Schaubilder vom Verlauf der Verſuche, iſt aber derart zwiſchen dem Probeſtabe und der Hebelwage eingeſchaltet, daß die Spannung des Stabes ſtets durch ſie auf die letztere übertragen wird. Die Krafterzeugung erfolgt hydrauliſch. Fig. 28 zeigt die Anordnung der Maſchine im Schema. Der Probeſtab *p* ſteht einerſeits mit der Kolbenſtange des feſtliegenden Arbeitszylinders *a*, anderſeits mit dem Boden des zylindriſchen Gefäßes *c* in Verbindung. In dem letzteren iſt die Federwage, beſtehend aus fünf Paar Belleville-Federn *b*, derart angeordnet, daß bei Anſpannung des Probeſtabes die fünfte, zumeiſt nach rechts gelegene Feder ſich gegen den eingeſchraubten Deckel des Gefäßes ſtützt, während die erſte Feder nach links auf den Kolben *k* wirkt, deſſen Stange mit der Hebelwage in Verbindung ſteht. Letztere iſt aus dem Winkelhebel h_1 und den beiden geraden Hebeln h_2 und h_3 gebildet, die ihre Stützpunkte in Schneiden bei f_1—f_3 am Maſchinengeſtell haben und durch Zugſtangen z_1 und z_2 aufeinander einwirken. Beide geraden Hebel ſind mit Laufgewichten *l* und l_1 verſehen, durch deren Verſchiebung die Belaſtung des Probeſtabes ausgewogen wird. Hierbei entſpricht die Geſamtverſchiebung von *l* einem Belaſtungszuwachs um 1000 kg und diejenige von l_1 einem ſolchen um 25000 kg. — Sobald der Belaſtungsausgleich an der Wage ſtattgefunden hat, ſind auch die Belleville-Federn in der Doſe *c* mit der Belaſtung des Probeſtabes zuſammengedrückt, wobei die Doſe um das Maß dieſer Zuſammendrückung nach links vorgerückt iſt. Die Größe dieſes Weges wird durch den Zeiger *g* angegeben, deſſen Achſe am Maſchinengeſtell gelagert iſt und bei *r* ein kleines Zahnrad trägt, das mit der auf der Doſe angebrachten Zahnſtange *s* im Eingriff ſteht. Die jeweilige Belaſtung des Stabes iſt alſo nicht nur an der Stellung der Laufgewichte, ſondern auch an der Stellung des Zeigers *g* abzuleſen. Um ſie ferner zugleich mit der Dehnung als Schaulinie durch die Maſchine ſelbſttätig auftragen zu laſſen, iſt die Doſe *c* nach Maßgabe der ſchematiſchen Darſtellung Fig. 29 mit dem Rahmen r_1 verbunden. In dieſem Rahmen wird durch den Hebel *h* eine Schreibtafel *t* an einer über die Rolle *i* geführten Schnur derart auf- und abwärts bewegt, daß der Hub der Tafel ein dem Ueberſetzungsverhältnis des Hebels *h* entſprechendes Vielfaches der Dehnung des Probeſtabes beträgt. Vor der Tafel wird der Schreibſtift t_1 an der Schnur *z*, entſprechend der herrſchenden Belaſtung um ein beſtimmtes Vielfaches der Doſenbewegung, nach rechts gezogen, indem die Schnur *z* ſich auf die Scheibe *b* aufwickelt, die mit dem kleinen Triebe *r* auf derſelben Achſe ſitzt. — Die Speiſung des Arbeitszylinders geſchieht durch das Rohr *d* (Fig. 28) aus einem Druckerzeuger, deſſen Kolben entweder unmittelbar durch eine Druckſchraube oder bei größeren Belaſtungen durch ein Schneckengetriebe gleichmäßig zu betätigen iſt und deſſen einmalige Füllung für einen vollen Hub des Arbeitskolbens hinreicht. — Die Einſchaltung der Federdoſe zwiſchen Probeſtab und Hebelwage dürfte in der vorliegenden Anordnung die Genauigkeit der Wägung nicht unerheblich beeinträchtigen. Da nämlich die bewegliche Doſe unter

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Belaſtung des Stabes auf dem Maſchinengeſtell gleiten muß, ſo werden nicht nur die Anzeigen der Federwage, ſondern auch die Wägungen mittels der Hebelwage durch den Reibungswiderſtand beeinflußt, der ſich den Bewegungen der Federdoſe entgegenſetzt [21] [22].

Für geringere Belaſtungen bei hydrauliſchem Antrieb der Maſchine dient die mit Federwage ausgerüſtete und liegend angeordnete Maſchine von Leuner [54].

Eine zweite Ausführungsform, in der die Maſchine von Delaloë für Kraftleiſtungen von 25, 50 und 60 t gebaut wird und die auf der Weltausſtellung zu Paris 1900 vorgeführt wurde, zeigt Fig. 30 [5]. Sie beſitzt ebenfalls hydrauliſchen Antrieb und eine Laufgewichtswage. Daneben iſt ſie zur Aufzeichnung von Schaulinien mit einem Schreibmanometer von Richard ausgerüſtet. Das Maſchinengeſtell beſteht aus zwei Böcken, die unten durch zwei dünne und oben durch zwei auf Knicken beanſpruchte ſtarke Stangen miteinander verbunden ſind. Die Mitten der letzteren liegen mit der Zugachſe der Maſchine in derſelben Ebene. Der hydrauliſche Zylinder *a* ſteht mit einem Kompreſſor *b* in Verbindung, deſſen Stempel entweder unmittelbar von dem Handrade *c* aus oder durch den einrückbaren Schneckenantrieb *d* betätigt wird. Als Druckflüſſigkeit dient Oel. Die Kolbenſtange *e* iſt hohl. In ihr kann mit Hilfe der Mutter *f* die Zugſtange *g*, die links an die eine Einſpannung *h* angreift, der Länge des Probeſtabes entſprechend verſchoben werden. Zwiſchen dem Kopf der Kolbenſtange *e* und dem Zylinder *a* iſt die Spiralfeder *i* eingeſchaltet. Sie hat den Rückſchlag beim Bruch der Probe aufzunehmen und dann den Kolben wieder in die Anfangsſtellung zurückzuſchieben. Die zweite Einſpannvorrichtung *k* iſt unmittelbar an den mit Oel gefüllten zweiten Zylinder *l*, der Meßzylinder genannt ſein möge, angeſchloſſen, während ſeine Kolbenſtange mit der Laufgewichtswage in Verbindung ſteht. Die Zylinderfüllung wird alſo mit der Belaſtung des Probeſtabes unter Druck geſetzt. Dieſer pflanzt ſich über den Kolben auf die Wage fort und ferner durch das Rohr *m* auf die Feder *n* des Schreibapparates.

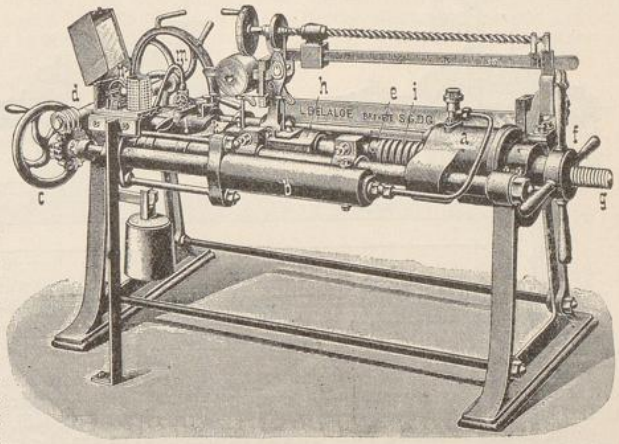


Fig. 30. Maſchine von Delaloë.

Die Schreibvorrichtung iſt in Fig. 31 für ſich in größerem Maßſtabe dargeſtellt. Sie iſt, wie bereits geſagt, im weſentlichen ein Manometer von Richard. Der im Zylinder *J* (= *l* Fig. 30) durch die Anſpannung des Probeſtabes erzeugte Druck wird durch das Rohr *M* in die Feder *e* geleitet und die Formänderung dieſer Feder durch den Schreibhebel *F* auf der Trommel *D* als Maß für die Belaſtung verzeichnet. Die Dehnung des Probeſtabes wird durch feine Drähte auf den Differentialantrieb *C P* zur Drehung der Schreibtrommel übertragen. Das Ventil *K* dient dazu, die Schreibvorrichtung abzuſperren. — Der ſchon an der älteren Form gerügte Mangel, daß keine reibungsfreie Uebertragung der Belaſtung auf die Meßvorrichtung gewährleiſtet iſt, haftet auch der neuen Form an. Fehlerhaft iſt ferner bei der Maſchine von Delaloë die Uebertragung der Stabdehnung auf den Schreibapparat, weil die Bewegungsrichtung der Schnurenden am Probeſtabe nicht mit der Richtung der Schnüre zuſammenfällt (ſ. Fig. 31).

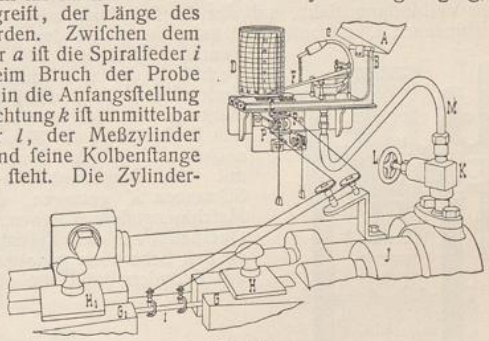


Fig. 31.

Die nennenswerteſten Maſchinen mit hydroſtatiſcher Kraftmeſſung ſind:

1. Die Maſchine von Maillard in liegender Anordnung (Fig. 32) [7], [20], [21]. Als Spannwerk dient der Preßzylinder *C*, der in wagerechten Achſen auf einem kräftigen Gußbett gelagert iſt und mittels Stellſchrauben in die horizontale Lage eingeſtellt wird. Seine Kolbenſtange trägt an ihrem freien Ende eine um einen ſenkrechten Bolzen drehbare Einſpannvorrichtung für den Probeſtab, deſſen zweite Einſpannung durch ein gabelförmiges Zwiſchenglied *G* mit dem Deckel der hydroſtatiſchen Meßdoſe *M* verbunden iſt. Dieſe ruht in zwei zentrierten achsförmigen Anſätzen, drehbar auf dem Schlitten *S*, der durch die Schraube *D* auf dem Maſchinenbett in ſicheren Führungen horizontal verſchoben werden kann, um zwecks Prüfung verſchieden langer Proben die vorgenannten Einſpannvorrichtungen einander beliebig nähern zu können. — Die Kraftmeſſung erfolgt nun in der Weiſe, daß die Belaſtung des Probeſtabes durch das gabelförmige Zwiſchenglied *G* auf den Doſendeckel *E* und durch dieſen auf die Füllung der Doſe übertragen wird. Der Doſendeckel, der bei *i* mit der Gabel drehbar verbunden iſt, bewegt

sich hierbei kolbenähnlich in dem Ring *R*, mit dem die aus Kautschuk bestehende Dichtungsplatte auf der Dose befestigt ist. Die Spannung in der hydrostatischen Dose wird durch ein mit der Dose verbundenes Quecksilbermanometer angezeigt, dessen Skala empirisch geteilt ist.

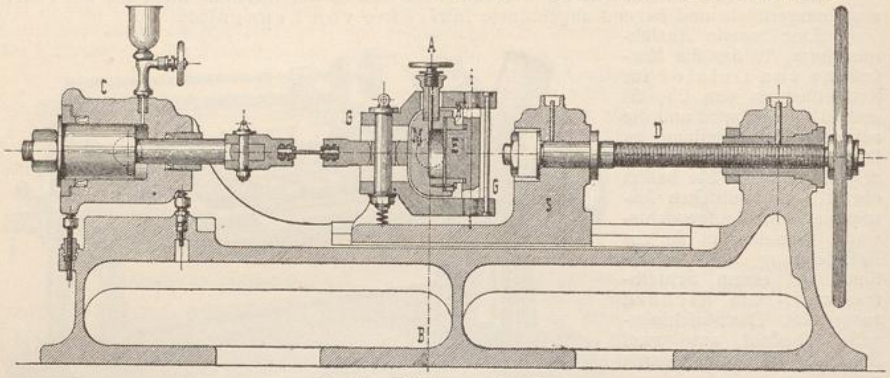


Fig. 32. Maschine von Maillard.

2. Die Maschine von Thomasset. Bei ihr wird die Belastung des Stabes nicht direkt wie bei der vorgenannten, sondern durch einen eingeschalteten Winkelhebel auf den Deckel des hydrostatischen Gefäßes übertragen [7], [20], [21], [55], [56].

3. Die Maschine von Chauvin und Maria Darbel. Sie ist stehend angeordnet; zwischen Stab und Meßgefäß ist ebenfalls ein Hebel eingeschaltet, jedoch derart, daß der Zug des belasteten Stabes keine Spannungszunahme, sondern Vakuum in dem Gefäß erzeugt [7], [20], [21].

4 Die Maschine von Emery. Dieselbe ist mit zwei untereinander verbundenen hydrostatischen Meßdosen ausgerüstet, von denen die eine mit der dem Probestabe erteilten Belastung unter Druck gesetzt wird, während der Deckel der zweiten Dose mit einer Hebelwage in Verbindung steht, auf der die Belastung ausgewogen wird. Die beiden Dosen haben verschiedenen Querschnitt, und zwar die erstere den größeren, so daß durch ihre gemeinsame Anwendung gleichsam ein Hebel von der Uebersetzung gleich dem Verhältnis der wirksamen Deckelflächen der Dosen ersetzt und die Kraftwirkung in demselben Verhältnis reduziert ist, bevor sie zur Wirkung auf die Hebelwage gelangt. — Der Antrieb erfolgt durch den Preßzylinder *N* (Fig. 33), der aufwärts oder abwärts wirkt, je nachdem Zug- oder Druckversuche ausgeführt werden. Derselbe ist mit dem Querhaupt *L* aus einem Stück gefertigt und von den Schrauben *K* getragen, die auf dem rahmenförmig ausgebildeten Maschinengestell *F* stehen. Durch ein Räderwerk bei *M* kann das Querhaupt mit dem Zylinder der Länge des Probestabes entsprechend an den Schrauben gehoben und gesenkt werden. Die Kolbenstange des Zylinders trägt die obere Einspannvorrichtung des Probestabes, dessen unteres Ende an dem Rahmen *A* festgelegt wird, der durch starke Spannfedern *H* getragen und durch die Blattfedern G_1 G_1 an dem Maschinengestell *F* senkrecht geführt ist. In diesem Rahmen befindet sich zwischen den beiden horizontalen Querstücken *B* und B_1 die hydrostatische Meßdose *C*, von der das Rohr *D* zu der zweiten Dose *E* führt. Die lichte Höhe des Rahmens *A* und des Maschinengestells *F* ist so bemessen, daß die Querstücke *B* und B_1 in denselben nur ein geringes Spiel haben. — Zur Ausführung eines Zugversuchs wird der Rahmen *A* durch Anziehen der Federn *H* so weit gehoben, bis die obere Fläche des Querstücks *B*, das ebenso wie B_1, durch die Blattfedern *G* am Maschinengestell geführt, der Bewegung folgt, mit ihren Enden vollkommen an das letztere anliegt. Die hierbei in der Dose erzeugte Anfangsspannung wird an der Wage ausgeglichen. Der Probestab zieht nun beim Versuch gleichfalls aufwärts an dem Rahmen *A*, seine Spannung bewirkt demnach eine Steigerung des hydrostatischen Druckes in den Dosen *C* und *E*, dessen Zunahme dann durch die Wage angezeigt und ausgeglichen wird. Letztere ist aus zwei Hebeln gebildet, die statt mit Schneiden mit Blattfederngelenken versehen sind [51], [8], [57].

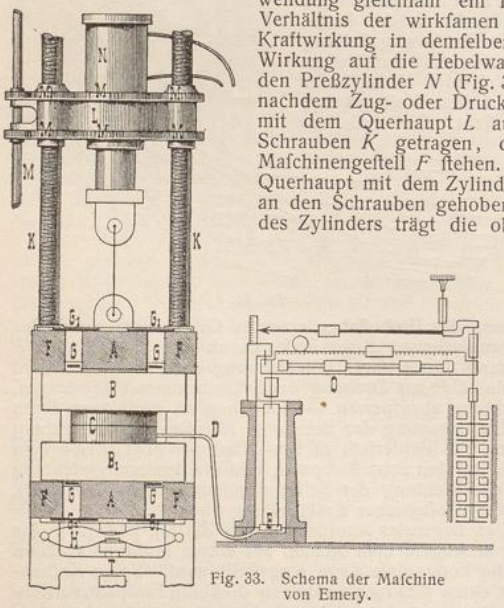


Fig. 33. Schema der Maschine von Emery.

5. Die Maschinen von Amsler, Laffon & Sohn in Schaffhausen. Eine Eigenart dieser hydraulisch betriebenen Maschinen ist es, daß der Flüssigkeitsdruck im Arbeitszylinder

(mit großem Kolben), um ihn zu meſſen, gleichzeitig auf einen Kolben mit geringerem Durchmeſſer wirkt, der wieder unmittelbar auf einen großen Kolben drückt, ſo daß der unter letzterem entſtehende Flüſſigkeitsdruck nun gegenüber demjenigen im Arbeitszylinder ſo weit reduziert iſt, daß er mit Hilfe eines Queckſilbermanometers gemeſſen werden kann. Sämtliche Kolben arbeiten nach dem Syſtem Amagat [14] ohne beſondere Dichtung; ſie ſind lediglich gut in die Zylinder eingeſchliffen, ſo daß ihren Bewegungen keine weſentlichen Reibungswiderſtände entgegenſtehen. Die erforderlichen Staffelkolben ſind nun entweder unmittelbar in den Zylinder der Maſchine eingebaut oder zu einem beſonderen Druckreduktor (Fig. 34) vereinigt, der dann an den Arbeitszylinder angeſchloſſen wird. Der Druckreduktor iſt durch Rohr *A* mit dem Arbeitszylinder verbunden; in dem Raum *B* herrſcht daher derſelbe Flüſſigkeitsdruck wie in letzterem. Dieſer Druck wirkt nach unten auf die beiden dünnen Kolben *C* und *D*. In der Darſtellung Fig. 34 ſitzt *D* mit dem Rand an ſeinem oberen Ende auf dem Boden des Raumes *B* auf, während das Kölbchen *C* ſich in *D* abwärts bewegen kann. Es ſteht unten auf dem Boden des hohlen Kolbens *E* auf, unter dem ſich im Raum *F* Oel und Queckſilber befindet. Rohr *H* verbindet *F* mit dem durchſichtigen, oben offenen Rohr *J*. In ihm ſteigt das Queckſilber an, bis die Queckſilberſäule dem Druck des Kolbens *E* das Gleichgewicht hält. Die Steighöhe des Queckſilbers liefert ſomit das Maß für den im Raum *B* herrſchenden Flüſſigkeitsdruck, alſo auch für die von dem Arbeitskolben der Prüfungsmaſchine bewirkte Belaſtung der Probe. Mit Hilfe der Pumpe *K* kann die Oelfüllung des Raumes *F* vergrößert werden. Hierbei ſteigt der Kolben *E* und hebt den Kolben *D* von ſeinem Auflager am oberen Ende ab. Wird das Ventil *L* bei dieſer Kolbenſtellung geſchloſſen, ſo wirkt der Flüſſigkeitsdruck in *B* auf den Geſamtquerſchnitt beider Kolben *C* und *D*. Hierdurch wird auch der Kolben *E* höher belaſtet und eine größere Steighöhe des Queckſilbers erzielt. Dieſe Einſtellung eignet ſich daher zur Meſſung geringer Belaſtungen. — Die verbreitetſte Amsler-Maſchine iſt diejenige für Druckverſuche. Bei ihr iſt der Arbeitszylinder unmittelbar über dem Raum *B* angeordnet. Die Druckerzeugung erfolgt dadurch, daß der Raum *B* durch Rohr *A* mit einem beſonderen Zylinder verbunden iſt, deſſen Kolben mittels Druckſchraube bewegt wird. Eine neuere Maſchine von Amsler für Zug-,

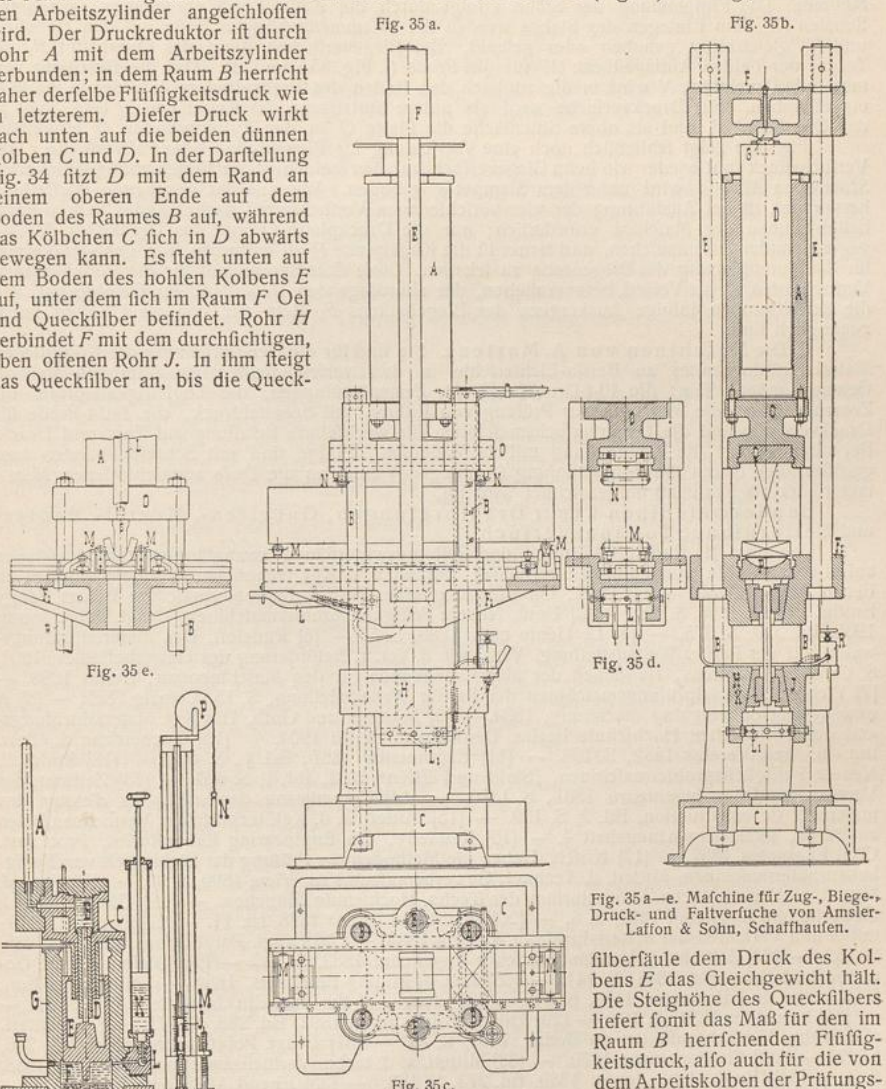


Fig. 35 a—e. Maſchine für Zug-, Biege-, Druck- und Faltverſuche von Amsler-Laffon & Sohn, Schaffhauſen.

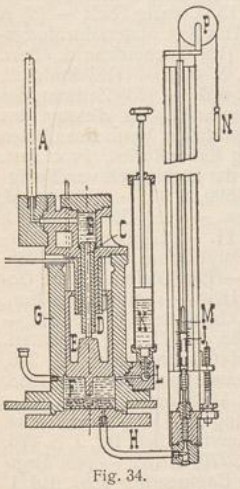


Fig. 34.

Biege- Druck- und Faltversuche zeigt Fig. 35 a—e [3]. Die Maschine ist stehend angeordnet, und zwar der Preßzylinder A am oberen Ende, durch vier kräftige Säulen B mit der Grundplatte C verbunden. Der Kolben D wirkt aufwärts. Zur Uebertragung der Kraft auf die Probe dient der aus den beiden Stangen E und den Oberhäuptern FF_1 bestehende Rahmen, der den Preßzylinder A umspannt und mit der Spitze G auf der oberen Kolbenfläche ruht. Die Zerreißproben werden mit dem einen Ende in dem Querhaupt F_1, mit dem andern in der Platte H festgelegt, die durch die vier Säulen B gegen den Zylinder A abgesteift ist. Die geringste erreichbare lichte Entfernung zwischen den beiden Einspannköpfen beträgt 100 mm, die größte 500 mm. Die Einspannung der Stäbe erfolgt durch die Keile J mit eingelegten, gezahnten Schalen K. Zum Einlegen des Stabes werden die zusammengehörigen Keile mit den Hebeln L und L_1 gleichzeitig gehoben oder gesenkt. Bei Biegeversuchen dient das Querhaupt F_1 als Träger der beiden Auflagestücke M für die Probe (s. Fig. 35 a und d). Das die Belastung vermittelnde Druckstück N wird in die zugleich den Boden des Preßzylinders A bildende Platte O eingeschoben. Für Druckversuche wird als untere Stützfläche das Kugellager P (Fig. 35 b) in das Querhaupt F_1 und als obere Stützfläche die Platte Q in den Zylinderboden O eingesetzt.

Fig. 35 e zeigt schließlich noch eine Vorrichtung für Biegeproben oder Faltversuche. Das Versuchsstück ruht wieder wie beim Biegeversuch auf den beiden gegen Verschiebung gesicherten Stützrollen M und wird unter dem Stempel s gebogen. Wie aus der gegebenen Darstellung hervorgeht, ist bei Ausführung der vier verschiedenen Versuchsarten nacheinander kein wesentlicher Umbau der Maschine erforderlich; nur die Druckplatte Q und das Druckstück N sind gegeneinander auszutauschen, und ferner ist die Kugelplatte P zu entfernen, um genügend Raum für die Durchbiegung der Biegeprobe zu schaffen. Diese stete Bereitschaft für die verschiedenen Versuchsarten ist als Vorteil hervorzuheben, der allerdings den Uebelstand im Gefolge hat, daß die Zerreißproben infolge Auskragens des Biegebalkens F_1 stets nur von zwei Seiten leicht zugänglich sind.

6. Die Maschinen von A. Martens. Sie sind für die Neueinrichtung des Königlichen Materialprüfungsamtes zu Berlin-Lichterfelde in den verschiedensten Ausführungen gebaut. Genannt mögen sein: die 40-t-Druckpresse für Zementprüfungen, die Zugfestigkeitsprüfer für Zementproben, die Maschine zur Prüfung von Röhren mit Scheiteldruck, die 140-t-Presse für Druckversuche und die Dauerversuchsmaschinen für wechselnde Belastung auf Zug und Druck. Bei allen erfolgt die Kraftmessung mittels Meßdosen. Einige sind mit Schreibapparaten ausgerüstet, bei denen die Formänderung (Aufbiegung) einer an die Dose angeschlossenen Manometerfeder als Kraftmaß aufgezeichnet wird [9].

Sondermaschinen s. unter Drahtprüfungen, Gußeisen-, Mörtel-, Papier- und Seilprüfung, Torsionsversuch.

Literatur: [1] Rudeloff, Einfluß der Reibungswiderstände zwangläufiger Einspannklauen auf die Ergebnisse von Festigkeitsversuchen, Mitteil. a. d. Kgl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin, 1890, S. 250. — [2] Derf., Untersuchung einer Festigkeitsprobiermaschine Bauart Tangy Broths, ebend. 1890, S. 109. — [3] Derf., Neuere Festigkeitsprobiermaschinen, Dingl. Polyt. Journ. 1905, Bd. 320, S. 375. — [4] Le Génie civil 1888, S. 5. — [5] Rudeloff, Das Materialprüfungswesen auf der Pariser Weltausstellung, Verhandl. d. Ver. z. Beförderung des Gewerbefleißes, 1901, S. 65. — [6] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau, Berlin 1898. — [7] Pichler, Materialprüfungsmaschinen der Pariser Weltausstellung, S. 15, Leipzig 1879. — [8] A new system of weighing machinery, 1884. — [9] Martens und Guth, Das Kgl. Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin, Denkschrift, Berlin 1904. — [10] Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1882, S. 198. — [11] Engineering 1887, Bd. 1, S. 413. — [12] Rudeloff, Neuere Festigkeitsprobiermaschinen, „Stahl und Eisen" 1891, Bd. 1, S. 467. — [13] Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1891, S. 1370. — [14] Commission des méthodes d'essay des matériaux de construction, Bd. 2, S. 109. — [15] Mitteil. a. d. Kgl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin, 1889, Ergänzungsheft 4. — [16] Kennedy, On Engineering Laboratories, Proc. Inst. Civil Engineers 1887. — [17] Kirsch, Ueber die Methoden zur Prüfung der Richtigkeit von Festigkeitsprobiermaschinen, Mitteil. d. Technol. Gewerbemuseums zu Wien, 1890, S. 97. — [18] Foeppl, Mitteil. a. d. mech.-techn. Laboratorium der Techn. Hochschule München. — [19] Glafers Ann. f. Gewerbe und Bauwesen 1882, S. 8. — [20] „Stahl und Eisen" 1888, Nr. 11. — [21] Rudeloff, Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung, Leipzig 1889. — [22] Dingl. Polyt. Journ. 1892, Bd. 285, S. 169. — [23] Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1882, S. 545. — [24] Glafers Ann. f. Gewerbe und Bauwesen 1884, S. 141. — [25] Inst. of Mining Engineers, 1884. — [26] Glafers Ann. f. Gewerbe und Bauwesen 1884, S. 34. — [27] Journ. of the Franklin Institute 1891, S. 81. — — [28] Industries 1891, S. 196. — [29] Dingl. Polyt. Journ. 1892, Bd. 286, S. 271. — [30] Mitteil. a. d. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1891, S. 75. — [31] Dingl. Polyt. Journ. 1892, Bd. 286, S. 274. — [32] Civilingenieur 1879. — [33] Mitteil. a. d. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1885, S. 3. — [34] Dingl. Polyt. Journ. 1889, Bd. 273, S. 163. — [35] Ebend. 1885, Bd. 257, S. 277. — [36] Techn. Blätter, Bd. 1, Nr. 9. — [37] Ebend. 1883. — [38] Engineering and Min. Journ. 1884, S. 180. — [39] Inst. of Mech. Engineers, 1886, Bd. 2, S. 27. — [40] Engineering 1886, Bd. 2, S. 176. — [41] Ebend. 1890, Bd. 2, S. 304. — [42] Dingl. Polyt. Journ. 1891, Bd. 279, S. 152. — [43] Engineering 1891, Bd. 2, S. 412. — [44] „Iron" 1885, Bd. 2, S. 84. — [45] Engineering 1887, Bd. 1, S. 564. — [46] Ebend. 1888, Bd. 2, S. 188. — [47] Ebend. 1889, Bd. 2, S. 179. — [48] Engineering 1904, Bd. 2, S. 211. — [49] Dingl. Polyt. Journ. 1889, Bd. 272, S. 579. — [50] „Stahl und Eisen" 1881, S. 236. — [51] Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1886, S. 173. — [52] Jenny, Festigkeitsversuche und die dabei verwendeten Maschinen, Wien 1878. — [53] Broschüre der Nürnberger Maschinenfabrik C. Wolff & Sohn, München 1882. — [54] Dingl. Polyt. Journ. 1888, Bd. 270, S. 165. — [55] Engineering 1889, Bd. 1, S. 584. — [56] „Iron" 1889, Bd. 1, S. 448. — [57] Engineering 1888, Bd. 1, S. 481; Bd. 2, S. 21, 433 und 440.

Rudeloff.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Feſtlegung der Punkte nennt man bei Vermeſſungen die örtliche Bezeichnung der Meſſungspunkte durch Feſtpunkte und die Beſtimmung der gegenſeitigen oder abſoluten Lage in dem zugrunde liegenden geometriſchen Syſtem, z. B. in einer Zeichnungsfläche oder in einer Berechnungsfläche nach rechtwinkligen oder Polarkoordinaten, Entfernung, Richtungswinkel, Höhe, und zwar entweder durch Angabe eines dieſer Beſtimmungsſtücke (z. B. der Höhe allein) oder mehrerer. Der Begriff der Feſtlegung richtet ſich demnach nach dem Meſſungsverfahren: Triangulierung, Polygoniſieren, Stückvermeſſung, Höhenmeſſung, Nivellieren, Tachymetrie, Meßtiſchaufnahme (ſ. d.). *Reinhertz.*

Feſtmeter (fm), ein Kubikmeter feſter Holzmaſſe im Gegenſatz zum Raummeter (rm) mit den nicht zu vermeidenden, mehr oder minder großen Zwiſchenräumen. 1 rm Stockholz = 0,50 fm, 1 rm Scheitholz = 0,70 fm.

Feſton, ſ. Blumengehänge.

Feſtonierapparat, Feſtonſtich, ſ. Sticken.

Feſtpunkte (Fixpunkte) nennt man bei Vermeſſungen dauernd (zuweilen auch nur vorübergehend) im Gelände bezeichnete Punkte, die irgend einem geometriſch zuſammenhängenden Punktſyſtem angehören. Beſonders gebräuchlich iſt der Ausdruck bei Höhenmeſſungen. Die Art der geometriſchen und örtlichen Bezeichnung hängt von dem betreffenden Meſſungsverfahren ab, wie: Nivellieren, Tachymetrie, Höhenmeſſung, Triangulierung, Polygonnetz, Stückvermeſſung, Meßtiſchaufnahme. — Vgl. a. Fixpfähle. *Reinhertz.*

Feſtpunkte und Anhaltepunkte in der Grube ſind dauernd bezeichnete mit Meſſungen in Verbindung ſtehende feſte Punkte, die zum Anbinden neuer Meſſungen an die alten dienen können.

Es ſind meiſt die Ecken von Polygonzügen; ſie dienen zum Anhalten der Kompaßſchnüre, zum Aufhängen von Loten bei Theodolitzügen, auch zum Anhängen von Nivellierlatten, entſtehen durch Einſchlagen kräftiger Nägel oder beſonderer Lothäkchen oder Krampen an geeigneter Stelle in das Gezimmer oder, wo kein ſolches vorhanden iſt, in vorher eingelaſſene Dübel. Bei Eiſeneinbau bohrt man an dünner Stelle, etwa im Schienenfuß, ein enges Loch zum Durchziehen der Lotſchnur. Auch Sohlennägel werden verwendet. Die Feſtpunkte werden durch Ringe oder ſonſtige Zeichen mit fortlaufender Nummer in leicht ſichtbarem Kalkſtrich bezeichnet. Oder es werden beſondere Stufen geſchlagen, d. h. Metallplättchen mit Datum und Punktnummer nahe am Feſtpunkte angebracht. Beſonders geformte verſchiedene Markſcheiderzeichen ſind kaum noch im Gebrauche.

Den Gegenſatz zu den feſten Punkten bilden die verlorenen Punkte, die nur vorübergehend während einer Meſſung bezeichnet ſind, entweder bei Kompaßmeſſung durch Pfriemen oder Schrauben oder bei Theodolitzügen bei der Freiberger Aufſtellung, wo auf Stativen oder Spreizen mit Halteſchrauben oder Aufſtellungsarmen, mit der Meſſung fortſchreitend, der Theodolit mit den Zieltafeln ausgewechſelt wird (ſ. Grubenmeſſungen). *Haußmann.*

Feſtſcheibe, im Gegenſatz zu Losſcheibe, iſt die in einem ausrückbaren Riementrieb feſt aufgekeilte Riemſcheibe (ſ. d.).

Feſtſtellvorrichtung der Schiffsſchraube, ſ. Propeller.

Feſtungsachat, ſ. Quarz.

Feſtungsbau bezweckt die Schaffung von Stützpunkten für die Landesverteidigung, dient alſo der Herſtellung ſtarker Verteidigungsſtellungen zur Sicherung von Oertlichkeiten bleibenden ſtrategiſchen Wertes durch eine beſchränkte Truppenzahl gegen feindliche Unternehmungen. Die Verſchiedenartigkeit der Oertlichkeiten läßt befeſtigte Wohnſtätten als eigentliche Feſtungen und befeſtigte Poſten unterſcheiden: erſtere, von allen Seiten angreifbar, verlangen ringsum eine in ſich zurücklaufende Verteidigungsſtellung, letztere, zur Sperrung wichtiger Verkehrslinien angelegt, wenden der Seite ihre Front zu, von welcher der Gegner zu erwarten iſt, bedürfen aber doch auch einer Kehlverteidigung zum Schutze gegen Umgehungen und Angriffe von rückwärts (Talſperren, Sperrforts und Paßſperren). Die Auswahl der zu befeſtigenden Orte nach ihrem Werte iſt abhängig von der geographiſchen Geſtaltung des Landes, welche trotz der Stetigkeit der natürlichen Formen doch durch die Kultur mit ihren Kunſtbauten ihren Charakter ändern kann, ferner von der Entwicklung des Kriegsweſens, der Armeen und Flotten ſowie ihrer Bedürfniſſe und endlich von der politiſchen Geſtaltung der Grenzen. Der Wert eines Ortes iſt alſo kein unter allen Umſtänden bleibender. Zur Zeit der kleinen Armeen und eines nur dürftig entwickelten Straßennetzes konnte man daran

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

denken, möglichſt alle Verkehrswege von einiger Bedeutung an Durchſchnittspunkten mit Hindernislinien (Flüſſen, Sumpfgebieten, Gebirgen) zu ſperren, und ſelbſt befeſtigte Orte kleinen Umfanges genügten, um den beſchränkten Truppenmaſſen die Ueberſchreitung der Engwege ſelbſt angeſichts des Feindes zu ermöglichen, um als Depotplätze ihnen eine Ergänzung ihrer Bedürfniſſe ſicherzuſtellen. Die Entwicklung des Straßennetzes ließ die Bedeutung der Marſchſtraßen zurück-, die der Eiſenbahnen in den Vordergrund treten. Letztere bringen die Hilfsquellen des ganzen Landes mit der Feldarmee in unmittelbare Verbindung, und der Wert der Feſtung als Depotplatz wird dadurch auf die Fälle beſchränkt, wo die Schienenverbindung noch fehlt oder unzuverläſſig iſt. Wohl aber blieb der Wert der Feſtung betreffs Schutzes wichtiger militäriſch-techniſcher Anſtalten und Magazine wichtiger Kriegsmittel, für die nur die befeſtigten Orte, nicht andre des Landes Erſatz bieten können. Das mächtige Anwachſen der Armeen indeſſen läßt für einen angeſichts des Feindes auszuführenden Uferwechſel nur Feſtungen ſolchen Umfanges noch nutzbar erſcheinen, deren durch Befeſtigungen geſicherter Innenraum den Uebergang zahlreicher Kolonnen in breitentwickelter Front geſtattet. Ihrer Natur nach iſt jede Feſtung nur defenſiv, ſelbſt ihre aus Feldtruppen beſtehende Generalreſerve darf im Vorfeld nur ſoweit Verwendung finden, als es durch den Zweck der Ortsverteidigung geboten erſcheint; jedoch kann ſie wohl dank ihrer geographiſchen Lage einer in ihrem Schutze aufmarſchierten Armee oder in Dienſt geſtellten Kriegsflotte freie Zugänge in das feindliche Gebiet ſichern, alſo deren Offenſive begünſtigen, ihrem Vormarſch als Baſis dienen, und in dieſem Sinne kann man wohl von Offenſivfeſtungen ſprechen. Nach ihrer Lage im Innern des Landes oder an der Küſte unterſcheidet man Binnenland- und Küſtenbefeſtigungen, die ſich ihren Zwecken entſprechend auch baulich weſentlich voneinander unterſcheiden [10], [18].

I. Befeſtigungen im Binnenlande.

A. Strategiſche Geſichtspunkte.

Die Feſtungen erfüllen als ſtrategiſche Stützpunkte ihren Zweck nur dann, wenn ſie den Operationen der Feldarmee Vorſchub leiſten, indem ſie ihr möglichſte Bewegungsfreiheit ſichern, die feindliche Armee aber, mit welcher der Entſcheidungskampf im Felde anzuſtreben iſt, in ihrer Manövrierfreiheit einzuſchränken vermögen.

Da die Bewegungsfreiheit von der Beſchaffenheit des Geländes und des Verkehrsnetzes, von der Rückſicht auf die rückwärtigen Verbindungen und von der Fürſorge für die Sicherung beſonders wichtiger Orte oder Gebiete abhängt, liegen die Feſtungen am günſtigſten an ſolchen Punkten größerer Waſſerläufe, die ſich zu Knotenpunkten der ſie überſchreitenden Verkehrswege entwickelt haben; denn ſie gewähren hier der eignen Armee große Manövrierfreiheit, weil ſie einen raſchen und geſicherten Uferwechſel ſowie weitgehende Ausnutzung des Verkehrsnetzes geſtatten und gleichzeitig die Verbindungen ſichern, anderſeits aber dem Gegner die Ausnutzung dieſer wichtigen Knotenpunkte vorenthalten. Da die großen Waſſerläufe (ebenſo Seenketten, ausgedehnte Sumpfſtrecken) Abſchnitte im Gelände bilden, kann man das Befeſtigungsſyſtem, das ihre wichtigſten Uebergangspunkte durch einzelne, zweckentſprechend geräumige Feſtungen ſichert, als Abſchnittsſyſtem bezeichnen. Ihm gegenüber ſteht das Gruppenſyſtem, das die dem hauptſächlichſten Operationsobjekt, der Landeshauptſtadt, zuführenden Operationslinien durch Gruppen von drei oder vier feſten Plätzen ſichert, von denen einer, als „Camp retranché“ im großartigſten Maßſtabe angelegt, als Hauptſtützpunkt dient, während die andern — kleinere Gürtelfeſtungen — den Zweck unterſtützen, einen größeren Raum ſicherzuſtellen, in dem eine ſtärkere Reſerve ſich frei bewegen kann, die Einſchließung der ganzen „Region fortifiée“ wie jedes ihrer Glieder unmöglich zu machen und der Feldarmee vorkommendenfalls eine günſtige Operationsbaſis zu gewähren. Das Syſtem der befeſtigten Linien ſucht das ganze Aufmarſchgebiet der Armee durch eine fortlaufende Reihe von Befeſtigungen zu ſichern, die nahe und parallel der Grenze mit Benutzung geeigneter natürlicher Abſchnitte angelegt werden. Die wichtigſten Punkte werden als ſtrategiſche Brückenköpfe (Gürtelfeſtungen) erbaut, alle zwiſchenliegenden Verkehrswege von Bedeutung durch einzelne Werke (Sperrforts) verteidigt; breite Lücken, welche die Glieder der Kette (Positions centrales) trennen, mithin einer feindlichen Armee den Einmarſch geſtatten, ſollen das Vorbrechen der eignen Armee gegen die Flanken des Gegners begünſtigen (die franzöſiſche Oſtgrenze). Während wir bei den großen Staaten dieſe drei Syſteme, mehr oder weniger vermiſcht, den geographiſchen Verhältniſſen angepaßt finden, haben faſt alle kleineren Staaten das Zentralſyſtem zur Anwendung gebracht: eine große Feſtung oder Befeſtigungsgruppe im Innern des Landes, in der alle Streitmittel und Kräfte verſammelt werden, um hartnäckigen

Widerſtand zu leiſten, bis das Eingreifen der Politik oder befreundeter Mächte eine Wandlung der Kriegslage zugunſten des Staates herbeiführt [18].

In erſter Linie wird jeder Staat bei Anordnung oder Ausbau ſeines Feſtungsſyſtems dahin ſtreben, durch möglichſtes Heranſchieben der feſten Plätze an die Grenzen der eignen Armee einen Aufmarſchraum zu ſichern, aus dem der Vormarſch in feindliches Gebiet ungehindert und in kürzeſter Zeit ſtattfinden kann, und dem Lande in möglichſter Ausdehnung Schutz gegen feindliche Invaſion zu ſchaffen. Die geographiſche Beſchaffenheit der Grenzgebiete wird die Direktiven für die Ausgeſtaltung der Grenzbefeſtigung geben, denn der Grundſatz, alle Vorteile des Geländes ebenſowohl für die Kriegsoperationen wie für die einzelnen Kämpfe auszunutzen, verbietet jedes Schematiſieren und läßt nur jene Anordnung der Befeſtigungen in jedem Fall richtig erſcheinen, die gewiſſermaßen aus dem Gelände herauswächſt und eine Potenzierung ihrer vorteilhaften Eigenſchaften darſtellt. Jedoch laſſen ſich einige Hauptgeſichtspunkte feſtſtellen. Die günſtigſten Verhältniſſe bietet ein nahe der Grenze und ihr annähernd gleichlaufender Strom als ſtärkſte und durch einzelne große Brückenkopffeſtungen hinreichend verſtärkte ſtrategiſche Barriere, da ihre Ueberſchreitung mit größeren Maſſen einem aufmerkſamen Beobachter nicht entgehen kann und bei richtigen Gegenmaßregeln leicht eine bedenkliche Lage herbeiführt. Dagegen bietet ſelbſt ein ſo mächtiges Grenzgebirge wie die Alpen eine ſo große Zahl verſchiedenartigſter, aber bis zum Saumpfad immer noch nutzbarer Uebergangswege, daß die Unüberſichtlichkeit des Geländes eine große Zahl befeſtigter Poſten nötig macht, um den Vormarſch des Gegners beobachten, an ſchwierigen Engwegen verzögern und weiter rückwärts die erforderlichen Vorbereitungen für die anzuſtrebende Entſcheidung am richtigen Orte treffen zu können. Zu dieſen bis zu den höchſten Höhen der Paßübergänge hinaufſteigenden Sperrpoſten müſſen aber umfangreichere und ſtärker beſetzte Rückhaltsſtellungen hinzukommen, um ſie nicht vollſtändig in der Luft ſchweben zu laſſen oder überall ſtärkere mobile Kräfte zu ihrer Unterſtützung bereithalten zu müſſen. Sie werden in den Tälern liegen, in denen eine größere Anzahl der Uebergangswege zuſammenläuft, und vielfach ſchon den Charakter von Feſtungen annehmen, wenn ſie auch gegen Umgehungen geſichert werden ſollen (Talſperren). Außer den Verteidigungswerken wird aber die Gebirgsbefeſtigung auch die Herſtellung zahlreicher Kunſtſtraßen nötig machen, welche Arbeit bei dem Grenzfluß meiſt ganz erſpart wird, hier aber zur Verbindung der einzelnen Poſten mit der Talſperre und untereinander ſowie überhaupt zur Erreichung der Bauplätze von den vorhandenen Straßen aus erforderlich iſt.

Entbehrt die Grenze einer ſtarken Barriere und erlaubt die Beſchaffenheit des Landes auch nicht deren künſtliche Herſtellung (wie die Inundationszone der „Neuen holländiſchen Waſſerlinie“ in Holland), ſo ſucht die Landesbefeſtigung Abſchnitte geringerer Bedeutung zu benutzen, wobei ein näheres Zuſammenrücken der feſten Plätze nötig werden wird als bei der Strombarriere und unter Umſtänden die Anwendung befeſtigter Linien am Platze ſein mag (Maas- und Moſellinien an der franzöſiſchen Oſt-, Narewlinie an der ruſſiſchen Weſtgrenze).

Auf eine reiche Ausſtattung des Landes im Innern mit Feſtungen, die in entſprechender Weiſe mit Ausnutzung wichtiger Geländeabſchnitte angelegt werden, wird jetzt weniger Wert gelegt als früher, da ihre Verwertung als Depotplätze, an die man zumeiſt denkt, für die Armee in den Hintergrund getreten iſt. Jedoch lehrt der Krieg von 1870/71, daß dieſe Feſtungen doch von großem Vorteil ſein können, indem ſie bedeutende Kräfte des Gegners an ſich feſſeln und ganze Gebiete gegen Invaſion ſichern und für die Neuaufſtellung von Streitkräften zur Verfügung halten. Selbſt kleine, veraltete Plätze können für ſolche Zwecke noch von Vorteil ſein. Im Innern kommt vorzüglich die Befeſtigung der Landeshauptſtadt zur Sprache, und ſie iſt überall dort am Platze, wo, wie in Frankreich, eine derartige Zentraliſierung aller Organe des politiſchen und wirtſchaftlichen Lebens Platz gegriffen hat, daß das Land mit der Hauptſtadt ſeines Kopfes beraubt wird. Dieſe wird dann wie in den kleineren Staaten auch zum Zentralpunkt der Landesverteidigung.

Daß im allgemeinen die großen, als Hauptplätze der Induſtrie und des Handels ſich mächtig entwickelnden Städte, die meiſt von alters her mit Feſtungswerken umgürtet waren, auch als wichtigſte Feſtungen beibehalten werden müſſen, erklärt ſich daraus, daß ſie ſtets aus Anſiedlungen ſich herausgeſtalteten, die an den Schnittpunkten der natürlichen Verkehrslinien (große Gewäſſer und durch die Bodengeſtaltung vorgeſchriebene Straßen) entſtanden waren, und daß der weitere Ausbau der Verkehrswege deren Knotenpunkte in ihnen fand und immer zahlreichere Straßen ihnen zuführte. Die für die Kriegführung in erſter Linie notwendige Beherrſchung des Verkehrsnetzes gibt dieſen Städten alſo eine hervorragende ſtrategiſche Bedeutung und erheiſcht ihre Beibehaltung als Feſtungen. Hier muß der Feſtungsbau allerdings auf das für das Allgemeinwohl notwendige Entwicklungsbedürfnis der Städte Rückſicht nehmen und darf ſie nicht durch enge Umſchließung mit Hinderniſſen in ihren Lebensbedingungen hindern. Damit iſt aber nicht ausgeſprochen, daß man bei dieſen Feſtungen ſich mit Fortgürteln begnügen und die Stadtumwallungen ganz beſeitigen dürfe, denn unter ſolcher Maßregel würde die Widerſtandskraft außerordentlich leiden und der Zweck der Feſtung verfehlt ſein; man ſoll vielmehr Sorge tragen, daß die Umwallung ſtets einen für die vorauszuſehende Entwicklung der nächſten Zeit genügenden Spielraum biete, und ſoll die Umwallung weiter hinausſchieben, ſobald dazu ein Erfordernis vorliegt. Daß dies nicht ſo bedeutende Koſten verurſacht wie in früheren Zeiten, iſt eine Errungenſchaft des Ausbaus zur Gürtelfeſtung, denn deren jetzige Umwallungen brauchen nicht mehr aus ſtarken und hohen Wällen mit vielen koſtbaren Mauerbauten zu beſtehen, ſondern es genügen dem Zweck leichte Hindernis- und Verteidigungslinien, ſobald nur vor ihnen ein freies Schußfeld erhalten bleibt, das die gedeckte Annäherung an die Stellung verbietet. Und deshalb bedarf es vor allem der Aufrechterhaltung der Baubeſchränkungen im Rayon der Umwallung [10], [22], [1—3].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Taktiſche Geſichtspunkte.

Die Feſtung bedarf einer derartigen baulichen Einrichtung und Ausſtattung mit Mitteln, daß eine möglichſt kleine Beſatzung 1. ſie gegen alle überraſchenden und mit den Mitteln der Feldarmee ausführbaren Unternehmungen halten und 2. dem hierdurch zur Heranziehung kräftigerer Mittel gezwungenen Angreifer auf möglichſt lange Zeit (ideal: auf die Dauer des Feldzuges) erfolgreich Widerſtand leiſten kann.

Da die lebenden Streitkräfte im umgekehrten Verhältnis der ſie unterſtützenden Kampfmittel und Verſtärkungen ſtehen, ſo wird nur eine zur Friedenszeit mit den Mitteln der ſtändigen Befeſtigung erbaute und mit den wirkſamſten Verteidigungsmitteln ausgeſtattete Feſtung der Bedingung einer minimalen Beſatzung genügen, dagegen ein mit den Mitteln der Behelfs- oder Feldbefeſtigung verſtärkter Ort nur mit Hilfe verhältnismäßig geſteigerter Streitkräfte (im ungefähren Verhältnis von 1:2:4) verteidigt, gegen die Wirkung der ſchweren Angriffswaffen aber nicht dauernd gehalten werden können. Der erſten oben aufgeſtellten Forderung entſpricht eine zuſammenhängende, den Ort umſchließende Kampfſtellung (Umwallung, Enceinte) mit ſtarkem und gut flankiertem Hindernis. Eine ſolche genügte zur Kugelzeit auch der zweiten Anforderung, und die Umwallung wurde deshalb mit allen Mitteln gegen den „förmlichen Angriff“ ausgeſtattet. Damals unterſchied man nach der Größe des Platzes und ſeiner Beſatzung Feſtungen erſter, zweiter und dritter Klaſſe. Dieſe einfach umwallten Stadtfeſtungen entſprechen jetzt nicht mehr den ſtrategiſchen Anforderungen und nicht mehr den taktiſchen des heutigen „belagerungsmäßigen Angriffs“. Man ſtattet ſie als „Feſtungen mit Armierung zweiter Ordnung“ nur noch mit Mitteln gegen Unternehmungen der Feldarmee aus, wobei immerhin zu berückſichtigen iſt, daß auch dieſe jetzt über eine Zahl ſchwerer Geſchütze verfügt. Die „Feſtungen mit Armierung erſter Ordnung“ ſind Fortfeſtungen und werden mit Kriegsbeſatzung und Mitteln für die Verteidigung gegen den belagerungsmäßigen Angriff ausgeſtattet. Ihre Kampfbedingungen ſind günſtiger, da der Verteidiger nicht mehr auf die dem Gegner leicht zielbare hohe Wallſtellung beſchränkt iſt, ſondern das Gelände, in dem die Werke des Fortgürtels ſichere Stützpunkte bieten, in gleicher Weiſe wie jener ausnutzen kann. Auch bieten ſie inſofern einen gewiſſen Schutz gegen Bombardement der Stadt, als der Angreifer nicht mit allen, ſondern nur mit den weiteſttragenden Geſchützen über den Fortgürtel hinweg dieſe erreichen kann. Vollſtändiger Schutz gegen Beſchießung iſt nur bei den ſehr umfangreichen Armeefeſtungen des Auslandes angeſtrebt, wie wir ſie bei dem Zentralſyſtem in Antwerpen, Amſterdam, Bukareſt, auch Paris finden. Da der Fortgürtel zur Hauptverteidigungsſtellung wurde, hat die Kernumwallung der Stadt an Bedeutung verloren und kann, mit alleiniger Rückſicht auf einen gewaltſamen Angriff, in einfachſter Weiſe geſtaltet und ausgeſtattet werden [10].

Der Fortgürtel ergreift in zweckentſprechendem Abſtand von der Umwallung (4—6 km) von denjenigen Stellungen des Vorfeldes Beſitz, welche die günſtigſten natürlichen Verhältniſſe für die Verteidigung bieten. In ihm ſollen die Forts als ſtarke Stützpunkte dienen und den Angriff auf ſich ziehen, müſſen alſo die taktiſch wichtigſten Punkte im Gelände innehaben, vor allem ſtarke Infanterieſtellungen darſtellen und das Zwiſchengelände mit ihrem Geſchützfeuer kräftig beſtreichen. Sie bedürfen der adminiſtrativen Selbſtändigkeit, um nicht auf die vielleicht durch feindliches Feuer unterbrochene Verbindung mit der Feſtung angewieſen zu ſein, alſo Ausſtattung mit Unterkunftsräumen für die Beſatzung und alle ihre Bedürfniſſe für Kampf und Lebensführung: ſie bedürfen der taktiſchen Selbſtändigkeit, um auch einem umfaſſenden Angriff ſtandzuhalten, alſo einer zuſammenhängenden, auch die Kehle umſchließenden ſturmfreien Verteidigungsſtellung. Die Selbſtverteidigung wird weſentlich unterſtützt durch leichte Schnellfeuerkanonen (Sturmgeſchütze), die am günſtigſten in Senkpanzern untergebracht werden, um ſie bis zum Bedarfsfalle möglichſt unverſehrt zu erhalten. Um nicht durch Ueberſchütten mit feindlichen Geſchoſſen an dem Ueberſchauen des Vorfeldes gehindert zu werden, ſind gepanzerte Beobachtungsſtände notwendig, die meiſt auch zur Aufnahme der das Vorfeld erleuchtenden elektriſchen Scheinwerfer benutzt werden. Die Kampfartillerie findet am beſten ihre Aufſtellung außerhalb der Forts; iſt man aber (durch beſondere örtliche Verhältniſſe oder bei iſolierten Werken) gezwungen, die Artillerie ganz oder teilweiſe in dieſe aufzunehmen, ſo muß man auch innerhalb des Forts die Aufſtellungsräume der Infanterie und der Artillerie voneinander ſcheiden, um nicht dem Feind es zu erleichtern, zugleich mit der Fernkampf- auch die Nahkampfſtellung zu vernichten. Um in ihrer zielbaren Stellung den Geſchützen eine längere Kampftätigkeit zu ermöglichen, werden ſie durch Panzer geſchützt. Die der Flankierung des Zwiſchengeländes dienenden Geſchütze ſollen der feindlichen Feuerwirkung möglichſt ganz entzogen ſein; wenn ſie nicht unter Panzer ſtehen, werden ſie nahe ihrem Verwendungsraum in bombenſicherem Hohlraum untergeſtellt oder beſſer in Traditorkaſematten, die hinter der Kehle des Werkes ſo angeordnet ſind, daß deren Wall- und Bruſtwehrkörper ihnen als Maske und Schutz gegen feindliches Feuer dient (Fig. 7).

In dem 2—3 km meſſenden Zwiſchengelände der Forts (bei größeren Abſtänden werden kleinere Zwiſchenwerke eingeſchoben) hat in erſter Linie die Infanterie jeden Durchbruchsverſuch abzuwehren, alſo die hierfür geeignetſte Stellung zu beſetzen und zur Verteidigung einzurichten. Dieſer Kriegsarbeit kann aber und muß bei Grenzfeſtungen dadurch im Frieden vorgearbeitet werden, daß die für geſchloſſene Abteilungen erforderlichen Schutzräume u. dergl. im Maſſivbau hergeſtellt werden. Die Infanterieſtellung gewährt der Kampfartillerie taktiſchen Schutz, der das rückwärtige Gelände zur Verfügung ſteht. Hier werden die wichtigſten der Sicherheitsarmierung dienenden Batterien, ſei es in Form offener (Wurfgeſchütze) oder gepanzerter

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Werke (Flachbahngeſchütze) und alle als Kriegsbauten nicht zuverläſſig herzuſtellenden Einrichtungen, wie Munitions- und Unterkunftsräume, bereits im Frieden angelegt, ebenſo die Verkehrswege, die zur Beſchleunigung des Artillerieaufmarſches von größter Wichtigkeit ſind (Straßen, Schienenbahnen, Telegraphenlinien im Gürtel wie in radialer Richtung) ſoweit ausgebaut, daß ihre Inbetriebſetzung in kürzeſter Friſt ſtattfinden kann [1]—[3], [4], [5], [11].

C. Techniſche Geſichtspunkte.

Die bauliche Ausführung hat ſich den ſtrategiſchen und taktiſchen Geſichtspunkten unbedingt unterzuordnen und dahin zu ſtreben, daß die Stellung ihr Widerſtandsvermögen auch nach anhaltendem heftigen Kampfe noch bewahrt und daß das Maß der Sicherung der Verteidigungsmittel im richtigen Verhältnis zu deren Wichtigkeit für die hartnäckige Verteidigung ſteht.

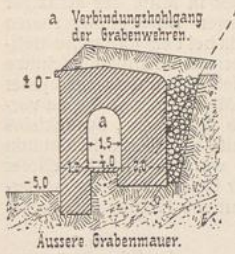


Fig. 2.



Fig. 1.

Da die Befeſtigung die Potenzierung aller durch das Gelände gebotenen Vorteile bezweckt, muß die Feſtung in der Anordnung der Kampfſtellungen ſowohl als in den Formen jedes einzelnen Gliedes gewiſſermaßen aus dem Gelände herauswachſen, jedes Werk als die Frucht des eingehendſten Terrainſtudiums das günſtigſte Kampfverhältnis bieten, das in dem betreffenden Gelände überhaupt zu erreichen iſt. Dadurch verbietet ſich jedes Schabloniſieren im Feſtungsbau, und wenn auch gewiſſe Normen und Typen aufgeſtellt werden müſſen, können dieſe immer nur für beſtimmte geographiſche Verhältniſſe als Grundlage dienen, um für die Aufſtellung von Entwürfen in dem einzelnen Fall Anhaltspunkte, niemals aber ein Schema zu bieten.

Da die außerordentliche Treffſicherheit der modernen Artillerie das Mittel bietet, jedes betreffs ſeiner Lage und Entfernung feſtgeſtellte Ziel mit einer beliebigen Zahl von Treffern zu belegen, muß die Befeſtigung dahin trachten, ihre Werke möglichſt unzielbar zu machen, d. h. im

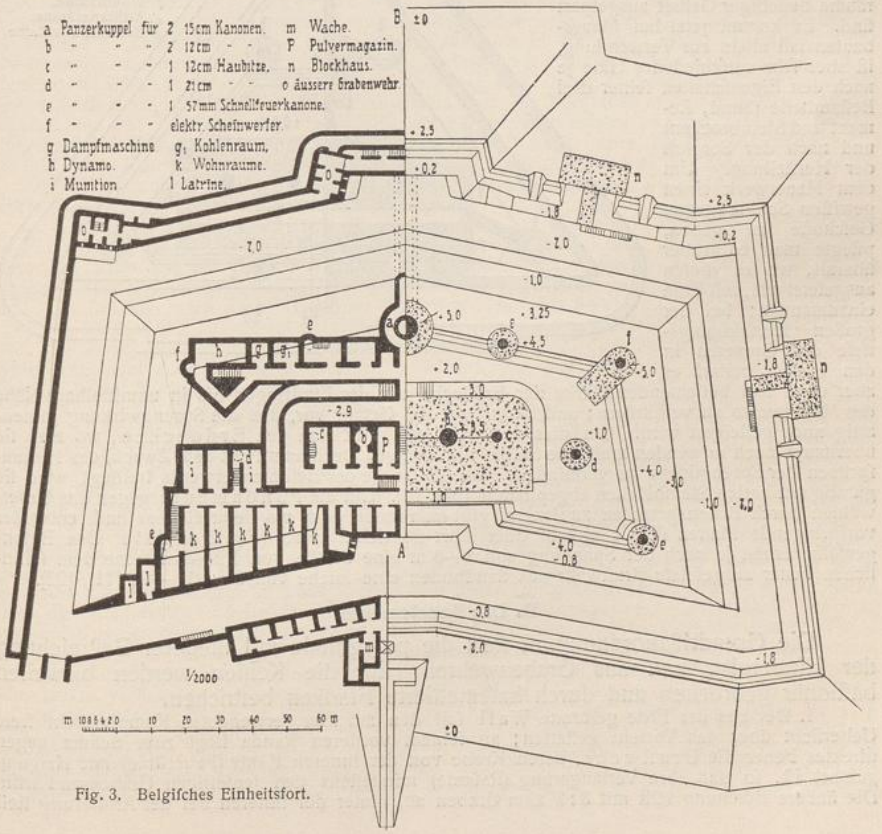


Fig. 3. Belgiſches Einheitsfort.

Gelände verſchwinden zu laſſen. Der hohe Aufzug früherer Wälle, der die Ueberſicht des Vorfeldes begünſtigte, mußte aufgegeben werden; von 8 m Ueberhöhung des Vorfeldes ging man auf 4,5 m (Fig. 4) und ſogar auf 3 m (Fig. 6) herunter. Ferner mußten die Traverſen, die zum beſſeren Schutz gegen Schräg- und Seitenfeuer die Feuerlinie überragten, entweder ganz beſeitigt oder, wo ſie (wie bei den Batterien) der darin eingeſchloſſenen Untertreträume und Verkehrswege (Treppen) wegen beibehalten werden mußten, mit ihrer Krone bis zur Höhe der Feuerlinie geſenkt werden, da ſie weſentlich zur weiten Sichtbarkeit der Werke beitrugen.

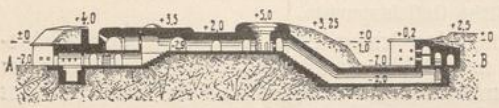


Fig. 4. Schnitt *A B*.

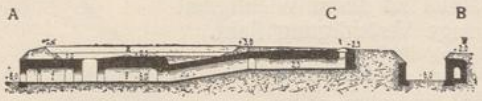


Fig. 6. Schnitt *A B C* (durch Fig. 5).

Da keine der früheren Deckenkonſtruktionen aus Stein oder Eiſen der Wirkung der in Mitte der achtziger Jahre eingeführten Sprengſtoffgranaten ſtandhielt und da bei dem durch die treffſicheren modernen Steilbahngeſchütze erreichten Einfallwinkel von 60° jeder Verſuch, einen Mauerbau durch eine vorliegende Maske zu ſichern, ausſichtslos wurde, mußte die Anwendung freiſtehenden Mauerwerks auf die Rückſeite der Werke beſchränkt und die Herſtellung der Decken aus Steingewölben ganz aufgegeben werden. Ein tadelloſer Zementbeton erwies ſich als einziges, bei hinreichender Stärke der Geſchoßwirkung widerſtehendes Baumaterial für Mauerbauten ([13], Bd. XIX und XX). Vorhandene Hohlbauten ſuchte man durch Aufbringen einer 1 m ſtarken Betonſchicht über einem Sandpolſter zu verſtärken, bei Neubauten wurden ſchon in den ſechziger Jahren in Kopenhagen, in den achtziger Jahren bei den belgiſchen Maasfeſtungen alle Hohlbauten von der Sohle bis zum Scheitel in Beton ausgeführt, der neben der ſchnellen Herſtellbarkeit den Vorzug der Plaſtizität beſitzt und nach der Erhärtung eine homogene Maſſe bildet, in der die Hohlräume beliebiger Geſtalt ausgeſpart ſind. Er kommt jetzt bei Mauerbauten faſt allein zur Verwendung, iſt aber ſehr verſchiedener Güte je nach den Eigenſchaften ſeiner drei Beſtandteile (Sand, Zement und Steinbrocken) und nach der Sorgfalt der Herſtellung. Um dem Mauerwerk einen gewiſſen Schutz gegen Geſchoſſe zu geben, pflegte man es früher überall, wo es dieſen ausgeſetzt war, mit Erde einzumanteln; bei der großen Eindringungstiefe der Granaten in den Boden bedarf es aber einer ſehr bedeutenden Stärke der Erddecke, um das Eindringen bis in unmittelbare Nähe des Mauerwerks zu verhindern; anderſeits liegt die Gefahr vor, daß die Sprengwirkung minenartig noch geſteigert wird. Um dies zu vermeiden, gibt man den Erddecken, wo man ſie überhaupt noch anwenden muß, die Stärke von wenigen Dezimetern mit dem Zweck, das Herumſpritzen der Sprengſtücke zu vermindern. Wo die Decke des Betonmauerwerks freiliegt, wird ſie günſtig mit harten Steinblöcken abgepflaſtert (Fig. 10). Um die Fundamente gegen das Unterwühlen durch Briſanzgranaten zu ſichern, gibt man ihnen dort, wo ſie erreichbar ſind, entweder vorſpringende Platten (Fig. 1 und 8) oder führt ſie tiefer hinab (Fig. 2 und 11). Das Betongewölbe erhält je nach der Spannung von 1—8 m eine Stärke von 1,2—3 m; eine dem feindlichen Feuer ausgeſetzte Bruſtwehr aus Sandboden eine ſolche von 8 m [1]—[5], [11], [22].

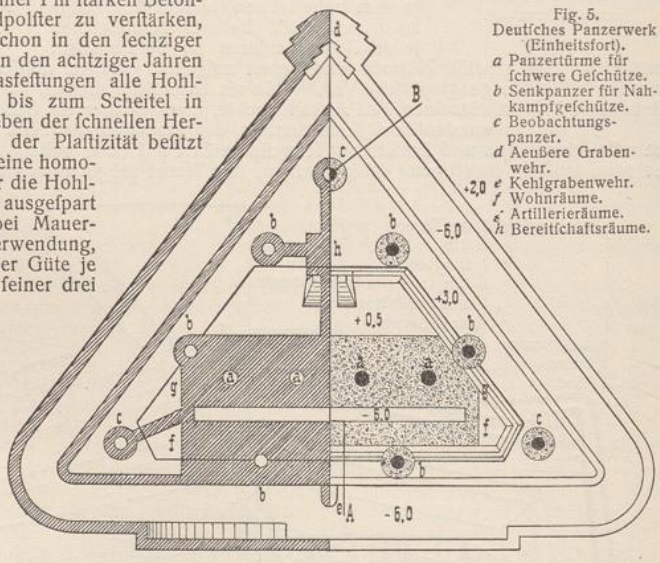


Fig. 5.
Deutſches Panzerwerk (Einheitsfort).
a Panzertürme für ſchwere Geſchütze.
b Senkpanzer für Nahkampfgeſchütze.
c Beobachtungspanzer.
d Aeußere Grabenwehr.
e Kehlgrabenwehr.
f Wohnräume.
g Artillerieräume.
h Bereitſchaftsräume.

D. Die Bauelemente.

Die Grundrißanordnung iſt ſtets die polygonale mit niederer Beſtreichung der Hindernisgräben aus Grabenwehren; nur die Kehlen werden bisweilen baſtionär gebrochen und durch kaſemattierte Flanken beſtrichen.

1. Der aus der Erde geformte Wall ſoll den auf ihm verwendeten Kampfmitteln freie Ueberſicht über das Vorfeld geſtatten; an ſeinem vorderen Rande liegt zum Schutz gegen direktes Feuer die Bruſtwehr, deren Krone von der inneren Kante (Feuerlinie) mit Neigung geführt iſt, ſo daß ihre Verlängerung (Raſante) mindeſtens den jenſeitigen Grabenrand trifft. Die äußere Böſchung fällt mit 3:2 zum Graben ab, hinter der inneren bei der Armierung ſteil

abzuſtechenden Bruſtwehrböſchung liegt (1,3—1,4 m tiefer) ein Schützenauftritt oder (1,6 bezw. 2,2 m unter der Feuerlinie für direkt bezw. indirekt feuernde Geſchütze) eine Geſchützbank. Dahinter folgt bei hohem Wall ein Wallgang (2,5 m breit, 3,5 m unter Feuerlinie), durch Rampen mit der Wallſtraße verbunden, ſonſt unmittelbar der Hof des Werkes. Nur Artilleriewälle erhalten noch Traverſen, in deren Hohlräumen ſich Untertreträume, Handmagazine und wenn darunter die Kartuſch- und Geſchoßräume liegen, Treppen und Munitionsaufzüge befinden. Bei der angeſtrebten tiefen Lage der Feuerlinie und der notwendigen großen Stärke der Decken würde eine ſehr tiefe Verſenkung des Hofes des Werkes notwendig, wenn man, wie früher, nach dieſem ſich öffnende Hohlräume unter dem Wall anlegen wollte. Man beſchränkt dieſe daher jetzt meiſt auf Bereitſchaftsräume geringeren Umfanges für die in möglichſter Nähe ihres Verwendungsraumes unterzubringende Infanterie und macht ſie durch Rampen zugänglich (Fig. 5). In gleicher Höhe mit der Bruſtwehrkrone ſchneiden die Betonummantelungen der Senkpanzer ab (Fig. 3 und 5).

2. Der Hindernisgraben iſt meiſt trocken, da auch bei den an großen Flüſſen gelegenen Feſtungen der weit hinausgeſchobene Gürtel der Forts zum größten Teil auf den höheren Talrändern günſtige Stellungen aufſuchen wird, ſo daß nur die in der Niederung anzulegenden Werke bisweilen naſſe Gräben bekommen können. Dieſe erhalten zur Feſthaltung und Regulierung genügender Waſſertiefe (1,8 m) Ein- und Auslaßſchleuſen (Batardeaus) und werden durch freiliegende Grabenwehren flankiert, die entweder, von der inneren Grabenwand aus zugänglich, gepanzert ſind, oder als Inſelgrabenwehren, mit ſtarker Erdummantelung verſehen, ſo konſtruiert werden, als wenn eine äußere Grabenwehr herausgeſchnitten und in den Graben hineingerückt wäre. Wegen der Entwertung durch Froſt wird man auch naſſe Gräben gern mit dem Hindernis einer äußeren Grabenmauer verſehen, wie der trockene Graben es erhält. Fig. 1 und 2 geben davon zwei verſchiedene Konſtruktionen und zeigen, welch bedeutende Stärken dieſe Mauern zur Sicherheit gegen Zerſtörung durch rückwärtiges Feuer erhalten. Zur Erhöhung der Sturmfreiheit wird am Fuß der inneren Grabenwand und auf der Mauerkrone der äußeren ein Hindernisgitter aufgeſtellt. Der Längenbeſtreichung dienen Grabenwehren (Caponnieren), die dem feindlichen Feuer durch Einbauen in die äußere Grabenwand entzogen werden und demnach nach rückwärts wirken (Fig. 3 und 5). Zum Schutz der Scharten werden vor dieſen Trennungsgräben, zur Verbindung mit dem Innern des Werkes, Hohlgänge (Poternen) unter der Grabenſohle angelegt, während ein ſolcher (Galerie) im Innern der äußeren Grabenmauer die Flankierungsanlagen untereinander verbindet (Fig. 3, 4). Die Scharten werden zum beſſeren Schutz wohl auch mit Panzerſchilden oder mit tunnelartigen Vorbauten verſehen. Der gedeckte Weg oder Rondengang, der früher ſtets zwiſchen äußerem Grabenrand und Glaciscrete eingeſchaltet wurde, um als Rückhalt für die Betätigung im Vorfeld zu dienen, wird jetzt vielfach fortgelaſſen, da im Fortgürtel dieſer Zweck durch die Zwiſchenfeldbeſatzung beſſer erfüllt wird. Fig. 3 zeigt, wie man bei ſeiner Beibehaltung Unterkunftsblockhäuſer für ſeine Beſatzung anordnet und durch Treppen unmittelbar mit der Grabenſohle verbindet. Meiſt wird vor dem Glacis noch ein Vorgraben angeordnet, der, ringsum laufend und mit Hindernismitteln angefüllt, die Sturmfreiheit erhöht und durch kleine, in ihn eingebaute Hohlräume überwacht werden kann. Der Verkehr über den (Kehl-)Graben wird, mittels einer Rampe herabſteigend, über die Grabenſohle geleitet und der Zugang an beiden Grabenſeiten durch Wachen, jedenfalls an der inneren durch eine Zugbrücke neben den Torverſchlüſſen geſichert.

3. Unterkunftsräume für die Beſatzungen der Werke und ihre Bedürfniſſe werden in Forts in der Regel in einem Kaſemattenbau zuſammengefaßt, der, unter dem Kehlwall angeordnet, nach dem Kehlgraben ſeine durch Stahlläden geſchützten Fenſter öffnet und deſſen Räume anderſeits durch einen geräumigen Korridor zugänglich und untereinander verbunden ſind. Es ſoll hier nach altem Grundſatz für jeden Mann der Beſatzung ein Raum von 2,5 qm, für jeden Offizier von 10—12 qm berechnet werden, dem Kommandanten ein abgeſonderter Raum von 25—30 qm zur Verfügung ſtehen; aber die Koſtſpieligkeit der Bauten zwingt vielfach, die Anſprüche herabzuſetzen, und in Oeſterreich rechnet man gewöhnlich für alle Offiziere Betten, für $^1/_2$—$^2/_3$ der Mannſchaften Pritſchen und für den Reſt nur Unterſtände (0,5—1,5 qm). Daneben ſind Lazaretträume für $12^1/_2$% der Beſatzung, Verbandräume für 3—4% mit ungefähr 5 qm Lagerfläche für den Kranken, ferner Provianträume (pro Mann und Monat 0,12 qm) für drei- bis ſechsmonatigen Bedarf, Küchen (35—40 qm pro Kompagnie), Latrinen (3—4% Sitze) und Brunnen bei der Anlage und Raumberechnung zu berückſichtigen. Die Wohnräume müſſen mit Heizanlagen, mit guten Ventilationseinrichtungen und elektriſcher Beleuchtung verſehen werden, weshalb auch für die Lichtmaſchine und Kohlenvorräte Raum zu ſchaffen iſt. Früher geſtattete der höhere Aufzug der Werke und die geringere Deckenſtärke bequem die Anordnung von zweigeſchoſſigen Kaſemattenkorps, und in Oeſterreich-Ungarn erbaut man ſolche und ſelbſt dreigeſchoſſige (Fig. 8 und 11) auch jetzt noch mittels Ausnutzung der ganzen verfügbaren Höhe zwiſchen Grabenſohle und Bruſtwehrkrone, alſo unter Fallenlaſſen der Bruſtwehr in der Kehle über den Kaſematten und Erſatz durch Sturmgeſchütze in Senkpanzern. Andernorts hat man ſich auf eingeſchoſſige Bauten beſchränkt und findet Erſatz in größerer Tiefe der Räume (Fig. 3 und 5). Die dem Feind zugekehrte Umfaſſungsmauer erhält eine Erdvorlage von mindeſtens 8 m bei 2,5 m Stärke; um aber ein Breſchieren durch eine dicht hinter der Mauer einſchlagende Granate zu verhüten, bringt man hier auch wohl noch eine Schüttung großer, harter Steine an, in die das Geſchoß, bevor es krepiert, nur wenig eindringen kann (Fig. 2) [1], [3], [4], [5], [11], [22]. — Kleinere Unterkunftsräume, wie ſie in Zwiſchenwerken und für Unterkunft im Zwiſchengelände erforderlich werden, werden in geringer Tiefe mit traverſiertem Eingang von rückwärts angeordnet und wohl auch mit Eiſenträgerdecken verſehen, um eine geringere Höhe zu beanſpruchen. Die über den Trägern liegende Betondecke wird mit hartem Stein abgepflaſtert

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Fig. 9, 10). In ähnlicher Weiſe werden auch die Bereitſchaftsräume unter dem Frontwall der Forts, Blockhäuser und Wachräume erbaut.

4. Traditorenkaſematten liegen am einfachſten an den beiden Enden des nach rückwärts vorſpringenden Kehlkaſemattenkorps (Fig. 7 und 8), von wo ihre Scharten gerade noch hart an der wenig nach vorwärts ſtreichenden Kehlmauer entlang das Zwiſchenfeld bis vor die Spitze des Nebenwerkes einzuſehen vermögen, während der Gegner, um ſie frontal zu faſſen, mit ſeiner Geſchützſtellung in bedenkliche Nähe an den Fortgürtel herangehen müßte. Wenn ſie in mehreren Geſchoſſen angelegt werden, ſo kann das unterſte der Grabenſtreichung, das oder die oberen der Traditorenwirkung dienen. Um die Stirnmauer auch gegen Schrägfeuer über die Kehle hinweg zu ſichern, führt man ſie ſchräg oder auch abgetreppt aus; auch werden die Scharten wohl mit Panzerſchilden verſehen [4], [5], [11].

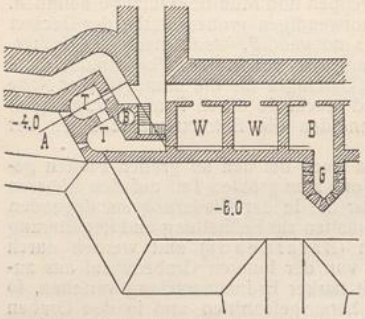


Fig. 7. Fortkehle mit Traditorkaſematten.

T Traditorkaſematten.
B Beobachtungspanzer.
W Wohnräume.
G Kehl-Grabenwehr.

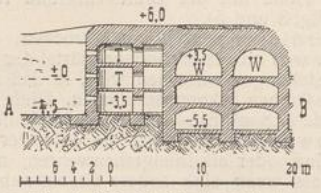


Fig. 8. Schnitt *A B* durch Fig. 7.

5. Geſchützpanzer kommen bei der Binnenlandbefeſtigung in Geſtalt von drehbaren und (für leichte Schnellfeuergeſchütze) auch hebbaren Panzerkuppeln oder Panzertürmen zur Verwendung. Im allgemeinen beſtehen dieſe aus einem mit Deckpanzer verſehenen Gehäuſe für ein oder zwei Geſchütze, das wagerecht drehbar in einem aus Betonmauerwerk hergeſtellten zylindriſchen Schacht ſteht und mit einem ringförmigen Vorpanzer verſehen iſt, der gegen Unterſchießen des Deckpanzers ſichern ſoll. Der Hartguß [20], der, aus verſchiedenen Roheiſenſorten gemiſcht, durch Guß in eiſerner Coquille eine harte Oberflächenſchicht über weicherer Unterlage erhält und von dem F. Krupp-Gruſon-Werk in vorzüglicher Güte hergeſtellt wird, findet jetzt bei der Binnenlandbefeſtigung keine Verwendung mehr. Zu Deckpanzern kann er nicht benutzt werden wegen ſeiner geringen Widerſtandsfähigkeit gegen Steilfeuer, und auch für die Vorpanzer, die früher lediglich daraus gefertigt wurden, iſt ſeine Verwendung bedenklich, nachdem es der Artillerie gelungen iſt, Betonummantelungen geringerer Güte zu zertrümmern. Einer planmäßigen Beſchießung würde der Hartgußvorpanzer danach nicht lange ſtandhalten und demnach ein Unterſchießen des Deckpanzers zu ermöglichen ſein. Deshalb wird der Vorpanzer bei Kanonentürmen neuerdings aus Nickelgußſtahl gefertigt und ſo hoch gemacht, daß jede Gefahr des Unterſchießens dadurch beſeitigt wird (Fig. 12). Die Kuppelplatten werden in gewalzten und gepreßten Stücken größter Widerſtandsfähigkeit (Spezialſtahl) gefertigt. Die Konſtruktionen der Geſchützpanzer für die Binnenlandbefeſtigungen gehören in Deutſchland alle dem

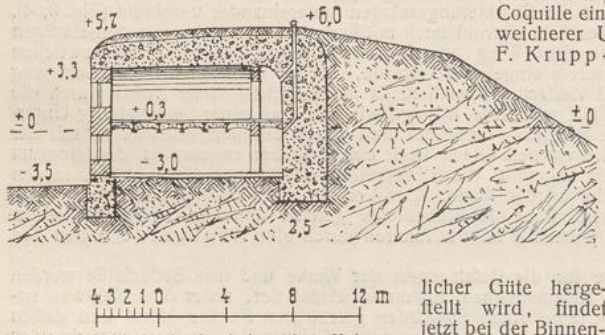


Fig. 11. Schnitt durch eine kaſemattierte Kaſerne in der Kehle eines Forts (öſterreichiſcher Typ).

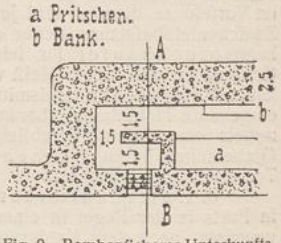
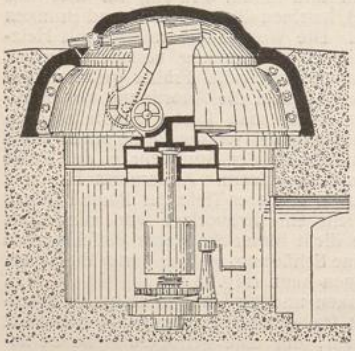


Fig. 9. Bombenſicherer Unterkunftsraum im Fortzwiſchengebäude (öſterreichiſcher Typ).


Fig. 12.

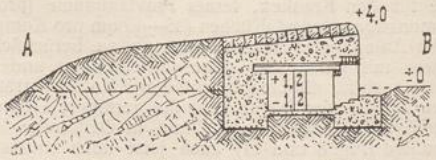


Fig. 10. Durchſchnitt *A B* der Fig. 9.

von Maximilian Schümann aufgeſtellten Prinzip der „Panzerlafetten“ an. Der mit Minimalſcharte verſehene ſphäriſche Deckpanzer ruht ausbalanciert auf einem Mittelſtiel (Mittelpivot), deſſen oberer Teil aus zwei Lafettenwänden beſteht, zwiſchen denen das Rohr, um einen idealen Mittelpunkt in der Scharte drehbar, in lotrechter Richtung bewegt werden kann (Höhenrichtung) und worin zugleich das Mittel gefunden iſt, um den ganzen Rückſtoß beim Schießen auf die Deckplatte zu übertragen. Dieſe läuft mit minimalem Spielraum innerhalb des Vorpanzers, ſo daß ſie mitſamt dem Geſchütz in wagerechter Richtung leicht gedreht werden kann (Seitenrichtung) und beim Abfeuern des Geſchützes unmerklich kippend ihren Halt findet. Ein einziger Mann kann die ganze Drehung eines 12-cm-Kanonenturms um 360° binnen 40 Sekunden ohne Mühe bewirken. Die Konſtruktion erlaubt aber auch ein Heben der Pivotſäule ſamt Geſchütz und Decke um einige Zentimeter, was notwendig werden kann, um Klemmungen in der Ringfuge zu beſeitigen. Dieſe Hebbarkeit wurde bei den Senkpanzern ſoweit geſteigert, daß das hier unter der Deckplatte liegende Rohr bis über die Oberkante des Vorpanzers gehoben werden kann, um in Feuerſtellung zu kommen. Zu dem Zweck wurde mittels Hebels und Gegengewichts die Laſt des Turmes ausbalanciert, ſo daß das Einſetzen einer geringen Kraft am längeren Hebelarm genügt, um das Heben auszuführen. Die Scharte liegt bei dieſen Panzern in einem niedrigen, unter der Deckplatte angebrachten ringförmigen Vertikalpanzer [8], [9], [19], [20], [21]. — Während die Senkpanzer der Sturmgeſchütze ihren Platz auf der Bruſtwehrkrone der Infanterieſtellung, und zwar am beſten auf deren Flügeln finden, werden die Panzertürme der Kampfgeſchütze in linealer Aufſtellung zu Batterien vereinigt (nur Brialmont macht eine Ausnahme, indem er bei ſeinen Einheitsforts ihnen eine zerſtreute Anordnung gibt — Fig. 3 —). Da ſie mit den Unterkünften der Artillerie und ihres Schießbedarfs unmittelbar verbunden ſein müſſen, ordnet man einen großen Maſſivbau in Beton an, der Mannſchaftsräume, Geſchoß- und Kartuſchräume (noch zu trennen für Geſchütze ohne Patronen) und die notwendigen Verkehrsmittel enthält. Aus ſeiner Oberfläche ragen nur die Deckpanzer heraus (Fig. 3—6). Iſt man genötigt, die Geſchütze mit in das Fort aufzunehmen, ſo wird dem ganzen Bauwerk ein Platz im Innern, gänzlich abgeſondert von der Infanterieſtellung, eingeräumt (Fig. 5); für Batterien im Zwiſchengelände umgibt man einen ſolchen Bau mit einem Hindernis, am beſten mit einem durch Grabenwehren verteidigten Graben. Stets wird die Batterie mit kleinen Beobachtungs-Panzertürmen ausgeſtattet [4], [5], [11].

6. Befeſtigungsgruppen. Nachdem die Fortſchritte der Artillerie zu einer grundſätzlichen Trennung der Nah- und Fernkampfſtellungen und zu einer möglichſten Loslöſung der Kampfgeſchütze von den Forts genötigt hatten, tat man neuerdings mit Trennung auch der Unterkunftsräume von den Kampfſtellungen den letzten Schritt, um durch Vereinzelung der Zielobjekte das feindliche Feuer zu zerſtreuen und ſeine Wirkung abzuſchwächen. Es entſtanden Befeſtigungsgruppen an den wichtigſten, für das Feſthalten der Hauptkampfſtellung entſcheidenden Punkten, in denen die einzelnen Anlagen der Tiefe nach gegliedert werden. In vorderſter Linie liegen die Nahkampfanlagen in Geſtalt von ſturmfreien Infanteriewerken und Schützengräben mit bombenſicheren Bereitſchaftsräumen (Fig. 9 und 10) zur Beherrſchung des Vorfeldes und Sicherung des Ortsbeſitzes. Die dahinter liegenden Fernkampfanlagen beſtehen aus Panzerbatterien für Flachbahn- und Steilfeuergeſchütze zu je zwei bis ſechs Rohren, erſtere dicht hinter dem Höhenkamm, letztere weiter hinter die deckende Erhebung zurückgezogen, mit Beobachtung aus ſeitlich der Batterien angelegten gepanzerten Beobachtungsſtänden, mit Fernſprechverbindung, elektriſcher Beleuchtung und Lüftungsanlagen. In dritter Linie liegen die bombenſicheren Unterkünfte, möglichſt getrennt für Artillerie und Infanterie, durch bombenſichere Hohlgänge verbunden und für die Befehlsführung mit Fernſprecher, Telegraphen und Alarmierungsvorrichtungen ausgeſtattet. Die ganze Gruppe wird ebenſo wie die einzelnen Glieder mit Hinderniſſen (Drahthinderniſſe und Hindernisgitter) umgeben [4], [10], [11].

7. Durch Verkehrsmittel iſt die Gürtelſtellung der Forts oder Gruppen in allen Teilen mit allen in und bei der den Kern der Feſtung bildenden Stadt gelegenen Depots und Unterkunftsbauten der Oberleitung (Gouvernement) und der Reſerven der Beſatzung zu verbinden. Als Verkehrsweg wird eine Ringſtraße hinter der Linie der Werke angelegt und dieſe durch ſtrahlenförmig geführte Straßen mit der Stadtumwallung verbunden. Dieſe gut befeſtigten Straßen müſſen dem Auge des Feindes entzogen werden, und ſoweit dies nicht durch geſchickte Benutzung von Geländedeckungen möglich iſt, wird die Anlage von Baumpflanzungen und Hecken als Masken notwendig. Die Straßen erhalten eine ſolche Breite, daß auf ihnen ohne Störung des Verkehrs von Wagen- und Truppenkolonnen eine Schienenbahn Platz findet, die aus bereitliegendem Material meiſt erſt bei der Armierung fertiggeſtellt wird, wobei aber dem Friedensverkehr dienende Straßenbahnen Verwendung finden können. Einheitliches Material iſt dazu die Vorbedingung. Ferner wird ein alle Werke zweckmäßig für die Bedürfniſſe der Oberleitung verbindendes Telegraphennetz bereits im Frieden vollſtändig ausgebaut und eventuell durch Signalſyſtem und Fernſprecher vervollſtändigt.

II. Küſtenbefeſtigungen.

A. Strategiſche Geſichtspunkte.

Die beſte Sicherung der heimatlichen Küſten beſteht in der Beherrſchung der Meeresteile, welche die feindlichen Streitkräfte behufs Ausführung ihrer Unternehmungen (Beſchießungen, Landungen) mit Kriegsſchiffen und Truppentransporten überſchreiten müſſen, alſo in der Bereithaltung einer ſtarken Kriegsflotte. Einer als übermächtig ſich erweiſenden Seemacht gegenüber, alſo bei erzwungenem defenſiven Verhalten der Flotte, müſſen Befeſtigungen feindlichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seeangriffen, Beſchießungen, Landungen, Verfolgung der eignen Kriegs- und Handelsſchiffe entgegentreten und dem Gegner die Benutzung unſrer Hafenanlagen für ſeine Zwecke verbieten.

Für die Marine bieten Kriegshäfen die Baſis für alle Unternehmungen und ſind deshalb für dieſe viel wichtiger und unentbehrlicher als die Feſtungen für die Armee, die ſich mittels Eiſenbahnen auf das ganze Vaterland baſiert. Die Auswahl der hierfür geeigneten Oertlichkeiten wird beſchränkt durch die Anforderungen: nächſt einer günſtigen Lage zu den zu beherrſchenden Gewäſſern ein geräumiges, gegen Sturm, Wind und Gefrieren möglichſt geſchütztes Hafenbaſſin mit günſtigem Ankergrund und leicht zu ſperrendem Zugang; ein Ufergelände, das die Anlage von Kais und Docks, Werften und ſonſtigen Marineetabliſſements begünſtigt und die unmittelbare Zuführung von Schienenwegen geſtattet; eine derartige Geſtaltung der Küſte, daß der Gegner am Einblick in den Hafen und womöglich auch an deſſen erfolgreicher Beſchießung gehindert wird. Daneben iſt aber auch die Geſtaltung des Binnenlandes ins Auge zu faſſen, denn bei richtiger Anordnung und hinreichender Stärke der Küſtenbefeſtigungen iſt nach neueren Erfahrungen ein Seeangriff allein nicht imſtande, den Sieg zu erringen, und gegen die zu erwartenden Angriffe auf der Landſeite, die allein zum Ziele führen können, muß der Kriegshafen auch hier befeſtigt werden. Die Landbefeſtigungen weichen nicht von denen der Binnenlandfeſtungen ab. Als Baſispunkte für die Unternehmungen der Marine ſind die Kriegshäfen als Offenſivfeſtungen zu betrachten.

Feindlichen Landungsverſuchen tritt die Landmacht mit allen Waffen entgegen. Zu dem Zweck wird die Küſte in Verteidigungsbezirke geteilt, Spezialreſerven werden für dieſe bereitgeſtellt und an gefährdete Stellen Abteilungen vorgeſchoben; als Generalreſerve für mehrere Bezirke wird ein ſtärkeres Korps an einem Eiſenbahnknotenpunkt aufgeſtellt. Die Küſte wird durch ein Korps beſonders ausgebildeter Signalgaſten und durch Kreuzer, die Erkundungsfahrten ausführen, beobachtet, alle Seezeichen entfernt und dem Nachrichtendienſt Telegraphenlinien, Funkentelegraphie, akuſtiſche und optiſche Signale dienſtbar gemacht. An beſonders gefährdeten Punkten muß aber die Befeſtigung eingreifen, indem ſie die dem Gegner günſtigen Fahrwaſſer durch Hinderniſſe und Seeminen ſperrt und Batterien anlegt, welche die Hindernislinien beſtreichen und feindliche Unternehmungen bekämpfen. In erſter Linie ſind hier die Mündungen der großen Flüſſe zu berückſichtigen, zumal dieſe bequeme Zufahrtſtraßen zu den großen Handelsplätzen bilden. Indem man ſie durch Hinderniſſe und Befeſtigungen ſperrt, werden auch dieſe am beſten geſchützt [14].

B. Taktiſche Geſichtspunkte.

Die Küſtenbefeſtigungen haben die Aufgabe, feindliche Schiffe ſo fern zu halten, daß ſie weder Truppen landen noch die ſchützenden Objekte (im beſonderen Häfen und Marineetabliſſements) durch ihr Feuer ſchädigen können, und daß der eignen Flotte das Ein- und Auslaufen behufs offenſiver Unternehmungen, Erkundungen oder des notwendigen Rückzuges geſichert iſt. Weiter vordringenden feindlichen Schiffen ſollen ſie das Fahrwaſſer (den Eingang zum Hafen) ſperren und, wenn trotzdem der Durchbruch gelungen, ſie noch im Innern des Hafens bekämpfen.

Für die Anordnung der Küſtenbefeſtigung ſind die Eigentümlichkeiten der Angriffsmittel beſtimmend: 1. Panzergeſchützte, mit ſchwerſtem und weiteſttragendem Geſchütz ausgeſtattete Schiffe; deshalb ſind die Befeſtigungen ſo weit vor die zu ſchützenden Objekte (Hafen und Marineanlagen) vorzuſchieben, daß dieſe den Schiffsgeſchützen nicht erreichbar ſind, und müſſen Geſchütze ſolcher Leiſtungsfähigkeit enthalten, daß die Schiffspanzer auf gewiſſe Entfernungen von ihren Geſchoſſen durchſchlagen werden. 2. Ueberraſchendes, plötzliches Auftreten des Angreifers unmittelbar nach Ausbruch des Krieges iſt zu gewärtigen und deshalb eine hohe Gefechtsbereitſchaft ſchon im Frieden erforderlich. 3. Große Geſchwindigkeit, mit der die Schiffe die gefährdete Zone durchlaufen; deshalb iſt deren möglichſte Verſtärkung anzuſtreben und zu erreichen durch eine derartige Zuſammenſtellung von Flachbahn- und Steilfeuerbatterien, daß deren Wirkungsſphären ſich ergänzen. Die der Flachbahngeſchütze iſt die kleinere, begrenzt durch die Entfernung, die noch ein Durchſchlagen der Seitenpanzer in Ausſicht ſtellt, die der Steilfeuergeſchütze iſt die größere und beginnt auf Entfernungen, wo die Fallkraft des Geſchoſſes genügt, um den Deckpanzer zu durchſchlagen. Die Batterien ſind demnach ſo anzuordnen, daß das Diſtanzmaximum der Flachbahnbatterien weiter hinaus greift, als das Diſtanzminimum der Steilfeuerbatterien zurückliegt, daß ſich beide Wirkungsſphären alſo übergreifen und daß durch Anordnung von Hindernislinien die Fahrt der feindlichen Schiffe gerade in der durch beide Geſchützarten gefährdeten Zone aufgehalten wird. Zur Steigerung der Wirkung wird eine größere Geſchützzahl und möglichſte Begünſtigung des Schnellfeuers beitragen.

Neben den aus Flachbahn- und Steilfeuerbatterien zuſammengeſetzten Gruppen für die Fernwirkung (alſo ſchweren Kalibern) bedarf die Verteidigung der Unterſtützung durch ſchneller feuernde mittlere Kaliber, die teils die raſcheren aber ſchwächer gepanzerten Kreuzer auf größere Entfernung bekämpfen, teils die ſchweren Batterien innerhalb der Minenzone bei Abwehr des eindringenden Gegners unterſtützen können. Während aber für jene eine hohe Lage günſtig iſt, iſt für letztere eine tiefe Lage nicht unvorteilhaft; geboten iſt ſie für eine vierte Klaſſe von Batterien, nämlich kleine Schnellfeuerkanonen zur Bekämpfung kleiner Fahrzeuge, wie der Torpedoboote, die auch das flache Fahrwaſſer dicht am Strande benutzen können. Die verſchiedene Höhenlage der Batterien iſt von weſentlichem Einfluß auf ihre Eigenart. Im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allgemeinen iſt nämlich das Küſtengeſchütz ſelbſt in viel günſtigerer Lage als das der Binnenfeſtung, weil ein wirkſamer Treffer vom Schiff aus viel ſeltener zu erreichen ſein wird als umgekehrt, weil die Wirkung eines einzelnen Treffers gegen das Schiff für deſſen Gefechtsfähigkeit viel verhängnisvoller werden kann als der denkbar beſte Treffer gegen eine zweckmäßig angelegte Küſtenbatterie, und weil endlich die angreifenden Schiffe durch die Rückſicht auf ihre nur beſchränkte Munition verhindert ſind, die Dauer des Kampfes beliebig auszudehnen. Sind mithin die Geſchütze, gegen welche die weniger zahlreichen ſchwereren Kaliber zur Sprache kommen, verhältnismäßig wenig gefährdet, ſo tritt um ſo mehr die Wirkung maſſenhafter Streugeſchoſſe und Sprengſtücke ſowie die der kleinkalibrigen Geſchoſſe gegen die Bedienungsmannſchaft in den Vordergrund, und die Notwendigkeit des Schutzes für die Geſchütze tritt zurück hinter der Forderung, im Intereſſe anhaltenden Schnellfeuers die Bedienung zu ſichern. Es ergibt ſich daraus, daß eine Küſtenbatterie auch ohne Panzerſchutz den Kampf mit gepanzerten Schiffen wohl aufnehmen kann, wenn ſie durch überhöhende Lage begünſtigt wird, und daß in ſolchem Fall die Sicherung der Mannſchaft durch Splitterſchirme, die mit der (Mittelpivot-)Lafette feſt verbunden ſind, ausreicht. Anders iſt es bei einer tief gelegenen Batterie, die ſich der Längsbeſtreichung und Umfaſſung nicht entziehen kann. In dieſem Fall iſt die Anwendung von Geſchützpanzern notwendig, da weit übergreifende Traverſen durch die Forderung großen Geſichtsfeldes ausgeſchloſſen ſind und Splitterſchirme wohl die unmittelbar am Geſchütz befindlichen Mannſchaften, aber nicht den Verkehr mit den Munitionsräumen ſichern, mit der Unterbrechung der Munitionszufuhr aber auch die Feuertätigkeit in Frage geſtellt wird. So ergibt ſich die Möglichkeit offener Batterien in hoher Lage und die Notwendigkeit gepanzerter Batterien in tiefer Lage. Haben dieſe nur in einer engbegrenzten Richtung ſich zu betätigen, z. B. ein ſchmales Fahrwaſſer der Länge nach zu beſtreichen, ſo können feſtſtehende Geſchützſtände einer Panzerbatterie zur Anwendung kommen, während bei der Forderung größeren Geſichtsfeldes zum drehbaren Panzerturm gegriffen werden muß.

Ein weiterer Unterſchied wird durch die verſchiedenen Anforderungen an den Geſichtswinkel des Werkes begründet. Iſt ein Angriff von mehreren Seiten nicht durch die örtlichen Verhältniſſe ausgeſchloſſen, ſo wird ein rings geſchloſſenes Werk, ein Küſtenfort, am Platze ſein, und iſt man im Intereſſe des Schutzes des Hafens gezwungen, dies weit in die See vorzuſchieben und auf einem Riff, einer Sandbank oder künſtlichen Inſel anzulegen, ſo bezeichnet man es als Seefort. Jedoch müſſen auch einfache Batterien eine Infanteriebeſatzung und einen durch dieſe zu verteidigenden Kehlſchluß erhalten, wenn ihre Gefährdung durch Landungstruppen nicht ausgeſchloſſen iſt. Außer den Artilleriewerken und Hindernislinien (hauptſächlich Seeminen) erfordert die Verteidigung die Anlage von Beobachtungsſtationen, um die Stellung und Fahrt der feindlichen Schiffe dauernd beobachten und das rechtzeitige Spielen der Beobachtungsminen veranlaſſen zu können, und Scheinwerferſtationen, die geeignet ſind, das ganze Minenfeld zu erleuchten. Der Gefechtsleitung dienen Telegraph und Fernſprecher [9], [12], [14].

C. Techniſche Geſichtspunkte.

Entſprechend der Art und Leiſtungsfähigkeit der vom Angreifer verwendbaren Geſchütze muß Material und Konſtruktion der Deckungen bei den Küſtenbefeſtigungen der Schuß- und Geſchoßwirkung der ſchwerſten Flachbahngeſchütze entſprechen, braucht aber auf Wirkung des Steilfeuers keine Rückſicht zu nehmen.

Wie bei der Binnenlandbefeſtigung darf kein Mauerwerk dem direkten Feuer ausgeſetzt werden, und die aus reinem Sande zu ſchüttenden Bruſtwehren müſſen wegen der mächtigen Wirkung der Granaten der Flachbahngeſchütze eine Stärke von mindeſtens 12 m erhalten; es genügt aber, wenn durch die Lage der Landangriff ausgeſchloſſen iſt, Mauerbauten durch vorliegende Masken gegen 7° Fallwinkel zu decken. Hat ein Küſtenwerk aber auch auf die Möglichkeit Rückſicht zu nehmen, daß es von der Landſeite beſchoſſen wird, ſo iſt auch Steilfeuer zu gewärtigen und ſind in dieſer Beziehung die Grundſätze der Binnenbefeſtigung maßgebend. — Dem mächtigen Stoß der Geſchoſſe der ſchwerſten Kaliber müſſen bei Anwendung von Panzern Eiſenmaſſen von großem Gewicht entgegengeſtellt werden, eine Häufung der Treffer gegen einzelne Teile iſt aber höchſt unwahrſcheinlich und Steilfeuer auf wirkſame Entfernung nicht zu gewärtigen; deshalb iſt auch der Hartguß bei der Küſtenbefeſtigung nicht nur zuläſſig, ſondern unter Umſtänden (wegen der größeren Gewichte der Konſtruktionsteile) auch vorteilhafter. Zunächſt iſt er anzuwenden für die Vorpanzer, da ein planmäßiges Zerſtören der Betonummantelung nicht zu gewärtigen iſt; weiter wird aber auch für Panzerbatterien und für die Türme der ſchwerſten (28 und 30,5 cm) Kanonen, die in der Regel der Koſtenerſparnis wegen für je zwei Rohre eingerichtet werden, der Hartguß auch ferner zur Herſtellung der Panzerdecke benutzt werden können, da man den einzelnen Platten in dieſem Falle Abmeſſungen und Gewichte geben kann, die der ungeheuern Stoßkraft von 10000—12000 m/t eine noch hinreichende Maſſe entgegenſtellen. Nur die Schartenplatte wird man aus Nickelſtahl fertigen müſſen. Für die mittleren Kaliber laſſen ſich derartige Maſſen in nutzbarer Form nicht gewinnen, und man greift hier um ſo mehr zum Stahlguß, als man dieſen Geſchützen nur Sicherung gegen mittlere Schiffskaliber zu geben pflegt, da die ſchwerſten Kaliber in der Marine ſo ſchwach vertreten und ſo dürftig mit Munition ausgerüſtet ſind, daß ſie ſich hauptſächlich auf die Bekämpfung der ſchwerſten Küſtengeſchütze beſchränken müſſen und eine beabſichtigte Beſchießung der mittleren Panzer kaum in Frage kommt. Um die zur Durchſchlagung von Schiffspanzern notwendige große Geſchoßgeſchwindigkeit zu erreichen, gibt man den Geſchützrohren eine bedeutende Länge (40 und mehr Kaliber); wollte man nun, wie es bei der Binnen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

landbefeſtigung angeſtrebt werden muß, dieſe Rohre in ganzer Länge durch Panzer ſchützen, ſo würden dieſe einen übermäßigen Umfang erhalten; man hat ſich deshalb darauf beſchränkt, nur den hinterſten Teil der Rohre in Panzerſchutz zu bringen, und ein beträchtlicher Teil des langen Feldes ragt aus der Scharte hervor. Man trägt hier weniger Bedenken als bei der Landbefeſtigung, da ein gezieltes Granatfeuer der Schiffsgeſchütze gegen die Panzer ausgeſchloſſen iſt und nur Zufallstreffer das Rohr beſchädigen werden.

Im Intereſſe der möglichſten Ausnutzung der beſchränkten Zeitabſchnitte, die zur Bekämpfung der mit großer Fahrgeſchwindigkeit ſich bewegenden Schiffe nutzbar zu ſein pflegen, iſt die größte Fürſorge auf ungeſtörte Zufuhr der Munition zu verwenden, die Anordnung der Munitionsmagazine alſo derart zu treffen, daß die Munition auf kürzeſtem Wege, mit geringſtem Aufwand an Zeit und Arbeitskraft und geſichert gegen feindliches Feuer zu den Geſchützen gebracht werden kann. In Anbetracht der großen zu bewegenden Gewichte iſt auch der Schutz der hierzu nötigen maſchinellen Einrichtungen erforderlich. Es liegt auf der Hand, daß dieſen Bedingungen nur in Panzerbatterien vollſtändig entſprochen werden kann, da hier die Magazine unmittelbar neben dem Unterbau des Turmes anzuordnen ſind und die Beförderung zum Geſchütz von hier unter dem Schutz des Panzers erfolgt. Während die zum Teil ſehr umfangreiche Munition bei dem Erfordernis großer ſchußfertiger Vorräte viel mehr geſicherten Lagerraum bedingt als die Munition der Feſtungsgeſchütze, braucht für die Beſatzung der Werke meiſt nicht durch Wohnkaſematten geſorgt zu werden, da ſie immer nur auf kurze Zeit und niemals dauernd in Tätigkeit tritt, für die Bereitſchaften wenig Untertretraum erforderlich wird, die Wohnräume aber außerhalb der Werke angelegt werden können [9], [20].

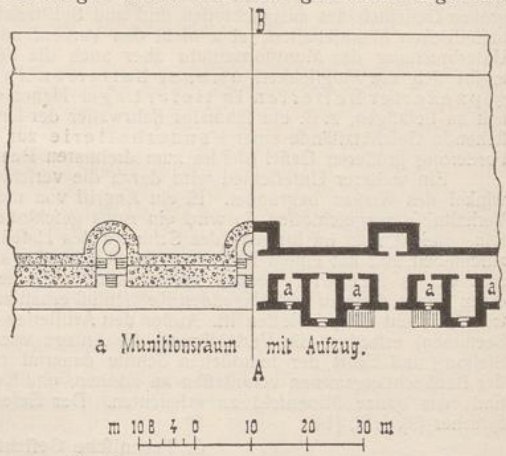


Fig. 13. Offene Küſtenbatterie (engliſcher Typ).

D. Die hauptſächlichſten Bauobjekte der Küſtenbefeſtigung.

1. Die offene Küſtenbatterie beſteht aus einem einfachen Wall, hinter deſſen mächtiger Bruſtwehrſchüttung die Geſchützbänke vereinzelt zwiſchen ſtarken Traverſen, mindeſtens 24 m von Mitte zu Mitte, angeordnet und durch Treppen mit dem hinter ihnen und den Traverſen ununterbrochen ſich hinziehenden tieferen Wallgang verbunden ſind. Die Bruſtwehr wird ebenſo wie die Bettung in ihrem innerſten Teil aus Beton gebildet. Bei der früher üblichen Aufſtellung der Geſchütze in Vorderpivotlafetten wurde die Feuerlinie geradlinig zwiſchen den übereck geſtellten würfelförmigen Traverſen geführt, wodurch ein Geſichtswinkel von 90° gewonnen wurde. In den rückwärtigen Teil der Traverſen waren Munitionshandmagazine eingebaut, die durch Aufzüge mit den darunterliegenden großen Munitionsmagazinen verkehrten und den Geſchützbänken vermittelſt kleiner Türen den Schießbedarf auf kleinen Geſchoßwagen übermittelten. Eine wenig abweichende Anordnung zeigen auch Fig. 13 und 14, die eine engliſche Batterie mit Mittelpivotlafetten darſtellen. Die runde Drehſcheibe dieſer Lafetten wird in eine halbzylindriſche Ausbuchtung der Bruſtwehr eingebaut, die Krone der rückwärts ganz in Beton gemauerten Traverſen in Verlängerung der Bruſtwehrkrone geführt, um die gleichmäßigere Erhebung der Batterie weniger zielbar zu machen; die Seitenwände der Traverſen ſtehen winkelrecht zur Front und bieten deshalb mehr Raum für Einbauten, die im übrigen ebenſo wie bei den obigen älteren Batterien das Obergeſchoß der unterliegenden Munitionsräume bilden. Die Verflachung der Traverſenkrone gewährt dem darüber wegſchauenden Geſchütz einen größeren Geſichtswinkel. Neuerdings ſucht man die Batterien der Sicht des Gegners völlig zu entziehen und gibt den Flachbahnbatterien ſo wenig Aufzug, daß ſie vorliegende Geländedeckungen gerade noch überſchießen können. Infolgedeſſen können die Hohlbauten aber nicht mehr unter den Geſchützbänken ſich fortſetzen, ſondern nur noch eingeſchoſſig zwiſchen dieſen und auf den Flügeln der Batterie angelegt werden, wenn man nicht wie bei der Binnenlandbefeſtigung ſie unter den Bauhorizont verſenken kann. Die Zwiſchenräume der Geſchützbänke hängen dann von der Maſſe der zwiſchen ihnen unterzubringenden Munition und deren Raumbedarf ab, und da die Durchführung möglichſten Schnellfeuers ohne Rückſicht auf den Munitionsverbrauch eine ſehr ſtarke Munitionsdotierung verlangt, werden dieſe offenen Batterien ſehr viel Raum beanſpruchen, weshalb ſchon die Beſchränktheit des Ortes, wo eine Batterie unentbehrlich wird, zur Aufſtellung im Panzerbau zwingen kann,

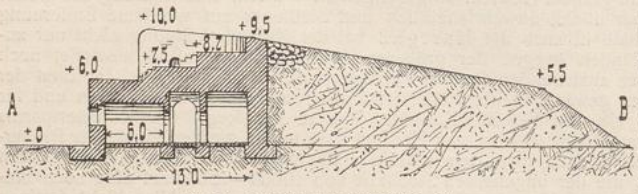


Fig. 14. Schnitt *A B* durch Fig. 13.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

da dieſer bedeutend weniger Raum verlangt. — Niemals darf die Batterie Rückenwehren erhalten, da dieſe die Beſatzung durch Sprengſtücke und Splitter im Rücken gefährden würden; dagegen wird ſie mit (gepanzerten) Beobachtungsſtänden ausgeſtattet, welche gleichzeitig die Vorrichtungen zum Entfernungsmeſſen aufnehmen, die bei der Küſtenbefeſtigung von hervorragender Wichtigkeit ſind. Iſt die Batterie dem Landangriff ausgeſetzt, ſo erhält ſie eine kleine Infanteriebeſatzung, wird auf den Flügeln zur Infanterieverteidigung eingerichtet, die unter Umſtänden durch Sturmgeſchütze in Senkpanzern unterſtützt wird, und mit einem Hindernisgraben umgeben. Wenn dieſer nicht der Wirkung von Belagerungsgeſchützen ausgeſetzt iſt, kann er in der früher allgemein üblichen Weiſe mit Hindernismauer und kleinen Grabenwehren an der inneren Grabenwand (gegen 7—12° Einfallwinkel gedeckt) ausgeſtattet werden [2], [12].

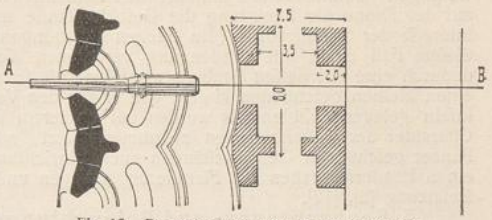


Fig. 15. Panzerbatterie nach F. Krupp-Gruſon.

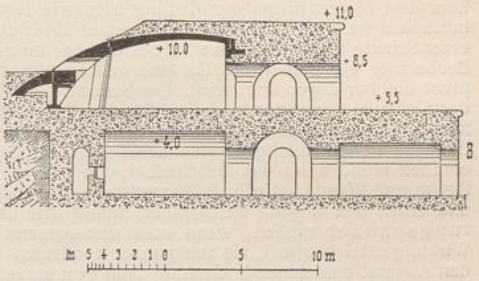


Fig. 16. Schnitt *A B* durch Fig. 15.

2. Die Panzerbatterie. Auf beſchränktem Bauplatz griff man früher zum Kaſemattenbau, um eine hinreichende Geſchützzahl zur Aufſtellung bringen zu können; aber ſelbſt die vollſtändige Bekleidung von deſſen Außenwänden mit Panzerplatten, wie ſie in Großbritannien vielfach zur Ausführung kam, genügt der Wirkung der heutigen Schiffsgeſchütze gegenüber nicht mehr; dagegen ſind die von Gruſon entworfenen und weiterentwickelten Panzerſtände aus Hartguß noch einer Beſchießung gewachſen. Ihre geringe Frontentwicklung (8 m pro Geſchütz) macht ſie für die kleinſten Bauplätze geeignet, vorausgeſetzt, daß die Beſchränkung des Geſichtswinkels dem Zweck der Anlage nicht widerſpricht. Das Bauwerk pflegt zweigeſchoſſig zu ſein; das untere, ganz in Beton hergeſtellte Kaſemattengeſchoß bietet Raum für Unterkunft und Munition, das obere wird in der Stirnſeite durch die Panzerſtände gebildet, die ſich rückwärts an einen geräumigen, in Beton gemauerten Korridor anlehnen, der die Treppen und Munitionsaufzüge aufnimmt ſowie den Bedienungsmannſchaften als Untertretraum dient. Die Frontplatten der Stände ſind ſowohl in wagerechtem wie in lotrechtem Sinne in einer Krümmung geführt, die den feindlichen Geſchoſſen infolge des kleinen Auftreffwinkels nicht geſtattet, ihre volle Kraft zu verwerten. Die Schartenplatten lehnen ſich ſeitwärts an ſtarke Pfeilerſtücke und werden im unteren, weniger ſchräg anſteigenden Teil durch einen mächtigen Vorpanzer geſchützt, an den ſich die Bruſtwehr mit einer Betonſchüttung anſchließt. Die obere Kante der Frontplatten dient dem Deckpanzer zum vorderen Auflager, der mit dem hinteren Ende auf dem Mauerwerk des Korridors ruht. Die Rohre liegen in Gruſonſchen Minimalſchartenlafetten, deren Schwenkrahmen ihren (idealen) Mittelpunkt in der Schartenenge haben. Dem Nehmen der Seitenrichtung dient Kurbelantrieb, die Bewegung in der Höhenrichtung und das Anfetzen der Geſchoſſe erfolgt durch Hydraulik, wozu Akkumulatoren und Pumpwerke ſich im Untergeſchoß befinden. Der Wendungswinkel der Geſchütze beträgt 70° (Fig. 15 und 16) [2], [20].

3. Die Panzerturmbatterie beſteht wie bei der Binnenlandbefeſtigung aus einem einheitlichen Maſſivbau aus Beton, deſſen Untergeſchoß hauptſächlich zur Lagerung des Schießbedarfs dient und die Munitionsräume derart um die bis zur Sohle hinabreichenden Schächte der Panzerkuppeln gruppiert, daß die Beförderung in dieſen zum Geſchützrohr mit geringſtem Kraft- und Zeitaufwand erfolgen kann. Das Heben bis unmittelbar hinter das Bodenſtück des Rohres geſchieht bei mittleren Kalibern durch ein Paternoſterwerk mit Handbetrieb, bei ſchweren Kalibern durch einen hydrauliſchen Aufzug. Die Konſtruktion der Küſtenpanzertürme weicht von denen der Landbefeſtigung hauptſächlich darin ab, daß der Deckpanzer durch einen eiſernen, den Geſchützſtand rings umgebenden Unterbau getragen wird, der ſeinerſeits mittels eines Rollenkranzes auf einer auf dem Mauerwerk aufliegenden kreisförmigen Schiene läuft (Figur ſ. im Art. Küſtenartillerie). Mit dem Unterbau feſt verbundene Träger tragen den Fußboden des Geſchützſtandes und die Minimalſchartenlafetten. Die Vorpanzer ſind aus Hartgußſegmenten von annähernd viertelkreisförmigem Querſchnitt zuſammengeſetzt, die Deckpanzer bei den mittleren Kalibern aus Stahlguß, bei den ſchweren Kalibern aus Hartgußplatten unter teilweiſer Verwendung von Stahlguß zuſammengeſetzt. Für die Bewegung iſt, wenigſtens bei den ſchweren Kalibern, der hydrauliſche Betrieb vorgeſehen, jedoch kann die Drehung auch durch Handbetrieb bewirkt werden. Akkumulatoren und Pumpen finden im Untergeſchoß ihren Platz. Eine volle Umdrehung (360°) des zweigeſchützigen 28-cm-Turmes kann bei vollbeſetzten Tummelbäumen (acht Mann) binnen 4 Minuten bewirkt werden, die langſame Drehung (20° in 1 Minute) können zwei Mann bewirken; mit Benutzung des hydrauliſchen Motors verlangt die ganze Umdrehung $4^1/_2$ Minuten. Die Ausſtattung der Panzerturmbatterien mit Beobachtungsſtänden und Entfernungsmeſſern muß dieſelbe ſein wie bei den offenen Batterien [2], [12], [20].

4. Küſtenforts ſind im allgemeinen alle ringsum geſchloſſenen Werke der Küſtenbefeſtigung, ſie können aber außerordentlich verſchiedene Formen annehmen, worauf beſonders

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die örtliche Lage, ihre Beſtimmung und die räumliche Ausdehnung des Bauplatzes von beſtimmendem Einfluß ſind. Die ganz vom Meer umſpülten Seeforts kann man als Betonmaſſiv mit niedriger, abgerundeter Bordkante und ſacht anſteigender Krone ausführen, indem man letzterer die Panzer der Geſchütze, der Beobachtungs- und Beleuchtungsſtationen einfügt. Man kann aber auch (wie es bei dem Middelgrundfort bei Kopenhagen geſchehen iſt) den alle notwendigen Räumlichkeiten enthaltenden einheitlichen Betonbau ganz mit Sand einmanteln und auf der Krone der Schüttung die Geſchützſtände nach Art der offenen Batterien anlegen. Im Intereſſe der Sturmfreiheit (die flachen Böſchungen können erklommen werden) wird man in dieſem Fall einen mit Rondengang verſehenen Wellenbrecher rings um das Fort legen und dadurch eine Art naſſen Grabens als Hindernis ſchaffen. Eine Erweiterung in der Kehle bildet einen kleinen geſchützten Hafen, wie er für den Verkehr notwendig iſt. An der Küſte oder auf Inſeln gelegene Küſtenforts werden bei größerem Bauplatz polygonal aus mehreren Linien im Charakter der Küſtenbatterien zuſammengeſetzt, erhalten aber neben den offenen oder durch Panzer geſchützten Geſchützſtänden auch Einrichtungen für die Infanterieverteidigung, ringsum einen Hindernisgraben mit Flankierungsanlagen und Ausſtattung mit Unterkunftsräumen für die Beſatzung [2], [12].

5. Beobachtungs- und Beleuchtungspanzer. Die Beobachtungsſtationen kann man gleichzeitig zum Entfernungsmeſſen benutzen, indem man als vertikale Baſis ihre Höhe über dem Meeresſpiegel der Meſſung zugrunde legt und ein zum Entfernungsmeſſen geeignetes Inſtrument benutzt. Um ein hinreichendes Geſichtsfeld zu beherrſchen, wird man die mit nur einer Scharte verſehene Panzerkuppel drehbar machen müſſen, wozu ſie auf ein, Inſtrument und Beobachter einſchließendes Gehäuſe geſtellt und dies auf einem Rollenkranz um einen Mittelpivot drehbar angeordnet wird. Der Schacht muß Raum gewähren für einen Umgang außerhalb des Gehäuſes, um durch deſſen Tür bei jeder Stellung aus- und eintreten zu können. Ein ſtarker Vorpanzer ſchützt dieſen Umgang, in deſſen Fußboden ſich der Zugangsſchacht öffnet. Einfacher iſt ein feſtſtehender Beobachtungspanzer, der aber ſechs unter je 60° ſich öffnende Scharten erhalten muß, wenn das Geſichtsfeld den ganzen Umkreis umfaſſen ſoll. Die in einem Stück Decke und Wände umfaſſende Panzerhaube wird bis an die Scharten in Betonmauerwerk verſenkt und erhält den Zugang durch einen unmittelbar im Innern ſich öffnenden Schacht. Beleuchtungspanzer müſſen, wenn man den Apparat im gegebenen Augenblick der feindlichen Wirkung entziehen will, als Senkpanzer konſtruiert werden, und zu dem Zweck wird das ganze den Apparat aufnehmende Gehäuſe nebſt dem darauf ruhenden Deckpanzer durch Gegengewichte ausbalanciert und in einem Schacht angeordnet, der, mit einem Vorpanzer umgeben, hinreichende Tiefe hat, um das ganze Gehäuſe in ſich aufzunehmen, wobei der Deckpanzer ſich auf die Innenkante des Vorpanzers auflegt. Das Gehäuſe erhält zwei Geſchoſſe, deren unteres bei Tiefenſtellung durch einen Hohlgang zugänglich iſt.

6. Seeminen werden in einem beſonderen Artikel behandelt, ebenſo die Küſtengeſchütze im Art. Küſtenartillerie. Vgl. a. Geſchütze und Schiffsgeſchütze.

III. Der Behelfsbau.

Der Behelfsbau, wie er wegen der Kürze der zuverläſſig in Rechnung zu ziehenden Bauzeit beim Kriegsbau allein zur Anwendung kommen kann, iſt nicht imſtande, im Frieden ausgeführte ſtändige Befeſtigungen zu erſetzen, ſondern kann nur als Notbehelf und zur Ergänzung letzterer behufs Herſtellung von Bauwerken nebenſächlicher oder vorübergehender Bedeutung dienen. Er wird vorzüglich zur Verſtärkung der der Kriegsarbeit vorzubehaltenden, wenn auch ſchon im Frieden vorbereiteten Stellungen im Vorfeld der Feſtung beitragen. Die Minderwertigkeit der verfügbaren Bauſtoffe läßt es unzweckmäßig erſcheinen, Behelfsbauten als ſchwächliche Nachahmungen von ſtändigen Bauwerken auszuführen; die zu wählenden Formen müſſen ſich vielmehr aus der Natur und aus den Eigenſchaften der verfügbaren Bauſtoffe ſelbſtändig entwickeln.

Selbſt der am leichteſten zu beſchaffende Bauſtoff, die Erde, zeigt vielfach nicht die für Bruſtwehren wünſchenswerten Eigenſchaften. Das geringſte Maß der Eindringungstiefe ſchwerer Geſchoſſe zeigt nämlich der Sandboden, und deshalb wird dieſer, wenn er irgend zu beſchaffen iſt, bei der ſtändigen Befeſtigung verwendet. Der Behelfsbau iſt aber gezwungen, den Boden zu verwerten, wie er an der Bauſtelle ſich gerade vorfindet, und deshalb meiſt auf minderwertiges Material angewieſen. Dies iſt um ſo ungünſtiger, als der Zeitmangel oft nicht geſtattet, auch nur die Bruſtwehrſtärken der ſtändigen Befeſtigung zu erreichen. Zur Herſtellung der Hohlbauten aus Mauerwerk iſt nur in ſeltenen Fällen Zeit und Bauſtoff vorhanden. Da man außerdem damit rechnen muß, daß ſelbſt der in kürzeſter Friſt zu beendende Betonbau eine geraume Zeit zum Abbinden und Erhärten beanſprucht und daß ſeine Güte durchaus auf der Vollwertigkeit der Rohmaterialien beruht, daß dieſe aber (der Zement) bei langer Lagerung an Güte verlieren, alſo nicht vorrätig gehalten werden können, ſo iſt zu folgern, daß die Anwendung des Betonbaues nur ſparſam ſein kann und auf die eheſtens herzuſtellenden, beſonders wichtigen Bauteile beſchränkt werden muß. Man iſt deshalb genötigt, für die Deckenkonſtruktionen zum Eiſen zu greifen, das man in den gangbarſten und leichteſt zu beſchaffenden Formen meiſt als Eiſenbahnſchienen verwendet. Wenn man nun auch dieſe gegen die Wirkung der Geſchoſſe durch Aufpacken der verſchiedenſten Bauſtoffe, wie Baumſtämme, Schotter, große Steine, und ſtarke Erddecke zu ſchützen verſucht hat, ſo iſt niemals die Widerſtandsfähigkeit maſſiver Betondecken auch nur annähernd erreicht worden, und es erſcheint immer noch am günſtigſten, wenn die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mittel dazu vorhanden ſind, eine Betonſchüttung aufzubringen. Es iſt allerdings der Aufgabe häufig (wie bei den Vorfeldſtellungen) ſchon durch den Schutz gegen Feldgeſchütze und Haubitzen genügt, der durch Betondecken von 70 cm Stärke erreicht wird. Iſt hierzu das Material vorhanden, ſo kann man die Hohlräume aus gebogenem Wellblech und Betonübermauerung, für die das Blech zugleich als Schalung dient, herſtellen. Tragende Mauern für die Decken werden, wenn auch in bedeutend geringeren Abmeſſungen, als die ſtändige Befeſtigung ſie ausführt, nur in ſeltenen Fällen ſich herſtellen laſſen; man wird auf die Holzkonſtruktion angewieſen ſein. Daß eine ſolche der Wirkung einer ſchweren Mörſergranate widerſtehen ſollte, iſt ganz ausgeſchloſſen; gegen Granaten der Flachbahngeſchütze wird ſie durch ſehr bedeutende Erdvorlagen geſchützt werden müſſen, und um die Decke in der gegen Haubitzen genügenden Stärke zu tragen, müſſen die Stiele ſehr nahe zuſammengerückt werden, ſo daß bei Verwendung von viel Holz nur wenig nutzbarer Raum gewonnen wird. — Die ungeheuern Schwierigkeiten, die ſich der Schaffung von Deckungen gegen die Belagerungsgeſchütze entgegenſtellen, führen zu der Ueberzeugung, daß der Schutz noch viel mehr als bei der ſtändigen Befeſtigung hauptſächlich in der geringen Zielbarkeit der Bauten geſucht werden muß. Sie werden mit dem geringſten Aufzug, der Feldbefeſtigung ähnlicher als der ſtändigen, dem Gelände ſo angepaßt werden müſſen, daß ſie vollſtändig darin verſchwinden, und anſtatt die Herſtellung geräumiger bombenſicherer Hohlbauten anzuſtreben, deren Deckenkonſtruktionen immer eine große Höhenentwicklung verlangen, wird man zweckmäßiger dem Bedürfnis durch viele kleine und zerſtreute Bauwerke genügen, die nur durch Zufall zu treffen ſind und deshalb geringere Anforderungen an die Widerſtandsfähigkeit der Konſtruktion ſtellen [4], [24].

IV. Das Feſtungsbaugeſchäft.

Das Feſtungsbaugeſchäft, das die Herſtellung und Unterhaltung aller Fortifikations- und Artilleriebauten ſowie die der Dienſtwohnungen der Fortifikationen und der Artilleriedepots umfaßt, liegt den Fortifikationsbehörden ob, die den Ingenieurbehörden unterſtellt ſind. Die von ihren Organen geleitete Bauausführung wird in der Regel Bauunternehmern übertragen.

Fortifikationsbauten ſind die Feſtungswerke nebſt den dafür erforderlichen Kriegspulvermagazinen und Kriegslaboratorien, alle mit jenen in unmittelbarem Zuſammenhang ſtehenden und zur kriegsmäßigen Ausſtattung gehörenden bombenſicheren Hohlbauten, Kriegsſtraßen, Feſtungstelegraphenanlagen und Waſſerbauten für militäriſche Zwecke. Die Artilleriebauten umfaſſen die für Friedensbenutzung beſtimmten, nicht bombenſicheren Artillerieverwahrungsräume und Laboratorien. Die Fortifikationsbehörde jeder Feſtung hat als Spitze einen Ingenieuroffizier vom Platz, dem in großen Feſtungen (mit Armierung erſter Ordnung) ein „zweiter Stabsoffizier“ zur Unterſtützung beigegeben iſt. Das ihm unterſtehende Perſonal umfaßt Ingenieuroffiziere, die mit Bearbeitung von Entwürfen, Ueberwachung beſtimmter Abſchnitte der Feſtung und Leitung der Bauausführung beauftragt werden (Poſtenoffiziere), und das Feſtungsbauperſonal, das ſich aus Feſtungsbauoffizieren und Wallmeiſtern zuſammenſetzt und neben dem Geſchäftszimmer- und Kaſſendienſt ſich dem rein techniſchen Dienſt widmen ſoll.

Die Bauten zerfallen in Inſtandhaltungs- und größere Um- und Neubauten. Erſtere werden aus einem Dotierungsfonds nach jährlich aufzuſtellendem Verwendungsentwurf beſtritten, der durch den Feſtungsinſpekteur dem Allgemeinen Kriegsdepartement zur Genehmigung vorgelegt wird, nachdem er das Einverſtändnis des Kommandanten (Gouverneurs) und des Artilleriedepots erhalten hat; für größere Um- und Neubauten wird ein von der Fortifikation gefertigter Entwurf auf dem Ingenieurinſtanzenwege (Feſtungs-, Ingenieur-, Generalinſpektion) eingereicht und gelangt nach Durcharbeitung im Ingenieurkomitee als „vorläufiger Entwurf“ an das Allgemeine Kriegsdepartement, von dem, wenn der Ausführung nähergetreten werden ſoll, der Ingenieuroffizier vom Platz mit Ausarbeitung eines „Bauentwurfes“ beauftragt wird. Dieſer kann bis zu gewiſſer Anſchlagshöhe vom Feſtungsinſpekteur feſtgeſtellt und genehmigt werden; überſteigt er dieſe, ſo wird er wieder auf dem Ingenieurinſtanzenwege dem Allgemeinen Kriegsdepartement zur Genehmigung vorgelegt.

Abweichend hiervon erſtreckt ſich bei allen der Kaiſerlichen Marine unterſtellten (Küſten-)Feſtungen der Geſchäftsbereich der Fortifikationen nur auf die Fortifikationsbauten, und als geldbewilligende Behörde tritt das Reichsmarineamt an Stelle des Allgemeinen Kriegsdepartements. Nur Vorſchläge, die auf die Verteidigungsfähigkeit der Feſtungen von beſonderem Einfluſſe ſind oder Intereſſen des Heeres berühren, werden durch die Generalinſpektion zuerſt dem Kriegsminiſterium und durch dieſes dem Reichsmarineamt vorgelegt.

In den großen Feſtungen übernimmt der Feſtungsinſpekteur die Bearbeitung aller auf Verteidigungsfähigkeit, größere Bauausführungen u. ſ. w. bezüglichen Berichte und Anträge. Nach Feſtſtellung und Genehmigung eines Bauentwurfes kann zur Ausführung geſchritten werden, zu welchem Zweck die Bauleitung einem beſtimmten Offizier übertragen und die Verdingung von Lieferungen und Arbeiten eingeleitet wird. Dieſe kann durch öffentliche Ausſchreibung oder mit Ausſchluß der Oeffentlichkeit durch Aufforderung von mindeſtens vier zuverläſſigen Bauunternehmern zur Einreichung ihrer Angebote geſchehen. Lieferzeit und Lieferbedingungen werden mitgeteilt und Probeſtücke eingefordert, die der Prüfung der Lieferungen bei der Abnahme zugrunde gelegt werden. Nach erteiltem Zuſchlag muß eine Kaution von höchſtens $^1/_{10}$ des Lieferungswertes hinterlegt werden, worauf ein vom Feſtungsinſpekteur zu prüfender und zu beſtätigender Lieferungsvertrag abgeſchloſſen wird.

Für die Bauausführungen werden Bauzeichnungen gefertigt, die natürlich auch in die Hände der Unternehmer und ihrer Organe gelangen müſſen. Durch den leitenden Poſtenoffizier

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

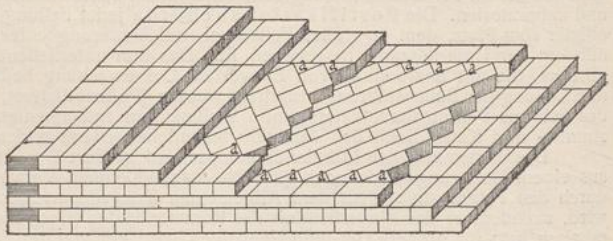
ſind dieſe Perſonen zur ſtrengſten Geheimhaltung und zur Unterlaſſung jedes Abzeichnens oder Abſchreibens zu verpflichten und auf die damit verbundene Strafzuziehung aufmerkſam zu machen. Ueber Bauordnung und Baubedingungen vgl. [7], [23].

Literatur: [1] Brialmont, La défense des états et la fortification à la fin du XIX^e siècle, Brüſſel 1895. — [2] Derſ., La défense des côtes et les têtes de pont permanentes, Brüſſel 1897. — [3] Derſ., Progrès de la défense des états et de la fortification permanente depuis Vauban, Brüſſel 1898. — [4] v. Brunner, Die beſtändige Befeſtigung, Wien 1901. — [5] Deguiſe, La fortification permanente appliquée à l'organisation des forteresses à grand developpement, Brüſſel 1896. — [6] Feldtaſchenbuch für Offiziere des Genieſtabes und der Pioniertruppe, Wien 1902. — [7] Feſtungsbauordnung I, Geſchäftsordnung für die Fortifikations- und Artilleriebauten in den Feſtungen, Berlin 1883. — [8] Frobenius, Die bisherige Entwicklung der Panzerbefeſtigung in den europäiſchen Staaten, Berlin 1896. — [9] Derſ., Der heutige Standpunkt der Panzerbefeſtigung, Berlin 1903. — [10] Derſ., Militärlexikon. — [11] Leithner, Freih. v., Die beſtändige Befeſtigung und der Feſtungskrieg, Wien 1894. — [12] Derſ., Die Küſtenbefeſtigung, Wien 1894. — [13] v. Löbells Jahresberichte. — [14] Mielichhofer, Der Küſtenkrieg, Wien 1903. — [15] Pleſſix et Legrand, Manuel complet de fortification, Paris 1900. — [16] Rocchi, Traccia per lo studio della fortificazione permanente, Turin 1902. — [17] v. Sauer, Beiträge zur Taktik des Feſtungskrieges, Berlin 1882. — [18] Schröter, Die Feſtung in der heutigen Kriegführung, Berlin 1903. — [19] v. Schütz, Die Schießverſuche in Bukareſt, Potsdam 1886. — [20] Derſ., Gruſons Hartgußpanzer, Potsdam 1887. — [21] Schumann, Die Bedeutung drehbarer Geſchützpanzer „Panzerlafetten" für eine durchgreifende Reform der permanenten Befeſtigung, Potsdam 1885. — [22] Stavenhagen, Befeſtigungslehre, Berlin 1900. — [23] Anleitung für die Verdingung von Lieferungen und Leiſtungen im Bereiche des Feſtungsbauweſens, Berlin 1884. — [25] Wagner, Ueber proviſoriſche Befeſtigung und Feſtungsimproviſationen, Berlin 1897.

H. Frobenius.

Feſtungstelegraph, ſ. Kriegstelegraphie.

Feſtungsverband oder Stromverband wird bei ſehr ſtarken Backſteinmauern für Fundamente, beſonders aber im Waſſerbau und bei Feſtungsbauten, angewendet. Er bezweckt eine möglichſt verſchiedenartige Lage der Stoßfugen im Innern der Mauer, weshalb auf zwei gewöhnliche Schichten des Blockverbandes zwei bis vier Schräglagen (auch Stromlagen, Kreuzlagen, Diagonalſchichten und Schmieglagen genannt) unter 45° oder beſſer unter 60° zur Mauerflucht gelegt werden.



Iſt die Außenfläche der Mauer ſichtbar, ſo ordnet man (ſ. die Figur) an ihr den Block- oder Kreuzverband an. Bei den Anſchlußſtellen der Schräglagen an die Verblendung werden ſpitzwinklige Stücke *a*, ſogenannte „Klampſteine", erforderlich, die am beſten als Formſteine aus der Brennerei bezogen werden. — Fundamente und Mauern, die ſich dem Auge entziehen, ſtellt man ohne Verblend- und Formſteine her, indem man auf eine Läuferſchicht eine Schrägſchicht, auf dieſe eine Binderſchicht und dann wieder eine Schrägſchicht in andrer Richtung abwechſeln läßt und bei den Fundamenten außerdem jede gerade Schicht um eine halbe Steinbreite ſchmäler macht als die vorhergehende gerade Schicht, ſo daß eine Abtreppung entſteht.

Literatur: S. Backſteinverband.

L. v. Willmann.

Fette und **fette Oele** ſind dem Tier- und Pflanzenreich entſtammende Produkte mit folgenden gemeinſamen Eigenſchaften: Sie fühlen ſich ſchmierig an, bilden erwärmt oder ſchon bei gewöhnlicher Temperatur ölartige Flüſſigkeiten; ſie hinterlaſſen auf Papier einen durchſichtigen Fleck, der auch bei längerem Liegen oder Erhitzen nicht verſchwindet; ſie ſind leichter als Waſſer und darin unlöslich, dagegen löslich in Aether, Schwefelkohlenſtoff und den flüchtigen Oelen; ſie ſind nicht flüchtig, fangen bei 300—320° C. an zu ſieden, erleiden aber dabei Zerſetzungen; ſie brennen für ſich nur ſchwierig, mit Docht aber mit leuchtender Flamme. Sie werden nach ihrer Konſiſtenz unterſchieden als feſte oder Talgarten, halbfeſte oder Butter- und Schmalzarten und flüſſige oder Oele und Trane.

Die feſten Fette ſind ſehr leicht ſchmelzbar und werden ſchon unter 100° C. flüſſig, d. h. ebenfalls zu Oelen, während die Oele bei niederen Temperaturen in feſte Fette übergehen. Die Oele erſcheinen bei gewöhnlicher Temperatur dickflüſſig, eine Eigenſchaft, die beſonders bei ihrer Verwendung als Schmiermittel in Betracht kommt. Sie dehnen ſich bei der Erwärmung ſtärker aus, als dies ſonſt bei Flüſſigkeiten der Fall iſt. Werden Oele mit Waſſer, dem durch Auflöſen von Eiweiß oder Gummi eine ſchleimige Beſchaffenheit erteilt iſt, geſchüttelt, ſo bilden ſie eine Emulſion (ſ. d.). — An der Luft erleiden die meiſten Fette

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allmählich eine Veränderung. Einige Oele, die trocknenden, gehen in einen feſten, durchſichtigen Körper, einen Firnis, über, andre, die nicht trocknenden, in eine dicke, zähe, ſchleimige Maſſe von ſchwachem Geruch und kratzendem Geſchmack; ſie werden ranzig. Während die reinen, unveränderten Fette, mit Ausnahme des Rizinusöls, in kaltem Alkohol faſt unlöslich ſind, werden die ranzigen darin löslich und reagieren ſauer. — Ihrer elementaren Zuſammenſetzung nach beſtehen die Fette aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff zum Unterſchied von den ſogenannten mineraliſchen Fetten und Oelen, die nur aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff beſtehen. Faſt alle in der Natur vorkommenden Fette ſind eigentümliche Verbindungen des Glyzerins mit Säuren; die meiſten ſind Triglyzeride. Die Säuren, die in dieſen Verbindungen enthalten ſind, werden als Fettſäuren bezeichnet. Die wichtigſten davon ſind die Stearinſäure, Palmitinſäure und Oelſäure. Die Triglyzeride (gewöhnlich bezeichnet man ſie kurz als Glyzeride) laſſen ſich durch Behandlung mit Baſen, mit Säuren und auch mit Waſſer, letzteres aber nur bei verhältnismäßig hoher Temperatur, ſowie auch durch gewiſſe Fermente [25] in Glyzerin und Fettſäuren zerlegen. Auf dieſem chemiſchen Prozeß beruht die Fabrikation der Seifen und der Stearinkerzen.

Die Gewinnung von Fett aus fetthaltigen tieriſchen Subſtanzen [1] erfolgt gewöhnlich durch Erhitzen derſelben über freiem Feuer oder mit Waſſerdampf. Bei Anwendung des letzteren pflegt man meiſt ſeine Wirkung durch Zufügung von Säuren oder kauſtiſchen Alkalien zu unterſtützen. Einzelne Fette werden auch durch geſpannte Dämpfe im Hochdruckkeſſel gewonnen. Aus den Knochen gewinnt man häufig das Fett durch Extrahieren mit Benzin. — Zur Gewinnung der fetten Oele aus ölhaltigen Samen [2] hat man zwei Verfahren, das Preſſen und das Extrahieren. Die Samen müſſen zuvor zerkleinert werden, wozu früher allgemein das Stampfwerk diente. Da dasſelbe wenig leiſtungsfähig, iſt an ſeine Stelle der Kollergang, ſtehend laufende Mühlſteine von Granit, getreten. Das Samenmehl wird einem ſtarken Drucke unter einer Preſſe (Keilpreſſe, hydrauliſche Preſſe) unterworfen; doch fließt auch bei dem ſtärkſten Drucke das Oel nicht vollſtändig aus. Um es leichter zum Ausfließen zu bringen, wird das Samenmehl meiſt zuvor erwärmt; die Erwärmung hat aber den Nachteil, daß färbende und kratzend ſchmeckende Stoffe in dem heißen Oele leichter gelöſt werden und Farbe und Geſchmack des letzteren beeinträchtigen. Man pflegt daher für Speiſeöle die Samen nur ſehr gelinde oder gar nicht zu erwärmen. Das kalt geſchlagene Oel führt gewöhnlich den Namen „Jungfernöl“. Magere Oelſamen werden meiſt nur einmal gepreßt, fette dagegen zweimal. Die zu feſten Maſſen zuſammengedrückten Rückſtände der erſten Preſſung werden zu dem Ende wieder zerkleinert, erwärmt und dann gepreßt. Man nennt die erſte Preſſung den Vorſchlag, die zweite den Nachſchlag. Zur Extraktion des Oeles aus ölhaltigen zerkleinerten Samen [3] dienen hauptſächlich Schwefelkohlenſtoff und Petroleumbenzin. — Die ſo auf irgend eine Weiſe gewonnenen Oele ſind nie vollkommen rein; ſie bedürfen für viele Zwecke noch einer Raffinierung [24]. Gewöhnlich erfolgt dieſelbe durch Behandlung mit 1—1½ prozentiger konzentrierter Schwefelſäure. Ein ſo raffiniertes Oel enthält freie Fettſäure und iſt deshalb als Schmiermittel nicht geeignet, außer wenn man es noch zuvor mit Lauge behandelt. — Die Fette und Oele werden vielfach gebleicht. Zum Bleichen dienen Luft und Licht und chemiſche Agentien wie Lauge, Schwefelſäure, ſchweflige Säure, Chlor, übermangan-ſaures Kali und ſaures chromſaures Kali in Verbindung mit Säure [4].

Die Methoden zur Unterſuchung der Fette und fetten Oele [5] kann man in drei Klaſſen einteilen: in organoleptiſche, in phyſikaliſche und in chemiſche. Die organoleptiſchen Mittel, d. h. der Geruch, der Geſchmack, die Farbe, ſind die beim Handel mit Oelen am meiſten angewendeten Kriterien der Güte. Sie ſetzen ſelbſtverſtändlich eine große Uebung voraus, ſind aber keineswegs zuverläſſig, da Farbe, Geruch und Geſchmack der Oele ſich nicht nur mit dem Alter, ſondern auch mit der Abſtammung ändern. — Von phyſikaliſchen Eigenſchaften kommen bei Beſtimmung der Fette hauptſächlich das ſpezifiſche Gewicht und der Schmelzpunkt in Betracht. — Für den Handel mit Oelen hat man beſondere Aräometer, ſogenannte Oelwagen oder Oleometer, konſtruiert, die zuweilen ganz gute Dienſte leiſten können [6]; doch kann man ſich nicht mit unbedingter Sicherheit auf ihre Angaben verlaſſen. Die Unterſchiede in den ſpezifiſchen Gewichten der Oele ſind ſehr gering, und genaue Verſuche haben erwieſen, daß die Schwankungen des ſpezifiſchen Gewichts einer und derſelben Oelſorte je nach Alter, Bereitungsart u. ſ. w. oft ebenſo groß ſind wie die Unterſchiede zwiſchen einem Oele und einem andern, das als Verfälſchungsmittel dient. Zur Beſtimmung des Schmelzpunktes der Fette ſind verſchiedene Methoden in Vorſchlag gebracht; die wichtigſten ſind folgende: 1. Man ſaugt das geſchmolzene Fett in Haarröhrchen auf, läßt es wieder erſtarren und ſtellt die Röhrchen in ein Gefäß mit Waſſer. Man erwärmt langſam und beobachtet an einem in das Waſſer getauchten Thermometer die Temperatur, bei der das Fett durchſichtig wird. 2. Man überzieht nach Pohl [7] die Kugel eines Thermometers mit dem Fett, taucht das Thermometer in Waſſer, das man langſam erwärmt, und beobachtet die Temperatur, bei der das Fett ſich ablöſt. 3. Man bringt nach Bouis [8] das verflüſſigte Fett in enge, an beiden Seiten offene Glasröhren, die nach dem Erſtarren des Fettes unter Waſſer gebracht und ſo lange erwärmt werden, bis das wieder flüſſig gewordene Fett durch das in die untere enge Oeffnung eintretende Waſſer bis auf das Niveau der umgebenden Waſſerſchicht heraufgedrückt wird. Bei allen drei Methoden muß man die Röhrchen bezw. das Thermometer mit dem wieder erſtarrten Fett erſt einen oder, bei ganz weichen Fetten, zwei Tage lang beiſeitelegen, bevor ſie zum Verſuche benutzt werden, da die Fette, namentlich die weichen, nach dem Schmelzen nur ſehr langſam wieder ihre natürliche Feſtigkeit annehmen. — Will man den Erſtarrungspunkt eines Fettes beſtimmen, ſo muß man dasſelbe bei möglichſt niederer Temperatur ſchmelzen, ſo daß noch Teilchen ungeſchmolzenen Fettes in der bereits flüſſigen Maſſe ſchwimmen, und dann unter beſtändigem Umſchütteln erſtarren laſſen. Notiert man dabei den Gang des eingetauchten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Thermometers von Minute zu Minute, so zeigt sich, daß bei einigen Fetten die Temperatur bis zu einem gewissen Grade sinkt, dann eine Zeitlang konstant bleibt und von da an weiter sinkt. Während der Zeit dieser konstanten Temperatur erstarrt das Fett; sie ist also als Erstarrungspunkt anzusehen. Bei andern Fetten sinkt die Temperatur bis zu einem gewissen Grade, während sie mehr und mehr erstarren, steigt dann aber um mehrere Grade, wobei die Fette ganz fest werden. Bei einigen dieser Fette ist das Maximum, auf das die Temperatur steigt, konstant; sie ist also als Erstarrungspunkt zu betrachten. Andre Fette zeigen diese Konstanz nicht; es ist also nicht möglich, bei ihnen den Erstarrungspunkt genau zu ermitteln. — E. Valenta [9] verwendet zur Prüfung der Fette und Oele ihr Verhalten gegen Eisessig, indem er festgestellt hat, daß die meisten Tier- und Pflanzenfette in Eisessig mehr oder weniger löslich sind, daß das Verhalten der einzelnen Oele in der bezeichneten Richtung jedoch ein derartig verschiedenes ist, daß es vorteilhaft erscheint, dasselbe zur Charakterisierung einzelner Fette zu verwenden. Er hat seine Versuche in der Weise durchgeführt, daß er in einem Proberöhrchen gleiche Teile Oel und Essig innig mischte und die Mischung den verschiedenen Temperaturen aussetzte. — Das elektrische Leitungsvermögen ist früher von Rousseau und neuerdings von Palmieri [10] zur Prüfung der Oele vorgeschlagen worden, doch ist das Verfahren nicht zweckmäßig.

Von chemischen Methoden, die zur Untersuchung von Fetten und fetten Oelen Verwendung finden, sind die folgenden bemerkenswert: Maumené [11] benutzt die Temperaturerhöhung, die sich bei Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure auf die fetten Oele ergibt. Das Verfahren wird in der Weise ausgeführt, daß man abgewogene Mengen Oel und Säure unter Umrühren mit einem Thermometer mischt und dabei das Maximum der Temperaturerhöhung beobachtet. Dieselbe Untersuchung wird sodann mit einem typischen Oel vorgenommen und beide Resultate miteinander verglichen. — Die Elaidinprobe, d. h. die Einwirkung salpetriger Säure auf Oele, wird am einfachsten in der Weise ausgeführt, daß man einige Tropfen des zu untersuchenden Oeles in ein Reagenzglas auf etwas Wasser bringt und in dasselbe das bei Einwirkung von Salpetersäure auf Eisenfeilspäne sich entwickelnde Gas leitet. Es entsteht aus der Probe der nicht trocknenden Oele eine feste Masse, während sich die trocknenden, je nach ihrer Menge, in Tropfen oder als flüssige Schichten auf der Oberfläche abscheiden. — Die Säurezahl [12] gibt die Menge Kalihydrat in Zehntelprozenten oder die Anzahl Milligramm Kalihydrat für 1 g Fett an, die zur Neutralisation der in einem Fett befindlichen freien Fettsäure notwendig ist, und bildet daher ein Maß für den Gehalt des Fettes an freien Fettsäuren. Zur Bestimmung der Säurezahl titriert man nach dem Vorschlage von Merz [13] das in Alkohol, Aetheralkohol oder Methylalkohol gelöste Fett mit alkoholischer oder auch mit wässeriger Lauge. Als Indikator verwendet man am besten Phenolphthalein. — Die Verseifungszahl oder Köttstorfersche Zahl [14] gibt an, wie viel Milligramm Kalihydrat zur vollständigen Verseifung von 1 g Fett erforderlich sind, d. i. die zur Verseifung des Fettes notwendige Kalihydratmenge in Zehntelprozenten. Zur Bestimmung derselben bereitet man sich eine alkoholische Kalilauge, indem man 30 g aus Alkohol gereinigten Kalihydrats in wenig Wasser, verdünnt mit fuselfreiem Weingeist auf 1 l, löst, einen Tag stehen läßt und in eine mit einem durchbohrten Kautschukstopfen verschlossene Flasche filtriert. In die Bohrung wird eine 25-ccm-Pipette eingesetzt, die oben ein Stück Schlauch mit Quetschhahn trägt. Die Flasche wird an einem gleichmäßig warmen Ort aufgestellt. 1—2 g des filtrierten Fettes werden in einem weithalsigen Kolben von 150—200 ccm Inhalt abgewogen. Dann hebt man mit der in die Vorratsflasche eingesetzten Pipette 25 ccm Kalilauge heraus, läßt sie in den Kolben fließen, wobei man die Pipette bei jeder Bestimmung in genau gleicher Weise entleert, was man am leichtesten durch Zählen der Tropfen erreicht, die man nachfließen läßt. Es ist gleichgültig, ob etwas mehr oder weniger als 25 ccm alkoholischer Kalilauge verwendet werden; man hat nur darauf zu achten, daß man jedesmal genau gleichviel abmißt. Man bedeckt das Kölbchen mit einem Trichter, erwärmt auf dem schon vorher angeheizten Wasserbade unter öfterem Umschwenken zum schwachen Sieden, in welchem man 15 Minuten, bei schwer verseifbaren Fetten 30 Minuten, erhält, und filtriert nach Zusatz von 1 ccm weingeistiger Phenolphthaleinlösung mit $^1/_2$-Normalsalzsäure zurück. Die Differenz zwischen der angewendeten und der durch Zurücktitrieren gefundenen Anzahl Milligramm Kalihydrat wird auf 1 g Fett umgerechnet. Das Resultat ist die Verseifungszahl. Die Aetherzahl [15] gibt die zur Verseifung des Neutralfettes in 1 g der Probe nötige Anzahl Milligramm Kalihydrat an. Sie wird entweder aus der Differenz zwischen Verseifungs- und Säurezahl gefunden oder direkt bestimmt, indem man die zur Ermittlung der Säurezahl mit Kalilauge neutralisierte Probe genau wie zur Bestimmung der Verseifungszahl behandelt. — Die Reichert-Meißlsche Zahl [16] bezeichnet die Menge der in einem Fett enthaltenen flüssigen Fettsäuren; ihre Bestimmung kommt besonders bei Untersuchung von Butter in Betracht. — Die Hehnersche Zahl [17] gibt die Ausbeute an unlöslichen Fettsäuren an, die 100 Teile Fett liefern können. — Die Acetylzahl [18] gibt die in einem Fett enthaltenen Oxyfettsäuren und Fettalkohole. 20—50 g der aus dem Fett gewonnenen, nicht flüchtigen Fettsäuren werden mit dem gleichen Volumen Essigsäureanhydrid 2 Stunden in einem Kölbchen mit Rückflußkühler gekocht, die Mischung in ein hohes Becherglas von 1 l Inhalt entleert, mit 500—600 ccm Wasser übergossen und mindestens $^1/_2$ Stunde gekocht. Nach einiger Zeit hebt man das Wasser ab und kocht noch dreimal in gleicher Weise aus. Dann ist, wie man sich durch Prüfung mit Lackmuspapier überzeugen kann, alle Essigsäure entfernt. Schließlich filtriert man die acetylierten Säuren im Luftbade durch ein trockenes Filter und bestimmt nun die „Acetylsäurezahl“ und die „Acetylzahl“ der Fettsäuren, indem man 3—5 g derselben in säure- und fuselfreiem Weingeist auflöst, Phenolphthaleinlösung zusetzt und mit $^1/_2$-Normallauge bis zur Rotfärbung titriert. Dann fügt man einen Ueberschuß derselben Lauge hinzu, erwärmt auf dem Wasserbade zum schwachen Sieden und titriert mit Salzsäure zurück. Die Summe der Acetylsäurezahl und der Acetylzahl heißt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

„Acetylverseifungszahl". Die Acetylzahl ist gleich Null, wenn die Probe keine Oxyfettsäuren enthält. — Die Jodzahl [19] gibt an, wie viel Prozente Jod ein Fett zu addieren vermag, und bildet demnach ein Maß für den Gehalt eines Fettes an ungesättigten Fettsäuren. Jod allein wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nur sehr träge auf Fette ein, während es bei hoher Temperatur in seinen Wirkungen sehr ungleichmäßig ist. Dagegen zeigt eine alkoholische Jodlösung bei Gegenwart von Quecksilberchlorid eine zufriedenstellende Wirkung. Dieses Gemisch reagiert schon bei gewöhnlicher Temperatur auf die ungesättigten Fettsäuren unter Bildung von Chlorjodadditionsprodukten und läßt gleichzeitig anwesende gesättigte Säuren vollständig unverändert. Zur Durchführung der Versuche sind erforderlich: Jodquecksilberchlorid, Natriumhyposulfitlösung, Chloroform, Jodkaliumlösung und Stärkelösung. Zur Herstellung der Quecksilberchloridlösung werden einerseits etwa 26 g Jod in 500 ccm, anderseits 30 g Quecksilberchlorid in der gleichen Menge sufelfreien Alkohols gelöst, letztere Lösung, wenn nötig, filtriert und sodann beide Flüssigkeiten vereint. Wegen der anfangs stattfindenden raschen Aenderung des Titers, die wahrscheinlich durch fremde Stoffe im Alkohol bedingt wird, kann die Flüssigkeit erst nach 6- bis 12stündigem Stehen in Gebrauch genommen werden. Diese Lösung soll einfach als Jodlösung bezeichnet werden. Für die Natriumhyposulfitlösung verwendet man zweckmäßig eine Lösung von etwa 24 g des Salzes in 1 l Wasser. Der Titer wird mit reinem sublimierten Jod bestimmt. Die Lösung ist als haltbar anzusehen, sobald es nicht auf äußerst genaue Bestimmungen ankommt, was hier nicht der Fall ist. Das Chloroform muß vor seiner Verwendung auf Reinheit geprüft werden, wozu man etwa 10 ccm desselben mit 10 ccm der Jodlösung versetzt und nach 2—3 Stunden sowohl die Jodmenge in dieser Flüssigkeit als auch in 10 ccm der Vorratslösung maßanalytisch bestimmt. Erhält man in beiden Fällen vollkommen übereinstimmende Zahlen, so ist das Chloroform brauchbar. Die Jodkaliumlösung ist eine wässerige Lösung im Verhältnis von 1 : 10. Die Stärkelösung ist ein frischer 1prozentiger Kleister. — Das Abwiegen des Fettes geschieht am besten in einem kleinen, leichten Glase. Man entleert das Fett nach dem Schmelzen in eine 200 ccm fassende, mit Glasstopfen versehene Flasche und wiegt das Gläschen nochmals samt dem noch anhaftenden Fette. Die Größe der Probe richtet sich nach der vorausssichtlichen Jodabsorption. Man wählt von trocknenden Oelen 0,2—0,3, von nicht trocknenden 0,3—0,4, von festen Fetten 0,8—1 g. Das Fett wird sodann in etwa 10 ccm Chloroform gelöst, worauf man 20 ccm Jodlösung zufließen läßt. Sollte die Flüssigkeit nach dem Umschmelzen nicht vollkommen klar sein, so wird noch etwas Chloroform zugesetzt. Tritt binnen kurzer Zeit eine fast vollkommene Entfärbung der Flüssigkeit ein, so wäre dies ein Zeichen, daß keine genügende Menge Jod vorhanden ist. Man hat in diesem Falle noch mittels einer Pipette 5 oder 10 ccm Jodlösung zufließen zu lassen. Die Jodmenge muß so groß sein, daß die Flüssigkeit noch nach 1½—2 Stunden stark braun gefärbt erscheint. Nach der angegebenen Zeit ist die Reaktion beendet, und es wird nun die Menge des noch freien Jods bestimmt. Man versetzt daher das Reaktionsprodukt mit 10—15 ccm Jodkaliumlösung, schwenkt um und verdünnt mit etwa 150 ccm Wasser. Ein Teil des Jods ist in der wässerigen Flüssigkeit, ein andrer im Chloroform, das sich beim Verdünnen abgeschieden und das jodierte Oel gelöst hat, enthalten. Man läßt jetzt aus einer in 0,1 ccm geteilten Burette unter oftmaligem Umschwenken so lange Natronlösung zufließen, bis die wässerige Flüssigkeit sowie die Chloroformschicht nur noch schwach gefärbt erscheinen. Nun wird etwas Stärkekleister zugesetzt und die Operation durch vorsichtigen Natronzusatz und öfteres Schütteln bei geschlossener Flasche vollendet. Unmittelbar vor oder nach der Operation werden 10 oder 20 ccm der Jodlösung unter Zusatz von Jodkalium und Stärkekleister titriert. Die Unterschiede dieser beiden Bestimmungen geben bei Berücksichtigung des Titers der Natronlösung die vom Fett gebundene Jodmenge. Man gibt dieselbe zweckmäßig in Prozenten des Fettes an und bezeichnet diese Zahl als „Jodzahl". Die Zahlen sind konstant, wenn die Jodlösung in genügendem Ueberschuß vorhanden war; der Ueberschuß darf nach Benedikt [20] nicht unter 30% der angewendeten Jodmenge betragen. Das Resultat ist unabhängig von der Konzentration und einem Ueberschusse von Quecksilberchlorid und muß auf 2 Atome Jod mindestens 1 Molekül Quecksilberchlorid vorhanden sein. Nach Hübl ist es gleichgültig, ob die Titrierung nach 2- oder 48stündigem Stehen vorgenommen wird; doch soll man sie der Sicherheit halber erst nach 4—6 Stunden vornehmen.

Die sonstigen chemischen Reaktionen, die man zur Prüfung der Fette in Anwendung gebracht hat, bestehen in Farbenerscheinungen, die unter der Einwirkung gewisser Chemikalien auftreten. So hat Mailho die Beobachtung gemacht, daß das Oel aller Kruziferen eine Schwefelverbindung enthält. Er kocht 25—30 g des fraglichen Oeles mit einer Lösung von 2 g einer Lösung von reinem Natronhydrat in 20 g Wasser und filtriert dann durch ein vorher benetztes Filter. Ein Streifen, der zuvor mit Bleizucker oder Silberlösung befeuchtet worden, wird schwarz, wenn das Oel von einer Kruzifere herrührt oder solches beigemischt enthält. — Fremdartige Beimengungen, mit denen die Fette oder fetten Oele verunreinigt oder verfälscht sind, lassen sich weit leichter nachweisen als Zusätze von andern Fetten oder fetten Oelen. Häufige Verunreinigungen bei festen Fetten sind Wasser und Sand (Schmutz) [24]. — Um ersteres zu bestimmen, werden 40—50 g des zu untersuchenden Fettes in einem mit einem Glasstabe tarierten Becherglase zuerst 1 Stunde unter zeitweiligem Umrühren bei 110° C. und dann ohne Umrühren 2 Stunden bei 125° C. erhitzt. Die Gewichtsdifferenz, die das so getrocknete Fett im Vergleich zur ursprünglichen Probe aufweist, ist der Wassergehalt. Um den Schmutzgehalt zu ermitteln, schmilzt man das getrocknete Fett in dem Becherglase, filtriert es durch ein zweites Filter, wäscht letzteres mit heißem Benzol und trocknet es bei 80—90° C. Die Gewichtszunahme des Filters gibt den im Fett enthaltenen Schmutz. Infolge unvollkommener Reinigung nach der Raffinierung können die Fette Schwefelsäure, kohlensaure Alkalien, Alaun und Blei enthalten. Die Schwefelsäure findet man durch tüchtiges Schütteln mit destilliertem Wasser, Abfetzenlassen und Versetzen der Flüssigkeit mit Chlorbaryum;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein weißer Niederfchlag zeigt die Gegenwart von Schwefelfäure an. Einen Gehalt an kohlenfaurem Alkali weift man nach durch Schütteln des Oeles mit Waffer und Prüfung des letzteren auf alkalifche Reaktion mit Lackmuspapier. Den Alaun ermittelt man durch Schütteln mit Waffer, dem etwas Salpeterfäure beigemifcht ift, Eindampfen der wäfferigen Löfung und Verfetzen mit Ammoniak; bei Gegenwart von Alaun entfteht ein weißer Niederfchlag. Das Blei erkennt man durch Schütteln mit Eifigfäure und einigen Tropfen Salpeterfäure und Verfetzen der fauren Flüffigkeit mit Schwefelwafferftoff; ein fchwarzer Niederfchlag zeigt die Gegenwart von Blei an.

Zum Verfchneiden der fetten Oele dienen außer billigeren fetten Oelen hauptfächlich Harzöle und Mineralöle. Der ficherfte Weg, diefe in fetten Oelen nachzuweifen, ift die Verfeifungsmethode, wie fie zuerft von Thompfon [21] empfohlen, d. h. Verfeifung des zu unterfuchenden Oeles, Vermifchen der gebildeten Seife mit Sand, Trocknen der Seife und Ausziehen mit Petroläther. Die anderweitig vorgefchlagene Methode, die flüffige Seife direkt mit Petroläther auszufchütteln und dann im Scheidetrichter den Petroläther von der Seifenlöfung zu trennen, läßt viel zu wünfchen übrig [22]. Harz läßt fich in Fetten leicht durch feine Löslichkeit in Weingeift und in Sodalöfung nachweifen. Erwärmt man die Fettprobe wiederholt mit 70prozentigem Alkohol, fo geht das Harz in Löfung. Man fchlägt das Harz durch Zufatz von Waffer nieder, vereinigt den Niederfchlag durch Erwärmen, wenn nötig, unter Zufatz von etwas Salzfäure, und kann ihn dann leicht an feinem Ausfehen, Geruch u. f. w. als Harz erkennen. — Ein Gehalt an freien Fettfäuren läßt fich in Oelen leicht nachweifen. Wird nach Wiederhold [23] Kupferoxydul oder die kupferoxydulhaltige Afche der Kupferfchmiede in einem weißen Gläschen mit dem zu prüfenden Oel übergoffen, fo färbt es fich, wenn es fäurehaltig ift, grün, und zwar zuerft in der dem Kupferoxydul zunächft liegenden Schicht. Der Eintritt der Reaktion wird durch mäßiges Erwärmen befördert.

Die Fette und fetten Oele finden, abgefehen von den Speifefetten, hauptfächlich Verwendung zur Seifenfabrikation, zur Stearinfabrikation, zur Firnisbereitung und als Schmiermittel.

Literatur: [1] Deite, Die Induftrie der Fette, Braunfchweig 1878, S. 173 ff. — [2] Derf., Induftrie der Fette, S. 63 ff.; Schädler, Technologie der Fette und Oele, 2. Aufl., Leipzig 1892, S. 279 ff. — [3] Hofmanns Bericht über die Entwicklung der chemifchen Induftrie, Braunfchweig 1873, Bd. 1, S. 267 ff.; Deite, Induftrie der Fette, S. 134 ff.; Schädler, Technologie der Fette, S. 416 ff. — [4] Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 2. Aufl., Berlin 1896, S. 55. — [5] Benedikt, Analyfe der Fette und Wachsarten, 4. Aufl., Berlin 1903; Lewkowitfch, Chemifche Technologie und Analyfe der Oele, Fette und Wachfe, Braunfchweig 1905. — [6] Benedikt, Analyfe, S. 88. — [7] Polyt. Zentralbl. 1855, S. 165. — [8] Ann. Chem. Pharm., Bd. 44, S. 152. — [9] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 252, S. 296. — [10] Chem.-Ztg., Bd. 6, S. 1157. — [11] Les corps gras, 1870, S. 229. — [12] Lewkowitfch, Chem. Techn., Bd. 1, S. 302. — [13] Zeitfchr. f. anal. Chemie, Bd. 17, S. 390. — [14] Ebend., Bd. 21, S. 394. — [15] Lewkowitfch, Chem. Techn., Bd. 2, S. 479. — [16] Zeitfchr. für analyt. Chemie, Bd. 18, S. 68. — [17] Ebend., Bd. 16, S. 145. — [18] Benedikt und Ulzer, Monatshefte f. Chemie, Bd. 8, S. 40. — [19] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 253, S. 281. — [20] Zeitfchr. f. d. chem. Ind. 1887, S. 213. — [21] Wochenfchr. für den Oel- und Fetthandel 1879, S. 243. — [22] Finkener, Mitteilungen der K. techn. Verfuchsftat., 1885, S. 6. — [23] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 217, S. 314. — [24] Andés, L. E., Die vegetabilifchen Fette und Oele, ihre praktifche Darftellung, Reinigung, Verwertung zu den verfchiedenften Zwecken, ihre Eigenfchaften, Verfälfchungen und Unterfuchung, Wien 1896. — [25] Berichte der Deutfch. chemifchen Gefellfchaft, XXXV, S. 3988.

Deite.

Fette, im Bauwefen, f. v. w. Pfette; f. Dachftuhl.

Fettfang, f. Kanalifation der Privatgrundftücke.

Fettgarleder, f. Fettgerberei und Leder.

Fettgas, aus Fettabfällen gewonnenes Leuchtgas von untergeordneter Bedeutung.

Fettgerberei, die verfchiedenen Verfahren, mit Hilfe deren tierifche Haut durch Einwirkung von Fetten in Leder übergeführt wird.

Die Fettgerberei ftellt in der Hauptfache zwei Produkte, das Fettgarleder und das Sämifchleder, her. Während man bei dem letzteren lediglich Fette, und zwar Trane, zum Gerben verwendet, wird das Fettgarleder vor der Behandlung mit Fetten zunächft weißgar, zuweilen auch außerdem mit Lohbrühen ganz fchwach lohgar gemacht.

Päßler.

Fettkörper oder aliphatifche Verbindungen (zweite Hauptgruppe der organifchen Körper, im Gegenfatz zu den aromatifchen Verbindungen [f. d.]).

Die Gruppe der Fettkörper hat ihren Namen dem Umftand zu verdanken, daß die pflanzlichen und tierifchen Fette zu ihr gehören. Zwifchen den Fettkörpern und den aromatifchen Verbindungen befteht hinfichtlich ihrer allgemeinen Eigenfchaften ein beträchtlicher Unterfchied. Die Fettftoffe können als Abkömmlinge des gefättigten Kohlenwafferftoffes Methan CH_4 aufgefaßt werden. Zu ihnen zählen in großen Zügen: die ein- und mehrwertigen Alkohole, Halogenalkyle, Efter, Aether, Merkaptane, Thioäther, Sulfofäuren, Amine, Nitrokohlenwafferftoffe, Phosphine, Arfine, Stibine, Wismutine, Nitrile und Ifonitrile oder Carbylamine, die gefättigten und ungefättigten ein- und mehrbafifchen Säuren und deren Anhydride, die Thiofäuren, Aldehyde, Ketone, Olefine und Amylene, die Stärke- und Zuckerarten, die Cyanderivate fowie die Glieder der Harnfäuregruppe u. a. Es fei noch bemerkt, daß Körper der Fettreihe auch direkt aus aromatifchen Verbindungen hergeftellt werden können; fo bildet fich z. B. beim Durchleiten von Benzoldampf durch eine glühende Röhre Acetylen, und Brenzkatechin wird durch falpetrige Säure zu Dioxyweinfäure oxydiert.

Mezger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fettfäuren, eine Reihe von organifchen Säuren, welche zur Gruppe der aliphatifchen Verbindungen gehören; ihre höheren Glieder können aus den Fetten gewonnen werden.

Die Fettfäuren werden eingeteilt in einbafifche und mehrbafifche, in gefättigte und ungefättigte Säuren. Viele Fettfäuren kommen in der Natur in freiem Zuftand oder als Efter vor. Die niederen Glieder der Fettfäurereihe find bei gewöhnlicher Temperatur flüffig, laffen fich ohne Zerfetzung deftillieren, find in jedem Verhältnis mit Waffer mifchbar und befitzen einen intenfiv fauren Geruch. Die mittleren Glieder der Fettfäurereihe (von C_4 an bis C_9) zeigen einen häßlichen, ranzigen Geruch, die höheren Glieder von C_{10} an find bei gewöhnlicher Temperatur feft, geruchlos und haben paraffinartige Konfiftenz, fie find in Waffer nicht mehr löslich und laffen fich unzerfetzt nur unter vermindertem Druck deftillieren. Zu den Fettfäuren gehören u. a. die Ameifenfäure, die Effigfäure, die Propionfäure, die Butterfäure, die Palmitinfäure, die Margarinfäure, die Stearinfäure, die Behenfäure, die Oelfäure, die Oxalfäure, Malonfäure, Bernfteinfäure, Glutarfäure, Adipinfäure, Korkfäure u. f. w. — Einzelne zweibafifche Säuren, z. B. die Bernfteinfäure und die Glutarfäure, find zur Anhydridbildung geneigt, d. h. aus 1 Molekül der Säure fpaltet fich 1 Molekül Waffer ab. *Mezger.*

Fettfchmierapparate, f. Mafchinenfchmierung.

Fettfchweiß. Die vom lebenden Schaf durch die „Schur" entnommene Wolle, das Vlies, befteht nicht nur aus einer für Raffe, Alter und Erhaltungszuftand des Tieres charakteriftifchen Menge Wollhaare (in maximo 83 %), fondern auch aus Waffer und einer eigentümlichen fettig-fchmierigen, übelriechenden Subftanz, dem Fettfchweiß (Wollfchweiß, Wollfett).

Die Menge desfelben kann 4,5—69 % betragen; in auftralifcher Wolle find die größten Mengen gefunden worden. Da der Fettfchweiß für die Verarbeitung der Wolle hinderlich ift, fo muß er durch den Wafchprozeß, der früher vor der Schur an den Schafen felbft, jetzt aber nur an der Wolle allein in eignen Wollwäfchereien erfolgt, entfernt werden. Der Praktiker unterfchied einen „gutartigen", d. h. durch das Wafchen zum größten Teil entfernbaren, von dem bösartigen, angeblich „wachs"- oder „harzartigen" Fettfchweiß, der fich ohne Befchädigung der Wolle nicht leicht befeitigen läßt.

Durch die Unterfuchungen von Vauquelin, Fr. Hartmann, E. Schulze, Liebreich, Marchetti, Darmftädter und Liffchütz, Ulzer u. f. w. ift die Zufammenfetzung diefes in vieler Beziehung merkwürdigen, den Wachfen anzureihenden Körpers teilweife wenigftens klargelegt worden. Der Fettfchweiß befteht aus 1. in Schwefelkohlenftoff löslichen Subftanzen, die unter dem Namen Wollfchweißfett oder Oefypus (zum Teil) zufammengefaßt werden. 2. Waffer löslichen Stoffen. Diefe find meift an Kali gebundene Fettfäuren (Olein-, Stearin-, Effigfäure), ferner Chlorkalium, Kaliumfulfat, Kaliumkarbonat, *Na* und H_4N-Verbindungen (fehr wenig). Die Menge der waffer löslichen Stoffe beträgt 3,6—62,4 %. Der unter dem Namen Suinter bekannte Körper befteht zum größten Teil aus dem waffer löslichen Anteil des Fettfchweißes (mit etwas Lanolin und Schmutz); er wird auf Leuchtgas (Suintergas) verarbeitet, der Rückftand dient zur Bereitung von Pottafche. 3. In Waffer unlöslichen Subftanzen, hauptfächlich mechanifchen Verunreinigungen, wie Staub, Erde, Exkrementen u. f. w.

Der technifch wichtigfte Körper ift das Wollfett (Wollfchweißfett), das aus den Wollwafchwäffern bezw. aus der Schafwolle durch Wafchen derfelben mittels Seifenlöfungen gewonnen wird. Es ift als „rohes Wollfett" eine fchmierige, übelriechende, gelbe oder braune Maffe, deren genaue Zufammenfetzung noch immer nicht vollftändig geklärt ift. Man kann einen unverfeifbaren und einen verfeifbaren Anteil unterfcheiden; die Hauptmenge des erfteren bilden Cholefterin, Ifocholefterin und Cerylalkohol; außerdem fand Marchetti [1] noch den Lanolinalkohol ($C_{12}H_{24}O$ in 10 %) Darmftädter und Liffchütz den Carnaubylalkohol ($C_{24}H_{50}O$). Die genannten Alkohole find unter andern die Beftandteile des weicheren Anteiles des Wollfettes, nämlich des „Weichfettes". Die Fettfäuren, die in Form von Eftern im Wollftoff enthalten find, find vornehmlich Palmitin- und Cerotinfäure nebft geringen Mengen von Capron-, Oel-, Butterfäure u. f. w. Da das Glyzerin fehlt, fo ift das Wollfett von den übrigen Fetten grundverfchieden und wird den tierifchen Wachfen zugefellt. Wegen der ungemein fchwierigen Verfeifung haben Ulzer und Seidel [2] die Beftimmung der Gefamtfäurezahl vorgefchlagen; darunter „verfteht man diejenige Menge von Kalihydrat in Zehntelprozenten, die jene Mifchung aus Fettfäuren und Fettalkoholen zur Neutralifation bedarf, die man erhält, wenn das Wollfett verfeift und die Seife durch Kochen mit verdünnter Salzfäure zerlegt wird". Zur Beftimmung der Gefamtfäurezahl werden 20 g *KHO* in 20 ccm Waffer gelöft, zum Sieden erhitzt dazu 20 g gefchmolzenen Wollfettes eingerührt, eine Minute gekocht, auf dem Waffer bade weiter erhitzt bis zur Bildung eines Seifenbreies; nach zweiftündigem Trocknen wird die Seife in 250 ccm Waffer gekocht und mit 40 ccm verdünnter *HCl* angefäuert; die obenauf fchwimmende Fettfchicht wird nun klar, hierauf erftarren gelaffen, abgehoben, durch Auskochen von jeder Spur der Säure befreit, getrocknet und von derfelben die Säurezahl beftimmt. — Die befondere Natur des Wollfettes äußert fich auch in der fogenannten Liebermannfchen Choleftolreaktion [3]. Läßt man auf eine Löfung von 0,1 g Wollfett in 3—4 ccm Effigfäureanhydrid tropfenweife konzentrierte Schwefelfäure fließen, fo entfteht eine rofenrote, bald in Grün oder meift in Blau übergehende Färbung, eine Reaktion, die keines der mit Glyzerin zufammengefetzten Fette zeigt. — In der Norddeutfchen Wollkämmerei und Kammgarnfpinnerei in Bremen wird die Reinigung des Wollfettes folgendermaßen vorgenommen [4]: „Das von den Wafchmafchinen ablaufende Wafchwaffer wird von Ton, Sand, Wollfafern u. f. w. befreit und mit faurer Chlorcalciumlöfung gefällt. Der fich ausfcheidende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

„Suinter“ (ſ. oben) wird geſchlemmt; die ſpezifiſch leichteren Anteile, die zugleich die niedriger ſchmelzenden ſind, werden zuerſt vom Waſſer weggeführt, während die Erdalkaliſeifen und ein Teil des Wollwachſes zurückbleiben.“ Nach Ekenberg und Monten [4] wird das Wollfett in drei Beſtandteile mit verſchiedenem Schmelzpunkte zerlegt, der erſte bei 25—29° ſchmelzende findet als Schmiermittel, der zweite (bei 37—38° ſchmelzend) in der Kerzen- und Seifenfabrikation, der dritte als Wachsſurrogat (49—55°) Verwendung; in ausgedehntem Maße erzeugt man aus Wollfett verſchiedene Lederfette.

Das gereinigte Wollfett bildet mit einem Waſſergehalt von 20—25% das Lanolin; waſſerlos heißt es auch Lanolinum anhydricum Liebreich, adeps lanae. Die Methoden der Darſtellung des gereinigten Wollfettes laufen auf die Bildung einer Emulſion mit wäſſerigen ätzenden oder kohlenſauren Alkalien aus (auch die Wollwaſchwäſſer ſind ſchon ſolche Emulſionen des Rohlanolins). Nach einem neuen amerikaniſchen Patent verwendet man Alkalimanganat oder Alkalipermanganat zur Emulgierung; fügt man dieſer Miſchung eine Säure hinzu, ſo ſteigt eine dickliche Maſſe (die Emulſion) in die Höhe; aus dieſer wird das Lanolin durch Entfernung der überſchüſſigen Feuchtigkeit und Behandlung mit einem flüchtigen Löſungsmittel gewonnen. Der in dem Fettſchweiß enthaltene, dem tieriſchen Wachs zunächſtſtehende Körper von grünlichbrauner Farbe und dem Geruche nach Fettſchweiß iſt nicht in Alkohol, leicht aber in Chloroform löslich und hat den Schmelzpunkt 72°; ſpez. Gew. 0,967. Die phyſikaliſchen und chemiſchen Konſtanten des gereinigten Wollfettes zeigt folgende Tabelle nach Ulzer [4].

Spez. Gew.	Schmelzpunkt	Erſtarrungspunkt	Säurezahl	Hehnerſche Zahl	Reichertſche Zahl	Verſeifungszahl	Jodzahl	Acetyl-Verſeifungszahl
bei 15° C. 0,973, bei 50° C. (ruſſiſches) 0,912, bei 98,5° C. 0,9017.	36—41° (Benedikt) 39—42,5° (Stöckhardt) 40—41,5° (ruſſiſches, Lomidſe)	ruſſiſches 38—39,8°	0,54 (Benedikt) ruſſiſches 4,31 (Lomidſe) 0,8—1,33 (Ulzer)	ruſſiſches 91,4	ruſſiſches 6,16 (?)	98,3 (Allen) ruſſiſches 127 (Lomidſe) 105 (Ulzer)	10,6—11,8 (Ulzer) ruſſiſches 15 (Lomidſe)	108,7 bis 122,5 (Ulzer)

Das Lanolin iſt weiß oder ſchwach gelblich, ſalbenartig, faſt ohne Geruch und ausgezeichnet durch die hohe (bis 105%) Aufnahmsfähigkeit für Waſſer. Es bildet eine ausgezeichnete Salbengrundlage, die nicht ranzig wird und beſſer als alle andern Fette von der Haut aufgenommen wird. Das waſſerfreie Lanolin wird zu Lanolinpomade, Lanolincreme und Lanolinmilch (Emulſion aus Lanolin, Borax und Roſenwaſſer) verarbeitet.

Literatur: [1] Bericht der Deutſchen chem. Geſellſch., 1896, 19. — [2] Benedikt-Ulzer, Analyſe der Fette, Berlin 1903, S. 899. — [3] Berliner Berichte, 18, S. 1804. — [4] Benedikt-Ulzer, Analyſe, S. 895, 896, 897.

T. F. Hanauſek.

Fettwaſſer, Flüſſigkeit, die bei der Gewinnung der Weizenſtärke nach dem Verfahren mit beſchleunigter Gärung durch das 24—48ſtündige Stehen des gequellten und zerquetſchten Weizens mit warmem Waſſer entſteht. Es wird als Viehfutter verwertet (vgl. Stärkefabrikation).

Feuchtglättwerk, eine bei der Papierfabrikation in die Papiermaſchine vor der Trockenpartie häufig eingeſchaltete Vorrichtung, die aus zwei Preßwalzen beſteht, die den Zweck haben, die zwiſchendurchlaufende Papierbahn noch im feuchten Zuſtande zu glätten; ſ. Papierfabrikation.

Kraft.

Feuchtigkeit der Luft. Die atmoſphäriſche Luft enthält ſtets Waſſerdampf, und zwar meiſt weniger, als ſie bei der herrſchenden Temperatur aufzunehmen vermag. Wird ihr bei unveränderter Temperatur durch Verdunſtung von Waſſer mehr Waſſerdampf zugeführt oder ſinkt die Temperatur bei gleichbleibendem Waſſergehalt, ſo kann in beiden Fällen nach einer gewiſſen Zeit Sättigung der Luft mit Waſſerdampf eintreten. Bei weiterer Dampfzufuhr oder Temperaturerniedrigung tritt dann Nebelbildung ein, indem ſich das Waſſer in der Luft in Form von feinen Kügelchen ausſcheidet. Jeder Temperatur entſpricht eine mit wachſender Temperatur zunehmende größte Menge in der Luft enthaltenen Waſſerdampfes, der ſich dann im Maximum ſeiner Spannkraft befindet oder ſeinen Sättigungsdruck beſitzt. Für Temperaturen unter Null iſt die Maximalſpannung des Waſſerdampfes, der ſich mit Eis in Berührung befindet (Eisdampf), etwas (bis zu 0,2 mm) geringer als bei flüſſigem Waſſer. Somit liegt der Taupunkt, diejenige Temperatur, bei der in gegebener Luft die Sättigung eintritt, für gewöhnlich unterhalb der Lufttemperatur, um ſo tiefer, je trockener die Luft, und fällt erſt bei der Sättigung mit dieſer zuſammen.

Da die Waſſerdämpfe nahezu das Mariotte-Gay-Luſſacſche Geſetz befolgen, ſo läßt ſich das Gewicht des in feuchter Luft von der Temperatur t bei dem Luftdruck B enthaltenen Waſſerdampfes von der Spannung e leicht berechnen. Bei 760 mm Druck und 0° wiegt 1 l

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

trockener Luft 1293 mg, bei B mm und t^0 C. $\frac{B}{760}\,\frac{1293}{1+\alpha t}$ mg, wo $\alpha = \frac{1}{273} = 0{,}003665$ (der Ausdehnungskoeffizient der Gafe); Wafferdampf wiegt bei gleichem Druck und gleicher Temperatur 0,622 mal fo viel wie trockene Luft, und demnach beträgt das Gewicht des unter feinem eignen Druck e in der feuchten Luft ftehenden, in 1 l enthaltenen Wafferdampfes

$$\frac{e}{760}\,\frac{1293}{1+\alpha t}\,0{,}622 = \frac{1{,}0582}{1+\alpha t}\,e \text{ mg pro Liter [1].}$$

In der Meteorologie wird der Waffergehalt der Luft nicht durch das Gewicht, fondern durch den in Millimeter Queckfilber Höhe gemeffenen Druck e des Wafferdampfes angegeben, welche Dampffpannung man als abfolute Feuchtigkeit (feltener Dunftdruck) bezeichnet. Da der Koeffizient von e in vorftehendem Ausdruck nicht weit von der Einheit entfernt ift, fo geben nahezu (rein zufällig) die Zahlen für die abfolute Feuchtigkeit auch das Gewicht des Dampfes pro Liter in Milligramm an. Beiftehende Tabelle (entnommen den Tables météorologiques internationales, Paris 1890) ftellt für gefättigte Luft die Dampffpannungen und Gewichtszahlen nebeneinander.

Temperatur	Spannkraft des Wafferdampfes in Queckfilberfäulenhöhe	Gewicht des Wafferdampfes im Liter	Temperatur	Spannkraft des Wafferdampfes in Queckfilberfäulenhöhe	Gewicht des Wafferdampfes im Liter
°C.	mm	mg	°C.	mm	mg
— 10	2,15	2,36	+ 13	11,14	11,25
9	2,33	2,55	14	11,88	11,96
8	2,51	2,74	15	12,67	12,71
7	2,72	2,95	16	13,51	13,50
6	2,93	3,17	17	14,40	14,34
5	3,16	3,41	18	15,33	15,22
4	3,41	3,66	19	16,32	16,14
3	3,67	3,93	+ 20	17,36	17,12
2	3,95	4,21	21	18,47	18,14
1	4,25	4,51	22	19,63	19,22
0	4,57	4,84	23	20,86	20,35
+ 1	4,91	5,18	24	22,15	21,54
2	5,27	5,54	25	23,52	22,80
3	5,66	5,92	26	24,96	24,11
4	6,07	6,33	27	26,47	25,49
5	6,51	6,76	28	28,07	26,93
6	6,97	7,22	29	29,74	28,45
7	7,47	7,70	+ 30	31,51	30,04
8	7,99	8,22	31	33,37	31,70
9	8,55	8,76	32	35,32	33,45
+ 10	9,14	9,33	33	37,37	35,27
11	9,77	9,93	34	39,52	37,18
12	10,43	10,57	35	41,78	39,18
13	11,14	11,25			

Als Sättigungsdefizit [2] bezeichnet man in der Meteorologie den Unterfchied zwifchen der wirklichen abfoluten Feuchtigkeit der Luft und der Maximalfpannung des Dampfes von der Temperatur der Luft, während relative Feuchtigkeit das Verhältnis der vorhandenen abfoluten Feuchtigkeit zu diefer Maximalfpannung bezeichnet; fie wird in Prozenten ausgedrückt. Wenn beifpielsweife bei 20° die abfolute Feuchtigkeit 10,2 mm beträgt, fo berechnet fich das Sättigungsdefizit zu 7,16 mm, die relative Feuchtigkeit der Luft zu 59%. Bezold hat in der Meteorologie die Bezeichnung „fpezififche Feuchtigkeit“ eingeführt, die angibt, wieviel Kilogramm Waffer in 1 kg feuchter Luft enthalten find und fich nach der Formel $\frac{0{,}622\,e}{B - 0{,}378\,e}$ berechnet, wo B und e die obige Bedeutung haben. Sinkt die Temperatur bei fchneller Abkühlung rafch unter den Taupunkt, fo tritt dichter Nebel ein, und die Luft vermag in folchen Fällen wie auch bei ihrer Erfüllung mit Eiskriftallen an Gewicht mehr Waffer zu enthalten, als der Maximalfpannung nach obiger Formel entfprechen würde, wobei indeffen die relative Feuchtigkeit den Wert 100% offenbar nicht zu überfchreiten vermag.

Täglicher Gang der Feuchtigkeit: In der Ebene, im Innern der Kontinente befitzt die abfolute Feuchtigkeit im Sommer in der täglichen Periode zwei Maxima und zwei Minima. Vom tiefften Punkt gegen Sonnenaufgang fteigt die abfolute Feuchtigkeit bis gegen 8—10 Uhr, finkt dann bis gegen 2—4 Uhr und fteigt darauf bis zu ihrem zweiten Maximum am Abend gegen 9—10 Uhr, um darauf bis zum frühen Morgen zu finken.

Die Abnahme gegen Mittag hin findet ihre Erklärung in der Entwicklung auffteigender Luftftröme, welche die Feuchtigkeit aus den unteren Luftfchichten nach der Höhe fortführen. Dementfprechend wird im Winter, wo die Wärmewirkung der Sonne eine geringere ift und zu auffteigenden Strömen weniger Anlaß gibt, die tägliche Periode eine einfache, die fich dem Gang der Temperatur anfchließt. Die gleiche einfache tägliche Periode finden wir aber auch im Sommer an den Meeresufern, auf Infeln, an den Ufern von Landfeen, in Flußtälern, überall wo ftarke Verdampfung von Waffer ftattfindet. Die relative Feuchtigkeit verläuft im allgemeinen entgegengefetzt wie die Temperatur, abnehmend bei fteigender, zunehmend bei finkender Temperatur.

Jährlicher Gang der Feuchtigkeit [3]: Allgemein finden wir die größere abfolute Feuchtigkeit in den warmen Monaten, niedrigere in den kalten Monaten, und engeren Anfchluß an den jährlichen Gang der Temperatur dort, wo genügender Zufluß von Feuchtigkeit ftattfindet, alfo in der Nähe größerer Waffer flächen, während die abfolute Feuchtigkeit auf Ebenen im Innern der Kontinente gegen die Temperatur im Gange zurückbleibt. Die relative Feuchtigkeit befitzt hier ihre niedrigften Werte dementfprechend im April und Mai, in der Nähe von ausgedehnten Waffer flächen dagegen mit dem wärmften Monat zufammenfallend, während die größten Werte der relativen Feuchtigkeit auf die kalte Jahreszeit fallen. Da in Europa die weftlichen Winde feuchte Luft vom Meere herbeiführen, die öftlichen dagegen dem trockenen Kontinent entftammen, ift der Feuchtigkeitsgehalt der Luft außer von der Temperatur und Höhenlage wefentlich abhängig von den herrfchenden Winden, der Lage eines Ortes gegen die Gebirge u. f. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die vertikale Verteilung des Waſſerdampfes in der Atmoſphäre zeigt wie die der Temperatur häufig Abweichungen von der zu erwartenden Abnahme mit wachſender Höhe. Für die Aenderung des Dampfdruckes mit der Höhe in der freien Atmoſphäre berechnet Süring

$$e_h = e_0\, 10^{-\frac{h}{6}\left(1+\frac{h}{20}\right)},$$

wo h die Höhe in Kilometern und e_h bezw. e_0 die Dampfſpannung in h km Höhe bezw. am Erdboden als Queckſilberſäulenhöhen gemeſſen bedeuten.

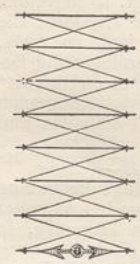
Indem bei der Verdampfung Wärme gebunden wird, die ſpäter bei der Kondenſation in der Wolkenregion wieder frei wird, gewinnt der Waſſergehalt offenbar durch die Winde großen Einfluß auf die Verteilung der Wärme in der Atmoſphäre, wie auch die Wolken durch Verhinderung der Erwärmung durch Einſtrahlung und der Erkaltung durch Ausſtrahlung nach dem Weltenraum eine große klimatologiſche Bedeutung beſitzen. Auf die Entſtehung von Nebel in den unterſten Luftſchichten, ſobald die Abkühlung der Luft in klaren Nächten bis zum Taupunkt fortgeſchritten iſt, gründet ſich die Vorherſage von Nachtfroſt mittels der am Abend oder Nachmittag beobachteten Luftfeuchtigkeit.

Literatur: [1] Sprung, A., Lehrbuch der Meteorologie, Hamburg 1885. — [2] Wild, H., Ueber den tägl. und jährl. Gang der Feuchtigkeit in Rußland; Meyer, Hugo, Ueber den jährl. Gang der Luftfeuchtigkeit in Deutſchland, Meteorol. Zeitſchr. 1885. — [3] Hann, J., Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1883; Woeikof, A., Die Klimatologie der Erde, Jena 1887; Tyndall, J., Das Waſſer in ſeinen Formen als Wolken und Flüſſe, Eis und Gletſcher, Leipzig 1873; Kaminsky, A., Der jährliche Gang und die Verteilung der Feuchtigkeit der Luft in Rußland, VI. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie, Petersburg 1894; Süring, Die Verteilung des Waſſerdampfes, Wiſſenſchaftliche Luftſchiffahrten, Bd. 3, Braunſchweig 1900; Mazelle, Zur täglichen Periode und Veränderlichkeit der relativen Feuchtigkeit, Sitzungsbericht der Wiener Akademie, März 1899, Bd. 108.

Großmann.

Feuchtigkeitsmeſſer oder Hygrometer, Inſtrumente, um die Feuchtigkeit der Luft zu meſſen; die älteren zu dieſem Zweck erſonnenen Apparate, die nur mehr eine Schätzung geſtatten, nennt man wohl auch Hygroſkope.

Die älteſten Feuchtigkeitsmeſſer gründen ſich auf die lang bekannte Ausdehnung organiſcher Subſtanzen bei Aufnahme von Waſſer; ſo erwähnte ſchon 1554 Mizaldus die Längenänderung der Saiten unſrer Muſikinſtrumente durch den Einfluß der Luftfeuchtigkeit, und 1664 konſtruierte Hooke ein Hygrometer unter Benutzung der Darmſaite wie der Grannen wilden Hafers. Vollkommenere organiſche Hygrometer waren das von De Sauſſure 1780 erfundene Haarhygrometer und das von De Luc 1781 konſtruierte Elfenbeinhygrometer. Zur Konſtruktion der organiſchen Hygrometer wird heute ausſchließlich das entfettete menſchliche Haar benutzt; die bei Aufnahme von Waſſer eintretende Verlängerung eines ſtraff geſpannten Haares, das an einem Ende befeſtigt iſt, während das andre um eine Walze geſchlungen iſt, bewirkt eine Drehung der Walze, die in verſchiedener Weiſe zur Bewegung eines längs einer Skala gleitenden Zeigers benutzt wird. Die Teilung der Skala geſchieht auf experimentellem Wege, indem dieſe Inſtrumente zunächſt in geſättigter, dann in völlig trockener Luft aufgeſtellt werden, um ſo die Punkte 100 und 0 der Skala, welche die relative Feuchtigkeit angibt, feſtzulegen. Die beſten organiſchen Hygrometer ſind das Bifilar-Hygrometer von Klinkerfues [1], auch nach dem Verfertiger Lambrechts Hygrometer genannt, und das Koppeſche Prozenthygrometer [2].



— Metallſtäbchen.
— Haarbündel.

Ein neues, beſonders für praktiſche Zwecke geeignetes Inſtrument iſt das Haarhygrometer von Steffens, das ſich durch eine bequem ſichtbare, aufrecht ſtehende Skala, beſonders aber dadurch auszeichnet, daß infolge einer eigentümlichen Uebertragung kein Achſenlager vorhanden iſt, ſo daß das Inſtrument im Gegenſatz zu andern Konſtruktionen weder durch Oxydationen noch durch Verſchlingungen in Unordnung geraten kann (ſ. die Konſtruktionsfigur).

Nahezu ebenſo alt iſt die Idee der Gewichtshygrometer, die Luftfeuchtigkeit durch Wägung des von verſchiedenen Subſtanzen aufgenommenen Waſſers zu beſtimmen. 1670 beobachtete ſchon Cuſano die in einer gewiſſen Zeit eintretende Gewichtsänderung von hygroſkopiſchen Subſtanzen, die in eine Schale einer Wage gebracht werden; als ſolche Stoffe wurden trockene Seide oder Baumwolle, geglühter Salpeter, Schwefelſäure (1683 Gould), Chlorcalcium (1808 Guyton de Morveau) benutzt. Erſt die 1830 durch Brunner eingeführte Benutzung eines beſtimmten Luftvolumens verlieh der Methode Wert. Solche Vorrichtungen, um einem bekannten größeren Luftvolumen meiſt durch Schwefelſäure ſein Waſſer zu entziehen und aus dem Gewichtszuwachs der Säure den Waſſergehalt der Luft zu berechnen, liefern bei allen Kautelen die genaueſten Reſultate, ſind indeſſen in ihrer Anwendung umſtändlich.

Zu einer ganz andern Art von Hygrometern führte die Wahrnehmung, daß eine mit Waſſer befeuchtete Thermometerkugel erkalte, für die ſchon 1777 Cullen die richtige Erklärung gab, indem er die Erkaltung als Folge der Verdunſtung hinſtellte; bereits 1792 ſuchte Hutton die Luftfeuchtigkeit mittels Beobachtung eines Thermometers mit waſſerbefeuchteter Kugel (kurz „feuchtes Thermometer“ in der Meteorologie) zu ſchätzen, und 1799 verſuchte Leslie bereits die Meſſung der Feuchtigkeit mit ſeinem Thermohygrometer. Doch ſtellte dieſes Inſtrument einen Rückſchritt dar gegenüber der Idee, zu Zwecken der Feuchtigkeitsmeſſung zwei nebeneinander hängende Thermometer zu benutzen, deren eine Kugel mit Waſſer angefeuchtet iſt, welche Vorrichtung den Namen Pſychrometer erhalten hat. Die erſte Formel für das Pſychrometer gab 1822 Ivory, und gelangten ſpäter, unabhängig von dieſem, 1825 Auguſt und 1834 Apjohn zu den gleichen Formeln. Die ſpäterhin von Stefan 1881 und Max-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

well 1877 gegebenen Ableitungen der Formel unter Zugrundelegung der neueren Geſetze über Strahlung, Diffuſion und Wärmeleitung ſtimmen im Grunde mit jenen früheren Entwicklungen überein, wie Großmann [3] gezeigt hat. Dieſer gab eine Formel, welche die Luftbewegung berückſichtigt und nahezu mit der von Ferrel [4] angenommenen Formel übereinſtimmt. Zumal Auguſt erwarb ſich großes Verdienſt um dies Hygrometer, ſo daß es vielfach auch Auguſts Pſychrometer genannt wird. Es dient heutzutage auf den meteorologiſchen Stationen meiſt zur Beſtimmung der Luftfeuchtigkeit, und zwar wird die Kugel des feuchten Thermometers mit Muſſelin umhüllt, das dadurch feucht gehalten wird, daß es durch einen Baumwollenfaden mit einem kleinen Waſſergefäß in Verbindung ſteht. Die Formel zur Berechnung der Ableſungen des Pſychrometers lautet: $p = p_1 - A\,B\,(t - t_1)$, wo t und t_1 die Ableſungen am trockenen und feuchten Thermometer, p und p_1 den wirklich vorhandenen Dampfdruck bezw. die Maximalſpannung bei der Temperatur t_1, B den Luftdruck und A eine Konſtante bezeichnen, die vornehmlich von der Stärke der Luftbewegung und in geringerem Grade von t_1 abhängt. Nach den neueſten Unterſuchungen iſt für etwa 3 m und größere Geſchwindigkeit der Luftbewegung $A = 0{,}000622$ anzunehmen, ſo daß man für den mittleren Luftdruck von 760 mm im Meeresniveau genügend genau bei nicht zu weit abſtehenden Barometerſtänden $p = p_1 - \frac{1}{2}(t - t_1)$ erhält, falls die Temperatur in Celſiusgraden und die Dampfſpannungen p und p_1 in Millimetern gegeben ſind, welche Formel eine gewiſſe Größe der Luftſtrömung zur Vorausſetzung hat. In dem Aßmannſchen Aſpirationspſychrometer [5] beſitzen wir einen vorzüglichen Apparat mit konſtanter Ventilation, deſſen allgemeiner Einführung nur der hohe Preis im Wege ſtehen dürfte. Zur Berechnung der Pſychrometerableſungen dienen vielfach die Pſychrometertafeln von Jelinek (Wien), die viele Auflagen aufweiſen. Dieſen liegt für A noch die von Regnault (Études sur l'Hygrométrie) gegebene etwas größere Konſtante zugrunde, die einer geringeren Ventilation des Pſychrometers entſpricht. Jenen Unterſchied zwiſchen dem trockenen und dem feuchten Thermometer $(t - t_1)$ nennt man pſychrometriſche Differenz.

Eine weitere Gattung ſtellen die Kondenſationshygrometer dar, die darauf beruhen, daß ſich Waſſerdampf aus der Luft abſcheidet, ſobald dieſe bis zu ihrem Taupunkt (ſ. Feuchtigkeit der Luft) abgekühlt wird. Während bei einem Vorläufer dieſer Inſtrumente, einem von der Accademia del Cimento 1660 benutzten Apparat, eigentlich einem Hygroſkop, die Menge des Kondenſationswaſſers gemeſſen wurde, die während einer gegebenen Zeit an einem mit Eis gefüllten koniſchen Gefäß herablief, zielen die ſpäteren Kondenſationshygrometer auf die Beſtimmung des Taupunkts, da dieſe unmittelbar die vorhandene Dampfſpannung bekannt gibt. Das 1819 erfundene Danielliſche Kondenſationshygrometer, das man noch in allen Lehrbüchern der Phyſik und Meteorologie abgebildet und beſchrieben findet, geſtattete eine verhältnismäßig unſichere Beſtimmung des Taupunkts und wurde bedeutend übertroffen durch das 1822 konſtruierte Döbereinerſche Inſtrument, das von Regnault 1845 neu erfunden wurde und nach ihm Regnaultſches Kondenſationshygrometer genannt wird. Die Einrichtung dieſes Inſtruments und der von v. Dines (1871 und 1879), Alluard (1877), Bogen (1879), Crova (1882) u. a. verbeſſerten Taupunktinſtrumente, wie auch des Taupunktſpiegels, beſteht weſentlich darin, daß eine polierte und vergoldete Metallfläche durch verdampfenden Aether abgekühlt wird, deſſen Temperatur an einem eingefügten empfindlichen Thermometer abgeleſen werden kann. Aus der Temperatur, die im Augenblick der Entſtehung vom Nebelbeſchlag abgeleſen wird, der Taupunktstemperatur, und der Lufttemperatur laſſen ſich abſolute und relative Feuchtigkeit berechnen. Dem geübten Beobachter ergeben gute Inſtrumente dieſer Art ſehr zuverläſſige Angaben, die höher zu ſtellen ſind als diejenigen des Pſychrometers, falls keine gleichmäßige Ventilation für dieſes vorgeſehen iſt. Indes iſt die Benutzung dieſer Kondenſationshygrometer eine im Vergleich ſchwierigere und wegen des Verbrauchs von Aether koſtſpieliger, ſo daß dieſe Inſtrumente eigentlich nur als Kontrollapparate dienen.

Eine neuere Gattung von Hygrometern ſtellen die ſogenannten abſoluten Hygrometer dar, die teils den Dampfdruck direkt aus der durch Entzug des Waſſerdampfes bei konſtantem Druck verurſachten Volumabnahme eines abgeſchloſſenen Luftvolumens zu berechnen geſtatten, ſo das Volumhygrometer von Schwackhöfer (1878) [6], oder ihn direkt aus der Druckabnahme am Manometer ableſen laſſen, wie bei dem Hygrometer von Edelmann [7] 1879, oder der von Voller 1880 gegebenen Modifikation dieſes Inſtruments.

Literatur: [1] Klinkerfues, Theorie des Bifilarhygrometers mit gleichteiliger Prozentſkala, Göttingen 1875. — [2] Koppe, Die Meſſung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft mit beſonderer Berückſichtigung des neuen Prozenthygrometers mit Juſtiervorrichtung, Zürich 1878. — [3] Großmann, Beitrag zur Geſchichte und Theorie des Pſychrometers, Meteorolog. Zeitſchr. 1889; ferner auch Nippoldt, Beiträge zur Theorie des Ventilationspſychrometers, Meteorolog. Zeitſchr. 1894. — [4] Ferrel, Recent Advances in Meteorology, Annual Report of the Chief Signalofficer for 1885 and 1886, Waſhington 1886 u. 1887. — [5] Aßmann, Das Aſpirationspſychrometer, Abhandlungen des Kgl. preuß. Meteorol. Inſtituts, Bd. 1, Nov., Berlin 1892; Svenſſon, Experimentelle Unterſuchung des Aßmannſchen Pſychrometers, Meteorolog. Zeitſchr. 1896. — [6] Schwackhöfer, Ueber ein neues Hygrometer zur genauen Meſſung der Luftfeuchtigkeit und der Nebelmenge, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſchaft für Meteorologie 1878. — [7] Edelmann, Neues Hygrometer, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. für Meteorologie 1879; ferner insbeſondere: Symons, A contribution to the history of hygrometers, Quarterly Journ. of the Roy. Soc. 1881; Abbe, Cl., Treatise on met. apparatus and methods, Ann. Rep. of the Chief Signalofficer for 1887, Waſhington 1888; Shaw, W., Report on hygrometric methods, I. part, Philos. transact., Vol. 179, 1888; Ekholm, Un ersökningar i Hygrometri, Upſala 1888.

Großmann.

Feuchtmaſchine, die bei der Papierfabrikation in die Papiermaſchine hinter der letzten Trockenbatterie eingeſchaltete Maſchine, die das ſogenannte

Vorfeuchten, Matriſieren des vollkommen getrockneten Papieres zu beſorgen hat; ſ. Papierfabrikation. *Kraft.*

Feuer, ſ. v. w. Herdöfen, ſ. Oefen, metallurgiſche.

Feuer, die unter den Seeleuten allgemein übliche Abkürzung für Leuchtfeuer (ſ. d.). Sie wird auch im amtlichen Sprachgebrauch benutzt und dient u. a. dazu, daß bei Meldungen des nächtlichen Ausguckpoſtens die Lichter der Poſitionslaternen der Schiffe von denen der Leuchtfeuer auseinander gehalten werden. Erſtere werden als Lichter, letztere als Feuer gemeldet. *von Nießen.*

Feueralarmtelegraph, ſ. Alarmvorrichtungen und Feuerſchutz.

Feuerbachſcher Kreis, ſ. Dreieck.

Feuerbeſtattung, ſ. Leichenverbrennung.

Feuerblende, ſ. Zinkblende.

Feuerbrücke, ſ. Feuerungsanlagen.

Feuerbüchſe, derjenige Teil von Lokomotiv-, Lokomobil- oder Straßenwalzenkeſſeln, der die Feuerung aufnimmt. Ihre Form iſt meiſtens rechteckig, ſie wird von dem Feuerbuchsmantel umgeben, der ſich an den Langkeſſel anſchließt, und iſt mit ihm durch Stehbolzen und Anker verbunden (ſ. Lokomotiven).

Feuerfeſte Steine, ſ. Steine, feuerfeſte.

Feuerfeſtigkeit, die Größe des Widerſtandes, den ein Material der Einwirkung hoher Temperaturen entgegenzuſetzen vermag; ein Material iſt deſto feuerfeſter, je höher die Temperatur, bei welcher daſſelbe verändert oder gar zerſtört wird.

Als beſonders widerſtandsfähig gegen hohe Hitzegrade hat ſich eine Reihe von Tonen erwieſen, die man wegen dieſer Eigenſchaft feuerfeſte Tone nennt; zu denſelben gehören in erſter Linie die Kaoline und reinſten plaſtiſchen Tone ſowie gewiſſe Schiefertone. Derartige Materialien werden zur Herſtellung von Steinen benutzt, die zum Aufbau und zur Auskleidung von Feuerungsanlagen dienen, und zur Fabrikation von Gefäßen, die zum Schmelzen von Metallen, Glasflüſſen ſowie für andre induſtrielle Zwecke Verwendung finden.

Die Feuerfeſtigkeit eines Tons hängt ſowohl von ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung als auch von der Beſchaffenheit ſeiner Beſtandteile ab; je mehr ein Ton in ſeiner Zuſammenſetzung der idealen Tonſubſtanz — $Al_2O_3\,2SiO_2\,2H_2O$ — ſich nähert, deſto feuerfeſter wird er ſein. Gewöhnlich enthalten die feuerfeſten Tone noch mehr oder weniger große Mengen von Quarz, Eiſenoxyd, Schwefelkies, unzerſetztem Feldſpat und Glimmer; je leichter es möglich iſt, dieſe Verunreinigungen durch Schlämmen oder dergl. aus dem Ton zu entfernen, eine deſto höhere Stellung wird das geſchlämmte Material in der Reihe der feuerfeſten Tone einnehmen. — Der Grad der Feuerfeſtigkeit eines Tons kann durch chemiſche und durch pyrometriſche Unterſuchung feſtgeſtellt werden. Durch die erſtere wird der Gehalt an Aluminiumoxyd, Kieſelſäure und Flußmitteln feſtgeſtellt, und man kann aus den gefundenen Zahlen auf die Feuerfeſtigkeit ſchließen; um hierfür feſte Vergleichszahlen zu ſchaffen, ſtellte Bifchof [1] eine Formel auf, mit der für die verſchiedenen Tone Einheitszahlen (von Biſchof Feuerfeſtigkeitsquotient, $F \cdot Q$, genannt) berechnet werden können. Die von ihm aufgeſtellte Formel lautet: $F \cdot Q = A : B$, worin A ein Quotient iſt, den man dadurch erhält, daß man mit der Sauerſtoffmenge der geſamten Flußmittel in die Sauerſtoffmenge der in dem betreffenden Ton vorhandenen Tonerde dividiert, und B ein Quotient, der dadurch erhalten wird, daß man mit der Sauerſtoffmenge der Tonerde in die der Kieſelſäure dividiert. Die betreffenden Sauerſtoffmengen können auch direkt in die Formel eingeſetzt werden; dieſelbe lautet dann: $F \cdot Q = \frac{a|c}{b|a} = \frac{a^2}{b\,c}$, worin a die Sauerſtoffmenge der Tonerde, b die der Kieſelſäure und c die der Summe der Flußmittel bezeichnet. Je nachdem dieſer aus der Analyſe berechnete Feuerfeſtigkeitsquotient unter eine gewiſſe Zahl herabgeht, laſſen ſich die Tone in zwei große Hauptklaſſen ſcheiden: in ſchwer ſchmelzbare (hochfeuerfeſte) und leichter ſchmelzbare. Erfahrungsmäßig beträgt dieſer Quotient nach Biſchof für die Tone, die im Handel als hochfeuerfeſt gelten, über 3—4; Tone, deren Quotient unter dieſe Zahl ſinkt, ſind nicht mehr zu den hochfeuerfeſten zu rechnen.

Eine andre Art der Beſtimmung des Grades der Feuerfeſtigkeit, die ebenfalls von Biſchof angegeben worden iſt, beruht auf folgendem: Dem zu unterſuchenden Ton wird ein Normalgemenge, beſtehend aus gleichen Gewichtsteilen reiner Tonerde und reiner Kieſelſäure, beigemiſcht und im Devilleſchen Verſuchsofen einer hohen Hitze ausgeſetzt; je mehr dem zu unterſuchenden Tone von dem genannten Normalgemenge zugeſetzt werden muß, um bei der Temperatur, welche der bekannte höchſtfeuerfeſte Ton von Altwaſſer oder Saarau erfordert, ebenfalls zu ſchmelzen, deſto weniger feuerfeſt iſt derſelbe. Erfordert z. B. der zu unterſuchende Ton den dreifachen Zuſatz des Normalgemenges, um in derſelben Prüfungstemperatur ebenſo ſchwer ſchmelzbar zu ſein, ſo iſt ſeine Feuerfeſtigkeit $F = 100 - (3 \cdot 10) = 70$, d. h. er iſt im Vergleich zum beſten Normalton ein 70 % feuerfeſter Ton.

Eine dritte, gleichfalls von Biſchof vorgeſchlagene und angewendete Methode beſteht darin, daß der zu unterſuchende Ton mit einem andern, in bezug auf Feuerfeſtigkeit bekannten Ton gleichzeitig geprüft wird. Als derartige Normaltone hat Biſchof ſieben Materialien gewählt, und zwar: 1. Ton von Altwaſſer, auch bekannt unter dem Namen Ton von Saarau I, 2. Kaolin

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Zettlitz, 3. Briefener Ton, 4. beſter belgiſcher Ton, 5. Ton von Grünſtadt in der Pfalz, 6. Ton von Oberkaufungen bei Kaſſel und 7. Ton von Tſchirne. Dieſem zuerſt genannten Ton von Altwaſſer hat Biſchof den Feuerfeſtigkeitsgrad 100 gegeben.

Die Annahme, daß es nicht möglich ſei, aus den verſchiedenen Fundorten dieſe Normaltone in ſtets gleicher chemiſcher und phyſikaliſcher Beſchaffenheit zu erhalten, hat Seger [2] veranlaßt, ſtatt der natürlich vorkommenden Tone künſtliche Tonmiſchungen zur Vergleichung der Schmelzbarkeit der Tone zu benutzen. Dieſe Miſchungen ſtellte Seger dadurch her, daß er Zettlitzer Kaolin, ſchwediſchen Feldſpat, norwegiſchen Quarz und karrariſchen Marmor in je nach dem Hitzegrade, den die betreffende Miſchung aushalten ſollte, feſt beſtimmten Verhältniſſen zuſammenmiſchte und die ſo erhaltenen Maſſen zu Tetraedern formte, denen Seger den Namen Probekegel gab. Sie ſind jetzt allgemein unter dem Namen Schmelzkegel bekannt und werden in der keramiſchen und auch in allen den Induſtrien, die mit hohen Temperaturen arbeiten, vielfach angewendet. Zur Beſtimmung der Feuerfeſtigkeit unter Benutzung der Schmelzkegel wird der zu unterſuchende Ton zu Tetraedern von 1 cm Grundkante und 2 cm Höhe verformt. Tone, die mit organiſcher Subſtanz verſetzt ſind, müſſen vorher bei ſchwacher Rotglut ausgeglüht werden, damit die organiſche Subſtanz verbrennt. Dieſe Tetraeder werden im Devilleſchen Ofen einer hohen Temperatur ausgeſetzt, die durch eingeſetzte Schmelzkegel kontrolliert wird. Je nach der Schmelzkegelnummer, die gleichzeitig mit dem Tonkegel niedergeht, ſagt man, der Ton hat einen Schmelzpunkt gleich der betreffenden Kegelnummer; tritt dieſes Niedergehen eines Tonkegels z. B. gleichzeitig mit dem Niedergehen des Schmelzkegels 28 ein, während der Kegel 27 ſchon früher, der Kegel 29 aber noch nicht niedergegangen iſt, ſo hat der unterſuchte Ton einen Schmelzpunkt gleich dem Kegel 28. Für die Beurteilung der feuerfeſten Tone ſind die Kegel 26—36 maßgebend, während die Schmelzkegel unter dieſer Nummer in der Hauptſache zur Kontrolle der Prozeſſe in Feuerungsanlagen benutzt werden.

In neuerer Zeit hat die Firma W. C. Heraeus in Hanau a. M. auch die Elektrizität zur Beſtimmung der Feuerfeſtigkeit der Tone herangezogen [4]. Hierzu wird ein Ofen benutzt, der in der Hauptſache aus einem Iridiumrohr von 200 mm Länge, 40 mm lichter Weite und 0,2 mm Wandſtärke beſteht. Dieſe Röhre iſt an ihren beiden Enden mit Platinflanſchen verſehen und von einem weiteren Rohr aus geſchmolzener Magneſia umgeben. In die horizontal geſtellte Röhre wird auf einer Unterlage von Aetzkalk ein tellerartiges Gefäß aus reinem Iridium gebracht, das zur Aufnahme der zu prüfenden Tonmaterialien dient, wobei Körper in Form der bekannten Segerkegel zur Verwendung kommen können. Die Enden der Iridiumröhre werden mit Stöpſeln aus feuerfeſter Maſſe geſchloſſen, von denen der eine mit einem kleinen runden Loch zur Beobachtung verſehen iſt, während der andre zur Aufnahme eines Thermoelementes dient, das zur Meſſung der Temperatur beſtimmt iſt. Der eine Schenkel dieſes Thermoelementes beſteht aus reinem Iridium, der andre aus einer Legierung von reinem Iridium mit 10 % Ruthenium. Dieſes Thermoelement geſtattet das Meſſen von Temperaturen bis zu 2100° C., übertrifft alſo die Segerkegel in dieſer Hinſicht weſentlich. Die Beobachtung des Niederſchmelzens der zu prüfenden Kegel erfolgt mit Hilfe eines Fernrohres, das auf die kleine Oeffnung in dem einen Stöpſel der Iridiumröhre gerichtet wird. Zur Erzielung der erforderlichen Hitzegrade dient ein elektriſcher Strom von 1200 Ampère bei 5 Volt.

Literatur: [1] Biſchof, C., Die feuerfeſten Tone, Leipzig 1895. — [2] Segers geſammelte Schriften, Berlin 1896. — [3] Kreiling, Ph., Unterſuchung der Tone, in Lunge, Chemiſch-techn. Unterſuchungsmethoden, Berlin 1904. — [4] Zeitſchr. f. angew. Chemie 1905, Nr. 2. *Dümmler.*

Feuergaſſe, ſ. Brandgaſſe.

Feuergefährliche Flüſſigkeiten in Gefäßen, insbeſondere ſolche, welche, wie z. B. Benzin u. ſ. w., bei der Entzündung explodieren, werden neuerdings mit großer Sicherheit dadurch gegen Gefahren geſchützt, daß man in den Gefäßen Kohlenſäure über der Flüſſigkeit anhäuft.

Literatur: Vgl. Archiv für Feuerſchutz-, Rettungs- und Feuerlöſchweſen 1905, S. 17, Syſtem Martini-Hänecke.

Feuergefährliche Güter, ſ. Güterbahnhöfe, Keller, Lagerhäuſer, Pulverturm, Scheunen.

Feuergrube, ſ. Löſchgruben.

Feuerhähne, Vorrichtungen behufs Entnahme des Waſſers aus Druckleitungen zum Zwecke der Bekämpfung einer Feuersgefahr; vgl. a. Hydranten.

Feuerhaken, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Feuerhöhe der Geſchütze iſt der ſenkrechte Abſtand des Mittelpunktes des Schildzapfenlagers vom Geſchützſtand bei ausgeranntem Geſchütz. Bei Kriegsſchiffen kommt noch die Feuerhöhe über der Waſſerlinie in Frage.

Feuerkorb, ſ. Wetterwirtſchaft.

Feuerlauge, ſ. Abrichtlauge.

Feuerleitern, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Feuerlöſchbombe, -granate, -flaſche, -maſſe, -mittel, chemiſche, -pulver, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Feuerlöſchordnungen, -regeln, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Feuerluftmaschinen, s. Heißluftmaschinen.

Feuermeldung, s. Alarmvorrichtungen, Feuerschutz und Feuerrettungswesen.

Feuerpatsche (Löschbesen), s. Feuerschutz und Feuerrettungswesen.

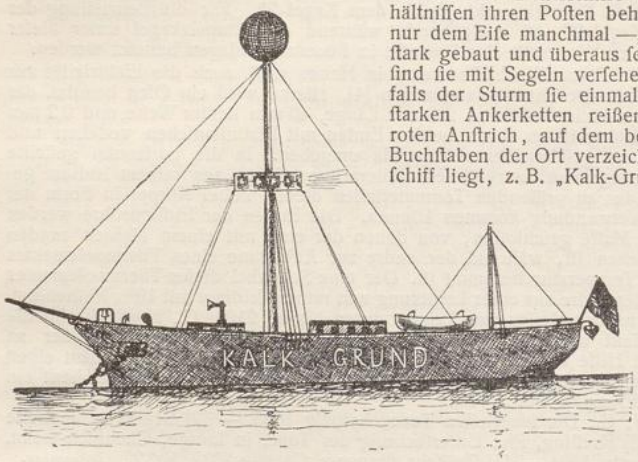
Feuerplatte. Der unmittelbar über dem Feuer liegende und diesem ausgesetzte Teil des Kesselmantels wird aus Feuerplatten oder Feuerblechen (Kesselbleche erster Qualität) hergestellt (s. a. Dampfkessel).

Feuerpolizei, ein Teil der Baupolizei (s. d.) zur Wahrung der im öffentlichen Interesse liegenden Feuersicherheit von Gebäuden, zur Kontrolle der Aufbewahrung feuergefährlicher Gegenstände u. s. w. Vgl. Feuerwerkerei.

Feuerröhren, s. Dampfkessel (Röhrenkessel) und Schiffskessel.

Feuerrost, s. Feuerungsanlagen.

Feuerschiff, dient zur Kennzeichnung weit in See liegender Untiefen, Riffe u. dergl., bezw. als (nächtliche) Ansegelungsmarke vor großen Häfen, in Flußmündungen u. s. w., d. h. überall da, wo Leuchtfeuer unbedingt erforderlich sind, feste Türme aber nicht errichtet werden können.



Da die Feuerschiffe unter allen Witterungsverhältnissen ihren Posten behaupten sollen — sie weichen nur dem Eise manchmal —, müssen sie außerordentlich stark gebaut und überaus seetüchtig sein. Für alle Fälle sind sie mit Segeln versehen, um nicht hilflos zu sein, falls der Sturm sie einmal von ihren außerordentlich starken Ankerketten reißen sollte. Sie tragen einen roten Anstrich, auf dem beiderseits in großen weißen Buchstaben der Ort verzeichnet ist, auf dem das Feuerschiff liegt, z. B. „Kalk-Grund" (Flensburger Föhrde). Die rote Farbe dient zur Unterscheidung von andern Schiffen, die häufig an diesen wichtigen Marken in großer Zahl zu treffen sind. Ein weiteres Unterscheidungszeichen für den Tag besteht in großen, ebenfalls rot gemalten runden Körben, die in der Zahl der nachts von dem betreffenden Feuerschiff gezeigten Feuer an den Mastspitzen angebracht und weithin sichtbar sind. Für jeden Lichtkomplex, also auch für jeden Korb ist ein Mast vorhanden. In diesem Sinne einmastige Feuerschiffe führen jedoch außerdem einen kleinen Treibermast, der lediglich zum Segelsetzen im Falle der Not dient. Das durch Parabolspiegel reflektierte Licht wird aus katoptrischen oder dioptrischen Lampen gebildet, die in größerer Zahl (bei festem Feuer acht) rings um den Mast angeordnet sind und in der Nacht alle zugleich bis zur halben Masthöhe geheißt werden. Jede der Lampen ist für sich nach Art der Kompasse cardanisch in dem Gesamtrahmen aufgehängt, so daß sie bei den Schwankungen des Feuerschiffes ihr Licht stets in wagerechter Richtung erstrahlen läßt. Letzteres, bei neuen Feuerschiffen zuweilen elektrisch, wird von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang gezeigt. Bei Nebel oder Schneegestöber geben die Feuerschiffe in regelmäßigen Zwischenräumen Warnungszeichen mit dem Gong oder, wo Dampf vorhanden, mit der Sirene. Früher gebrauchte man Glockenschläge und Kanonenschüsse hierzu. *von Nießen.*

Feuerschnelligkeit, s. Schnellfeuerkanonen.

Feuerschutz an Waldungen, s. Forstschutzstreifen.

Feuerschutzanzug, s. Feuerschutz und Feuerrettungswesen.

Feuerschutzsteine, Ziegelsteine zur Umhüllung von Eisenkonstruktionen behufs Verwahrung gegen die Angriffe des Feuers.

Eisen büßt bereits bei einer Temperatur von etwa 600° einen großen Teil seiner Tragfähigkeit ein; ein Schutz gegen die diesbezügliche gefährliche Einwirkung des Feuers wird durch Umhüllung der eisernen Konstruktionsteile erreicht. — In den Vereinigten Staaten von Amerika wird als Feuerschutzmittel (Fire proof) jetzt ausschließlich der gebrannte Ton verwendet, da sich alle andern Mittel bei den Bränden der großen Geschäftshäuser nicht bewährt haben. Die Ziegel zum Schutze der Eisenkonstruktionen bestehen in der Hauptsache aus großen, mit einem oder mehreren Hohlräumen versehenen Stücken, deren äußere Form so gewählt ist, daß sie sich den einzelnen Säulen, Trägern u. s. w. gut anschließen, oder daß die Steine direkt als Wölbsteine zwischen Eisenträgern verwendet werden können (s. Gewölbsteine). Um die ganze Konstruktion möglichst leicht zu machen, werden die Wandstärken sehr gering gewählt; meist

betragen dieſelben, ſelbſt bei den größten Stücken, nur 1 cm. Die Oeffnungen ſind dagegen möglichſt groß. Um dieſe Schutzſteine noch leichter zu machen, werden in verſchiedenen Fabriken ſolcher Waren der Tonmaſſe, ehe dieſelbe verformt wird, brennbare Stoffe, z. B. Sägeſpäne, beigemengt; dieſe Stoffe verbrennen im Laufe der Fabrikation (im Brennofen) und hinterlaſſen feine Hohlräume, die einerſeits den Stein bedeutend leichter machen und anderſeits die Wärmeleitungsfähigkeit desſelben vermindern. In den Fig. 1—6 ſind einige derartige Steine für Säulen und Pfeiler im Grundriß und in den Fig. 7—10 für I-Träger im Schnitt, wie dieſelben von amerikaniſchen Tonwarenfabriken hergeſtellt werden, nach ihrer Vermauerung abgebildet.



Fig. 1.



Fig 2.

In Deutſchland beſteht die gegen Feuer ſchützende Umhüllung meiſt in Putz auf Drahtgeflecht, dem ſogenannten Rabitzputz, einige Zentimeter von dem zu ſchützenden Konſtruktionsteil entfernt, ſo daß eine Luftſchicht zwiſchen der Umhüllungsmaſſe und dem zu ſchützenden Eiſenteil entſteht, die als Iſolierungsmittel dient. Außer Rabitzputz ſind noch Korkſteine, Zementbeton, Gipsdielen u. ſ. w. mit mehr oder weniger Erfolg im Gebrauch [1]—[3].

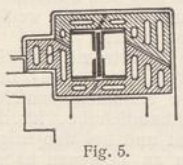


Fig. 5.

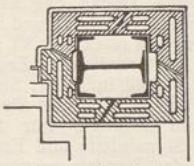


Fig. 6.

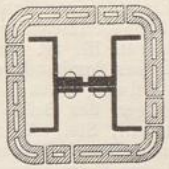


Fig. 4

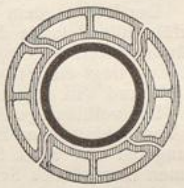


Fig. 3.

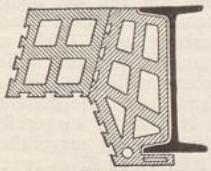


Fig. 7.

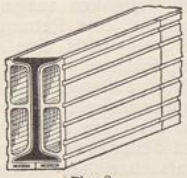


Fig. 8.



Fig 9.

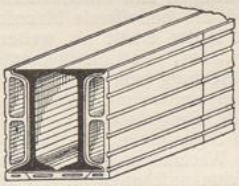


Fig. 10.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1893, Nr. 39 u. 40. — [2] Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen, Kommiſſionsbericht, erſtattet im Auftrage des Hamburger Senats, Hamburg 1895. — [3] Baukunde des Architekten, Berlin 1895, Bd. 1. — [4] Dümmler, K., Die Ziegel- und Tonwareninduſtrie in den Vereinigten Staaten, Halle a. S. 1894. — [5] Deutſche Bauztg. 1894, Nr. 39. — [6] The Brick Builder, Boſton, Jahrg. 1894 ff. — [7] Deutſche Töpfer- u. Zieglerztg. 1905, Nr 8, 10, 11 u. 13.

Dümmler.

Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen. Die Einrichtungen für Feuerſchutz und Feuerrettung ſind jetzt beinahe überall durch beſondere Landes-, Bezirks- und Lokalfeuerlöſchordnungen und ſonſtige feuerpolizeiliche Verordnungen geregelt, die Vorſchriften über die Bildung, Ausrüſtung und Einübung von Feuerwehren, über die erforderlichen Löſch- und Rettungsgeräte, über die Beſchaffung von Waſſervorräten, über das Verhalten bei Brandfällen und die Ordnung auf dem Brandplatz, über die Vorkehrungen gegen Feuersgefahr in Fabriken, Theatern, Schulhäuſern, Heilanſtalten, Zuchthäuſern u. ſ. w. und über die ſtaatliche Beaufſichtigung des Feuerlöſchweſens enthalten.

I. Organiſation und Ausrüſtung der Feuerwehr.

Die Feuerwehr iſt zur geordneten ſachgemäßen Unterdrückung von Schadenfeuern beſtimmt, militäriſch organiſiert, mit den erforderlichen perſönlichen Ausrüſtungsgegenſtänden verſehen und für dieſen ihren Dienſt eingeübt. Man unterſcheidet zwiſchen Berufsfeuerwehren, Pflichtfeuerwehren, freiwilligen und gemiſchten Feuerwehren. Die Berufsfeuerwehr iſt ein zum Löſchen von Schadenfeuern immer bereitſtehendes, in einem beſonderen Gebäude untergebrachtes, beſoldetes Löſchkorps. Die Pflichtfeuerwehr beſteht auf Grund der Feuerlöſchordnung, die jeden männlichen Einwohner vom achtzehnten bezw. zwanzigſten Lebensjahre an zum Löſchdienſt und zur Teilnahme an den hierfür vorgeſchriebenen Uebungen verpflichtet. Die Dauer der Verpflichtung hängt von der erforderlichen Mannſchaftszahl ab und erſtreckt ſich in kleinen Orten bis zum ſechzigſten Lebensjahre. Beſteht eine freiwillige Feuerwehr, die den geſamten Löſchdienſt zu leiſten bereit und befähigt iſt, ſo tritt ſie ganz an Stelle der Pflichtfeuerwehr. Eine aus freiwilligen und pflichtigen Abteilungen gebildete Feuerwehr iſt eine gemiſchte Feuerwehr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die Organiſation der Feuerwehren gibt nachſtehendes Beiſpiel für eine Gemeinde mit ca. 3000 Einwohnern ein Bild:

Stab: 1 Kommandant, 1 Stellvertreter des Kommandanten (zugleich Adjutant), 2 Horniſten.

I. Zug. Steiger, Retter und Schlauchleger: 1 Zugführer. 1. Sektion Steiger: 1 Sektionsführer, 16 Mann. 2. Sektion Retter: 1 Sektionsführer, 16 Mann. 3. Sektion Schlauchleger: 1 Sektionsführer, 16 Mann.

II. Zug. Mannſchaft zur Saugſpritze: 1 Zugführer, 1 Spritzenmeiſter, 1 Stellvertreter des Spritzenmeiſters, 20 Mann Pumpmannſchaft.

III. Zug. Ablöſungsmannſchaft zur Saugſpritze: 1 Zugführer, 20 Mann Pumpmannſchaft.

IV. Zug. Mannſchaft zur Spritze Nr. 2: 1 Zugführer, 1 Spritzenmeiſter, 1 Stellvertreter des Spritzenmeiſters, 20 Mann Pumpmannſchaft.

V. Zug. Ablöſungsmannſchaft zur Spritze Nr. 2: 1 Zugführer, 20 Mann Pumpmannſchaft.

VI. Zug. Wach- und Schutzmannſchaft: 1 Zugführer, 16 Mann.

VII. Zug. Hydrantenmannſchaft: 1 Zugführer, 20 Mann.

VIII. Zug. Waſſerträger (Buttenträger) und Schöpfer: 1 Zugführer, 20 Mann.

IX. Zug. Flüchtungsmannſchaft: 1 Zugführer, 20 Mann.

Der I. Zug, dem die Bauhandwerker zugeteilt ſind, beſorgt auch den Schlauch- und Rohrführerdienſt ſowie das Einreißen von Gebäudeteilen. Der IX. Zug hat die aus den bedrohten Gebäuden geretteten Gegenſtände fortzuſchaffen. Der Stab, der I., II. und III. Zug ſind uniformiert, der I. Zug trägt ein gelbes, der II., III., IV. und V. Zug ein rotes, der VI. und IX. Zug ein weißes, der VII. und VIII. Zug ein blaues Armband, je mit der betreffenden Zugsnummer.

Die vollſtändige Ausrüſtung eines Steigers beſteht in Helm, Steigergurte mit Gurtring und Vorrichtung zum Einhängen des Beiles und Seiles, Beil mit Beiltaſche, Steiger- oder Rettungsſeil mit zwei Seilhaken, Steigerlaterne und Schlinge. Für die Schlauchmannſchaft kommen hierzu noch Schlauchhalter, Holzhammer, Signalpfeife und Fauſthandſchuhe, für den Retter der Rettungsſack und eine Signalhuppe. Bei den Berufsfeuerwehren und bei denjenigen freiwilligen und Pflichtfeuerwehren, die freiſtehende mechaniſche Leitern zu bedienen haben, wird die betreffende Mannſchaft noch mit dem Gurthaken ausgerüſtet. Ein Teil der Steiger und Retter erhält als weitere perſönliche Ausrüſtung eine Rettungsbremſe und einen Rauchſchwamm, die Einreißmannſchaft an Stelle des Steigerbeils eine Zimmeraxt nebſt Taſche mit Vorrichtung zum Anſichhängen. Die Spritzenmannſchaften, Hydrantenmannſchaften und Waſſerträger werden mit Helm und mit Gurte ohne Ring, außerdem die Spritzenmeiſter mit Signalpfeife, Steigerlaterne und Holzhammer, die Hydrantenmänner mit Beil ſamt Taſche, Holzhammer und Signalpfeife, die Buttenträger mit einem an die Gurte angenähten Hinterleder ausgerüſtet. Die Wachmannſchaft trägt Helm oder Mütze und Seitengewehr bezw. Stab. Nicht ausgerüſtete Löſchmannſchaften müſſen mit einem Armband als Abzeichen verſehen ſein. Auch iſt es zweckmäßig, ſämtliche ausgerüſteten Feuerwehrabteilungen mit einem Armband, für jede Abteilung von beſonderer Farbe, auszurüſten. Horniſten und Trommler bekommen neben dem betreffenden Signalinſtrument Helm und Gurte als Ausrüſtung. Die ausgerüſteten Mannſchaften bedürfen auch eines Uniformrockes, und zwar eines zweireihigen Tuchrockes mit Hornknöpfen und liegendem Kragen. Die Chargierten tragen neben der vollen Steigerausrüſtung als beſondere Auszeichnung am beſten am Helm einen Roßhaarbuſch, deſſen Größe und Farbe für den Kommandanten und die Abteilungsführer verſchieden iſt, ferner am Uniformsrock Kragenſterne, Goldborten oder Achſelſtücke. Der Kommandant iſt mit einer doppeltönigen Signalhuppe, hier und da auch mit einem Sprachrohr verſehen.

Der Helm wird aus Meſſing, Leder, Filz, Weißblech, Stahlblech, neuerdings auch aus Aluminium gefertigt. Er erhält einen nach auswärts gebogenen ringsum laufenden Augen-, Ohren- und Nackenſchild, einen vom Nackenſchild bis gegen den Augenſchild über den Scheitel laufenden Kamm oder eine Raupe und iſt mit einem ledernen Sturmband und innen mit einem Lederfutter verſehen, muß überhaupt von ſolcher Form und ſo ſtark ſein, daß der Feuerwehrmann gegen Verletzungen durch herabfallende Gegenſtände möglichſt geſchützt iſt. Der Helm muß insbeſondere dem Druck mit den Daumen beider Hände vollſtändig widerſtehen und es ſoll der Meſſinghelm ſowie der Lederhelm, die, abgeſehen von dem noch nicht genügend erprobten Aluminiumhelm, vor denen aus anderm Material den Vorzug verdienen und von welchen der Meſſinghelm bei den ſüddeutſchen, der Lederhelm bei den norddeutſchen freiwilligen und Pflichtfeuerwehren und bei den Berufsfeuerwehren beinahe allgemein eingeführt iſt, erſterer ein Gewicht von mindeſtens 650 g, letzterer ein ſolches von mindeſtens 600 g haben. Auch ſoll bei aufgeſetztem Helm die Höhe des hohlen Zwiſchenraumes zwiſchen demſelben und dem Kopfe nicht unter 3 cm betragen. Mit Ausnahme des Meſſinghelms, der keines Anſtrichs bedarf, und vor allen andern voraushat, daß man den Feuerwehrmann auch bei Nacht von weitem wahrnehmen und im Falle einer ihm bevorſtehenden Gefahr raſch zurückrufen kann, erhalten ſowohl Metall- wie Lederhelme einen ſchwarzen Lackanſtrich. Der Helm des Berufsfeuerwehrmanns iſt mit einem gegen Regen und Wind ſchützenden Nackenleder verſehen.

Die Steigergurte ſoll mindeſtens 11 cm breit, aus guter Wolle dicht gewebt, mit Zwilch gefüttert und mit zwei Riemen nebſt Schnallen, zwei Ringen zum Einhängen des Steigerſeils, einem ſolchen zum Einhängen des Beils und einem Gurtring verſehen ſein. Riemen, Schnallen und Gurtring ſollen nicht allein am Gurtenzeug, ſondern außerdem noch an einem Beſatz von Kernleder befeſtigt ſein. Die Riemen und der Gurtringbeſatz erhalten noch eine Extrabefeſtigung durch Kupfernieten. Der Gurtring erhält 1 cm Dicke. Mittels des Gurtrings und der Gurte kann der Feuerwehrmann ſich an ſeinem Seil herablaſſen und mittels des in dem Gurtring hängenden Gurthakens kann der Steiger, auf der Leiter ſtehend, ſich ſo an eine Leiter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſproſſe hängen, daß er ſeine Arme frei bewegen und benutzen kann. Der Gurthaken oder Gurtkarabiner muß mindeſtens 18 cm lang und 14 mm dick ſein, eine verdeckte Feder mit der zum Schluß des Hakens erforderlichen Spannkraft ſowie Zahnſchluß haben, und es dürfen Scharnier und Schluß nur ſo tief eingeſchnitten ſein, daß die Wände noch ſtark genug ſind. Man hat Gurthaken verſchiedener Form, ſo den Berliner, den Leipziger, den Ulmer Gurthaken und andre. Der birnförmige Ulmer Gurthaken iſt am meiſten verbreitet. Gurte, Gurtring und Gurthaken ſind durch Anhängen eines Gewichts von 100 kg auf ihre Widerſtandsfähigkeit und Tragkraft zu prüfen. Man verwendet auch hänfene und lederne Gurte, die wollenen verdienen jedoch den Vorzug und ſind deshalb am meiſten verbreitet.

Das Steigerbeil beſteht im weſentlichen aus der ſogenannten Fläche und der Spitze. Beide müſſen gut angeſtählt ſein. Der aus hartem Holz beſtehende Stiel iſt durch angeſchraubte und eingeſetzte Federn zu befeſtigen. Das Beil ſoll nicht über $1\frac{1}{2}$ kg ſchwer ſein. Die aus ſtarkem Leder zu fertigende Beiltaſche muß dichten Verſchluß haben, ſo daß weder die Fläche noch die Spitze des Beils hervortreten kann.

Das Steigerfeil ſoll aus beſtem Hanf, 48fach gezwirnt, nicht unter 15 m lang, 9 mm dick, zur Schonung der Schlaufen mit Metallöſen verſehen und pro laufenden Meter mindeſtens 70 g ſchwer ſein. Es wird auf ſeine Tragfähigkeit geprüft, indem man an das nach ſeiner ganzen Länge aufgehängte Seil ein Gewicht von 50 kg hängt und dieſes 1,5 m hoch herabfallen läßt, wobei ſich das Seil höchſtens um 40 cm dehnen ſoll, ohne im übrigen eine Veränderung zu zeigen. An beiden Enden des Seils muß ſich je ein Seilſicherheits- oder Karabinerhaken von mindeſtens 12,5 cm Länge und 1 cm Dicke und im übrigen von derſelben Beſchaffenheit wie der Gurthaken (ſ. oben) befinden. — Die Steigerlaterne iſt entweder für Kerzen- oder für Oelbeleuchtung eingerichtet. Die für Kerzenbeleuchtung ohne Feder eingerichtete Laterne iſt vorzuziehen. Die Laterne muß einen Strahlenbrecher, ein Reſervekäſtchen haben, gegen Heißwerden oben durch einen Filzdeckel verwahrt und mit einer tauglichen Vorrichtung zum Einhängen in die Gurte verſehen ſein. — Die Seilſchlinge iſt 1,5 m lang, 8 mm dick und im übrigen ebenſo beſchaffen wie das Steigerfeil und hat an dem einen Ende einen Seilkarabiner, am andern einen ſtarken Ring. Mittels der Schlinge kann ſich der Feuerwehrmann im Notfall feſtbinden, um beide Arme frei zu haben, auch verwendet man ſie beim Retten von Effekten ſowie beim Mangel eines Schlauchhalters (ſ. unten) zum Anbinden des aufgezogenen Spritzenſchlauchs an die Leiter.

Der Schlauchhalter iſt aus Hanfgurtenzeug, 6 cm breit, mit Hafte und Haken zum Anfaſſen des Spritzenſchlauchs und mit einem um ſich ſelbſt drehbaren Haken zum Einhängen in die Leiterſproſſe verſehen. Die ganze Länge des Schlauchhalters beträgt mindeſtens 30 cm.

Das Armband wird am beſten aus Wolle gewebt, erhält eine Breite von mindeſtens 6 cm; als Grundfarben für die einzelnen Feuerwehrabteilungen empfehlen ſich Gelb, Rot, Blau und Weiß, welche Farben auch bei Nacht am meiſten hervortreten.

Zu der vorſtehend beſchriebenen perſönlichen Ausrüſtung kommen noch für beſondere Fälle:

Die Sicherheitslampe darf die Größe der gewöhnlichen Steigerlaterne der Feuerwehrmänner nicht weſentlich überſchreiten, muß in jedem erſtickend wirkenden oder explosibeln Gasgemenge annähernd ebenſo hell brennen, wie dies von den gewöhnlichen Steigerlaternen verlangt wird, abſolut exploſionsſicher ſein und gelöſcht werden können, ohne daß man ſie öffnet. Mit dem Beginn des Oeffnens muß ſie von ſelbſt erlöſchen; das Beleuchtungsmaterial muß derart gewählt ſein, daß die Lampe ſtets dienſtbereit bleibt und auch nach jahrelangem Stehenbleiben ſofort angezündet werden kann. (S. a. Nr. 50, Jahrg. 1883, und Nr. 16, Jahrg. 1884 der Deutſchen Feuerwehrzeitung.)

Der Feuerſchutzanzug. Mit demſelben kann der Feuerwehrmann in das Feuer eindringen und es bekämpfen, ohne unter der Hitze und dem Rauch zu leiden. Er wurde im Jahre 1876 von W. Oſtberg aus Schweden eingeführt und beſteht aus einem Anzug von Gummi, den der Feuerwehrmann, nachdem er zuvor doppelte dicke Winterkleidung angezogen, über dieſe ſtreift.

Der Rauchſchutzapparat dient zum Eindringen in mit Rauch und Qualm erfüllte Keller- und andre Räume und unterſcheidet ſich von den in Bergwerken zur Verwendung kommenden Atmungsapparaten (ſ. d.) nur dadurch, daß für den Feuerwehrmann ein kürzerer Aufenthalt in einem derartigen Raum in der Regel genügt, ſomit einfachere Konſtruktionen den Zweck erfüllen können. Der einfachſte, noch heute in den meiſten Fällen ſeinem Zwecke genügende Rauchapparat, der von Kühfuß, beſteht aus einer über den Kopf zu ziehenden Kappe von leichtem, mit einem Kautſchuküberzug gedichtetem Zeuge, die mit einem unten angeſetzten Kragen bis über die Schultern hinunterreicht und durch ein in der Halsgegend eingenähtes Gummiband dicht anſchließt. In der Augengegend ſind zwei Glasfenſter luftdicht in die Kappe eingeſetzt, die Mundgegend iſt erweitert und durch einen Kreuzſchnitt geöffnet, ſo daß hier ein Raum gebildet wird, in den man, nachdem die Kappe aufgeſetzt iſt, einen mit ſtarkem Eſſig getränkten Schwamm einſchiebt, der Mund- und Naſenöffnung vollſtändig bedeckt. Nachdem durch Zuknöpfen des Ausſchnittes der Haube der Schwamm verhindert wird, ſeine Lage zu ändern, iſt auch hier dem Eindringen von Rauch vorgebeugt und kann die zum Atmen nötige Luft nur durch den Schwamm zu Mund und Naſe gelangen. Zum Wiederanfeuchten des Schwammes wird eine mit Eſſig gefüllte Flaſche umgehängt. Im Innern der Kappe in der Mundgegend iſt das Mundſtück einer nach außen hindurchführenden Pfeife angebracht, ſo daß mit derſelben im Falle der Not Signale gegeben werden können. Dieſe Pfeife wurde ſpäter von Magirus in Ulm durch eine Gummiballpfeife erſetzt, um das Eindringen von Rauch durch die Pfeife in den Mund zu verhindern. Mit der Kühfußſchen Rauchkappe kann man ſich ohne Beläſtigung eine Viertelſtunde in einem mit Rauch und Qualm erfüllten Raume aufhalten. Bei dem Apparat Schultz befindet ſich in einem auf dem Rücken zu tragenden Blechkaſten außer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einem Vorrat atmosphärischer Luft ein Zylinder, der mit Kali getränkte Bimssteine behufs Entfernung der giftigen Kohlensäure aus der ausgeatmeten und zurück in den Kasten kehrenden Luft enthält. Die Luft wird durch Gummiröhren nach dem Munde geführt, nachdem sie vorher durch Oeffnung des Kastens mittels Vaterschraube eingeströmt ist. Die Augen sind durch eine Rauchbrille geschützt; ein Nasenklemmer verhindert das Einatmen des Rauches oder der Stickgase durch die Nase, da das Atmen bloß durch ein im Munde festzuhaltendes Mundstück geschieht, das mittels Ventilen und Schläuchen die Luftzirkulation zwischen Lunge und Apparat ermöglicht. — Die Stolzsche Rauchmaske besteht aus einer Gesichtsmaske von Messingblech. Die Maske schließt an das Gesicht mit einem Gummiring dicht an. Die Augen sind durch Metallgaze geschützt, die ungehindertes Sehen gestattet, die Ohren bleiben frei. Rechts und links sind in die Maske zwei Gummischläuche eingeführt, die sich auf dem Rücken des Feuerwehrmannes vereinigen. Durch diese Schläuche und den an sie anzuschraubenden Schlauch einer Spritze erfolgt mittels dieser die Luftzufuhr. Die Luft entweicht durch die vor den Augen befindliche Metallgaze und erhält zugleich das Gesicht kühl.

Von der großen Zahl bekannter Rauchschutzapparate des einen oder andern dieser drei Systeme sind noch außerdem besonders zu erwähnen diejenigen von L. v. Bremen & Cie. in Kiel, Hönig in Köln, König in Altona, Löb in Berlin, Magirus in Ulm, Runge & Stude in Bremen-Berlin, Schmahl (Firma Lieb) in Biberach a. d. R., Reichel in Altona, Giersberg in Berlin. Ausführliche Mitteilungen über Rauchschutzapparate s. Deutsche Feuerwehrzeitung, Jahrg. 1902, Nr. 32—43.

II. Feuermeldung und Alarmierung der Feuerwehr.

Zur selbsttätigen Anzeige des Ausbruchs eines Schadenfeuers in abgeschlossenen Räumen, zur Alarmierung der Feuerwehr und Löschmannschaft einer geschlossenen Gemeinde, und zwar a) bei einem Brandfall in dieser selbst, b) bei einem auswärtigen Brandfall zur Alarmierung der Feuerwehr einer zerstreuten Gemeinde und zur Herbeirufung auswärtiger Hilfsmannschaften bedient man sich besonderer Alarmvorrichtungen.

1. Die **Apparate zur selbsttätigen Anzeige** des Ausbruchs eines Schadenfeuers in abgeschlossenen Räumen treten in Wirksamkeit, sobald die Erwärmung der Luft in dem betreffenden Raum durch den daselbst entstandenen Brand eine zum voraus bestimmte Höhe erreicht hat, und deren Verwendung ist überall da angezeigt, wo wegen der Feuergefährlichkeit der zur Verarbeitung kommenden Materialien, wegen Aufbewahrung und Lagerung solcher oder aus irgend einem andern Grunde die Möglichkeit des Ausbruchs eines Schadenfeuers nahe liegt. Unter den zur Verwendung kommenden Apparaten sind hervorzuheben:

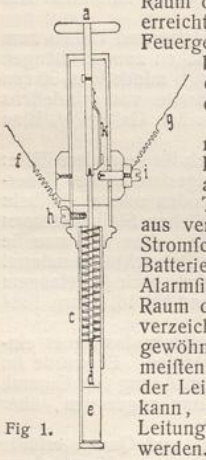


Fig 1.

Automatischer Feuermeldeapparat für abgeschlossene Räume nach C. R. Heinrichs Patent, ausgeführt von Oskar Schöppe in Leipzig. Dieser Apparat beruht auf dem Prinzip der Metallthermometer und wird an der Decke des zu schützenden Raumes angebracht. Bei entsprechender Temperatursteigerung innerhalb des letzteren bewirkt die Ausdehnung der aus verschiedenen Metallen zusammengesetzten Metallspirale oder Platte den Stromschluß einer mit dem Apparat durch Drahtleitung verbundenen galvanischen Batterie, worauf unmittelbar an einer beliebig weit davon entfernten Stelle ein Alarmsignal ertönt und bei ausgedehnten Anlagen gleichzeitig der gefährdete Raum durch das Sichtbarwerden einer Bezeichnung an dem aufgestellten Nummerverzeichnis angezeigt wird. Der Feuermelder wird entweder — den Tasten einer gewöhnlichen Zimmertelegraphenleitung ähnlich — eingeschaltet, was für die meisten Fälle genügen wird und wobei durch besondere an geeigneten Stellen der Leitung angebrachte Tasten dieselbe auf ihre Beschaffenheit geprüft werden kann, oder es wird eine solche Anlage mit Ruhestrom eingerichtet, wobei die Leitungen sich selbst kontrollieren und Mängel in denselben selbsttätig angezeigt werden.

Thermoskop oder Wärmemelder von C. und E. Fein in Stuttgart. In der Röhre *c*, deren unteres Ende zur Hälfte ausgeschnitten ist, bewegt sich ein Metallkolben *d* auf und nieder, der durch eine Spiralfeder fortwährend nach unten gedrückt wird, sich jedoch durch den mit einer Führungsstange versehenen Knopf *a* in die Höhe ziehen läßt, so daß ein Zylinder *e* in den aufgeschnittenen Teil der Röhre *c* eingelegt werden kann (Fig. 1). Derselbe wird aus einem Material hergestellt, dessen Schmelzpunkt der Temperatur entspricht, bei welcher der Apparat in Tätigkeit kommen soll. Zur zeitigen Entdeckung eines ausbrechenden Schadenfeuers wird derselbe in dem zu schützenden Raum aufgehängt und durch die beiden an die Schrauben *h* und *i* befestigten Leitungsdrähte *f* und *g* mit der galvanischen Batterie und der Alarmglocke verbunden, welch letztere an einem bewohnten Orte untergebracht wird. Schmilzt infolge einer entstehenden Feuersbrunst bei dem Apparat der Zylinder *e*, so drückt die Spiralfeder den Kolben *d* herab, die an der Führungsstange angebrachte Kontaktfeder *k* kommt mit der Schraube *i* in Berührung und bewirkt dadurch den Stromschluß, womit die Alarmglocke alsbald in Tätigkeit versetzt wird. — Schließlich ist noch einer Einrichtung Erwähnung zu tun, die der Fabrikbesitzer L. M. Kleinefeld in Genf in seinen Fabrik- und Bureauräumen getroffen hat und die jeder, der im Besitz einer elektrischen Klingel ist, selbst herstellen kann. Durch die genannten Räume sind an der Decke dünne mit Wachs getränkte Fäden gezogen, die eine in den Stromkreis einer elektrischen Leitung eingeschaltete Kontaktfeder in solcher Stellung festhalten, daß die mit einer Alarmglocke verbundene Leitung unterbrochen ist. Die Fäden sind in den Räumen so verteilt, daß sie bei entstehendem Brande leicht von den Flammen ergriffen werden und durchbrennen. Sobald ein Faden abgebrannt ist, wird die Kontaktfeder aus ihrer Spannung befreit und stellt die elektrische

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verbindung der getrennten Teile der Leitung her, ſo daß der Strom von der Batterie zu der Alarmglocke gelangt und dieſe den Brand meldet.

Feueralarmapparat für Theater von der Firma Schwabe & Cie. in Berlin. Der Apparat wird an der elektriſchen Lichtleitung angeſchloſſen. Er beſteht aus einer Glühlampe und einer kleinen Sirene, die dadurch in Tätigkeit geſetzt wird, daß ein ſehr dünner Draht, im Nebenſchluß der Lampenzuleitung angeordnet, beim Einſchalten des Stromes reißt, den durch ein Gewicht beſchwerten Bolzen zuſammendrückt und die darunter befindliche Sirene oder ein andres Schallinſtrument in Funktion tritt.

Feueralarm- und Kontrollanlage der Firma Zettler, G. m. b. H. in München, für Fabriken, Warenhäuſer, Bankhäuſer, Theater, Heilanſtalten u. ſ. w. Die Anlage beſteht im weſentlichen aus einem regiſtrierenden Kontrollapparat, Kontrolluhr genannt, einer Normaluhr, den kombinierten Kontroll- und Alarmtaſtern, einem Alarmtableau mit Alarmwecker und einer Kontroll- und Alarmbatterie. Die Kontrolluhr hat ein Laufwerk, deſſen Windflügel durch eine Sperrvorrichtung gehalten wird. Alle Minuten ſchaltet die Normaluhr einen Elektromagneten in der Kontrolluhr unter Strom, ſo daß dieſer einen den Sperrhebel tragenden Anker anzieht und ſo das Laufwerk auslöſt. Durch dieſes wird ein Papierſtreifen, auf dem die Zeit durch Linien angegeben iſt, bewegt. Für jeden Kontrollpunkt iſt in der Kontrolluhr ein Elektromagnet angeordnet, vor dem ein Weicheiſenanker ſo gelagert iſt, daß beim Anziehen desſelben ein Hammer eine Stahlnadel in den Papierſtreifen ſchlägt, die ſofort durch eine Feder wieder von ihm weggezogen wird. Die Kontrolluhr iſt noch mit einer Weckeinrichtung ausgerüſtet, für die der eingebaute Zweiſtunden- und der Zehnminutenkontakt gehört. Erſterer löſt alle 2 Stunden eine Klappe aus, durch deren Fall ein Läutwerk eingeſchaltet wird. Dasſelbe weckt die Wächter und zeigt ihnen an, daß die Zeit zum Kontrollgang iſt. Der Zehnminutenkontakt dient dazu, einen Wächter zu kontrollieren, der einen Raum ſtändig zu bewachen hat. Die Kontroll- und Alarmkontakte, welche in die einzelnen zu kontrollierenden Räume verteilt ſind, ſind in mit einem Glasdeckel verſchloſſene Käſtchen eingebaut. Ueber dem Glasdeckel hängt ein Hebel mit dickem Knopf. Soll von einer Kontrollſtelle aus auf dem Papierſtreifen in der Kontrolluhr die Markierung vorgenommen werden, ſo iſt in das Loch, das ſich am Käſtchen befindet, ein Steckſchlüſſel einzudrücken und der Hebel etwas von der Glasſcheibe wegzuziehen. Hierdurch wird der Stromkreis des Elektromagneten für den betreffenden Kontrollpunkt geſchloſſen und die Markiernadel in den Papierſtreifen eingeſchlagen. Um zu alarmieren iſt es nur nötig, mit der Hand feſt auf den Knopf des Hebels zu ſchlagen, ſo daß die Glasſcheibe bricht. Dadurch legt ſich der Hebel etwas nach innen und der Alarmſtromkreis wird geſchloſſen. Im Alarmtableau fällt dann die den betreffenden Alarmtaſter bezeichnende Klappe. Mit deren Fallen wird ein zweiter Stromkreis geſchloſſen, der ein Alarmwerk zum Ertönen bringt. Zum Betrieb der Anlage bedarf es einer entſprechend großen Batterie. Bei Anlagen in Gebäuden, in denen Starkſtrom zur Verfügung ſteht, werden Akkumulatoren zur Stromabgabe verwendet.

Die neueſte Erfindung iſt das Autopyrophon des däniſchen Phyſikers Hilkier. Der Apparat iſt etwa 10 cm hoch und 5 cm breit; er wird in den einzelnen Räumen eines Gebäudes angebracht und mit einem elektriſchen Läutwerk verbunden. In eine hufeiſenförmige Glasröhre, die mit Queckſilber gefüllt iſt, ſind zwei Platindrähte eingelaſſen. Auf dem Queckſilberniveau ſchwimmen zwei Aethertropfen. Während der eine Schenkel der Glasröhre mit einer Wärmeſchutzmaſſe umgeben iſt, ſo daß er gegen plötzliche Temperaturwechſel in der Umgebung unempfindlich iſt, iſt der andre Glasſchenkel ganz frei. Bei der geringſten plötzlichen Temperaturerhöhung dehnt ſich der Aether in ihm aus und drückt das Queckſilber aus dem andern Schenkel zum Teil heraus. Hierdurch wird der Strom plötzlich unterbrochen und infolgedeſſen das Läutwerk in Tätigkeit geſetzt.

2 a. **Die Feuermeldung und die Alarmierung der Feuerwehr und Löſchmannſchaft in geſchloſſenen Gemeinden bei Brandfällen im Ort ſelbſt** geſchieht überall durch Anſchlagen der Kirchenglocken und durch Hornſignale, außerdem teilweiſe auch noch durch Abfeuern einer oder mehrerer Kanonen, die namentlich in früheren Reichsſtädten noch vorhanden ſind. In Städten, in denen Turmwachen beſtehen, bezeichnet der Turmwächter den Stadtteil, in dem es brennt, dadurch, daß er die hierfür feſtgeſetzte Zahl Glockenſchläge kurz nacheinander gibt und dies in entſprechenden Pauſen wiederholt, auch die Richtung der Brandſtätte bei Tag durch eine Fahne, bei Nacht durch eine Laterne angibt. In größeren Städten ſind die Turmwächter außerdem mit beſonderen Apparaten zur genaueren Feſtſtellung der Brandſtätte ausgerüſtet. Alle dieſe Einrichtungen genügen jedoch nicht zur ſofortigen Meldung eines Schadenfeuers und möglichſt ſchneller Alarmierung der Feuerwehr, was beides Vorbedingung für die Unterdrückung eines Schadenfeuers im Entſtehen bezw. für die rechtzeitige Verhinderung größerer Ausbreitung eines ſolchen iſt.

Man benutzt deshalb ſeit der allgemeinen Einführung des Telegraphen dieſen zur Erreichung des fraglichen Zweckes, ſowie zur Kontrollierung der Wachſamkeit der Turmwächter bei Tag und Nacht, und errichtet beſondere Feuertelegraphen. Ein ſolcher beſteht aus einer Melde- und einer Alarmvorrichtung. Für die Meldeeinrichtung befindet ſich auf der Zentralſtation des Feuertelegraphen ein Morſe-Apparat — Morſe-Taſter und Farbſchreiber —, ein Weckerläutewerk nebſt Trittumſchalter, ein beſonderer Taſter für das zum Feuermelder abzugebende „Verſtanden"-Zeichen, eine Tafel, worauf die Nummern der in der Stadt verteilten automatiſchen Feuermelder, die Zeichen, die ſie bei einer Feuermeldung auf dem Farbſchreiber der Zentralſtation abgeben, ſowie der Ort des betreffenden Feuermelders erſichtlich ſind, ſodann ein Telephon mit ſelbſtwirkender Umſchaltung zur mündlichen Korreſpondenz mit der am Feuermelder tätigen Perſon, ferner ein Galvanometer zur Unterſuchung der die Feuermelder mit den Zentralſtationsapparaten verbindenden Telegraphenleitungen, und ſchließlich ein Kontrollapparat nebſt Taſter und Leitung, durch den der Turmwächter darüber kontrolliert werden kann, ob er die vorgeſchriebenen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umgänge macht. Die Feuermelder, die in auch bei Nacht leicht zugänglichen Häusern im unteren Flur untergebracht und neuerdings in noch viel zweckentsprechenderer Weise im Freien an Straßenecken als Signalkästen aufgestellt sind, enthalten ein Laufwerk mit Gewicht, ein Kontakträdchen mit Feder, einen Taster und ein Galvanoskop, das den Empfang der Feuermeldung seitens der Zentralstation anzeigt, sowie ein Telephon zur mündlichen Korrespondenz der des Telegraphierens nicht kundigen Feuermeldenden mit der Zentralstation. Bei einer Feuermeldung mittels des Feuermelders wird nach Oeffnen des Kästchens, in dem sich der Apparat befindet, durch einfaches Ziehen an einem Griff, Drücken an einem Knopf oder Umdrehen einer Kurbel das Laufwerk und durch dieses das an seiner Peripherie mit Einkerbungen versehene Kontakträdchen in Umdrehung versetzt, der elektrische Strom wird, je nachdem er Ruhe- oder Arbeitsstrom ist (ersterer ist vorzuziehen), unterbrochen oder geschlossen, und es erscheint auf dem Farbschreiber der Zentralstation das der Einkerbung am Kontakträdchen entsprechende Zeichen. Gleichzeitig ertönt das Läutewerk auf der Zentralstation, damit die Meldung nicht überhört wird. Jeder Feuermelder an ein und derselben Meldelinie muß wieder ein andres Zeichen abgeben, das zugehörige Kontakträdchen also eine dieses Zeichen hervorbringende Einkerbung haben.

Zur Korrespondenz zwischen dem Feuermeldenden vom Feuermelder aus und der Zentralstation verwendet man auch tragbare Telephone, bei denen Geber und Empfänger nebst einer elektrischen Klingel in einen kleinen Behälter eingeschlossen sind, und die in erster Linie den patrouillierenden Schutzmännern zur Hand gegeben werden. Zu den bis jetzt beschriebenen Feuermeldeeinrichtungen kommt in Städten mit Berufsfeuerwehr noch eine besondere Fernsprecheinrichtung zum Verkehr mit der Zentralstation. Für die Alarmvorrichtung, die in Städten, die nur eine Berufsfeuerwehr haben, wegfällt, in den andern Städten zum Wecken der Feuerwehroffiziere, der Feuerwehrhornisten und der bei Feuersbrünsten beteiligten Behörden sowie zum Alarmieren der gesamten Feuerwehr und Löschmannschaft dient, befindet sich auf der Zentralstation ein Magnetinduktor nebst Umschalter und mehrfachem Taster nebst einem Kontrolläutewerk. In den Wohnungen der eben genannten Beamten, Feuerwehroffiziere und Hornisten sind Alarmglocken angebracht, die mit den zugehörigen Apparaten auf der Zentralstation durch Telegraphenleitungen — die Weckerlinien — verbunden sind.

Zum mündlichen Verkehr der Beamten und Feuerwehroffiziere mit der Zentralstation werden dieselben noch mit Telephonapparaten versehen. Zur Alarmierung der Feuerwehr gehören sodann, außer dem Herausblasen der Hornisten und dem Anschlagen der Kirchenglocken seitens der Turmwächter, auf die Glockentürme ohne Wächter besondere, von der Zentralstation aus in Tätigkeit zu setzende Anschlagewerke.

In den Städten, welche Alarmkanonen haben, geht zu diesen eine Telegraphenleitung von der Zentralstation, so zwar, daß sie von hier aus sofort abgefeuert werden können. Schließlich verwendet man noch zur Alarmierung in den von den Kirchtürmen weit entfernten Stadtteilen auf der Straße aufgestellte größere elektrische Läutewerke. Sowohl für die Melde- als auch für die Alarmeinrichtungen befinden sich die erforderlichen aus Meidinger Ballonelementen bestehenden Batterien auf der Zentralstation.

2b. Wird **von einer Nachbargemeinde Brandhilfe verlangt,** so geschieht die Alarmierung der für den auswärtigen Dienst bestimmten Feuerwehrabteilung wie bei Brandfällen im Ort selbst durch Hornsignale und außerdem durch Läuten oder Anschlagen einer kleineren Glocke bezw. beim Vorhandensein nur einer Glocke durch Läuten in Absätzen. Selbstverständlich kann in Städten mit Feuertelegrapheneinrichtung jeder Feuerwehrmann mit einer in seinem Hause angebrachten Alarmglocke geweckt werden, wenn der öftere Personen- und Wohnungswechsel kein Hindernis bildet.

3. In den zerstreuten, außer einer kleinen zusammenhängenden Muttergemeinde aus einer großen Anzahl weit auseinander liegender Einzelhöfen bestehenden sogenannten **Einödgemeinden** hat es bis auf die neuere Zeit überall an einer zweckentsprechenden Einrichtung zur Alarmierung und rechtzeitigen Sammlung der Löschmannschaft gefehlt, weil man von alters her zähe daran festhielt, es könne in derartigen Gemeinden eine solche Einrichtung unmöglich durchgeführt werden. Man war und ist ebendeshalb noch heute mit wenigen Ausnahmen daran gewöhnt, ein in Brand geratenes Anwesen einfach abbrennen und es dem Zufall zu überlassen, ob das Feuer von den Bewohnern benachbarter Parzellen wahrgenommen werde und Hilfe erscheine oder nicht. Für die sehr parzellierten Bezirke des württembergischen Oberlandes wurde schon im Jahre 1874 gelegentlich einer Visitation der Feuerlöscheinrichtungen und Kenntnisnahme von den örtlichen Verhältnissen seitens des Landesfeuerlöschinspektors die Einführung von Huppensignalen und die Anschaffung weit tönender Huppen, wie solche damals bereits bei der badischen Eisenbahn eingeführt waren, angeregt, wobei die Abgabe der Huppen in den zerstreuten Gemeinden an die Besitzer geeigneter Wohnplätze mit der Verpflichtung beantragt war, dieselben nur bei Brandfällen zu benutzen, sich beim Ausbruch eines Brandes sofort auf die nächstgelegene Höhe zu begeben und von dort aus die Bewohner der benachbarten Parzellen bezw. die Löschmannschaft zu alarmieren. Der Anregung wurde nach und nach in den betreffenden Gemeinden Folge geleistet, und die Einrichtung hat sich bei Brandfällen durchaus bewährt.

4. Die **Herbeirufung auswärtiger Hilfsmannschaften** geschieht noch heute in der Regel durch Absendung reitender oder fahrender Boten in die Orte, die Brandhilfe zu leisten haben. Den Boten werden in Vorrat gehaltene Brandkarten mitgegeben, welche die Inschrift „Brandhilfe“ und den Ortsstempel tragen und welche die Boten den Ortsvorständen der betreffenden Gemeinden einzuhändigen haben, worauf diese Ortsvorstände die für den auswärtigen Löschdienst bestimmten Feuerwehr- und Löschmannschaftsabteilungen in der in 2b. angegebenen Weise alarmieren lassen und mit den erforderlichen Geräten in der vorgeschriebenen Weise absenden. In Orten, die telegraphisch verbunden sind, hat man vor dreißig Jahren begonnen, den Tele-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

graphen zur Herbeiführung auswärtiger Hilfsmannschaften zu benutzen. Auf Andringen der Feuerwehren wurden damals von Baden und Württemberg diesbezügliche Verfügungen erlassen. Es bestand aber immer noch der Uebelstand, daß bei Brandfällen zur Nachtzeit bei denjenigen Stationen, die keinen Nachtdienst haben, der Telegraph nicht benutzt werden konnte; deshalb wurde von beteiligter Seite im Jahre 1877 in Württemberg an die K. Telegraphenverwaltung das Ansinnen gestellt, auf den in den Bezirksorten bestehenden Telegraphenstationen, die keinen Nachtdienst haben, zu dem genannten Zwecke Lärmapparate anbringen zu lassen. Damals wurde dahin entschieden, daß sich gegen eine solche Einrichtung ganz wesentliche technische Bedenken ergeben und daß daher die Telegraphenverwaltung die beantragte Anbringung von Alarmvorrichtungen auf Telegraphenstationen ohne Nachtdienst ablehnen müsse, wobei zugleich auf in Bayern, Preußen und der Schweiz über die dortigen Einrichtungen eingeholte Erkundigungen Bezug genommen war. Nachdem aber Ende des Jahres 1883 die Reichstelegraphenverwaltung mit der Einrichtung von Unfallmeldestellen in einzelnen preußischen Provinzen vorangegangen war, wurde am 13. November 1886 auch vom württembergischen Ministerium der auswärtigen Angelegenheiten, Abteilung für Verkehrsanstalten, eine erneute Bekanntmachung erlassen. Vom K. Ministerium des Innern wurde sodann den betreffenden Gemeinden des Landes dringend empfohlen, die Erstellung solcher Unfallmeldeeinrichtungen zu beantragen, und zugleich darauf aufmerksam gemacht, daß die Zentralkasse für Förderung des Feuerlöschwesens ein Drittel des Aufwandes übernehme. Die Unfallmeldeeinrichtungen bestehen einfach darin, daß im Schlafzimmer der betreffenden Telegraphenbeamten elektrische Läutewerke angebracht sind, die für den Tagesdienst ausgeschaltet werden können. Jetzt haben in Württemberg schon in vielen Oberamtsbezirken die meisten Gemeinden Telegraphenleitungen mit Telephonbetrieb und Unfallmeldestelle, und wenn die Verbreitung dieser höchst wertvollen und wohltätigen Einrichtung entsprechend fortschreitet, so wird das Institut der Feuerreiter und Feuerboten in nicht zu ferner Zeit ganz eingegangen sein. Seit 1903 trägt die K. Postkasse die Einrichtungskosten ganz.

Als Beispiel über die Beschaffenheit der neuen Feuermeldeapparate zur Alarmierung der Feuerwehr diene die Beschreibung desjenigen von Siemens & Halske A.-G. Diese Firma hat bei der Konstruktion ihrer Feuermelder besonders dafür gesorgt, daß durch plötzlichen Temperaturwechsel und damit verbundene Kondensation der Luftfeuchtigkeit an dem Uhrwerk und den leitenden Teilen auftretende Störungen vermieden werden. Sämtliche Leitungen und Zubehörteile sind auf einer gegen Feuchtigkeit geschützten Holzkonstruktion montiert und derartig in dem eisernen Schutzkasten angebracht, daß dieselbe auf allen Seiten von einer isolierenden Luftschicht umgeben ist. In ähnlicher Weise ist das Meldewerk, das noch durch ein besonderes Gehäuse gegen eindringenden Staub geschützt ist, befestigt. Bei plötzlich eintretendem Temperaturwechsel kondensiert die Feuchtigkeit der Luft und schlägt sich an den inneren Wänden des Schutzkastens nieder, ohne die Meldeeinrichtung selbst zu beeinflussen. Eine leichte und rasche Auswechselbarkeit der letzteren und der gesamten Montage wird dadurch ermöglicht, daß die äußere Leitung durch Einfügen eines Stöpsels zwischen zwei auf der Rückseite befindliche Klemmen kurzgeschlossen wird und man durch das Lösen zweier Schrauben das Meldewerk und durch Zurückschieben von zwei an der Bodenplatte angebrachten Riegeln die gesamte Montage herausnehmen kann. Eine weitere Neuerung ist, daß mit nur einem Meldewerk Feuer- und Unfallmeldungen abgegeben werden können, indem die Tür in zwei Felder geteilt ist und zwei Zuggriffe enthält, während das Meldewerk mit zwei verschiedenen Typenrädern versehen ist. Beim Ziehen eines der beiden Griffe wird der Melder ausgelöst und gleichzeitig ein Umschalter betätigt, durch den das zugehörige Typenrad in den Leitungskreis geschaltet wird. (Aus einem Vortrag des Herrn Oberingenieur Grebel in Berlin auf dem internationalen Feuerwehrkongreß daselbst.)

Noch sind schließlich zu erwähnen das neue Feuermeldesystem von Mix & Genest, A.-G. in Berlin (s. Deutsche Feuerwehrztg., Stuttgart 1901, Nr. 8 ff.) und der Feuermelder der Firma Schöppe in Leipzig, (s. „Feuerspritze", Leipzig, Nr. 11 u. 12).

III. Feuerspritzen nebst Zubehörteilen; chemische Feuerlöschmittel.

Handfeuerspritzen. Um ein Schadenfeuer im Entstehen unterdrücken zu können, bedient man sich der Handfeuerspritzen — Krückenspritzen mit und ohne Windkessel, ein- und zweizylindrigen Buttenspritzen u. s. w. —; die letzteren verdienen den Vorzug, weil ein Wasserbehälter schon damit verbunden ist. Den Besitzern größerer gewerblicher Betriebe sowie den Besitzern von Anstalten, in denen viele Personen untergebracht sind, kann die Bereithaltung von Handfeuerspritzen gesetzlich auferlegt werden. Zu den Handfeuerspritzen ist auch der Handfeuerlöscher, ein sehr praktisches Geräte, zu rechnen. Er besteht aus einem 10 l haltenden, den Koksfüllern ähnlichen Gefäß aus Zinkblech, seitwärts mit einer verschließbaren Oeffnung zum Füllen mit Wasser und oben mit einem breiten engen Schlitz versehen. An beiden Handgriffen gefaßt, in geneigte Lage gebracht und dann kräftig geschwungen, kann mit dem Apparat mehrmals ein wirksamer Wasserstrahl auf das Feuer geworfen werden.

Fahrfeuerspritzen mit Handbetrieb. Dieselben sind entweder sogenannte Kastenspritzen, bei denen das Wasser zum Löschen durch Mannschaft oder Fuhrwerk zu dem Kasten, in den das Pumpwerk eingesetzt ist, herbeigeschafft werden muß, oder Spritzen mit Saugvorrichtung zur direkten Entnahme aus einem Flusse, Feuersee oder sonst vorhandenen Wasserbehälter. Auch die Saugfeuerspritzen sind in der Regel mit einem Wasserkasten versehen, so zwar, daß es nur der Drehung eines Hahns bedarf, um entweder direkt mittels des Saugwerks oder aus dem Wasserkasten spritzen zu können. Mit Ausnahme der alten Stoßspritzen, denen noch der Windkessel mangelt, haben alle Feuerspritzen ununterbrochenen Strahl und sind entweder ein- oder zweistrahlig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die älteren Spritzen haben noch das Stand- und Wendrohr, während bei den neueren die Ausgüſſe mit Gewinden zum Anſchrauben von Schläuchen verſehen ſind. Das Pumpwerk beſteht aus den Zylindern *a a*, den Kolben nebſt Kolbenſtangen *b b*, den Gurgelröhren *c c*, Saugventilen *d d*, den Druckventilen *e e*, dem Windkeſſel *f*, dem Ausgußrohr *g* und dem Druckhebel *h* (Fig. 2 und 3), wozu bei den Saugfeuerſpritzen noch das mit einem Gewinde zum Anſchrauben eines Saugſchlauchs verſehene Saugrohr *i* (Fig. 3) kommt. Die Kolben haben Lederfilz- oder Hanfdichtung oder ſie ſind eingeſchliffene

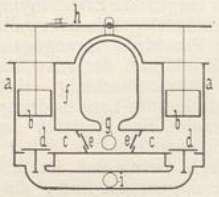


Fig. 3.

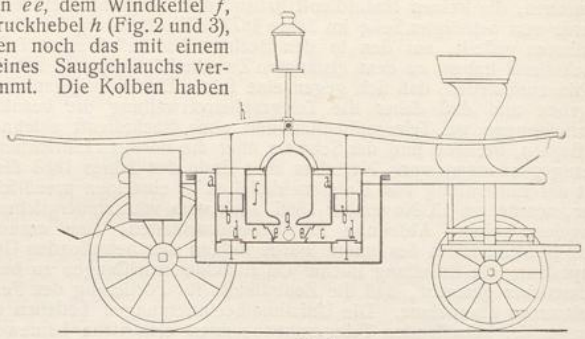


Fig. 2.

Kolben aus Bronze. Zylinder, Gurgelröhren, Saug- und Ausgußröhren beſtehen in der Regel aus Meſſing, der Windkeſſel aus Kupfer. Die Ventile aus Bronze ſind teils Klappen- teils Kegelventile, hier und da auch Kugelventile und in dieſem Falle von Gummi. Die Feuerſpritzen

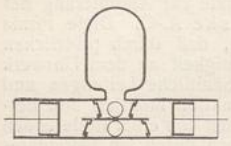


Fig. 4.

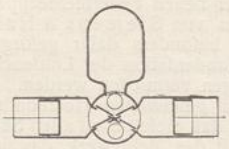


Fig. 5.

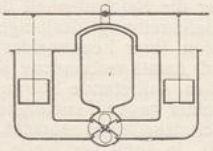


Fig. 6.

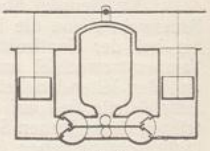


Fig. 7.

älterer Konſtruktion haben den Nachteil, daß das ganze Werk demontiert werden muß, um in das Innere, namentlich aber zu den Ventilen gelangen zu können: die neueren Spritzen ſind mit leicht zugänglichen und leicht herausnehmbaren Ventilen verſehen. Ein weiterer Fortſchritt iſt die Anbringung eines Windkeſſels auf dem Saugrohr, wodurch Stöße beim Anſaugen vermieden werden. Fig 2 und 3 zeigen ſtehende Zylinder und ſchwer zugängliche, nicht herausnehmbare Ventile; die Saugventile ſind Kegelventile, die Druckventile Klappenventile. Fig. 4 hat liegende Zylinder mit vier ſchwer zugänglichen Klappenventilen, Fig. 5 ebenfalls liegende Zylinder und vier Klappenventile; letztere ſitzen jedoch hier in einem Bolzen, dem ſogenannten Ventilkonus, der mittels Löſung einer oder zweier Schrauben ſamt den Ventilen leicht und ohne Zeitverluſt herausgenommen werden kann. Die Konſtruktion Fig. 6 iſt von derjenigen Fig. 5 nur dadurch unterſchieden, daß ſie ſtehende Zylinder hat. Um den ſich hierbei ergebenden größeren ſchädlichen Raum zu vermeiden, baut man auch Spritzen mit zwei Ventilkonuſſen, wie Fig. 7. In Fig. 8 iſt eine Feuerſpritze mit ſchräg ſtehenden Zylindern und Ventilkonus im Querſchnitt dargeſtellt. Fig. 9 hat ſtehende Zylinder und vier Kegelventile, die durch Abſchrauben eines bezw. zweier Deckel leicht zugänglich ſind. Noch ſind unter den mannigfachen Spritzenkonſtruktionen hervorzuheben: eine doppelt wirkende Saugfeuerſpritze mit ſtehendem Zylinder und Kugelventilen (Fig. 10) und eine doppelt wirkende Saugfeuerſpritze mit liegendem Zylinder und Kegelventilen (Fig. 11).

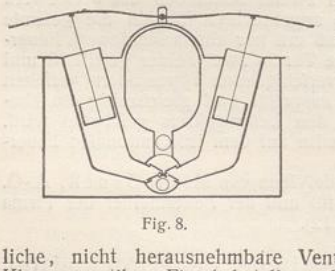


Fig. 8.

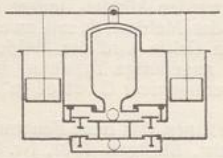


Fig. 9.

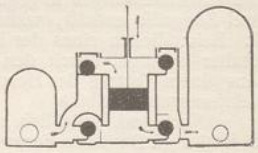


Fig. 10.

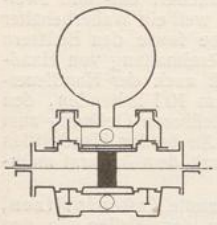


Fig. 11.

Die **Abprotzſpritzen** haben dieſelbe Konſtruktion wie die gewöhnlichen Fahrfeuerſpritzen, ſind jedoch nicht mit einem vierrädrigen Wagen feſt verbunden, ſondern ſtehen auf einem Schlitten und werden mit dieſem auf einem mit Handdeichſel verſehenen Karren von der Mannſchaft zum Uebungsplatz bezw. zur Brandſtätte gefahren und hier von dem Karren abgenommen, d. h. „abgeprotzt“, und auf den Boden geſtellt (Fig. 12). Vorn am Schlitten befindet ſich die Protzkette, mittels der die Spritze an den an der Deichſel angebrachten Haken gehängt wird,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und hinten an der Spritze hängt an einer Kette ein Bolzen — der Protznagel —, der, ſo lange die Spritze auf dem Karren ruht, durch den Schlitten und durch den Boden des Karrens geſteckt iſt. Außerdem iſt der Schlitten vorn und hinten mit je zwei Handgriffen verſehen. Der Schlitten ermöglicht, daß die Spritze in abgeprotztem Zuſtande von nur zwei Mann leicht auf eine andre Stelle geſchleift werden kann, was ja bei Brandfällen häufig notwendig wird. Zur Bedienung der Abprotzſpritze wählt man jüngere, kräftige und gewandte Mannſchaft und kleinere Leute, erſtere, weil ſie das Ab- und Aufprotzen beſſer fertig bringt als ältere Mannſchaft, und kleinere Leute, weil ſie die Bewegung beim Pumpen leichter ausführen können und hierbei weniger ermüden wie große Leute. Der höchſte Angriffspunkt *a* der Druckſtangen und der tiefſte Angriffspunkt *b* derſelben (ſ. Fig. 12) liegen nämlich bei der während der Arbeit direkt auf dem Boden ruhenden Abprotzſpritze weſentlich tiefer als bei der mit vierrädrigem Wagen feſt verbundenen Fahrfeuerſpritze, ſo daß alſo die Mannſchaft nicht ſo hoch hinaufzureichen hat,

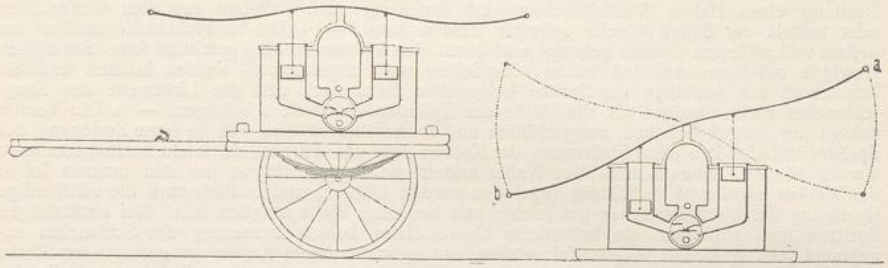


Fig. 12.

ſich aber tiefer bücken muß. Zum Abprotzen bedarf man vier Mann, die von 1 bis 4 numeriert werden. Nr. 1 ergreift die Deichſel und hält ſie wagerecht, Nr. 2 löſt die Protzkette und fährt damit einmal um den Haken an der Deichſel, zugleich heben Nr. 3 und 4 den Protznagel aus und ſtellen ſich dann an den beiden Rädern auf. Nun läßt Nr. 1 die Deichſel langſam in die Höhe, ſo daß ſich der Karren hinten abwärts neigt, 2 hält die Protzkette, 3 und 4 halten den Karren an den Rädern feſt, und ſobald die Hinterſeite desſelben den Boden berührt, macht Nr. 2 die Protzkette los, 3 und 4 ergreifen die vorderen Handgriffe des Schlittens, heben die Spritze ſo weit in die Höhe, daß 1 und 2 mit dem Karren wegfahren können, und laſſen ſie dann langſam auf den Boden herab. Beim Aufprotzen der Spritze heben 3 und 4 dieſelbe an den vorderen Handgriffen in die Höhe, 1 und 2 fahren mit hochgehaltener Deichſel unter die Spritze, 3 und 4 laſſen ſie auf den Karren nieder; alsdann ſchlingt 2 die Protzkette um den Haken an der Deichſel, 1 drückt dieſe abwärts, 2 hält die Protzkette, 3 und 4 den Karren an den Rädern feſt, und nachdem die Spritze auf demſelben in die richtige Lage vorgerutſcht iſt, verſorgt 2 die Protzkette und 3 und 4 ſtecken den Protznagel. Es gibt neuerdings auch Abprotzſpritzen, bei denen der Protznagel vorn angebracht iſt und das Abprotzen ausſchließlich von vorn geſchieht, um Verletzungen der Mannſchaft beim Ab- und Aufprotzen möglichſt zu vermeiden. Abprotzſpritzen von mehr als 120 mm Zylinderweite werden in der Regel nicht gebaut, weil ſie wegen des ſtärkeren Gewichtes mühſamer ab- und aufzuprotzen, auch auf zweirädrigem Karren ſchwieriger fortzuſchaffen ſind. Um die Abprotzſpritzen wie die gewöhnlichen Fahrfeuerſpritzen mit Pferden transportieren, auch ſolche von größerer Zylinderweite und ſtarkem Gewicht verwenden zu können, verſieht man ſie jetzt vielfach mit Vorderwagen oder regelmäßigem vierrädrigen Wagen und richtet ſie ſo ein, daß ſie ſowohl auf dem Wagen ruhend als auch abgeprotzt in Tätigkeit geſetzt werden können. Derartige Abprotzſpritzen ſind jedoch nicht ſo praktiſch wie die gewöhnlichen Fahrfeuerſpritzen, die dann in erſter Linie in Betracht kommen, wenn es ſich um Spritzen von größeren Dimenſionen und um ſolche Spritzen handelt, die auch zur Hilfeleiſtung bei auswärtigen Brandfällen dienen.

Die für die **Prüfung der Feuerſpritzen** mit Handbetrieb aufgeſtellten techniſchen Vorſchriften bieten neben vorſtehenden Angaben verſchiedener Feuerſpritzenſyſteme das beſte Bild über den jetzigen Stand der Feuerſpritzentechnik ſowie über die an die Fahrfeuerſpritzen mit Handbetrieb zu machenden Anforderungen. Sie finden in ihren weſentlichen Beſtimmungen nahezu in ganz Deutſchland ſowie in einem großen Teil von Oeſterreich Anwendung und lauten unter Hinweglaſſung von Nebenſächlichem:

1. Die Feuerſpritzen müſſen in allen Teilen gut und dauerhaft gebaut ſein, durchlaufende Vorderräder, ſchmiedeeiſerne abgedrehte Achſen von 35—45 mm Schenkelſtärke, einen ſchmiedeeiſernen Wagenrahmen von entſprechender Stärke und, wenn die Maſchine nicht allein als Waſſerzubringer zu dienen hat, einen metallenen Waſſerkaſten von genügendem Inhalt haben, mit einer Radbremſe, einem Bockſitz für zwei Perſonen, den erforderlichen Requiſitenkäſten, einem Schlauchhaſpel und einer Laterne verſehen, auch an den Holz- und Eiſenteilen gut lackiert ſein. Die Kolben müſſen aus Rotguß beſtehen und luftdicht eingeſchliffen ſein, und es muß, wenn ſie eine Nachdichtung haben, die zu deren Befeſtigung dienende Platte von Meſſing ſein, auch die Nachdichtung leicht entfernt werden können. Die Zylinder, die ſämtlichen Verbindungskanäle, die Ventilkammern bezw. Ventilkonuſſe, die Saug- und Druckröhren nebſt Hähnen müſſen aus beſtem Meſſing hergeſtellt, glatt bearbeitet und ſauber lackiert, die Wandungen der Zylinder mindeſtens 6 mm ſtark und auch die Wandungen der Kolben ſowie die übrigen eben genannten Teile von genügender Stärke ſein. Die Zylinder müſſen mit metallenen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zweiteiligen, durch Vorreiber feſtgehaltenen Staubdeckeln verwahrt ſein. Die Kolbenſtangen, Druckhebel und dazugehörigen Verbindungsteile müſſen aus beſtem Schmiedeeiſen gefertigt, auch die Druckhebel, inſoweit es die Konſtruktion des Hebelwerks erfordert und zuläßt, mit Verſteifung von demſelben Material verſehen ſein und auf elaſtiſche Puffer aufſchlagen. — 2. Bis zu einem lichten Zylinderdurchmeſſer von 115 mm müſſen die Spritzen eine Ausmündung mit Hahnverſchluß, bei einer Zylinderweite von 115 mm und mehr zwei Ausmündungen, je mit Hahnverſchluß, haben, und es müſſen die Verſchlußhähne mit einem Anſchlag verſehen ſein, der nur eine Viertelsdrehung ermöglicht; die Hahngriffe dürfen nicht innerhalb des Waſſerkaſtens ſich befinden. — 3. Die Spritzen müſſen mit Saugvorrichtung, einem Windkeſſel für das Druckwerk und einem ſolchen für das Saugwerk, mit mindeſtens drei Saugſchläuchen von je 2,3 m Länge und der geſetzlich vorgeſchriebenen Anzahl 75 mm breiter Druckſchläuche nebſt Normalgewinden, mit den erforderlichen Strahlröhren und Mundſtücken, deren eines ein Achtel des Zylinderdurchmeſſers hat, verſehen ſein. Das Saugwerk muß ſo eingerichtet ſein, daß durch Drehung eines Hahns (Viertelsdrehung mit Anſchlag) nach Belieben aus dem Waſſerkaſten oder mittels der Saugſchläuche geſpritzt werden kann. — 4. Die Saugſchläuche müſſen aus beſtem vulkaniſierten Gummi gefertigt und durch eine Seilumwicklung geſchützt ſein. Sie müſſen Gewinde mit Konusverſchluß haben, der Seiher muß abgeſchraubt werden können und ein Schutzkorb für denſelben der Spritze beigegeben ſein, auch darf die Lichtweite des Saugſchlauches nicht weniger als die Hälfte des Zylinderdurchmeſſers betragen. — 5. Die Ventile müſſen aus Rotguß beſtehen, aufgeſchliffen und ſo angebracht ſein, daß ſie ohne Zerlegung der Spritze, insbeſondere ohne Entfernung der Kolben oder des Windkeſſels, leicht herausgenommen werden können. Ebenſo muß alles Waſſer mittels meſſingener Hähne aus den inneren Teilen des Werkes leicht und vollſtändig abgelaſſen werden können, und endlich muß die vollſtändige Reinigung der Ventilſitzflächen auf leichte und bequeme Weiſe möglich ſein. Bei einſtrahligen Spritzen muß außerdem ein beſonderer kleiner Hahn behufs Entleerung des Schlauches angebracht ſein. — 6. Die Windkeſſel müſſen von geſchmiedetem Kupfer in genügender Stärke gefertigt ſein. Außer denſelben darf nichts gelötet, ſondern es müſſen alle übrigen Teile des Werks zuſammengeſchraubt ſein. — 7. Mit Ausnahme der Rädergeſtelle nebſt Deichſel, der Räder und der Druckſtangen dürfen ſich keine Holzteile an der Spritze befinden. — 8. Der höchſte Angriffspunkt der Druckſtangen — von der Mitte derſelben gemeſſen — darf nicht über 1,7 m, der tiefſte nicht unter 0,5 m liegen, die Differenz zwiſchen beiden nicht über 1,1 m betragen. Beim tiefſten Stand der Druckſtange muß dieſelbe von den Rädern und andern Teilen der Spritze mindeſtens 8 cm abſtehen. — 9. Die Ueberſetzung der Druckhebel darf nicht weniger als 1 : 4 und nicht mehr als 1 : 6 betragen. — 10. In lufttrockenem Zuſtand der inneren Teile des Werkes muß die Spritze: a) einen Ueberdruck der Luft von 3 kg pro Quadratzentimeter geſtatten, und es darf hierbei der Manometerzeiger in 3 Minuten höchſtens 1 kg zurückgehen; b) das Waſſer mindeſtens 7,5 m hoch ſaugen können, alſo der Vakuummeter 55 cm zeigen, wobei der Zeiger des letzteren innerhalb einer Minute höchſtens 10 cm zurückgehen darf; auch muß c) jeder der beigegebenen Saugſchläuche ſo beſchaffen ſein, daß bei der Vakuummeterprobe die Differenz zwiſchen dem Stand des Zeigers an der Spritze und demjenigen am Saugſchlauch nicht mehr als 2 cm beträgt. — 11. Die Spritzen müſſen einen Waſſerdruck von mindeſtens 10 kg pro Quadratzentimeter geſtatten, und es darf der Zeiger des Manometers in 2 Minuten nicht mehr als 1 kg zurückgehen. — 12. Der Nutzeffekt bei Vergleichung der aus Hubhöhe, Zylinderweite und Hubzahl ſich ergebenden theoretiſchen mit der wirklichen Waſſerlieferung darf nicht weniger als 95 % betragen. — 13. Als Leiſtung der Spritze bezüglich der Waſſerlieferung wird verlangt: a) bei einem Zylinderdurchmeſſer von 100 mm und einer Bedienung durch höchſtens 8 Mann mit $12\frac{1}{2}$ mm weitem Mundſtück in der Minute mindeſtens 160 l auf 26 m Wurfweite; b) bei einem Zylinderdurchmeſſer von 115 mm und einer Bedienung durch höchſtens 12 Mann mit $14\frac{1}{2}$ mm weitem Mundſtück in der Minute mindeſtens 220 l auf 28 m Wurfweite; c) bei einem Zylinderdurchmeſſer von 130 mm und einer Bedienung durch höchſtens 16 Mann mit 16 mm weitem Mundſtück in der Minute mindeſtens 280 l auf 30 m Wurfweite; d) bei einem Zylinderdurchmeſſer von 145 mm und einer Bedienung durch höchſtens 20 Mann mit 18 mm weitem Mundſtück in der Minute mindeſtens 350 l auf 33 m Wurfweite. Hierbei ſind 55 Doppelhübe in der Minute ſowie die Verwendung eines nicht über 2 m langen Schlauchſtückes angenommen und iſt die Wurfweite vom Mundſtück bis an das Ende des Strahls zu meſſen. Bei andern Zylinderdurchmeſſern müſſen die Leiſtungen zu den obenangegebenen im gleichen Verhältnis ſtehen. — 14. Die der Spritze beizugebenden rohen Hanfſchläuche müſſen aus gutem Material gefertigt und mit Meſſingdraht ganz dicht eingebunden ſein. Sie dürfen, nachdem ſie zuvor unter Anwendung eines entſprechenden Mundſtücks (Ziff. 13) die nötige Durchfeuchtung erfahren haben, bis zu 4 kg Druck pro Quadratzentimeter nur perlen und müſſen dann ohne erheblichen Waſſerverluſt und ohne daß ſich Spritzſtellen zeigen, einen Druck von 10 kg pro Quadratzentimeter geſtatten.

Dampffeuerſpritze. Dieſelbe ([1]—[4]) unterſcheidet ſich von der Handdruckſpritze durch kontinuierliche Leiſtung ohne Unterbrechung, durch größere Leiſtungsfähigkeit überhaupt und dadurch, daß ſie keiner Pumpmannſchaft, ſondern nur einer ganz geringen Bedienungsmannſchaft bedarf. Eine Dampfſpritze beſteht im weſentlichen aus dem Keſſel (Dampferzeuger) *A*, dem Dampfzylinder und -kolben *B*, der kompletten Spritzenpumpe *C* und dem Kurbelmechanismus mit Schwungrad *D* (Fig. 13) [4], S. 245. Der Keſſel iſt ſelbſtverſtändlich mit der erforderlichen Armatur — Speiſepumpe, Injektor, Sicherheitsventil, Probierhähnen, Manometer u. ſ. w. — verſehen. Das ganze Werk ruht auf einem vierrädrigen Wagen, neuerdings auch — als Abprotzdampfſpritze konſtruiert — auf zweirädrigem Wagen. — Dampf- und Spritzenzylinder ſind liegend, ſtehend oder auch, wie bei Dampfſpritzen, die zugleich als Lokomobile dienen, in ſchräger Anordnung zu finden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die erſte Dampffeuerſpritze wurde in Amerika im Jahre 1840 durch Hodge erbaut. Erſt im Jahre 1860 folgte in England die Erbauung einer Dampffeuerſpritze durch Merryweather in London, in Deutſchland 1865 durch Moltrecht in Hamburg, in Oeſterreich 1867 durch Knauſt in Wien. Auf den mit den deutſchen Feuerwehrtagen ſeit 1865 verbundenen Feuerlöſchgeräteausſtellungen, mit denen bis auf die neuere Zeit eine Prüfung der Geräte verbunden war, bei welcher der Verfaſſer dieſes jedesmal mitwirkte, hatte man die beſte Gelegenheit, nicht allein die verſchiedenen Dampffeuerſpritzenſyſteme, ſondern auch die Fortſchritte im Bau derſelben kennen zu lernen. Es waren Dampffeuerſpritzen ausgeſtellt: 1865 in Leipzig von Moltrecht in Hamburg, 1868 in Braunſchweig von Franke in Berlin und Egeſtorff in Linden vor Hannover, 1870 in Linz von Knauſt in Wien und Lange & Gehrkens in Ottenſen bei Altona, 1874 in Kaſſel von Knauſt in Wien, 1877 in Stuttgart von Jauk in Leipzig und Silsby in Seneca Falls, New York, 1880 in Dresden von der Hannoverſchen Maſchinenfabrik, vormals Egeſtorff, und von der Lauſitzer Maſchinenfabrik in Bautzen, 1883 in Salzburg von Krauß in München, 1888 in Hannover von Beduwe in Aachen und von der Lauſitzer Maſchinenfabrik, 1893 in München von Beduwe, von Braun in Nürnberg, von Kernreuther in Wien und von der Lauſitzer Maſchinenfabrik. Die von Moltrecht 1865 in Leipzig ausgeſtellte Dampfſpritze, nach dem Ausſtellungskatalog „kleinſte Sorte, in 7—8 Minuten nach Anzündung des Feuers in Tätigkeit, 450 l in der Minute liefernd, mit einem Pferde zu transportieren“, warf bei der Prüfung in einer Minute 560 l Waſſer 40 m weit und koſtete 13000 *M.*, die 1868 in Braunſchweig von Egeſtorff ausgeſtellte kleine Dampffeuerſpritze mit liegenden Zylindern, doppeltwirkend, warf bei der Prüfung in einer Minute mit einem 19 mm weiten Mundſtück 430 l Waſſer 33,5 m weit aus, die Zeitdauer vom Anzünden des Feuers betrug 12 Minuten bis zu 0,07 Atmoſphären Ueberdruck, 24 Minuten bis zu 3,5 Atmoſphären Ueberdruck, der Dampfdruck bei Beginn der Arbeit 6 Atmoſphären und während derſelben 5,7 Atmoſphären. Die Maſchine koſtete 14000 *M.* Die zugleich von Franke in Berlin ausgeſtellte Dampfſpritze „kleinſter und einfachſter Art“ mit vertikalen Zylindern, über die von dem damaligen Branddirektor Scabell in Berlin ein günſtiges Zeugnis vorlag, warf in einer Minute mit 14 mm weitem Mundſtück 140 l Waſſer 21 m weit aus, die Zeitdauer vom Anzünden des Feuers betrug 20 Minuten bis zu 0,07 Atmoſphären Ueberdruck, 29 Minuten bis zu 2 Atmoſphären Ueberdruck, der Dampfdruck bei Beginn der Arbeit 5,5 Atmoſphären, während derſelben 4 Atmoſphären, Preis 9000 *M.* In Stuttgart 1877 betrug bei der Jaukſchen Dampfſpritze mit 1100 l Waſſerlieferung auf 57 m Wurfweite die Zeitdauer vom Anheizen bis zu 1 Atmoſphäre Ueberdruck 17 Minuten, bis zu 4 Atmoſphären 22 Minuten, dann Beginn der Arbeit, Preis 9000 *M.* Die zugleich ausgeſtellte Silsbyſche Maſchine mit 2200 l Waſſerlieferung auf 60 m Wurfweite brauchte vom Anheizen bis zu 1 Atmoſphäre Ueberdruck 5 Minuten, bis zu 2 Atmoſphären 9 Minuten; bei 1 Atmoſphäre Ueberdruck wurde mit der Arbeit begonnen. Der Preis betrug das Doppelte der Jaukſchen Maſchine u. ſ. w. Außer den Genannten ſind als Erbauer von Dampffeuerſpritzen noch zu nennen: Amoskag in Manchester, Amerika; Ahrens Manufacturing in Cincinnati, Amerika; Flader in Jöhſtadt, Sachſen; Shand Maſon in London.

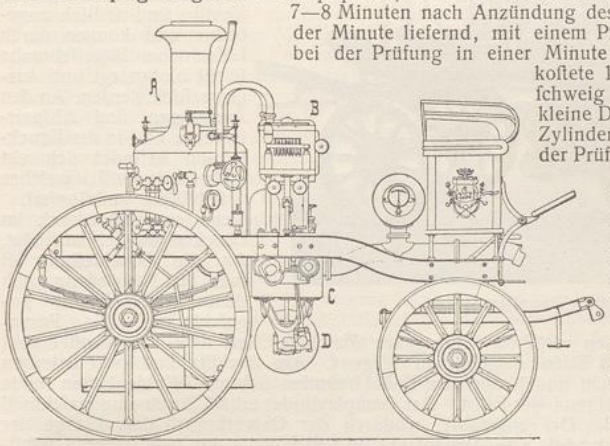


Fig. 13. Dampffeuerſpritze von Krebs, Pariſer Modell 1888.

Die weſentlichſten Anforderungen an moderne Dampffeuerſpritzen ſind: 1. Es muß in möglichſt kurzer Zeit Dampf erzeugt, mit der Löſcharbeit begonnen und ein kräftiger Waſſerſtrahl geworfen werden können. 2. Der Spritzenmechanismus muß ſo leicht als mit der Anſtrengung während des Gebrauchs vereinbarlich konſtruiert ſein. 3. Die Durchbiegung des Wagengeſtelles beim raſchen Fahren darf keine ſchädliche Rückwirkung auf den Spritzenmechanismus äußern. 4. Damit ſtarke Schwankungen während der Fahrt nicht entſtehen können, müſſen alle auf dem Wagen angebrachten Teile möglichſt nahe dem Schwerpunkt desſelben ſich befinden. Während die älteren Dampffeuerſpritzen erhebliche Mängel hatten, namentlich unruhiges Verhalten bei der Arbeit, umſtändliches Herausnehmen und ſchwieriges Reinigen der Ventile, fortwährendes Hin- und Herbewegen der Schläuche u. ſ. w., ſind dieſe Mängel bei den neueren Konſtruktionen beſeitigt.

Als Beiſpiel einer ſolchen diene die neueſte Dampffeuerſpritze der Firma Juſtus Chriſtian Braun in Nürnberg. Dieſelbe iſt aus Fig. 14 und 15 erſichtlich. Der Keſſel iſt aus Stahlblech, hat kupferne Querſiederöhren und eine entſprechend große Heizfläche. Die Maſchine braucht 10—15 Minuten vom Anheizen bis zum Beginn der Arbeit, und es läßt ſich dann eine gleiche Dampfſpannung erhalten. Die Armatur beſteht aus 2 Sicherheitsventilen, 2 Waſſerſtandsanzeigern, 2 Manometern, 1 Kontrollmanometerhahn, 1 Injektor, 1 Maſchinenſpeiſepumpe, 2 Rückſchlagventilen, 1 Ventil für den Bläſer zur Herſtellung künſtlichen Zuges, 1 Dampfpfeife, 1 Ventil für den Injektor, 1 Rauchklappe, 1 Laterne zur Beleuchtung der Waſſerſtände. Das Speiſewaſſer

wird von dem Injektor und der Maſchinenſpeiſepumpe dem vorne am Wagen angebrachten Waſſerrefervoir entnommen, das, wenn die Spritze tätig iſt, durch dieſe gefüllt wird. Das Zwillingsdampfpumpwerk iſt ſtehend angeordnet und an den Keſſel montiert. Die Dampfzylinder befinden ſich oben, die Spritzenzylinder unten, und die Verbindung der Dampf- und Spritzenkolbenſtange geſchieht durch ein neues, von Braun konſtruiertes Verbindungsteil, in dem ſich die Lenkſtange bewegt. Dieſe Verbindung hat gegenüber den ſonſt gebräuchlichen Kurbelſchleifen den Vorteil, daß die Reibung und ebendamit die Abnutzung der beweglichen Teile vermindert und beſonders der Oelverbrauch ein geringerer wird. Das Pumpwerk iſt aus Meſſing hergeſtellt und mit kupfernem Saug- und Druckwindkeſſel verſehen. Die aus Gummi beſtehenden Ventile ſind ſeitlich angeordnet und können durch Löſen einer Bügelſchraube leicht bloßgelegt und ausgewechſelt werden. An den Ausgängen ſind Abſperrſchieber und in der Druckleitung befindet ſich ein Sicherheitsventil, welches ſelbſttätig funktioniert, wenn ein Ueberdruck im Druckwindkeſſel ſtattfindet. An die Druckleitung iſt auch die Verbindung nach dem Waſſerrefervoir angeſchloſſen. Die Pumpzylinder ſind mit Ablaßhähnchen verſehen. Die ganze Maſchine ſamt dem Dampfkeſſel ruht auf der hinteren Achſe des in Eiſen ausgeführten Wagens. Am Bockſitz ſind zwei Laternen und eine Signalglocke angebracht und hinter dem Keſſel befinden ſich zwei Kohlenkaſten ſowie der Stand des Maſchiniſten während der Fahrt. Der Dampfzylinder erhält durch eine maſchinell angetriebene Schmierpumpe das Oel zugeführt, wodurch der Oelverbrauch dem Gange der Maſchine entſprechend reguliert wird. Die Achſenlager ſind gleichfalls mit regulierbaren ſelbſttätigen Schmierapparaten verſehen.

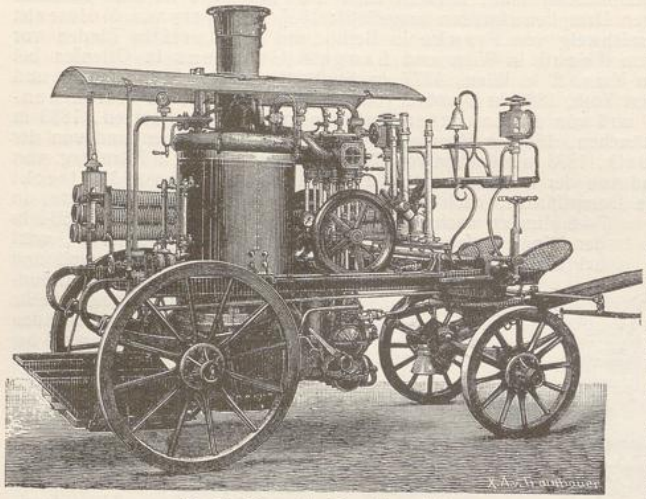


Fig. 14. Braunſche Dampffeuerſpritze.

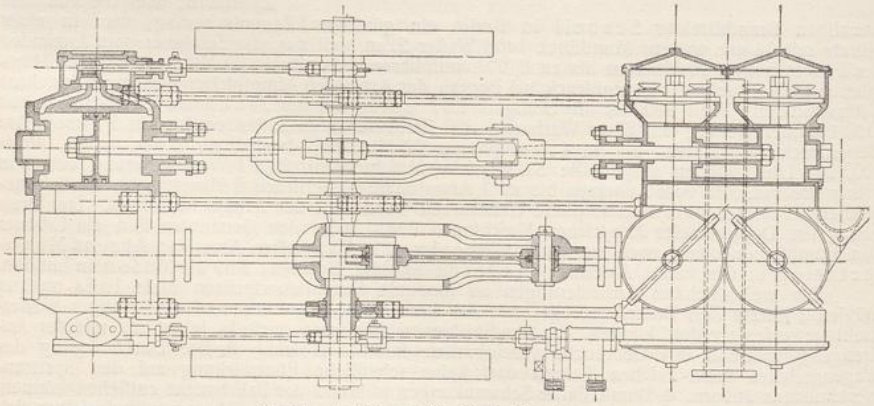


Fig. 15. Anſicht und Schnitt der Dampfpumpe.

Die Firma Braun fertigt Dampffeuerſpritzen mit einem Dampfzylinder und einem Spritzenzylinder und ſolche mit zwei Dampf- und zwei Spritzenzylindern. Die erſtere wiegt 1700 kg und wirft ca. 400 l Waſſer pro Minute bis zu 40 m weit aus. Die oben näher beſchriebene Maſchine liefert bei 2100 kg Gewicht pro Minute ca. 900 l Waſſer bis auf eine Entfernung von 55 m, die dritte Größe bei 2600 kg Gewicht ca. 1500 l auf eine Entfernung bis zu 65 m.

Noch iſt die Anwendung des Pulſometers als Dampffeuerſpritze zu erwähnen. Zu dieſem Zwecke werden Dampfkeſſel und Pulſometer auf einem vierrädrigen Wagen vereinigt und durch ein Dampfrohr verbunden. Bei Inbetriebſetzung der Maſchine wird der Dampf vom Keſſel in den Pulſometer geleitet, letzterer ſaugt das Waſſer aus dem Brunnen, Fluſſe u. ſ. w. an, preßt es unmittelbar in den Druckſchlauch und wirft es, vorausgeſetzt, daß ein Saug- und Druckwindkeſſel angebracht iſt, in ununterbrochenem Strahl aus.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Außer den Dampffeuerspritzen für Pferdebespannung werden neuerdings auch **automobile Dampffeuerspritzen** gebaut, und zwar für die Berufsfeuerwehren großer Städte. Die erste derselben ging aus der Waggon- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. Busch in Bautzen i. S. hervor. Sie hat neben dem Dampfpumpwerk eine Betriebsmaschine zur selbsttätigen Fortbewegung des Fahrzeugs; beide Maschinen entnehmen ihren Betriebsdampf aus einem gemeinsamen Dampfkessel. Jetzt bauen auch E. C. Flader in Jöhstadt in Sachsen, die Nürnberger Feuerlöschgeräte- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. Justus Christian Braun sowie C. D. Magirus in Ulm automobile Dampffeuerspritzen. Letztere Fabrik verwendet als Brennmaterial Petroleum, jedoch kann auch mit Kohlen geheizt werden und die Feuerung reguliert sich von selbst; die Spritze hat 4 Sitzplätze, eine Standbrücke für 1—2 Mann und führt außer dem erforderlichen Quantum Brennmaterial und Wasser noch die nötigen Saug- und Druckschläuche, Strahl- und Standrohre mit sich, so daß die Spritze sofort nach der Ankunft auf der Brandstätte in Tätigkeit gesetzt werden kann.

Elektrische Feuerspritze. Diese besteht aus dem Elektromotor, der Spritzenpumpe und dem Fahrzeug. Sie eignet sich für Fabriken und Städte mit solcher elektrischen Zentralanlage, bei der Tag und Nacht elektrische Kraft zur Verfügung steht und nur in den Straßen an beliebigen Stellen Anschlüsse hergestellt zu werden brauchen, um den Elektromotor der Feuerspritze in Tätigkeit setzen zu können. Damit beim Leerlauf keine zu große Erhöhung der Tourenzahl eintritt, ist der Motor mit Nebenschlußwicklung versehen. Die Spritzenpumpe ist mit dem Motor durch ein Zahnradpaar gekuppelt und besteht, wie bei den meisten Dampffeuerspritzen, aus zwei doppelt wirkenden, unabhängig voneinander arbeitenden Pumpen mit Kurbelwelle, Pleuelstangen und dem Zahnradvorgelege. Im Innern des Pumpenkörpers ist ein Regulierventil angebracht, das je nach der Stromstärke und der Wassermenge eingestellt wird, so daß bei konstanter Geschwindigkeit der Dynamomaschine jeder erforderliche Atmosphärendruck im Druckschlauch erreicht werden kann. Saug- und Druckventile müssen nach Oeffnen eines Deckels leicht herausgenommen werden können. Die zur Bedienung des Elektromotors erforderlichen Schalt- und Reguliervorrichtungen sind meist unter dem Kutschersitz angebracht und ermöglichen es, die Spritze mit wechselnden Spannungen (von 65—120 Volt) zu betreiben; neben dem Kutscherbock befinden sich Anschlußklammen für die mitgeführten Verbindungskabel. Die erste elektrische Feuerspritze wurde im Jahre 1891 von O. L. Kummer & Cie. in Dresden gebaut und war auf der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. ausgestellt. Die Firma Siemens & Halske in Berlin brachte eine elektrische Feuerspritze im Jahre 1901 zur Ausstellung. Die Verwendung der Elektrizität für den Spritzenbetrieb hat übrigens auffallenderweise noch nicht die verdiente Verbreitung gefunden, obschon bereits viele Städte reichlich mit elektrischem Strom zur Beleuchtung und für technische Zwecke versehen sind.

Benzin- und Petroleummotorspritzen. Dieselben unterscheiden sich von den gewöhnlichen Fahrfeuerspritzen nur dadurch, daß an Stelle des Handbetriebs ein Benzin- oder Petroleummotor tritt. Eben die Tatsache, daß sie keiner Pumpmannschaft bedürfen, und der weitere Vorteil, daß sie ohne Zeitverlust, wie solcher durch Anheizen bei den Dampffeuerspritzen entsteht, sofort in Gang gesetzt werden können, sichert ihnen eine immer größere Verbreitung. Solche Löschmaschinen fertigen u. a. Grether & Cie. in Freiburg i. Br., Heinr. Kurtz in Stuttgart, C. D. Magirus in Ulm, Feuerlöschmaschinenfabrik E. C. Flader in Jöhstadt i. S., Nürnberger Feuerlöschgeräte- und Maschinenfabrik vorm. Just. Christ. Braun, Wagenbauanstalt und Waggonfabrik vorm. Busch in Bautzen i. S., und in der neuesten Zeit haben Grether & Cie. in Freiburg i. Br. eine automobile Benzinmotorspritze gebaut.

Kohlensäurespritze. Ein auf einem zweirädrigen Fahrzeug ruhender Wasserkessel von ca. 500 l Inhalt ist mit Schlauch und Strahlrohr und mit zwei Kohlensäureflaschen versehen, von denen je ein durch ein Absperrventil abschließbares Kupferrohr nach dem Wasserkessel führt. Oeffnet man das Ventil, so tritt die Kohlensäure in den Kessel ein und drückt das darin befindliche Wasser in einem starken Strahl durch Schlauch und Strahlrohr aus. Reichen beide Flaschen bei einem Brandfall nicht aus, so lassen solche sich leicht und ohne größeren Zeitverlust durch gefüllte Flaschen ersetzen. Die Kohlensäurespritze, die im letzten Jahrzehnt mehr und mehr vervollkommnet wurde und sich als ein außerordentlich praktisches Gerät bewährt hat, ebendeshalb auch immer weitere Verbreitung findet, dient zum Löschen kleiner Feuer und für den ersten Angriff, wenn ein Feuer bereits größere Ausdehnung gewonnen hat. Sie kann aber auch auf längere Dauer in Tätigkeit gesetzt werden, wenn man sie mit einem Hydranten verbindet, zu welchem Zweck ihr eine entsprechende Anzahl Schläuche beigegeben sind. Fehlt es der Wasserleitung an dem erforderlichen Druck und steht eine Dampffeuerspritze zur Verfügung, so wird diese an die erstere angeschlossen und die Kohlensäurespritze mit der Dampfspritze verbunden.

Feuerspritzenschläuche. Als Druckschläuche kommen zur Verwendung: rohe Hanfschläuche, gummierte Hanfschläuche und Lederschläuche. Die ersteren haben sich für Feuerspritzen mit Handbetrieb bei gutem Material, guter Arbeit und sorgfältiger Behandlung als durchaus genügend bewährt. Sie sind entweder einfach oder doppelt gewoben (Doppelhanfschläuche).

Außer den im Spritzennormale an dieselben gestellten Anforderungen sollen sie noch folgenden entsprechen: Das Material soll bester italienischer, nicht gebleichter Hanf, das Garn zum Zettel mindestens vierfach, zum Einschlag zehn- bis zwölffach, der Schuß gut zusammengeschlagen fein und das Gewicht eines 75 mm breiten Schlauches (Normalschlauch) pro laufenden Meter nicht weniger als 300 g betragen; der Schlauch darf nicht durch Anwendung künstlicher Mittel in der Weise präpariert sein, daß er nur bei den ersten Proben mit dem Manometer den betreffenden Anforderungen entspricht, nachher aber Spritzstellen zum Vorschein kommen und ein erheblich größerer Wasserverlust eintritt.

Die gummierten Hanfschläuche unterscheiden sich von den rohen Hanfschläuchen dadurch, daß solche mit Gerbstofflösung getränkt und inwendig mit Gummi überzogen sind, wobei nur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vulkaniſierter Gummi zur Verwendung kommen ſoll. Gute gummierte Hanfſchläuche bleiben bei einem Druck von 10 Atmoſphären noch ganz waſſerdicht. Die Lederſchläuche ſollen nicht genäht, ſondern genietet ſein, das Leder gut gewalktes Kernleder beſter Sorte, das Material zu den Nieten Kupfer ſein. Gebleichte Hanfſchläuche, Leinenſchläuche ſowie Gummiſchläuche eignen ſich nicht zur Verwendung bei den Feuerſpritzen. — Die Breite der Druckſchläuche beträgt 70—85 mm, bezw. bei Hydrophoren 110—120 mm. Sie werden in der Regel in Stücke

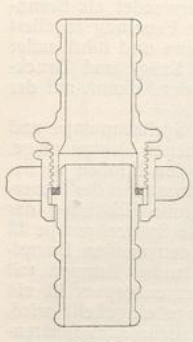


Fig 16.

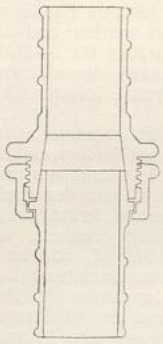


Fig. 18.

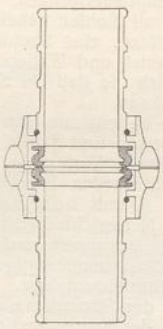


Fig. 19.

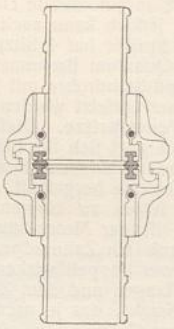


Fig. 20.

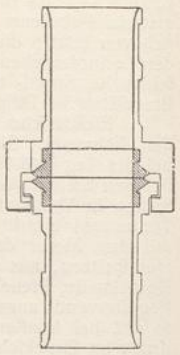


Fig. 21.

von je 10 m, die Hydrophorſchläuche in ſolche von je 15 m Länge geteilt und müſſen mit den erforderlichen Kupplungen zur Herſtellung von Schlauchleitungen verſehen ſein. Da bei größeren Brandfällen nicht nur die Feuerſpritzen des Brandortes, ſondern auch der Nachbarorte in Tätigkeit kommen und hierbei nicht nur die gegenſeitige Aushilfe mit Schläuchen, ſondern auch die Herſtellung großer Schlauchleitungen mit den alsdann zur Verfügung ſtehenden Schläuchen ſehr häufig geboten iſt, ſo hat man in einzelnen Ländern für ſämtliche Gemeindefahrfeuerſpritzen ein Normalgewinde eingeführt.

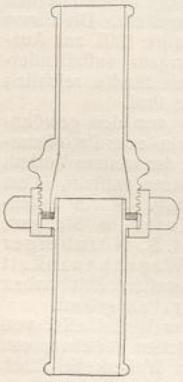


Fig. 17.

Zuerſt geſchah dies in Württemberg im Jahre 1860. Dasſelbe wurde dann auch von Naſſau angenommen und hat die in Fig. 16 angegebene Konſtruktion. Das Königreich Sachſen und die ſächſiſchen Fürſtentümer haben dasjenige Fig. 17, Bayern, Niederſachſen, Coburg und Braunſchweig dasjenige Fig 18 (das Metzſche Schlauchgewinde). Fig. 16 und 17 haben Gummi- bezw. Lederdichtung. Fig. 18 hat Konusdichtung. Bei all dieſen Kupplungen ſind die beiden Kupplungshälften ungleich, was Störungen bei Herſtellung der Schlauchleitungen verurſacht. Man befaßt ſich deshalb ſchon ſeit Jahren mit der Konſtruktion von Kupplungen mit gleichen Kupplungshälften (ſ. Fig. 19, Syſtem Grether, D.R.P., Fig. 20, Syſtem Storz, D.R.P., und Fig. 21, Syſtem Giersberg, D.R.P.), und es hat das große Intereſſe der Feuerwehren hieran dazu geführt, daß die techniſche Kommiſſion des Deutſchen Feuerwehrausſchuſſes in deſſen Auftrag im Jahre 1890 unter dem Vorſitz des Verfaſſers und unter Zugrundelegung ſeines diesbezüglichen Entwurfes nachſtehende Anforderungen an Schlauchkupplungen feſtgeſtellt hat:

1. Beide Hälften einer Druckſchlauchverbindung ſollen ſo beſchaffen ſein, daß jedes Ende des einen Schlauches mit jedem Ende eines andern Schlauches auf ein und dieſelbe Weiſe verbunden werden kann. — 2. Die Verbindungsweiſe ſoll eine ſolche ſein, daß in der Dunkelheit wie bei Tag ohne Vorkenntniſſe und Vorübung, ohne ſchwierige Handgriffe und ohne Anwendung eines Schlüſſels die dicht ſchließende Verbindung ſowie die Löſung — auch unter Druck — leicht durch einen Mann bewerkſtelligt werden kann, die Verbindung dicht geſchloſſen bleibt und nicht von ſelbſt locker wird oder gar ſich von ſelbſt löſt. — 3. In geſchloſſenem Zuſtande ſoll die Verbindung einen Waſſerdruck von 10 Atmoſphären aushalten, ohne daß die geringſte Waſſerentweichung ſtattfindet. — 4. Es ſollen ſowohl die beweglichen Teile als auch die Dichtungsteile gegen Verletzungen geſchützt ſein; auch darf durch Verunreinigungen die Beweglichkeit und Herſtellung eines dichten Schluſſes nicht geſtört werden. — 5. Bei weicher Dichtung ſollen die Dichtungsringe nicht herausfallen, im Bedarfsfalle aber andre Dichtungsringe raſch von Hand eingeſetzt werden können. — 6. Die Verbindung ſoll gleiche innere Weite mit dem Schlauche haben, innen glatt und ohne Aenderung der Durchgangsquerſchnitte ſein, der Schlauch ſich an das Verbindungsſtück anſetzen und auf einfache Weiſe ſo einbinden laſſen, daß ein dichter Anſchluß an die Verbindung ohne Schwierigkeit hergeſtellt werden kann. — 7. Die Konſtruktion der Verbindungsteile muß derart ſein, daß dieſelben mit der gewöhnlichen Fabrikationsmaſchine in verſchiedenen Werkſtätten vollkommen übereinſtimmend hergeſtellt werden können. — 8. Die Forderungen unter Ziff. 1., 2., 4., 6. und 7. ſind auch an die Saugſchlauchverbindungen zu ſtellen, die außerdem bezüglich des Vakuums den an die Saugfeuerſpritze geſtellten Anforderungen genügen müſſen. — 9. Die äußere Form ſoll möglichſt geringe Ausdehnung ſowohl in Länge als Umfang haben. — Im Jahre 1893 hat die genannte Kommiſſion bei einer wiederholten Beratung die Worte „ohne Vorkenntniſſe“ in Punkt 2. ſowie den Punkt 7.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fallen laſſen und in Punkt 8. den Ziffern 1., 2., 4., 6. und 7. noch die Ziffer 5. eingefügt, damit alſo auch bei den Saugſchlauchgewinden weiche Dichtung für zuläſſig erklärt.

Während bisher die Schlauchkupplung mit gleichen Hälften trotz ihrer Vorzüge vor dem Schlauchgewinde keine allgemeinere Verbreitung gefunden hat, geſchah neueſtens hierzu auch in einem der Länder mit für alle Gemeinden eingeführtem Normalgewinde, und zwar ſeitens des Großherzogtums Heſſen, der erſte Schritt durch nachſtehende Großherzogliche Verordnung vom 18. Februar 1905: „Dem § 2 der Verordnung vom 11. Oktober 1890, die Ausführung der Landesfeuerlöſchordnung vom 29. März 1890 betreffend, wird folgender Abſ. 3 zugefügt: An Stelle des Metzſchen Normalgewindes kann eine Normalſchlauchkupplung nach dem ‚Syſtem Storz' eingeführt werden," wozu vom Großherzoglichen Miniſterium an die Kreisämter folgende Verfügung erging: „Nach § 2 der Verordnung vom 11. Oktober 1890 zur Ausführung der Landesfeuerlöſchordnung müſſen ſämtliche Spritzen, Hydranten und Schläuche mit dem ſogenannten Metzſchen Normalgewinde verſehen ſein. Dieſe Beſtimmung hat ſehr wohltätig gewirkt, da nur bei einheitlichem Kaliber eine rationelle Ausnutzung der Löſchgeräte und ein Zuſammenwirken verſchiedener Feuerwehren möglich iſt. In Nutzbarmachung der fortſchreitenden Technik haben einige Städte aber die Schlauchverſchraubung verlaſſen und eine ſogenannte Schlauchkupplung angenommen. Die ſymmetriſche Anordnung der Kupplung ermöglicht es, jedes Ende eines Schlauches mit demjenigen eines andern Schlauches zu verbinden, was bei dem Metzſchen Normalgewinde nicht möglich iſt und deshalb beim Legen längerer Schlauchlinien manchmal zu kleineren Verzögerungen Anlaß gibt. Auch iſt eine gute Schlauchkupplung raſcher zu ſchließen und zu löſen als ein Gewinde. Nachdem nunmehr auch bei kleineren Gemeinden die Neigung zur Einführung von Schlauchkupplungen hervorgetreten iſt, war es nötig, fakultativ Schlauchkupplungen zuzulaſſen, zugleich aber auch im Intereſſe der Einheitlichkeit ein beſtimmtes Syſtem vorzuſchreiben. Das nunmehr in § 2 der Verordnung vom 18. Februar l. J. vorgeſchriebene Syſtem Storz iſt von dem Ausſchuß der heſſiſchen freiwilligen Feuerwehren wie auch von der Brandverſicherungskammer als das derzeit beſte bezeichnet werden. Dasſelbe iſt ſeit längerer Zeit erprobt, bereits im Jahre 1891 von dem Deutſchen Feuerwehrausſchuß in Teplitz als allen Anforderungen entſprechend bezeichnet worden und patentfrei, alſo in ſeinen Anſchaffungskoſten nicht zu hoch. Patentfrei iſt das Modell 1886, während die verbeſſerte Schlauchkupplung Syſtem Storz, Modell 1901, noch unter Patentſchutz ſteht. Die Verbeſſerungen des letzteren ſind aber nicht derart, daß es ſich rechtfertigen würde, die jetzt patentierte Form der Kupplung vorzuſchreiben. Das Modell 1886 paßt auf das Modell 1901, und es iſt deshalb einerlei, welches von beiden Modellen gewählt wird."

Im Intereſſe der Sache würde es liegen, wenn dem Beiſpiel Heſſens weitere Länder nicht nur bald nachfolgen, ſondern auch durch obligatoriſche Einführung einer Normalſchlauchkupplung mit gleichen Hälften an Stelle einer nur fakultativen radikal vorgehen würden.

Zur Bedienung der Druckſchläuche braucht man neben dem Holzhammer und Schlauchhalter beim Füllen des Waſſerkaſtens mittels der Schlauchleitung den Einhängwinkel, d. i. ein kupfernes Bogenrohr, zum feſten Anziehen der Schlauchgewinde den Schlauchſchlüſſel, zum Aufwickeln und raſchen Wiederabwickeln der Schläuche den Schlauchhaſpel oder die Schlauchwelle, zur Vermeidung von Verkehrsſtörungen bei über die Straße gelegten Schlauchleitungen die Schlauchbrücke, zum momentanen Abſchluß einer gefüllten aufgezogenen Schlauchleitung die Schlauchzange oder Schlauchklamme und zu ſofortigem Verſchluß von an den Schlauchleitungen während eines Brandes entſtehenden Spritzſtellen und Riſſen die Schlauchbinde.

Der **Schlauchwagen** dient zum Mitführen eines entſprechenden Vorrates von Spritzen- oder Hydrantenſchläuchen. Er iſt zweirädrig, hat eine oder zwei Trommeln, faßt je nach ſeiner Größe bis zu 600 m Schläuche und iſt mit einem Requiſitenkaſten verſehen. Die Schläuche ſind dicht zuſammenzuſchrauben und ſo auf die Trommel aufzurollen, daß das Muttergewinde nach außen gekehrt iſt. Man braucht dann nur mit dem Wagen rückwärts an die Spritze oder den Hydranten zu fahren, um den Schlauch anzuſchrauben, und kann das Herſtellen der Schlauchleitung bis zu der gerade erforderlichen Stelle raſch und ohne Störung beſorgen.

Chemiſche Feuerlöſchmittel. Die feuerlöſchende Eigenſchaft des Waſſers wird erhöht, wenn man demſelben teils leicht lösliche, teils nicht lösliche, möglichſt fein zerteilte Körper wie Alaun, gelöſchten Kalk, Lehm, doppeltkohlenſaures Natron, ſchwefelſaures Ammoniak, Waſſerglas u. dergl. beimengt. Die Wirkſamkeit dieſer Mittel beſteht darin, daß ſie entweder auf der Oberfläche des zu ſchützenden Gegenſtandes eine den Luftzutritt abhaltende unverbrennliche Kruſte hervorbringen oder in Berührung mit dem Feuer dasſelbe erſtickende Gaſe entwickeln oder in beiden Richtungen zugleich wirken.

Unter den vielen Löſchpulvern, denen dieſe Eigenſchaft zugeſchrieben wird, ſind zu nennen: dasjenige von S. Bauer in Bonn a. Rh., Gautſch in München, Goldmann in Wien, G. Müller in Kaufbeuren (40 Teile Ammoniak, 10 Teile Alaun, 15 Teile Waſſerglaspulver, 15 Teile calcinierte Soda, 25 Teile Salmiak, 10 Teile Borax, und von dieſem Pulver 1 kg auf 50 l Waſſer), Winkelmann in Augsburg, ſodann die Löſchpatronen von Trotha in Anhalt, bei denen man nur die Hülſe zu zerbrechen und deren durch eine Querſcheibe abgeſonderten Inhalt — $^4/_5$ Natronalaun und $^1/_5$ ſchwefligſaures Natron — in das zum Löſchen bereite Waſſer zu ſchütten hat.

Die Feuerlöſchgranaten, auch Feuerlöſchbomben, Feuerlöſchflaſchen genannt, enthalten mit Löſchpulver vermengtes Waſſer und werden im Gebrauchsfalle einfach ins Feuer geworfen, wo ſie zerplatzen. Wir nennen: Hardens Feuerlöſchgranaten (19,5 % Chlornatrium, 9 % Chlorammonium), Haywards Originalfeuerlöſchgranaten (15,7 % Chlorcalcium, 5,6 % Chlormagneſium), Schönbergs Feuerlöſchflaſchen (1,6 % kohlenſaures Natron, 6,4 % Chlornatrium).

Der Annihilator, von dem Londoner Ingenieur Philipps im Jahre 1849 erfunden, hat in ſeiner urſprünglichen Beſchaffenheit keine praktiſche Verwendung gefunden. Das jetzt mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Namen Annihilator bezeichnete Löſchinſtrument beſteht aus einer in einem Blechgefäß durch Klappdeckel befeſtigten und darin eine ſchräge Stellung einnehmenden Saug- und Druckſpritze mit zwei ineinander geführten Meſſingröhren (von denen die eine als Zylinder, die andre als Kolben dient und letztere Röhre, die hohl iſt, zugleich als kleiner Windkeſſel wirkt); die Spritze arbeitet mit Kugelventilen. Der Annihilator wird entweder, mit chemiſch zubereitetem Waſſer gefüllt, bereit gehalten oder erſt im Gebrauchsfalle mit Waſſer gefüllt und dieſes alsdann mit einem Löſchpulver vermiſcht.

Das unter dem Namen „Feuerlöſchdoſe“ bekannte chemiſche Feuerlöſchmittel enthält trockenes Pulver, das ſamt der Doſe ins Feuer geworfen wird, und beſteht aus 1 Teil Kohle, 8 Teilen Schwefel und 16 Teilen Salpeter. Es entwickelt ſich bei der Verbrennung ſchweflige Säure, die das Feuer dann vollſtändig löſcht, wenn ſolches in möglichſt luftdicht abgeſchloſſenem Raume ausgebrochen iſt und der Zutritt von Luft während der Löſcharbeit verhindert wird.

Zu den chemiſchen Feuerlöſchmitteln gehören ferner die Extinkteure oder Gasſpritzen, die vielfach praktiſche Verwendung gefunden haben. In einem zylinderförmigen, luftdichten, auf mindeſtens 12 Atmoſphären Druck geprüften Behälter aus Kupfer oder verzinntem Stahlblech befindet ſich das zum Löſchen beſtimmte, mit doppeltkohlenſaurem Natron vermengte Waſſer ſowie ein kleines mit Schwefelſäure gefülltes Gefäß. Sobald die Schwefelſäure mit dem Waſſer vereinigt wird, entwickelt ſich Kohlenſäure, ſo daß ein Druck von mehreren Atmoſphären entſteht, das Waſſer nach Oeffnen des am Behälter angebrachten Hahns durch den vorhandenen Schlauch ca. 15 m weit ausgeworfen wird, durch ſeinen Gehalt an Kohlenſäure und Salz auf das Feuer erſtickend wirkt und die beſpritzten Gegenſtände mit einer dünnen, deren Wiederentzündung erſchwerenden Salzkruſte bedeckt. Beinahe bei ſämtlichen bekannten Arten von Extinkteuren kommen die genannten Chemikalien zur Verwendung, und zwar, da die Behälter in der Regel dieſelbe Größe haben, auch in dem nämlichen Verhältnis: 750 g doppeltkohlenſaures Natron und 500 g engliſche 66prozentige Schwefelſäure; dagegen beſteht in der Art und Weiſe der Intätigkeitſetzung der Apparate ein weſentlicher Unterſchied.

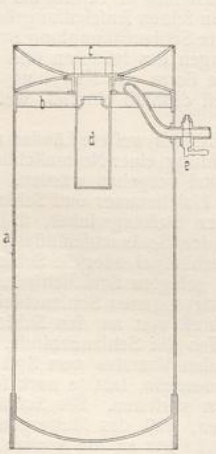


Fig. 22.

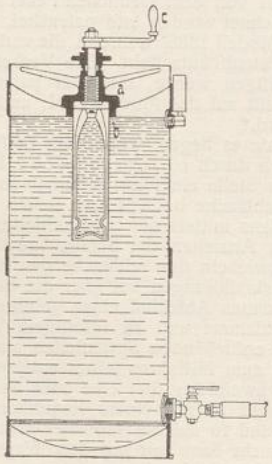


Fig. 23.

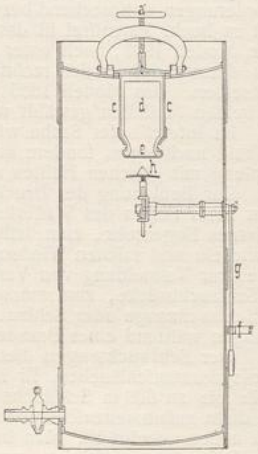


Fig. 24.

Bei den erſten Extinkteuren geſchah die Entwicklung der Kohlenſäure gleich mit der Füllung; ſie waren alſo bis zum etwaigen Gebrauch ſtets unter Druck, was den großen Nachteil hatte, daß die Gaſe nach und nach entwichen, der Druck nachließ und der Apparat im kritiſchen Moment unter Umſtänden den Dienſt verſagte. Jetzt ſind die Extinkteure ſämtlich ſo konſtruiert, daß ſie zwar gefüllt und mit den nötigen Chemikalien verſehen aufbewahrt und parat gehalten, aber erſt im Gebrauchsfalle durch eine mehr oder weniger einfache Manipulation unter Druck geſetzt werden. Dies geſchieht z. B. bei dem von G. Zuber erfundenen Apparat (Fig. 22) in folgender Weiſe: Der Behälter *a* wird bis zur Linie *b* mit Waſſer gefüllt, was nach Entfernen der Schraube *c* bei der trichterartigen Form des oberen Teils des Behälters ſehr leicht geſchehen kann; alsdann gießt man 750 g doppeltkohlenſaures Natron in das Waſſer, füllt die mit der Schraube *c* verbundene Bleiflaſche *d* mit 500 g Schwefelſäure, bedeckt die Flaſche mit einem kleinen Bleideckel, ſchließt den Apparat mittels der Schraube *c*, bewahrt denſelben in dieſem Zuſtande aufrecht ſtehend bis zu ſeiner Verwendung auf und braucht ihn dann im letzteren Falle nur umzukehren, wodurch die Schwefelſäure ſich in das bereits präparierte Waſſer ergießt. Durch die ſich ſofort entwickelnde Kohlenſäure gelangt der Apparat unter Druck, und die in dem erſteren enthaltene Flüſſigkeit wird beim Oeffnen des Ausgußhahns *e* ca. 15 m weit ausgeworfen. Andre Apparate bedürfen des Umdrehens nicht, ſo der Dickſche, bei dem das Schwefelſäuregefäß durch Schlagen auf einen Bolzen zertrümmert wird, und neuerdings der Böhleſche Extinkteur (Fig. 23), bei dem die Auslöſung dadurch geſchieht, daß man die Kurbel *c* dreht und auf den Glasſtöpfel der in dem Einſatz *a* befindlichen Glasflaſche *b* wirken läßt, bis dieſe zerbricht. Der K. preuß. Militärverwaltung iſt durch kriegsminiſterielle Verfügung der Gebrauch dieſes Apparates für Kaſernen, Lazarette und Magazine vorgeſchrieben. Die Koſten der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spritze nebſt Zubehör belaufen ſich auf ca. 120 ℳ (Richard Schwartzkopff, Berlin). Weder eines Umdrehens des Apparates noch der Zertrümmerung des Schwefelſäuregefäßes bedarf es u. a. bei den Extinkteuren von Eduard Rau in München, Patent Beyhl, und von Paul Schmahl, Firma J. G. Lieb in Biberach a. d. R. Beim Rauſchen Apparat (Fig. 24) nimmt man durch Zurückziehen der Schraube *a* den Verſchlußdeckel ſamt der an dieſem angebrachten Büchſe *c* heraus, ſteckt das die Schwefelſäure enthaltende, an ſeiner Oeffnung *e* mit Bleifolie verſchloſſene Gefäß *d* ſo in die Büchſe, daß der Hals des Gefäßes durch die Oeffnung der erſteren ragt, und ſchraubt, nachdem zuvor der Apparat bis unten an das Schwefelſäuregefäß mit der Natronlöſung gefüllt worden, den Verſchlußdeckel wieder ein, wodurch das Gefäß *d* die in Fig. 24 angegebene Stellung erhält. Behufs Ingangſetzung des Apparates hat man nur die zum Feſtſtellen des Hebels *g* vorhandene Verſicherung *f* zu beſeitigen, den Hebel an der rechten Seite vor- und dann ſofort in die ſenkrechte Stellung zurückzuziehen, wodurch der Kegel *h* nach oben gerückt wird und den Bleiverſchluß *e* durchſtößt. Die neueren Extinkteure von Rau ſind in der Weiſe abgeändert, daß der Schwefelſäurebehälter auf einer Achſe ſitzt, erſt im Gebrauchsfalle mittels einer Hebelvorrichtung nach unten gedreht und dann der Bleideckel durch einen an der Achſe befindlichen Mechanismus zerſtört wird. Der Schmahlſche Extinkteur (Fig. 25) iſt noch einfacher konſtruiert, indem bei demſelben nur der Ausgußhahn raſch zurück- und wieder vorwärtsgedreht zu werden braucht, alſo eine zweite Manipulation, wie bei ſämtlichen andern Konſtruktionen, nicht nötig iſt. Es iſt nämlich der Ausgußhahn mit einer Stechlanze verbunden, die beim Drehen desſelben nach rückwärts die Bleidecke des Schwefelſäuregefäßes durchſticht.

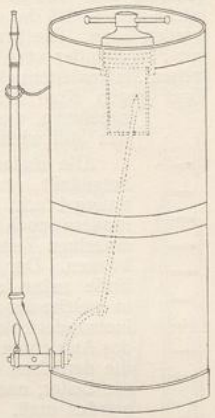


Fig. 25.

Noch gehört hierher die neue **Handgasſpritze** von Konrad Gautſch in München. Sie zeichnet ſich namentlich durch höchſt einfache Bedienungsweiſe aus, und es wurden deshalb von der Eiſenbahndirektion Potsdam D-Zug-Wagen damit ausgerüſtet.

Zu jedem Extinkteur gehört ein entſprechender Vorrat an Chemikalien, um erforderlichenfalls Neufüllungen vornehmen zu können. Die chemiſchen Feuerlöſchmittel kommen in der Regel überhaupt nur in Betracht bei erſt im Entſtehen begriffenen Schadenfeuern, namentlich beim Löſchen von brennendem Petroleum, Benzin, Teer, Pech, Lack u. dergl.

IV. Steig- und Rettungsgeräte.

Anſtelleitern mit Stützen. Von beſonderer Wichtigkeit iſt die Verbindung der Stützen mit den Leitern. Allen älteren Verbindungsbeſchlägen haftet der Uebelſtand an, daß ſie außer der Durchbohrung der Holme für die Sproſſen noch eine beſondere Durchbohrung für das Stützenbeſchläg notwendig machen, alſo eine ganz bedeutende Verſchwächung der Holme und ebendamit Unglücksfälle verurſachen. Verfaſſer hat dieſem Uebelſtand dadurch abhelfen laſſen, daß an der Verbindungsſtelle zwei Sproſſen durchbohrt und die beiden Stützenbeſchläge mittels eiſerner, durch die Sproſſen geſchobener Stängchen mit der Leiter und unter ſich feſt verbunden werden (ſ. Fig. 26).

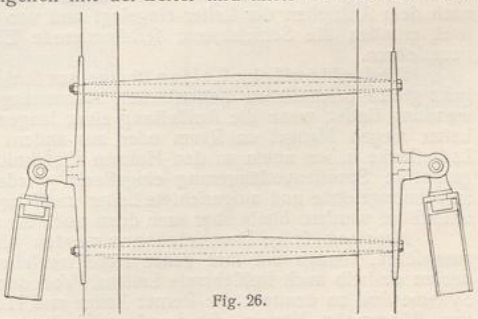


Fig. 26.

Die Leiterbäume und Stützen ſollen aus aſtloſem Weißtannen- oder Fichtenholz, die Sproſſen aus ſplintfreiem Eichenholz gefertigt, die Holme oval, die Sproſſen kantig bearbeitet ſein, letztere ganz durch die Holme gehen, nach außen verjüngt, verkeilt und innen mit einem 5 mm in die Holme eingetriebenen Anſatz verſehen ſein. Die Breite der Leiter ſoll unten mindeſtens 40 cm, oben mindeſtens 30 cm im Lichten, die Stärke oben mindeſtens 45/80 mm, unten 60/100 mm betragen. Es ſollen die Leitern durch mindeſtens drei durch die Sproſſen geführte eiſerne Stängchen von 10 mm Stärke zuſammengehalten ſein. Die Stützen ſollen unten und oben 55 mm, mitten (damit ſie nicht federn) 65 mm ſtark und genau ſo lang ſein als die Leitern ſelbſt vom Verbindungspunkt der Stütze mit der Leiter bis zum Fußpunkt der letzteren. Der Verbindungspunkt darf nicht weniger als 0,5 m und nicht mehr als 1 m über der Mitte der Leiter ſich befinden. Die Leiterholme ſollen oben und unten mit mindeſtens 6 cm langen, genügend ſtarken, eiſernen, gut eingelaſſenen Zwingen und unten außerdem mit eiſernen, ſtarken, gut eingelaſſenen, mindeſtens 7 cm vorſtehenden Stiften verſehen und die Stützen unten ebenſo beſchlagen ſein wie die Holme. Das Verbindungsbeſchläg der Stützen mit den Holmen ſoll aus Schmiedeeiſen beſter Qualität aufs ſolideſte gefertigt ſein und im übrigen die obenangegebene Konſtruktion haben. Jede, auch die kleinſte Gemeinde ſoll neben Leitern von geringerer Länge mindeſtens eine Leiter von 10—12 m Länge haben. Bezüglich der Tragfähigkeit der einfachen Stützenleitern iſt zu bemerken, daß dieſelben wagerecht auf beiden Enden aufliegend eine 80 kg ſchwere Laſt tragen müſſen; nach Beſeitigung der Belaſtung darf keine Veränderung an der Leiter eingetreten und namentlich keine Einbiegung mehr vorhanden ſein.

Da man die einfache Stützenleiter nicht freiſtehend benutzen kann, ſo richtet man zwei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stützenleitern ſo ein, daß ſie zu einer Bockleiter zuſammengeſtellt werden können, damit, wenn man an einem brennenden Gebäude keine Leiter mehr anlegen kann und auch kein Nachbargebäude vorhanden iſt, von deſſen Firſt aus das Löſchen mittels eines aufgezogenen Spritzenſchlauches geſchehen könnte, dies von der Bockleiter aus in wirkſamſter Weiſe möglich wird. Zu dieſem Zwecke werden beide Leitern gleichlang gemacht und eine der beiden Leitern erhält an ihrem oberen Ende eine ſolche Breite, daß das obere Ende der andern Leiter dazwiſchengeſchoben werden kann. Die breitere Leiter iſt oben mit einem eiſernen Stift mit Flügelmutter verſehen, und man hat, wenn man aus zwei einfachen Stützenleitern eine Bockleiter machen will, nur beide Leitern Kopf gegen Kopf auf den Boden zu legen, den Stift herauszunehmen, die ſchmälere Leiter einzuſchieben und ſodann den Stift wieder durchzuſtecken und zu befeſtigen.

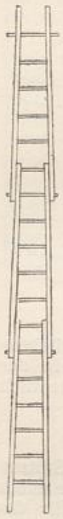


Fig. 29.

Die einfache Anſtelleiter wird auch aus zwei Teilen hergeſtellt, wodurch ſie nicht nur in kleineren Räumen untergebracht und leichter transportiert werden kann, ſondern noch den Vorteil bietet, unter Umſtänden die einzelnen Teile für ſich als kürzere Leiter verwenden zu können. Der eine Leiterteil hat an ſeinem oberen Ende außen an beiden Holmen je zwei Zwingen, in welche der andre Leiterteil geſchoben wird. Das Ineinanderſchieben geſchieht auf dem ebenen Boden, das Aufrichten der zuſammengeſteckten Leiter durch die derſelben beigegebenen Gabeln, mittels deren die Leiter, nachdem ſie angelegt iſt, auch unterſtützt werden muß.

Ein weſentlicher Fortſchritt im Feuerleiternbau erfolgte mit der Erfindung der **Schiebleiter** (Fig 27 und 28). Dieſelbe wird wie die gewöhnliche Stützenleiter in unausgezogenem Zuſtande aufgeſtellt und dann mittels des an der oberen Leiter unten bei *a* befeſtigten, über die oben an der unteren Leiter befindliche Rolle *b* hinweggehenden Seiles *c* nach Bedürfnis ausgezogen Die obere Leiter wird durch die Haken *d* gehalten. Damit während des Gebrauchs ein ſchnelles und ebendeshalb gefährliches Herabrutſchen der oberen Leiter infolge irgend eines Bruches möglichſt vermieden wird, muß nicht nur an der Leiter und an den Stützen, ſondern ſtets auch am Seil jemand feſthalten Die Haken *d* mußten früher durch einen Mann nach dem Aufziehen der Leiter eingelegt und vor dem Ablaſſen derſelben ausgehängt werden; jetzt erhalten die Schiebleitern ſelbſtwirkende Einfallhaken wie die mechaniſchen Feuerleitern.



Fig. 27.

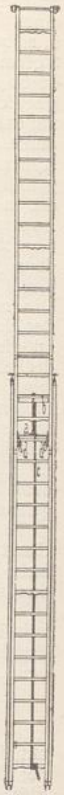


Fig. 28.

Die Italieniſche Leiter iſt eine aus fünf bis ſechs einzelnen, je 2 m langen, ganz gleich beſchaffenen Leiterſtücken zuſammengeſetzte Steckleiter, die dann Anwendung findet, wenn die Aufſtellung einer langen, aus einem Stück beſtehenden Leiter wegen Mangel an Raum oder aus andern Gründen nicht möglich iſt. Die Leiterſtücke haben unten an den Holmen Einſchnitte, ſo daß ſie in die angebrachte Sproſſenverlängerung eingeſteckt werden können (Fig. 29). Die zuſammengeſetzte und aufgerichtete Leiter muß durch ſogenannte Gabelſtützen unterſtützt werden, bleibt aber auch dann noch ein nicht ungefährliches Gerät.

Mechaniſche Feuerleitern werden bis zu einer Höhe von 30 m ausgeführt, können auf ihre ganze Höhe freiſtehend beſtiegen werden und heißen deshalb auch freiſtehende Leitern. Von den bekannten Leitern älterer Syſteme ſind zu nennen: die Berner Leiter von Hortin, die Belgiſche Leiter von Blanpain-Namur, die Londoner Leiter von Wyval und die Mailänder Leiter von Porta. Zurzeit liefern in Deutſchland ſehr gute Leitern die Firmen: Lieb in Biberach a. d. R., Magirus in Ulm, Braun vorm. Fiſcher & Stahl in Nürnberg, Hönig in Köln, Weinhart in München Beinahe ohne Ausnahme ſind die zur Verwendung kommenden Leitern Schiebleitern, und zwar zwei-, drei- oder vierteilig, mit oder ohne Pferdebeſpannung. Die Art der Aufrichtung iſt ſehr verſchieden.

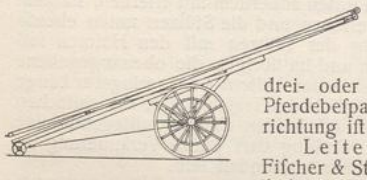


Fig. 30.

Leitern von Braun vorm. Fiſcher & Stahl (Fig. 30 und 30a). Das Aufrichten erfolgt durch eine Seilwelle



Fig. 30a.

mit Griffrädern, indem sich, wenn man letztere in Bewegung setzt, das dreieckige Wagengestell abwärts gegen den Fuß der Leiter verschiebt; um das Verschieben zu erleichtern, sind an der Leiter und dem Wagengestell Schienen angebracht.

Leitern von Lieb (Fig. 31), Patent Schmahl. Hier dient eine eiserne Spindel zum Aufrichten, deren Lager an der unteren Seite des Leiterholms befestigt ist; der Spindel entlang läuft eine Mutter, die mit eisernen Stangen die oberen Stützenenden an ihrer Verbindung faßt. Setzt man die Spindel durch Umdrehung in Bewegung, so läuft die Mutter an der Spindel auf- oder abwärts, zieht dadurch die Stützen an oder schiebt sie zurück, d. h. zieht die Leiter auf oder legt sie nieder. Bei einer andern Anordnung geschieht das Aufrichten mittels eines Getriebs durch Kranenketten, wobei ein angebrachter Selbsthemmungsapparat bewirkt, daß im Falle plötzlichen Loslassens der Kurbel das Getriebe sofort feststeht.

Bei den Patentleitern von Magirus tritt an Stelle des dreieckigen Wagengestells der Elevator *a b* (Fig. 32). Er bewegt sich an seinem unteren Ende um die Wagenachse und ist oben mit Rollen versehen, auf welchen die Leiter aufliegt. In der Mitte des Wagengestells ist eine Welle mit Kurbel und mit an das obere Ende des Elevators führendem Seil. Sowie das Seil durch Umdrehung der Welle verkürzt wird, erhebt sich der Elevator und mit ihm die Leiter, bis letztere mit ihrem Fuß am Wagen anliegt. Bei einer andern Anordnung wird durch ein Getriebe mit Stahldrahtbändern der Fuß der mit der Leiter fest verbundenen Stützen und damit die Leiter selbst emporgehoben. Eine während des Aufrichtens selbstwirkende Vorrichtung verhütet das Zurückgleiten der Leiter. Fig. 33 ist eine sogenannte



Fig. 33.



Fig. 32.



Fig. 31.

Dreh- oder Turmleiter, derjenigen von Hönig in Köln ähnlich. Der Wagen ist mit einer Brücke versehen, auf der ein schmiedeeisernes Gestell ruht, das mittels des an der Brücke angebrachten Kurbelbetriebs vollständig im Kreise gedreht werden kann. An dem Gestell befindet sich die Aufrichtevorrichtung für die vierteilige, ganz ausgezogen 22 m hohe Schiebleiter.

Zu den nur für die Berufsfeuerwehren der großen Städte geeigneten Dreh- und Turmleitern gehört auch die von Greiner & Witte in Berlin konstruierte eiserne Steckleiter, die aus Stahlrohr gefertigt ist und bei der die einzelnen Leitern von 3,3 m Länge von unten einzeln eingeschaltet werden. Die vorhandene Drehscheibe gestattet, daß die Leiter in jeder Stellung um sich selbst gedreht werden kann. Die zweite Einzelleiter wird mit der ersten gekuppelt und dann mittels des angebrachten Getriebes aufwärtsgeschoben, dann die dritte an die zweite Leiter u. s. w., bis die gerade notwendige Höhe (bei einer Maximalhöhe von 23 m) erreicht ist. Die Kupplungen bestehen aus einem Vater- und Muttergewinde mit Bajonettverschluß, und es wird durch Bewegung eines Hebels die Aneinanderfügung der Leiterenden so vollständig bewerkstelligt, daß für das Besteigen der Leiter volle Sicherheit besteht.



Fig. 34.

Wesentlich unterscheidet sich von den bisher angeführten Systemen freistehender Schiebleitern dasjenige von Weinhart in München. Hier liegt die unausgezogene Leiter infolge der Anbringung eines Werkzeugkastens und Fußtrittes von entsprechendem Gewicht am Fußende der Leiter auf der Radachse im Gleichgewicht (Fig. 34), wodurch sie von einem Mann durch

einen Druck auf das Fußende aufgerichtet werden kann. Durch die Art der Verbindung der Stützen mit der Leiter iſt es möglich, dieſe nach Belieben zu neigen und ihr unter jedem Winkel einen feſten Stand zu geben. Der Bau der Weinhartſchen Leitern beſchränkt ſich ohne ſogenannte Aufſteckleiter auf eine Höhe von 14 m. Lieb in Biberach, Magirus in Ulm und neuerdings auch Braun in Nürnberg haben das Weinhartſche Leiterſyſtem zu vollſtändigen Balanceleitern mit beſonderem Gegengewicht, jeder in ſeiner Weiſe, ausgebildet und bauen ſolche Leitern bis zu 18 m Höhe ohne Aufſteckleiter.

Das Aufziehen der Oberleiter erfolgt bei den freiſtehenden Schiebleitern entweder durch die Aufrichtvorrichtung oder durch ein beſonderes Kurbelgetriebe mit Hanf- oder Stahldrahtſeil. Die erforderlichen Einfallhaken werden neuerdings bei Lieb und Magirus ſelbſttätig wirkend hergeſtellt. Die Verſpannung der Oberleitern geſchieht in der Regel mit Bandeiſen oder Drahtſeilen. Um die aufgerichtete Leiter auch bei unebenem Terrain ſo ſtellen zu können, daß ſie ſich weder nach rechts noch nach links neigt, erhält ſie eine ſogenannte Terrainregulierung, wozu neben den zum feſten Stand der Leiter erforderlichen Fußſchrauben eine beſondere Spindelvorrichtung dient. Details ſind in den Katalogen der genannten Fabriken nachzuſehen.

Im Jahre 1890 hat die Techniſche Kommiſſion des Deutſchen Feuerwehrausſchuſſes den vom Verfaſſer gefertigten Entwurf allgemeiner **Vorſchriften über die Beſchaffenheit und über die Benutzung mechaniſcher Feuer- und Rettungsleitern** ſowie einer Prüfungsnormale für ſolche Leitern durchberaten und ſchließlich bei ihrem Wiederzuſammentritt im Jahre 1893 mit wenigen Abänderungen in nachſtehender Faſſung definitiv feſtgeſtellt.

I. Allgemeine Vorſchriften über die Beſchaffenheit mechaniſcher Feuer- und Rettungsleitern. 1. Alle zum Aufrichten mechaniſcher Leitern verwendeten Getriebe müſſen ohne Gefährdung der Bedienungsmannſchaft in Tätigkeit geſetzt werden können und mit ſelbſtwirkenden Sperrvorrichtungen verſehen ſein. Die Verwendung von automatiſchen Bremſen, Sicherheitskurbeln u. ſ. w. iſt anzuraten. Das verwendete Holz muß möglichſt aſtfrei und tadellos ſein. Die Holzteile dürfen nur mit durchſichtigem Firnis überzogen werden. 3. Für Metallteile, die Zugſpannungen ausgeſetzt ſind, darf kein Gußeiſen, ſondern nur Schmiedeeiſen und Stahl Verwendung finden. 4. Die ausziehbaren Teile der Leiter ſollen in völlig ausgezogenem Zuſtande noch mindeſtens ein Sechſtel ihrer Länge übereinander greifen. 5. Die lichte Breite der Leitern muß ſo groß bemeſſen werden, daß die ſeitlich vorragenden Teile der Verſpannung u. ſ. w. der freien Bewegung der Mannſchaft kein Hindernis bereiten. 6. Bei einer Belaſtung der oberſten Sproſſe der ganz ausgezogenen Leiter mit 250 kg und einer Neigung der Leiter von 78° darf kein Punkt der Unterſtützung der Leiter den Boden verlaſſen. Bleibende Verbiegungen oder ſonſtige Veränderungen dürfen durch die Belaſtung an der Leiter nicht eintreten. Es muß vielmehr ein von der Leiterſpitze herabhängendes Lot nach der Belaſtungsprobe genau denſelben Abſtand von einem feſten Punkte des Leiterfußes zeigen wie vor demſelben. 7. Bei einer Belaſtung der ganz ausgezogenen, auf 78° geneigten Leiter — wenn zweiteilig, an der oberſten Sproſſe der Unterleiter mit 300 kg, der Auszugsleiter mit 150 kg, wenn dreiteilig, an der oberſten Sproſſe der Unterleiter mit 300 kg, der mittleren Leiter mit 180 kg und der oberen Leiter mit 150 kg — müſſen dieſelben Bedingungen wie unter 6. erfüllt werden. 8. Die Leiter muß eine ſogenannte Terrainregulierung beſitzen, die eine ſeitliche Neigung bis zu 10% auszugleichen erlaubt.

II. Allgemeine Vorſchriften über die Benutzung mechaniſcher Feuer- und Rettungsleitern. 1. Eine mechaniſche, voll ausgezogene Leiter ſoll nur ſoweit erforderlich im Freiſtande verwendet werden. Bei Uebungen iſt die Aufſtellung ſo zu wählen, daß die Leiter im Falle des Nachgebens Anlage findet. 2. Eine mechaniſche Leiter darf freiſtehend nur bei einer Neigung von 78° ſowie angelegt nur mit folgenden Mannſchaftszahlen beſtiegen werden: a) wenn zweiteilig, die untere Leiter höchſtens mit drei, die obere mit zwei Mann, b) wenn dreiteilig, die untere Leiter höchſtens mit drei, die beiden oberen mit je einem Mann an der Spitze jedes Leiterteiles. 3. Nur im Notfalle iſt es zuläſſig, daß der zweite Mann auf den oberſten Leiterteil bis zur Spitze hinaufſteigt; es hat vielmehr der oberſte Mann zur Empfangnahme des Schlauches und andrer Gegenſtände zu dem nächſt unter ihm poſtierten Mann hinabzuſteigen. 4. Das Ausziehen der Leiter darf ſtets nur auf die im einzelnen Falle durchaus notwendige Höhe geſchehen. 5. Bei Wind und nachgiebigem Untergrunde iſt mit ganz beſonderer Vorſicht zu verfahren. 6. Beim Anlegen der Leiter iſt darauf zu ſehen, daß dieſelbe vor dem Beſteigen noch etwa 20 cm von dem oberſten Punkte der Wand, Dachkante u. ſ. w. abſteht. 7. Auf unebenem Terrain darf die Leiter bei mehr als 10% ſeitlicher Neigung nicht angewendet werden. 8. Eine einſeitige Belaſtung der Leiter iſt möglichſt zu vermeiden. 9. Anſteck- oder Verlängerungsleitern dürfen im Freiſtande nicht benutzt werden.

III. Prüfungsnormale für mechaniſche Leitern. Jede Prüfung einer mechaniſchen Leiter hat unbedingt feſtzuſtellen, ob dieſelbe den allgemeinen Vorſchriften über die Beſchaffenheit ſolcher Leitern entſpricht. Weiterhin iſt die Prüfung namentlich noch auf die Ermittlung des zum Manövrieren nötigen Raumes ſowie, wenn möglich, auch auf die Veränderung der Stabilität bei den Belaſtungsproben durch Beſtimmung des Druckes der einzelnen Baſispunkte zu erſtrecken. Zur Benutzung bei der Prüfung dient ein beſonderes Schema.

Von den obenbeſchriebenen mechaniſchen Feuerleitern unterſcheiden ſich die Polſter-Schaplerſche und die neuere Magirus-Leiter dadurch, daß bei der erſteren komprimierte Luft, bei der letzteren komprimierte Kohlenſäure als Triebkraft für das Ausziehen der Oberleitern verwendet wird. Bei der Magirus-Leiter ſteht mit dem Auszugsgetriebe ein Kohlenſäuremechanismus in der Art in Verbindung, daß die in Flaſchen mitgeführte gepreßte flüſſige Kohlenſäure durch Oeffnen der betreffenden Ventile in einen ſtählernen Treibzylinder ſtrömt; hierdurch wird ein in letzterem geführter Kolben in Bewegung geſetzt, der ſeinerſeits dann einen Drahtſeilzug in Bewegung ſetzt, deſſen Ende auf eine mit dem eigentlichen Auszugsgetriebe zuſammen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gekoppelte Seiltrommel wirkt und ſo den Auszug der Oberleitern bewerkſtelligt. Sollte einmal der Kohlenſäurevorrat verbraucht ſein oder eine Störung im Kohlenſäuremechanismus eintreten, ſo kann der Auszug der Oberleitern von Hand erfolgen.

An dieſe Magirus-Leiter ſchließt ſich an die neue elektro-automobile Patentdrehleiter mit Kohlenſäureausſchubmechanismus der Feuerlöſchgeräte- und Maſchinenfabrik vorm. J. C. Braun in Nürnberg und die neueſte automobile Dampfdrehleiter von C. D. Magirus in Ulm. Bei der letzteren befindet ſich der Dampfkeſſel, an dem alle nötigen Armaturen angebracht ſind, hinter dem Kutſcherbock, und die um den Keſſel ſitzenden drei Mann können den Waſſerſtand, den Druck, überhaupt den Betrieb im Keſſel leicht beaufſichtigen. Die Heizung des Keſſels erfolgt vollſtändig automatiſch mittels Petroleum; man hat lediglich vor der Abfahrt ein Ventil zu öffnen, im übrigen kann man die Feuerung ganz ſich ſelbſt überlaſſen, und dieſe reguliert ſich automatiſch entſprechend der Fahrgeſchwindigkeit bezw. der Dampfentnahme. Im Depot wird der Keſſel mittels Leuchtgas unter einem Druck von 3—4 Atmoſphären gehalten, bei eintretendem Alarm wird die Gasheizung abgeſtellt, ausgelöſt und die Petroleumheizung eingeſtellt. Der Druck im Keſſel ſteigt ſchon nach 1—2 Minuten auf die volle Höhe. Wegen der Abbildungen ſei auf die Kataloge der genannten Firmen verwieſen.

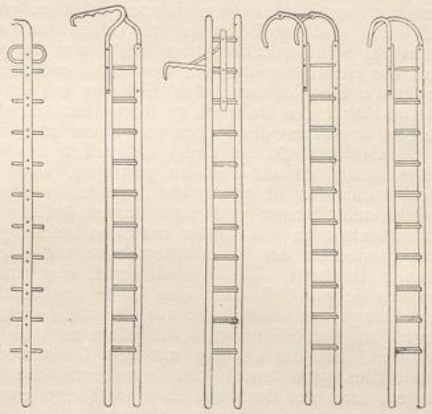


Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39.

Seit einigen Jahren werden auch ſtützenloſe mechaniſche Feuerleitern gebaut. In Württemberg wurden im Jahre 1902 infolge des Geſuches einer Gemeinde um einen Beitrag aus der Zentralkaſſe zur Förderung des Feuerlöſchweſens zu einer ſolchen Leiter von 14 m Länge auf Grund eingehender Prüfung des neuen Leiterſyſtems die Zentralkaſſevorſchriften über mechaniſche Leitern dahin ergänzt, daß ſolche ohne Stützen bis zu einer Länge von 13 m geſtattet ſind, wenn ſie im übrigen den ſchon beſtehenden Anordnungen vom Jahre 1894 entſprechen, während bei Drehleitern vorbehalten wurde, von Fall zu Fall zu entſcheiden.

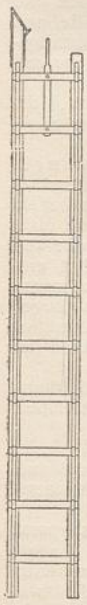


Fig. 40.

Hakenleitern oder Stockleitern verwendet die Feuerwehr zum Einſteigen in die einzelnen Stockwerke. Man hat Hakenleitern mit einem Holme und einem Haken (ſogenannte Papagei- oder Kopenhagener Leitern, Fig. 35), mit zwei Holmen und einem Haken (Fig. 36 und 37), mit zwei Holmen und zwei Haken, letztere entweder gleichweit voneinander abſtehend (Fig. 38) oder in einen Haken übergehend (Fig. 39). Die Länge der Leitern, die ſich im übrigen nach der durchſchnittlichen Höhe der Stockwerke in dem betreffenden Orte richtet, muß mindeſtens eine ſolche ſein, daß das Ueberſteigen von einer Leiter zur andern noch ſicher geſchehen kann.

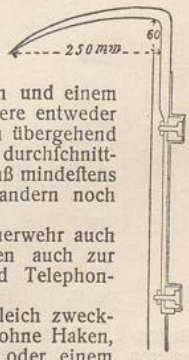


Fig. 41

Sämtliche bisher beſchriebenen Feuerleitern dienen der Feuerwehr auch als Rettungsleitern. Die mechaniſchen Feuerleitern werden auch zur Anbringung und Inſtandhaltung oberirdiſcher Telegraphen- und Telephonleitungen ſowie zu militäriſchen Zwecken verwendet.

Dachleitern ſollen bei allen Arten von Dachbedeckungen gleich zweckmäßig verwendet werden können. Man hat Dachleitern mit und ohne Haken, mit feſtem und loſem Haken, mit einem Haken in der Mitte oder einem ſolchen ſeitlich, mit kürzerem oder längerem Haken, mit zwei Haken (Firſtleitern), mit und ohne Vorrichtung zum Zurückſchieben der Dachziegel oder zum Einfahren mit dem Haken unter dieſelben, mit und ohne Laufrollen, ein-, zwei- und dreiteilig. Die Augsburger oder Bayriſche Dachleiter iſt ähnlich derjenigen der Schieferdecker und hat einen loſen Haken in Form eines *S*, den der Benutzer an ſich trägt. Der Haken wird von der Anſtelleiter aus in eine der unteren Ziegelreihen und dann die erſte Dachleiter in den über die Dachfläche vorſtehenden Teil des Hakens an einer ihrer unteren Sproſſen eingehängt, alsdann beſtiegen, von ihr aus über derſelben ein zweiter Haken, in dieſen hierauf die zweite Dachleiter u. ſ. w. eingehängt. Bei dieſer Einrichtung kann die Dachleiter ſich auf der Dachfläche nach rechts oder links neigen, und ebendeshalb ſteht der Benutzer nicht ſicher. — Die Schweizer Dachleiter hat einen ſeitlichen, oben an dem rechten Leiterholm befeſtigten Haken mit einer beſonderen Spitze zum Einfahren unter die Dachziegel. Auch dieſe Leiter bietet dem Benutzenden nicht die notwendige Sicherheit, inſofern der Haken, deſſen Länge, damit das Umdrehen unter einem Dachziegel möglich iſt, höchſtens gleich der Breite eines ſolchen Ziegels ſein kann, ſich leicht aushängt. — Die Württembergiſche Normaldachleiter iſt von Weißtannen- oder Fichtenholz, hat eine Länge von 2,3 m, eine Breite von 26 cm, im Lichten gemeſſen. Die Holme und Sproſſen ſind 50 mm breit, 22 mm dick,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Holme oben auf ihre ganze Länge über die Sproſſen hinweg auf 20 mm Breite mit Bandeiſen beſchlagen, das zugleich mit den etwas eingeſetzten Sproſſen durch Holzſchrauben an die Holme befeſtigt iſt. Der Haken iſt aus einem Stück Schmiedeeiſen erſter Qualität gefertigt. Oben am linken Holm iſt eine Vorrichtung zum Zurückſchieben der Dachziegel angebracht. Haken und Schiebvorrichtung haben die Konſtruktion der Fig. 40 und 41. Die Breite des Hakens beträgt 18 mm, ſeine Stärke 8 mm. Das Gewicht einer ſolchen Dachleiter darf nicht über 8 kg betragen.

Auf einer Dachleiter darf ſtets nur ein Mann ſtehen. Die Normalleiter kann auch bei Stroh- und Schindeldächern angewendet werden, indem man ſie nur, den Haken nach abwärts gerichtet, unten an beiden Holmen zu faſſen und den Haken ſo tief einzuſchlagen hat, daß er feſt ſteckt und die Leiter auf der Dachfläche ganz aufliegt. Dagegen taugt auch dieſe Leiter nicht für Schieferdächer; hier bleibt nur die Verwendung gewöhnlicher Schieferdeckerleitern und die Benutzung der auf den Schieferdächern ohnehin vorhandenen Haken übrig. Innen verſchalte Ziegeldächer laſſen ſich nur mit Dachſteckleitern, deren oberſter Teil zwei Haken hat und über den Dachfirſt zu liegen kommt, oder mit Dachleitern gleich der Normalleiter beſteigen, bei denen der Haken nur 16 cm lang iſt.

Geſimsbock, ein Gerät, deſſen ſich die Feuerwehr bedient, um vom oberſten Stockwerk eines Hauſes auf das Dach zu gelangen, wenn eine über die Dachtraufe reichende Feuerleiter nicht vorhanden iſt oder nicht angewendet werden kann. Er beſteht aus einer ſogenannten Brücke nebſt Stange und einer kurzen Anſtelleiter. Die Brücke iſt ein ſtarkes, 1,8 m langes, 0,5 m breites, an den Kanten mit Eiſen beſchlagenes, mit zwei Eiſenſtreben und mit Oeffnungen zum Einſtecken der Geſimsleiter ſowie mit eiſernen Ringen zum Einſchieben der Stange verſehenes Trittbrett. Die Geſimsleiter iſt eine einfache, 4 m lange Anſtelleiter, an deren beiden Holmen je ein Seil oder eine Gurte angebracht iſt. Im Gerätemagazin und beim Transport ſind Stange und Anſtelleiter auf die obere Seite der Brücke gelegt, die beweglichen Stützen liegen an den Seitenkanten derſelben an und ſämtliche Teile ſind durch Riemen zuſammengehalten. Bei der Uebung mit dem Geſimsbock und bei deſſen Anwendung während eines Brandfalles wird zuerſt das betreffende Stockwerk mittels der Hakenleitern (ſ. S. 785) beſtiegen, dann der Bock mittels einer Steigerleine aufgezogen und auf die Fenſterbank gelegt. Hierauf werden die Riemen geöffnet, wobei die Streben ſelbſttätig in die richtige Lage an der äußeren Wandſeite herabfallen; nachdem die Stange durch die der Wandſtärke entſprechenden Ringe geſteckt iſt, wird die Anſtelleiter auf das Trittbrett geſtellt und mittels der angebrachten Seile oder Gurten von innen feſtgehalten.

Rettungsapparate. Zur Rettung von Perſonen bei Brandfällen benutzt man: die gewöhnliche Anſtelleiter, die Bockleiter, die Schiebleiter, die Hakenleiter, die mechaniſche Leiter, die Strickleiter, die Gurtenleiter, ſodann den Rettungsſack und -korb mit Rolle und Seil, den Rettungsſchlauch, das Sprungtuch, das Rutſchtuch, das Steigerſeil, die Rettungs- oder Seilbremſe.

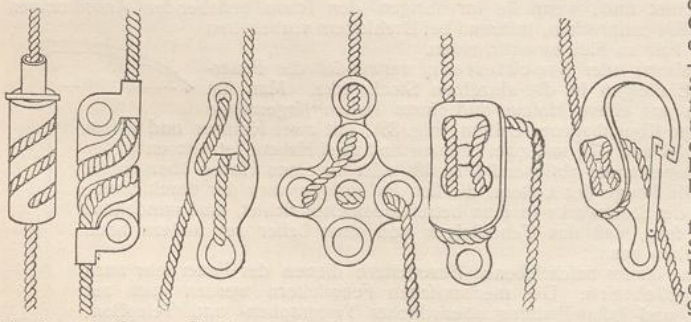


Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47.

Der Rettungsſchlauch aus ſtarkem Segeltuch von beſtem Hanf und ohne Naht erhält eine Breite von 95 cm und hat entweder auf der ganzen Länge oder an einigen Stellen Einſchnitte zum Herausnehmen von Perſonen. Die angebrachten Oeffnungen müſſen ſicheren Verſchluß haben. Zur Befeſtigung des Schlauches im Kreuzſtock dienen zwei an der Einſteigöffnung angebrachte Querſtangen, deren eine mindeſtens 1,5 m lang ſein muß.

Das Sprungtuch (Fangtuch) beſteht aus demſelben Stoff, erhält zur Verſtärkung Gurten am Rand, Kreuz- und Quergurten, und wenigſtens 18 aufs ſolideſte befeſtigte Handhaben. Es ſoll mindeſtens 3,5 m lang und 3,5 m breit ſein.

An Stelle des Rettungsſchlauchs wird auch das im Kreuzſtock in ähnlicher Weiſe zu befeſtigende, 3,2 m breite Rutſchtuch verwendet; die gefährdete Perſon ſteigt in das ausgebreitete, unten in entſprechender Entfernung feſtgehaltene Tuch oder wird einfach darauf geworfen und rutſcht dann herab.

Die Rettungs- oder Seilbremſe iſt nicht allein der einfachſte Selbſtrettungsapparat, ſondern dient ebenſogut zur Rettung andrer. Die älteſte bekannte Rettungsbremſe iſt die von Galilei erfundene (Fig. 42), von ihm wie folgt beſchrieben: „Man nimmt ein cylindriſches Holz und bohrt oben und unten in der Richtung der Achſe ein etwa 2 Zoll langes Loch, etwas ſtärker als das Rettungsſeil. Auf der äußeren Fläche des Holzes zieht man eine Spirallinie, welche, etwa 2 Zoll vom Ende anfangend, zwei Wendungen um das Holz macht und wiederum 2 Zoll vom unteren Ende des Holzes endigt. Die Spirallinie wird bis auf die Dicke des Seils eingeſchnitten und erhält an ihrem oberen und unteren Ende ein Loch bis zu den in die Mitte gebohrten Löchern. Sämtliche ſcharfe Kanten, welche das Seil beſchädigen würden, werden abgerundet. Das Rettungsſeil wird in das obere Ende des Mittellochs eingebracht, dann zu dem oberen Loch ausgebracht, in der Spiralvertiefung um das Holz gewunden, durch das untere

Loch wieder in das Mittelloch gebracht und zu dessen unterem Ende herausgeführt. Unten am Holz wird vermittelst eines Seils ein Stock befestigt, auf welchen man sich als wie zu Pferde setzt und das Seil über dem Holze mit der Hand anfaßt. Da das Holz wegen der Friktion nicht herunterglitschen kann, so hat man durch Anhaltung und Nachlassung des Seils die völlige Gewalt, nicht nur gemächlich, insofern es einem so gefällt, herunterzufahren, sondern auch, wenn und wo man will, stillezuhalten." Die seit Bestehen organisierter Feuerwehren bis auf die neuere Zeit verwendeten Seilbremsen sind, mit dem Unterschiede, daß sie aus Metall bestehen, Nachahmungen der Galileischen Bremse, wie aus Fig. 43, 44 u. 45 ersichtlich ist, die einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen. Die neueren Bremsen weisen nur insofern einen Fortschritt auf, als bei ihnen das Einführen des Seilendes in die Bremse wegfällt, die Bremse vielmehr an jeder beliebigen Stelle des Seiles ohne weiteres eingesetzt werden kann. So z. B. diejenige Fig. 46, die für den Feuerwehrmann mit dem an seiner Steigergurte befindlichen Gurthaken zu einem Stück verbunden sein kann, wie Fig. 47 zeigt. Voraussetzung ist bei allen Rettungsbremsen, daß das zur Verwendung kommende Seil die für das Steigerseil vorgeschriebene Beschaffenheit habe.

Außer den angeführten Menschenrettungsapparaten seien noch genannt: die Warneckschе Scherenleiter, Hofeles Feuerrettungsleiter, Döhrings doppelter Fahrstuhl, die Apparate von Kamin und Egberts-Bremen, von Rosengarth-Gerdauen, Richter-Oberneukirch, das Rettungsfenster von Scherrer in Bonn. Ausführliches über „Menschenrettungsapparate zur Selbstrettung für das Publikum in Brandfällen" findet sich in dem Bericht über den Deutschen Feuerwehrtag in Charlottenburg, Stuttgart 1899, S. 114—130.

V. Besondere Geräte und Einrichtungen.

Als solche kommen in Betracht:

Feuerpatsche oder Löschbesen, dient zur Löschung des Flugfeuers und ist ein gewöhnlicher, in einen doppelten, mit Falten versehenen Sack von Packleinwand eingenähter, an einer beliebig langen Stange befestigter Besen aus Birkenreisern. Er wird einige Sekunden in Wasser getaucht und dann die bedrohte Stelle damit überfahren. Namentlich bei Stroh- und Schindeldächern leistet er große Dienste.

Löschdecken (Löschtücher), Tücher aus Packtuch, werden bei ausbrechendem Schadenfeuer über die zu schützenden Gegenstände gelegt und naß gehalten, um ein Entzünden der letzteren durch Flugfeuer zu verhüten.

Schlauchbrücken zum Schutze der bei Brandfällen über die Straße gelegten Schlauchleitungen.

Rädergestell mit Boden und einem Geländer an beiden Langseiten zum raschen Transport der Anstelleitern, Haken- und Dachleitern.

Transportwagen für die übrigen Geräte.

Auf Federn gebauter Mannschaftstransportwagen, der neben der Beförderung von 16—18 Feuerwehrmännern die Unterbringung von Stock- und Dachleitern und sonstigen nicht entbehrlichen Geräten gestattet und für die Brandhilfe in Nachbargemeinden bestimmt ist.

Einreißgeräte. Dem Weiterumsichgreifen eines Schadenfeuers kann häufig nur dadurch Einhalt getan werden, daß man einzelne Gebäudeteile oder ganze Gebäude niederreißt. Auch liegt unter Umständen die Beseitigung solcher im Interesse geeigneter Entfaltung der Lösch- und Rettungsmaßregeln. Die Arbeits- oder Einreißmannschaft bedarf folgender sogenannter Einreißgeräte: Feuerhaken, Pickel oder Spitzhaue, Axt, Kreuzhaue oder Mauerbrecher. Der Feuerhaken, mit hölzernem Stiel oder mit Kette und Seil, dient zum Einreißen ganzer Fachwerkwände u. s. w., soll von Federstahl oder wenigstens gut geschmiedetem Eisen und, falls er einen Stiel hat, mit Federn an diesem befestigt, auch der Stiel nicht über 8 cm dick sein. Axt und Pickel, die, wie die Kreuzhaue, gut angestählt und genügend stark sein sollen, verwendet man zum Einschlagen von Bretterwänden, Aufreißen von Böden, Herausziehen und Wegschaffen von Balken u. s. w., die Kreuzhaue zum Einreißen von Mauerteilen.

Feuerwehrmagazin. Sämtliche im Besitze einer Gemeinde befindlichen Feuerlöschgeräte, wie Fahrfeuerspritzen, Trag- und Handfeuerspritzen, Spritzenschläuche nebst Schlauchwagen, Anstelleitern samt Leiterkarren, Hakenleitern, Dachleitern, Hydrantengeräte, Butten, Kübel, Feuereimer, Schapfen, Schlauchbrücken, Doppelhaken, Erdölfackeln u. s. w., sollen in einem besonderen Lokal so untergebracht sein, daß jede Feuerwehrabteilung die ihr zugeteilten Geräte ungehindert und ohne Zeitverlust herausschaffen kann. Das Magazin soll genügend groß, hell und trocken, mit den erforderlichen Durchgangsöffnungen versehen, gegen Regen, Staub u. dergl. geschützt sein und beleuchtet werden können. Außer den Feuerlöschgeräten dürfen keine andern Geräte, wie Bahnschlitten, Leichenwagen u. s. w., in dem Feuerwehrmagazin untergebracht sein. Die mit nach außen aufgehenden Toren zu versehenden Ausfahrten sollen nicht verstellt sein, und es muß vor denselben ein so großer freier Raum sich befinden, daß das Herausfahren mit den Geräten ohne Anstand vor sich gehen kann. Können die großen Leitern in dem zur Verfügung stehenden Raume nicht untergebracht werden, dann sollen für dieselben besondere Leiterschuppen gebaut werden, in denen sie gegen Regen geschützt sind.

Der Steigerturm dient zu den Uebungen der Feuerwehren und wird, wenn möglich, mit dem Feuerwehrmagazin oder einem öffentlichen Gebäude (Turnhalle, Schulhaus) verbunden, andernfalls freistehend errichtet; er erhält 3—4 Stockwerke mit mindestens je einer Einsteigöffnung und mit einer Vorrichtung zum Senkrechthängen und Trocknen der Feuerspritzenschläuche.

Geräte zur Beleuchtung der Brandstätte. Bis vor etwa 30 Jahren bediente man sich zur Beleuchtung der Brandstätte allgemein der Pechpfannen mit Pechknoten oder Pechkränzen, wozu dann noch die Pechfackeln kamen. Im Jahr 1860 wurde in Breslau nach Angabe des dortigen Brandmeisters Tholuk eine Lampe konstruiert, die bei Schadenfeuern die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

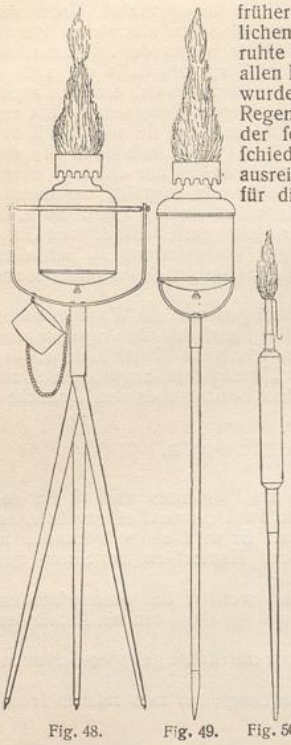


Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

frühere Beleuchtung ersetzen sollte. Dieselbe war an einem gewöhnlichen hölzernen Stiele befestigt, aus starkem Messingblech angefertigt, ruhte in zwei eisernen Bügeln dergestalt, daß sie mit Leichtigkeit nach allen Richtungen hin, ohne die Füllung zu verschütten, beweglich war, wurde mit Solaröl gespeist und brannte ohne Zylinder; auch hatten Regen und Sturm keinen nachteiligen Einfluß auf ihre Flamme. Infolge der sehr gestiegenen Harzpreise und des bedeutenden Kostenunterschieds (Docht und Füllung der neuen Lampe, auf anderthalb Stunden ausreichend, kamen auf etwa 5 Silbergroschen preußisch, während für die gleiche Zeit etwa drei Harzfackeln erforderlich waren, deren eine 20 Silbergroschen kostete) wurden für die Breslauer Feuerwehr im Jahre 1862 mehrere solcher „Fackellampen" angeschafft. Die Tholuksche Lampe war somit, abgesehen von der Verwendung von Solaröl und von den inzwischen eingetretenen Verbesserungen, nichts andres als die jetzt überall bei den Feuerwehren zur Beleuchtung der Brandstätte eingeführten Erdölstandfackeln (Fig. 48 und 49). Die heutige richtig konstruierte Erdölstandfackel für Feuerwehren soll außer dem Brenndocht noch einen Saugdocht haben, durch den erreicht wird, daß der Brenndocht auch dann noch mit Oel getränkt und also ganz ausgenutzt wird, wenn er in letzteres nicht mehr hinabreicht. Die inneren Teile sollen sich leicht herausnehmen lassen und eine einfache mechanische Vorrichtung zum Regulieren der Flamme auch während des Brennens vorhanden sein. Der Oelbehälter (Ballon) soll aus Stahlblech bestehen, das vor dem sonst verwendeten Messingblech den Vorzug hat, daß der Ballon nicht heiß wird. Zum raschen Auslöschen der Fackel ist sie mit einem an einer Kette hängenden Deckel versehen und zum Schutze gegen Flachwehen der Flamme ist ein Windschirm beigegeben, der erforderlichenfalls an der entsprechenden Seite derselben aufgesteckt wird. Die so beschaffene Erdölstandfackel hat je nach der Größe des Ballons eine Brenndauer bis zu 12 Stunden, besitzt eine weit größere Leuchtkraft als die frühere Pechbeleuchtung, gibt keinen lästigen Rauch und erlischt bei Wind und Regen nicht. Neben den Stand- oder Platzfackeln bedarf die Feuerwehr aber noch einer Anzahl Handfackeln für die Schlauchleger, Hydrantenmänner, Wasserträger u. s. w. und verwendet hierzu Erdölhandfackeln mit gewöhnlichem Docht (Fig. 50). Bei denselben wird dem Docht das Oel nach Bedürfnis durch Neigen der Fackel zugeführt und die Regulierung der Flamme geschieht durch Stifte. Noch gibt es Erdölhandfackeln mit unverbrennbarem Docht, Wachsfackeln, Pech- und Harzfackeln, Kolophon-, Ligroin-, Zink- und Magnesiumfackeln (Acetylenfackeln), von denen die Zinkfackeln mit besonderer Vorsicht zu gebrauchen sind, insofern der beim Abbrennen aus den Bestandteilen der Füllung der Zinkhülse sich entwickelnde Dampf giftige arsenige Säure enthält. Schließlich ist noch der Petroleumsturmlaternen Erwähnung zu tun, die auch bei Feuersbrünsten in besonderen Fällen zweckmäßige Verwendung finden können.

VI. Wasserfürsorge für Feuerlöschzwecke.

Die Einrichtungen zur Fürsorge für den bei Brandfällen erforderlichen Wasservorrat können bestehen: 1. in Hülben oder Zisternen, in denen sich das Tagwasser sammelt oder in welche das von den Dächern abfließende Regenwasser geleitet wird; 2. in einer größeren Anzahl Pumpbrunnen mit reichlichem Wasserzufluß, namentlich wenn der Wasserspiegel in der Regel so hoch steht, daß Spritzen mit Saugvorrichtung das Wasser direkt daraus entnehmen können; 3. in eigentlichen Feuerseen oder Feuerweihern, die von dem Abwasser vorhandener laufender Brunnen gespeist werden; 4. in an der gewöhnlichen eisernen Ortsbrunnenleitung angebrachten Feuerhahnen (s. S. 790); 5. in Schwellvorrichtungen an durch den Ort fließenden Bächen oder Flüssen; 6. in mit der vorhandenen Hochdruckwasserleitung verbundenen auf den ganzen Ort verteilten Hydranten.

Hülben und Feuerseen sollen mindestens 100 cbm Wasser fassen; bei den Reservoirs der Hochdruckwasserleitungen hängt deren Größe von der Menge des auch während der Benutzung der Hydranten zufließenden Wassers ab. Feuerseen sollen möglichst an dem höchsten Punkt des Ortes liegen und dann mit einer Ablaßvorrichtung derart eingerichtet sein, daß das Wasser in die Ortskandeln geleitet und in der Nähe der Brandstätte geschwellt werden kann. Bei den Hochdruckwasserleitungen soll auf der Pumpstation ein Wasserstandszeiger vorhanden sein und es sollen die ersteren stets unter einem solchen Druck erhalten werden, daß die Hydranten direkt angewendet werden können.

Die **Geräte zur Wasserbeischaffung** bei Brandfällen sind: Butten, Tragkübel, Feuereimer, Rädertienen, Wasserfuhrwerke, größere Saugfeuerspritzen, sogenannte Hydrophore, sowie Hydrantengeräte. — Butten, Tragkübel und Feuereimer werden aus Schwarzblech oder verbleitem Eisenblech gefertigt und unten zur Schonung des Metallbodens noch mit einem Holzboden versehen. Die Kübel und Feuereimer sind oben enger als unten; erstere haben zwei Oesen für die zugehörige Tragstange, letztere einen beweglichen Handgriff. Das Gewicht der Butten soll nicht unter 8 kg und nicht über 9 kg betragen, Butten und Kübel einen Inhalt von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mindestens 40 l, Feuereimer einen solchen von 15 l haben. Zu je sechs Butten und je sechs Tragkübeln gehören zwei Schapfen, gleichfalls aus Schwarzblech oder verbleitem Eisenblech und mit einem besonderen Holzboden. Dieselben müssen hinten einen Schild haben, damit beim Füllen der Butten und Kübel kein Wasser verloren geht, und ihr Inhalt soll 8—10 l betragen. — Rädertienen sind 390—400 l haltende, nach oben sich verengende, zweirädrige, an der Radachse zwischen den Rädern hängende und mit einer Handdeichsel zum Transport durch zwei Mann versehene kreisrunde Kufen. Als Wasserzubringer dienen dann noch neben den gewöhnlichen Wasserfuhrwerken die größeren Saugfeuerspritzen mit 400—700 l Wasserlieferung pro Minute. Sie sind mit einer abschraubbaren Teilungsgabel versehen, um an Stelle der Normalschläuche breitere Schläuche — Hydrophorschläuche — benutzen zu können, so zwar, daß entweder die ganze Zuleitung aus solchen besteht oder unter Anwendung der Teilungsgabel an die Leitung mit Hydrophorschläuchen zwei Normalschlauchleitungen angeschlossen und dann entweder eine oder zwei Spritzen zugleich gespeist werden können.

Bei der Bedienung der Hydranten und Feuerhähne kommt der Feuerwehrmann in die Lage, die Hydranten am Tage, zur Nachtzeit und bei jeder Temperatur, also auch bei strenger Kälte, zum Löschen eines Schadenfeuers verwenden zu müssen, und es ist hierbei stets Gefahr im Verzug. Der Hydrant muß also nicht nur bei Tag, sondern auch bei Nacht leicht zu finden sein, darf nicht eingefrieren, soll ohne Zeitverlust und ohne jede Schwierigkeit bedient und in Tätigkeit gesetzt werden können und hierzu einer möglichst geringen Anzahl einfacher Geräte und Handgriffe bedürfen. Demjenigen Hydrantensystem, das diesen Vorausfetzungen am meisten entspricht, muß vom Standpunkte des Feuerwehrtechnikers der Vorzug gegeben werden. Die Frage, ob es sich um eine Hochdruck- oder um eine Niederdruckwasserleitung handle, kommt hierbei zunächst noch nicht in Betracht. Die Schachthydranten, bei denen die Klauen zum Einsetzen des beweglichen, durch den Hydrantensteg festzuhaltenden Standrohres unmittelbar über der Rohrleitung liegen, bedürfen des Schutzes gegen ein Einfrieren durch Einlegen eines eichenen Zwischenbodens und eines Bundes Stroh zwischen diesem und dem Schachtdeckel; die Unterflurhydranten mit festem, eingegrabenem Aufsteigrohr sowie die Ueberflurhydranten müssen gegen Frost durch eine selbsttätige Vorrichtung zum Ablaufen des nach dem Gebrauch im Aufsteigrohr zurückbleibenden Wassers geschützt sein, und bei den Schachthydranten und den andern Unterflurhydranten sollen außerdem die Schachtdeckel, damit sie weniger leicht festfrieren, vor Eintritt des Winters in Fett gelegt werden. Zum Auftauen eingefrorener Hydranten behufs deren Benutzung bei Brandfällen kann man sich in den mit Hydranten versehenen Landorten nur des heißen Wassers bedienen, während man in den größeren Städten, wenn eine Dampffeuerspritze vorhanden ist, diese benutzt, andernfalls einen während der Winterszeit stets geheizten Dampfkessel nebst Schlauch auf einem Wagen bereithält. Festgefrorene Schachtdeckel werden entweder durch Aufgießen heißen Wassers oder mittels der Auftaulampe oder auch dadurch losgelöst, daß man Lumpen auf den Deckel legt, Oel darauf gießt und dann anzündet. Bei den Unterflurhydranten muß deren Lage durch an den gegenüber befindlichen Gebäuden angebrachte, die Abstände vom Hydranten angebende Täfelchen oder in andrer Weise näher bezeichnet sein, damit, wenn die Hydranten mit Schutt, Schnee oder Eis bedeckt sein sollten, das Aufsuchen der ersteren nicht zuviel Zeit in Anspruch nimmt. Die Ueberflurhydranten können jederzeit ohne Zeitverlust und ohne daß es besonderer Kennzeichen bedarf, aufgefunden werden; Straßenwasser kann in dieselben nicht eindringen, und die Möglichkeit des Festfrierens und des Zugedecktseins von Schachtdeckeln fällt bei ihnen ganz weg. Das bewegliche Standrohr ist bei den Schachthydranten etwa 1,6 m lang, und es liegt die Ansatzstelle für dasselbe so tief, daß der Feuerwehrmann, auch wenn kein Wasser im Schacht ist, bei Nacht nicht zu ihr sehen kann, also mit dem Standrohr, wie man sagt, nach derselben greifen muß; überdies bedarf man noch eines besonderen Hydrantenschlüssels von der nämlichen Länge wie das Standrohr. Bei den Unterflurhydranten mit festem Aufsteigrohr, innerhalb dessen sich die Ventilspindel befindet, hat der Feuerwehrmann die Ansatzstelle vor Augen, das bewegliche Standrohr selbst ist nur halb so lang und halb so schwer als dasjenige für den Schachthydranten, und es ist ein besonderer Hydrantenschlüssel nicht erforderlich, da solcher mit dem beweglichen Standrohr verbunden ist. Für den Ueberflurhydranten fällt, wenn die Ausströmungsöffnungen an dem festen Aufsteigrohr selbst angebracht sind, das bewegliche Standrohr ganz weg; man bedarf nur eines ganz kurzen Hydrantenschlüssels, auch sind die bei den Unterflurhydranten notwendigen Hydrantenschachtdeckelschlüssel bei den Ueberflurhydranten ganz entbehrlich. Bei den beweglichen Standrohren mit Kapselverschluß (Fig. 51) muß, wenn während der Benutzung beider Ausströmungsöffnungen einer der beiden Schlauchführer kein Wasser braucht oder seinen Platz zu wechseln hat, der Hydrant geschlossen werden, so daß auch der andre Schlauchführer vorübergehend kein Wasser erhält. Diesem Uebelstande hat Gustav Dittler in Pforzheim abgeholfen, indem er das Standrohr mit einer Vorrichtung zum abwechslungsweisen Oeffnen und Schließen der beiden Ausströmungsöffnungen mittels eines Schneckeneingriffs mit Zeiger versah (Fig. 52). Noch einfacher und praktischer sind diejenigen beweglichen Standrohre, deren Ausströmungsöffnungen Ventilverschluß mit Handrad haben (Fig. 53). Bei den obengenannten Ueberflurhydranten mit am festen Aufsteigrohr angebrachten Ausströmungsöffnungen bedarf man, da diese nur Kapselverschluß haben, für jede Ausströmungsöffnung eines besonderen kurzen Ansatzrohres mit Hahnverschluß; es erscheint daher zweckmäßiger, die Ausströmungsöffnungen an dem festen Aufsteigrohr ganz wegzulassen und statt zweier Ansatzrohre und eines besonderen Hydrantenschlüssels ein kurzes, bewegliches Standrohr gleich demjenigen Fig. 53 anzuwenden. — Neben den zur Inbetriebsetzung der Hydranten selbst erforderlichen Geräten bedarf man zur Bedienung der ersteren bei Brandfällen noch einer entsprechenden Anzahl Schläuche, Einhängwinkel zum Einhängen der Schläuche in den Wasserkasten der Feuerspritzen beim Speisen derselben mittels der Hydranten, Strahl-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rohre zum Direktspritzen von den Hydranten aus sowie eines Hydrantengerätewagens. Auch in kleinen Landgemeinden mit Hydranteneinrichtung sollen mindestens 150 m Schläuche zu denselben, drei Standrohre nebst Zubehör und, falls sämtliche Hydranten oder nur ein Teil derselben direkt zum Löschen verwendet werden können, mindestens drei Strahlrohre vorhanden sein. Die Hydrantengerätewagen dürfen samt den darauf untergebrachten Geräten und Ausrüstungsgegenständen nur so schwer sein, daß sie durch zwei Mann leicht transportiert werden können. Sie sollen zweirädrig, mit den nötigen Schlauchhaspeln, einem Requisitenkästchen und einem Raum für nasse Schläuche versehen sein. Die Haspel sollen Triebel haben und zum Aushängen eingerichtet sein. — Fig. 54 und 55 zeigen einen Hydrantengerätewagen, wie er in den württembergischen Albwasserversorgungsgruppen eingeführt ist. In größeren Städten werden außer den im Feuerwehrgerätemagazin befindlichen Hydrantengeräten noch je die zu einem Hydranten erforderlichen Geräte in andern öffentlichen Gebäuden oder in Privatgebäuden in entsprechenden Abständen untergebracht und in besonderen Kästen aufbewahrt, auch die betreffenden Gebäude mit einer Tafel mit der Aufschrift „Hydrantengeräte für Brandfälle" versehen. Sehr zweckmäßig, namentlich für Brandfälle bei Nacht, ist die längst in der Schweiz eingeführte Unterbringung von Hydrantengeräten auf jeder der vorhandenen Polizeistationen, wobei die wachhabenden Schutzmänner verpflichtet und darauf eingeübt sind, bei einem in ihrem Distrikt ausbrechenden Schadenfeuer sofort mit den Geräten zur Brandstätte zu eilen, den Hydranten in Tätigkeit zu setzen, das Feuer, wenn möglich, im Entstehen zu löschen, andernfalls zunächst nur die in der betreffenden Straße wohnenden Feuerwehrmänner zu alarmieren. Die zur Bedienung der Hydranten bestimmte Abteilung der Feuerwehr, die Hydrantenmannschaft, erhält als persönliche Ausrüstung Gurte, Armband, Signalpfeife, außerdem zum Teil Beil, Holzhammer oder Steigerlaterne. Sie muß mit ihrer Aufgabe vollkommen vertraut sein, sie muß wissen, welche Hydranten direkt (von $2^1/_2$ Atmosphären Druck an) und welche nur zum Speisen der Spritzen verwendbar sind, und sie muß einen Uebersichtsplan der Wasserversorgung mit Angabe der Hydranten und Schieber und ein Verzeichnis über die Nummern, Straße und Ort, Entfernung der Hydranten von der Nummerntafel besitzen. Im übrigen richtet sich die spezielle Dienstinstruktion für die Hydrantenmannschaft nach dem zu bedienenden Hydrantensystem. Beispielsweise gehören zur Bedienung eines Schachthydranten sechs Mann, von 1 bis 6 numeriert; auf das Kommando „Hydrant fertig" ergreift Nr. 1 die Deckelschlüssel und hebt den Deckel ab, Nr. 2 öffnet mit dem Hydrantenschlüssel den Hydranten und läßt das Wasser einige Sekunden überströmen, damit Sand und sonstiger Unrat beseitigt wird, alsdann schließt Nr. 2 den Hydranten, Nr. 3 schraubt das Standrohr fest, Nr. 2 steckt den Hydrantenschlüssel wieder ein, Nr. 4 macht den Steg fest, Nr. 5 und 6 schrauben die Schläuche an, legen solche aus und bringen das Strahlrohr bezw. den Einhängwinkel an. Auf das Kommando „Wasser" wird der Hydrant geöffnet, auf das Kommando: „Schließt den Hydranten" wird derselbe sofort zugedreht, im übrigen alles in demselben Zustand belassen, und auf das Kommando „Fertig zum Abmarsch" werden Schlüssel und Standrohr ausgehoben, der Deckel aufgelegt und die Geräte zur Hand genommen.

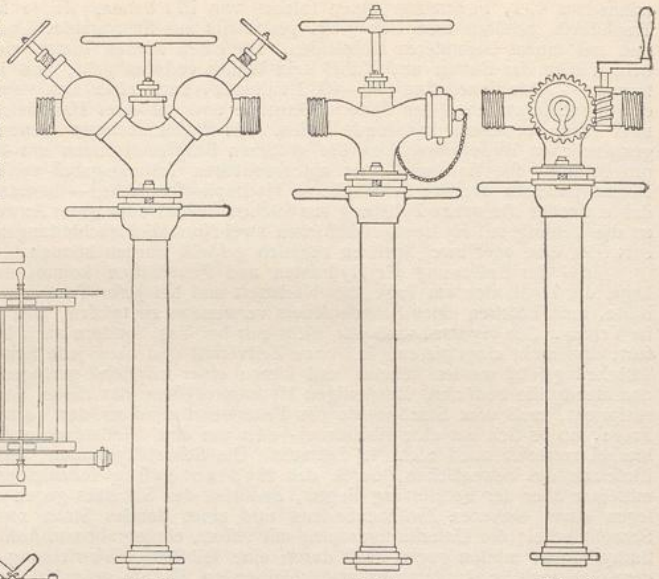


Fig. 53. Fig. 51. Fig. 52.

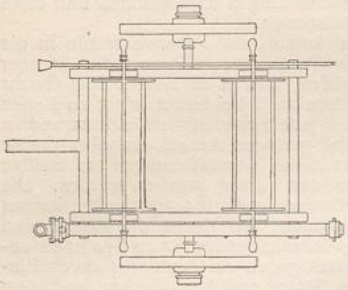


Fig. 54.

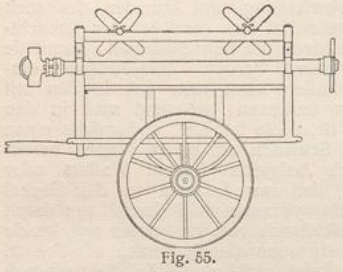


Fig. 55.

Feuerhähne werden nur an gewöhnlichen Brunnenleitungen angebracht. In einem Schacht befindet sich an der Brunnenleitung ein kurzer Rohrstutzen mit einfachem Niederdruck-

hahn, bis unter den Schachtdeckel reichendem Aufsteigrohr, Zugstange zum Oeffnen und Schließen des Hahns sowie eine Vorrichtung an letzterem zum Entleeren des Aufsteigrohrs. Der Feuerhahn dient in der Regel nur zum Spritzenfüllen. Im Gebrauchsfalle wird nach Abhebung des Schachtdeckels an das mit dem örtlichen Spritzenschlauchgewinde versehene Aufsteigrohr ein kurzes Bogenrohr und an dieses die Schlauchleitung nebst Einhängwinkel angeschraubt und, nachdem alle von der Brunnenleitung abzweigenden laufenden Brunnen abgestellt sind, der Feuerhahn geöffnet. Die ganze Einrichtung trifft man heutzutage selten mehr; sie ist auch nicht zweckmäßig.

VII. Schutzvorkehrungen.

Bei den Vorkehrungen gegen Feuersgefahr in Gebäuden und Anstalten, in denen sich dauernd oder vorübergehend viele Personen aufhalten, kommen in Betracht:

1. Die feuersichere Beschaffenheit der Umfassungs- und Scheidewände der betreffenden Gebäulichkeiten, der Treppenhäuser und Treppen, der Dachräume, der Bedachungen sowie der etwa im Innern vorhandenen Brandmauern bezw. die Frage der nachträglichen Einziehung feuerfester Abscheidungswandungen.

2. Der Wahrscheinlichkeitsgrad der Entstehung und der mehr oder weniger raschen Verbreitung eines Schadenfeuers je nach Beschaffenheit der Heizeinrichtungen, der Beleuchtung, des Aufbewahrungsorts für leicht entzündliche und brennbare Materialien, der größeren oder geringeren Vorsicht beim Umgehen mit Feuer und Licht, sodann je nach dem Vorhandensein in anderm Eigentum befindlicher Nachbargebäude, der Benutzungsweise und der mehr oder weniger feuersicheren Beschaffenheit derselben, endlich das Vorhandensein von Blitzableitern auf den eignen und den etwa vorhandenen Nachbargebäuden.

3. Die Zahl der Treppen, die Breite der Gänge, die Möglichkeit der geringeren oder rascheren Ausbreitung von Rauch und Qualm bei entstehendem Schadenfeuer in den Gängen und Treppenhäusern sowie in den Versammlungsräumen selbst, die Möglichkeit der Rettung der Personen unmittelbar nach außen für den Fall der Nichtmehrbenutzbarkeit der Treppen und Gänge im Innern wegen eingedrungenen Rauchs und Qualms, und bei Gefängnisgebäuden, Irrenanstalten u. s. w. die Beschaffenheit der Fenstervergitterungen.

4. Die eignen Löscheinrichtungen zur sofortigen Erstickung eines Schadenfeuers, die Löschanstalten der in erster Linie zur Hilfeleistung verpflichteten Gemeinde und die Vorrichtungen zu rascher Alarmierung der Löschmannschaften, das Vorhandensein und die Durchführung von Vorschriften über die Aufgabe des eignen verfügbaren Dienstpersonals für den Fall des Ausbruchs eines Schadenfeuers, über den Nachtwachedienst u. s. w.

Ad 1. Bei bestehenden Anlagen kann und muß man sich damit begnügen, wenn die Umfassungs- und Scheidewände sowie die Treppenhäuser in den Riegelfachen ausgemauert und verblendet bezw. vergipst sind. Wohl aber ist im Bedürfnisfalle die nachträgliche Einziehung von Brandmauern gegen Nachbargebäude oder im Innern zu fordern, und es müssen die Brandmauern bis unmittelbar unter das Deckmaterial in der Weise geführt werden, daß sich weder Verschalung noch Dachlatten noch überhaupt Luftschichten dazwischen befinden. Hölzerne Treppen sind durch massive Treppen zu ersetzen, und wo dies technisch unausführbar erscheint, dürfen die Treppen nicht angeölt sein; auch ist ein Belegen derselben, seien sie massiv oder von Holz, mit sogenannten Läufern aus Stoffen unzulässig, da die letzteren, wenn sie vom Feuer ergriffen werden, sofort Rauch und Qualm verursachen. Hohle Dachräume von ungewöhnlicher Ausdehnung mit aus einer Masse alten, vollständig dürren Holzes bestehenden Dachstühlen und einfachen Bretterböden begünstigen eine ungemein rasche Ausbreitung eines Schadenfeuers nach unten. Es müssen deshalb solche Räume durch Einziehen feuersicherer Wände in kleinere Abteilungen geteilt und die Böden mit einem Estrich verwahrt werden. Daß sämtliche Gebäulichkeiten mit unverbrennbarem Material eingedeckt sein müssen, ist selbstverständlich.

Ad 2. Bei der Untersuchung nach der Richtung, inwieweit durch die inneren Einrichtungen oder durch Einwirkungen von außen ein Schadenfeuer entstehen könne, ist darauf zu sehen, daß Zentralheizung (Warmwasserheizung u. s. w.) eingeführt sei bezw. an Stelle der gewöhnlichen Ofenfeuerungen eingerichtet werde, was auch in bestehenden Gebäuden ohne Anstand geschehen kann und wodurch die Feuersicherheit ganz wesentlich erhöht wird. Erdölbeleuchtung sollte überall da, wo sie eingeführt ist, abgeschafft werden, jedenfalls aber muß bei solcher Beleuchtung und bei Gasbeleuchtung die größte Vorsicht gebraucht werden, auch in Zuchthäusern, Irrenanstalten u. s. w. dafür gesorgt sein, daß die Erdöl- und Gaslampen nur dem Aufsichtspersonal zugänglich sind. Die beste und relativ sicherste ist diejenige durch elektrisches Glühlicht. Erdöl und andre leicht entzündliche Materialien dürfen in größerer Menge innerhalb der bewohnten und etwa ohne feuersichere Abscheidung damit verbundenen Nebengebäude nicht aufbewahrt werden und sind zutreffendenfalls für immer daraus zu entfernen. Bezüglich des Umgangs mit Feuer und Licht muß in der vorhandenen oder nachträglich aufzustellenden Hausfeuerlöschordnung das Erforderliche den lokalen Verhältnissen entsprechend vorgeschrieben sein. Zur Sicherung gegen Blitzschlag sollen sämtliche Gebäulichkeiten mit Blitzableitern versehen sein, die der amtlichen Kontrolle unterliegen. Befinden sich in der Nähe der Anlage fremde Gebäude, die vermöge ihrer baulichen Beschaffenheit oder Benutzungsweise eine Gefahr für rasche Entstehung und Uebertragbarkeit eines Schadenfeuers auf die eignen Gebäude befürchten lassen, so ist zunächst auf die feuerpolizeilich vorgeschriebene Herstellung der ersteren zu dringen und im übrigen durch Uebereinkunft mit den betreffenden Besitzern die feuersichere Herstellung ihrer Gebäude anzustreben, auch dafür zu sorgen, daß die den letzteren zugekehrten Außenwandungen der eignen Gebäude feuerfest hergestellt werden.

Ad 3. Die Zahl der Treppen richtet sich nach der Ausdehnung der Gebäulichkeiten, doch sollen auch bei ganz kleinen Anlagen mindestens zwei Treppen vorhanden sein. Durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sogenannte Aufzüge werden Treppen nicht entbehrlich, denn beim Ausbruch eines Schadenfeuers verursachen gerade die ersteren die rascheste Ausdehnung des Feuers nach oben und sind ebendeshalb erfahrungsgemäß zur Rettung von Personen in der Regel nicht verwendbar. Die Breite der Gänge hängt mit der Benutzungsweise der betreffenden Gebäude zusammen; je mehr Personen aus einem und demselben Raum sich sollen flüchten können, desto breiter müssen die Türen und Gänge sein, und deren Maß hängt im einzelnen Falle davon ab, ob der fragliche Raum nur einen oder mehrere Ausgänge hat und ob sich die Flüchtenden beim Austritt nach dem Raume nach zwei Richtungen, d. h. nach zwei Treppenhäusern hin bewegen können, was unbedingt möglich sein soll. Sämtliche inneren und äußeren Türen müssen nach außen aufgehen. Da, wo es ohne wesentlichen Nachteil für den Verkehr zulässig erscheint, sollte durch in den Gängen je mitten zwischen zwei Treppenhäusern in den einzelnen Stockwerken anzubringende dicht schließende, nach beiden Seiten sich öffnende, nicht schließbare Türen dafür gesorgt werden, daß in die eine Abteilung eindringender Rauch und Qualm sich nicht sofort auch auf die andre Abteilung nach ihrem ganzen Umfang in belästigender Weise ausdehne, damit wenigstens die Rettung aus dieser Abteilung mittels der Treppen noch möglich sei. Mindestens vom zweiten Stockwerk aufwärts sollte in jedem Stockwerk sowie in jedem Dachstock, der Wohn-, Schlaf- oder Arbeitsräume enthält, die Flüchtung auf eine Plattform bezw. eine Veranda oder mittels eines Verbindungsganges in ein Nebengebäude geschehen können, damit das unter allen Umständen mit Gefahr verbundene Retten durch die Fensteröffnungen möglichst vermieden werde. Um auch für diese Fälle vorbereitet zu sein, müssen vor allem außen an den Gebäuden eiserne Steigleitern angebracht sein, auf welchen die zuerst erscheinenden Feuerwehrmänner in den Fällen, wenn das Eindringen mittels der Treppen nicht mehr möglich ist, sofort durch die Kreuzstöcke in die Räume sich begeben können, aus denen die bedrohten Personen gerettet werden sollen, und auf welchen unmittelbar neben den Kreuzstöcken herabgehenden Leitern auch erstere sich selbst retten können, insoweit ihr körperlicher oder geistiger Zustand es zuläßt. Durch die fahrbaren mechanischen Rettungsleitern werden die festen Leitern nicht ersetzt, und umgekehrt werden die ersteren durch die letzteren nicht entbehrlich. Sodann sollen in den betreffenden Gebäuden außerdem noch Rettungsapparate vorhanden sein. Die Fenstervergitterungen in Zuchthäusern, Irrenanstalten u. s. w. müssen zum Oeffnen nach und von außen eingerichtet sein. In erster Linie aber sollen die Insassen vor Verunglückung bei Feuersgefahr dadurch geschützt werden, daß man die Schlafräume möglichst in die unteren Stockwerke verlegt und Wohn- und Arbeitsräume sich höchstens vier Treppen hoch befinden.

Ad 4. Die Beantwortung der Frage, welche Löscheinrichtungen in derartigen Gebäuden und Anstalten zur sofortigen Erstickung eines Schadenfeuers notwendig seien, hängt im einzelnen Falle vom Umfange der ersteren, von der Zahl des verfügbaren eignen Personals und von der Lage der Gebäulichkeiten, d. h. davon ab, ob solche mehr oder weniger isoliert sind oder aber innerhalb einer größeren Ortschaft stehen, deren Löscheinrichtungen entsprechend beschaffen und zur alsbaldigen Verfügung parat sind. Unter allen Umständen sollen die betreffenden Gebäude durch alle Stockwerke Wasserleitung mit der zum Beherrschen der einzelnen Räume erforderlichen Anzahl Feuerhähne nebst Schläuchen haben; auch sollen Extinkteure, Handspritzen, Wassergefäße und einfache Anstelleitern mit Stützen vorhanden sein. Ist die ganze Anlage isoliert, so darf es auch an dem zum Löschen eines größeren Schadenfeuers nötigen Wasservorrat nicht fehlen, und es kommen hierbei in erster Linie außerhalb der Gebäude in den äußeren und inneren Höfen angebrachte, zweckmäßig verteilte Hydranten in Betracht, mittels deren und der dazugehörigen Schläuche die auf der Brandstätte erscheinenden Löschmannschaften den Brand zu löschen vermögen oder wenigstens die Feuerspritzen ununterbrochen mit Wasser versehen können. Bei isolierter Lage des Anwesens muß außerdem eine Telephonverbindung mindestens mit einer der zunächstgelegenen feuerlöschpflichtigen Gemeinden behufs möglichst rascher Alarmierung der Ortsfeuerwehr eingerichtet sein. Liegen die fraglichen Gebäulichkeiten innerhalb einer größeren geschlossenen Ortschaft, so ist Voraussetzung, daß die betreffende Gemeinde mit sämtlichen zum Löschen eines Schadenfeuers und zum Retten von hierbei gefährdeten Personen erforderlichen Einrichtungen versehen sei, eine gut ausgerüstete und eingeübte Feuerwehr sowie das zum Löschen erforderliche Wasser besitze. Andernfalls hätte der Eigentümer der betreffenden Anlage für Anschaffung des Fehlenden zu sorgen, die Ortsfeuerwehr sich auf die Anwendung der noch anzuschaffenden Geräte einzuüben und solche neben den der Gemeinde gehörigen Gerätschaften bei einem in der Anlage ausbrechenden Schadenfeuer zu benutzen. In Gebäuden und Anstalten, wo sich dauernd viele Personen aufhalten, muß eine Nachtwache eingerichtet, eine Dienstanweisung für dieselbe aufgestellt und überhaupt eine Hausfeuerlöschordnung eingeführt sein. Die Dienstanweisung hat den Beginn und das Ende des Nachtwachdienstes, Zahl und Zeitpunkt der Umgänge der Wächter, den Weg, welchen sie hierbei zu machen, auf was sie bei ihren Umgängen zu achten und was sie bei der Wahrnehmung eines ungewöhnlichen Rauches, Brandgeruchs oder entstehenden Schadenfeuers zu tun haben, zu bestimmen. Der Dienst der Wächter wird mittels Kontrolluhren überwacht. Die Wächter müssen in den Stand gesetzt sein, eintretendenfalls sämtliche Insassen möglichst rasch aus dem Schlafe wecken und von der ihnen drohenden Gefahr in Kenntnis setzen zu können. Ob hierbei eine gewöhnliche, im Innern angebrachte Feuerglocke oder elektrische Glocken bezw. andre Weckapparate anzuwenden seien, ist nach dem einzelnen Fall zu entscheiden, indem z. B. in einer Heilanstalt die Verhältnisse anders liegen als in einem Hotel. Und was schließlich noch die Hausfeuerlöschordnung betrifft, so muß dieselbe neben den Vorschriften über den Umgang mit Feuer und Licht auch die Bestimmungen enthalten über die Aufgaben der Insassen und namentlich des Dienstpersonals beim Ausbruch eines Schadenfeuers sowie über die von letzterem vorzunehmenden Proben mit den vorhandenen Lösch- und Rettungsgeräten.

Zu den Gebäuden und Anstalten, in denen die im vorangegangenen bezeichneten

Vorkehrungen gegen Feuersgefahr getroffen sein sollen, gehören Theater, Konzerthäuser, Kirchen, Schulhäuser, Klöster, Kasernen, Gasthöfe, Fabriken, Armen-, Kranken- und Waisenhäuser, Heil- und Irrenanstalten, Gefängnisgebäude, Zucht- und Arbeitshäuser, Vereinshäuser, Warenhäuser, Zirkus- und Ausstellungsgebäude u. s. w., und es kommen hierbei zu den obigen allgemeinen Vorkehrungen noch die weiteren, namentlich in Theatern, Schulhäusern, Fabriken, Warenhäusern erforderlichen, in einigen Ländern staatlich vorgeschriebenen speziellen Einrichtungen und Vorkehrungen. Dieselben bestehen bei Theatern namentlich in besonderen Ausgängen ins Freie von jeder Galerie aus, in einer sogenannten Notbeleuchtung mit Pflanzenöl neben derjenigen mit elektrischem Glühlicht, einem eisernen Vorhang zwischen Bühne und Zuschauerraum, einem über den Dachfirst führenden entsprechend weiten Schlot im Bühnenraum zur Abführung der bei einem Brand daselbst sich sofort entwickelnden schädlichen Rauchgase, einem mit der Wasserleitung in Verbindung stehenden Regenapparat mit der entsprechenden Zahl Regenröhren unter und über dem Schnürboden, Gardinen aus unverbrennbaren Asbestgeweben. In den Schulen sollen die Kinder auf das Verlassen des Schulhauses für den Fall einer Feuersbrunst förmlich eingeübt und durch periodische Proben damit vertraut gemacht werden, und zwar so, daß auf ein bestimmtes Signal die Räumung des Gebäudes unter Leitung der Lehrer in wenigen Minuten ohne jede Uebereilung vor sich geht. Bei den Fabriken kommen in erster Linie in Betracht Pulverfabriken, Baumwoll-, Woll-, Flachs- und Hanfspinnereien, mechanische Webereien, dann Getreidemühlen, Papier- und Holzstoffabriken, Loh-, Oel- und Sägemühlen, Bettfedernfabriken. In Pulverfabriken und in den Batteurräumen der Spinnereien dürfen die Arbeitsräume nur durch außerhalb derselben angebrachte Flammen, deren Licht durch Glasfenster einfällt, beleuchtet werden. Wo in Spinnereien, Webereien aller Art noch Petroleumbeleuchtung besteht, sollte solche unbedingt weggesprochen und gleichwie in allen neuen derartigen Fabriken elektrische Beleuchtung vorgeschrieben werden. Besteht schon Gasbeleuchtung, so soll über jeder Flamme ein steiler Blechschirm angebracht sein, so zwar, daß sich die Flugwolle nicht auf demselben auflegen kann, sondern sofort abgleiten muß. Diejenigen Räume, in welchen die Wolle auseinander gezogen, aufgelockert und von den groben Unreinigkeiten befreit wird, sowie die Mischungsräume müssen feuersicher beschaffen sein, und die Spinnereiabfälle, bei denen Selbstentzündung nicht ausgeschlossen ist, dürfen nur in gewölbten Räumen untergebracht werden. Böden, Wandungen, Decken, Maschinenteile u. s. w. sind von feinen Flocken und Staub, von letzterem auch die andern genannten Fabriken, die Getreide-, Loh-, Oel- und Sägemühlen möglichst reinzuhalten. Das Schmieren der Wellen und Getriebe muß so geschehen, daß dieselben nicht warmlaufen können. Das Rauchen muß ohne jede Ausnahme verboten sein.

Zu den Sicherheitsvorkehrungen gehört auch noch, daß man Holz, Gespinste und Gewebe durch einen **feuerfesten Anstrich** oder durch **Imprägnieren mit Salzlösungen** flammensicher macht, d. h. ihnen die Eigenschaft gibt, daß sie Feuerflammen gar nicht oder wenigstens nur langsam fortpflanzen, also ein rasches Umsichgreifen des Feuers verhüten. — Neben der Verwendung von Wasserglas empfehlen sich als Imprägnierungsmittel besonders phosphorsaures Ammoniak, schwefelsaures Ammoniak und wolframsaures Natron oder ein Gemisch dieser Salze, in der fünf- bis sechsfachen Menge heißen Wassers gelöst. Vielfache Anwendung findet das u. a. im Kgl. Hoftheater in München eingeführte Imprägnierungsverfahren von Konrad Gautsch, Laboratorium für chemisch-technische Feuerlösch- und Schutzmittel in München.

Noch ist — zugleich in Ergänzung der obenbeschriebenen selbsttätigen Feueralarmapparate — auf diejenigen Apparate hinzuweisen, die nicht allein diese Bestimmung haben, sondern zugleich **selbsttätige Feuerlöschapparate** sind und von denen die Grinell-Brause besonders hervorzuheben ist. Das System besteht aus einem Netze horizontaler Röhren, die im ganzen Gebäude an den Decken in einem Abstande von 2,75—3,35 m voneinander entfernt angebracht sind. Alle diese Röhren stehen mit vertikalen Röhren (Steigleitungen) in Verbindung, die von einer Hydrantenleitung, einem hochgelegenen Refervoir, einer Dampf- oder Kraftpumpe oder irgend einer Wasserzufuhr, die das Wasser im Röhrennetze unter gleichmäßigem Druck hält, gespeist werden. An jeder horizontalen Röhre sind die Brausen in Abständen von ca. 3,5 m voneinander angebracht. Jede Brause besteht aus einem Glasventil mit metallenem Ventilsitz, in dessen Mitte sich die Oeffnung der Brause befindet. Das Ventil ist durch eine aus drei Teilen bestehende Stütze auf der Oeffnung festgehalten. Die drei Teile der Stütze sind mit einem Lot, das bei 60° C. schmilzt, zusammengehalten. Der Ventilsitz wird durch den Druck des Wassers auf das Ventil gepreßt, und letzterer dient dazu, es dichtzuhalten, solange die Stütze in ihrer Lage bleibt. Das Schmelzen des Lotes entfernt diesen Widerstand, der Wasserdruck öffnet das Ventil, das Wasser strömt aus der Oeffnung, bricht sich an den angebrachten Zerstäubungsplättchen und ergießt sich als dichter Regen auf das Feuer. Gleichzeitig öffnet sich ein in der Röhrenleitung angebrachtes Alarmventil und treibt einen Wassermotor an, der eine außerhalb des Gebäudes befindliche Alarmglocke in Tätigkeit setzt.

Was schließlich noch nicht allein speziell die Vorkehrungen gegen Feuersgefahr in Gebäuden und Anstalten, in denen sich dauernd oder vorübergehend viele Personen aufhalten, sondern die **feuersichere Bauweise** überhaupt betrifft, wofür man sich auch in Feuerwehrkreisen mehr und mehr interessiert, so geben hierüber nachstehende Vorträge aus der neueren Zeit nähere Anhaltspunkte. Vorträge von Stadt- und Regierungsbaumeister Weidlich in Braunschweig auf dem XV. Deutschen Feuerwehrtag in Charlottenburg im Jahre 1899 über „Feuersichere Decken“ und zwar Decken von Förster, Kleine, Stolte, Wygasch, Mackesche Gipsdielen, Monier-Decke, Trägerdecke von Drenkhahn & Sudhop, Pötsche Decke, Katzsche Blechträgerdecke und die Deckenplatte aus Kunststein mit Eiseneinlage bezw. aus Asbestine Kühlwein von J. M. Krüger in Hamburg (Katalog mit 36 Illustrationen); ferner über die „Eisenkonstruktion in Brandfällen“, und zwar: a) schmiedeeiserne Stützen; b) gußeiserne Stützen;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) hölzerne Stützen; d) Stützen aus Stein; e) horizontale Eiſenkonſtruktionen, Träger, feuerſichere Treppen uud Türen. Ratſchläge für das Vorgehen der Feuerwehr bei Brandfällen (gedruckter Bericht über den XV. Feuerwehrtag, Stuttgart, S. 79 und 131 ff.). Sodann Vorträge auf dem Internationalen Feuerwehrkongreß in Berlin im Jahre 1901 von Landesfeuerlöſchinſpektor Kleber in Stuttgart über „Das Verhältnis der Feuerwehr zur Baupolizei" und von Branddirektor Prinz in Altona über „Feuerſichere Baukonſtruktionen und Baumaterialien" (gedruckter Bericht über den genannten Kongreß, Hamburg, S. 5—14). *Grosmann.*

Feuerſetzen, eine veraltete Gewinnungsarbeit, bei der die ausdehnende Kraft der Wärme und die darauffolgende Abkühlung und Zuſammenziehung das Geſtein zerklüftet und mürbe macht, ſo daß es mit der Haue oder mit Keil und Hammer leicht gelöſt werden kann.

An den Arbeitspunkten werden getrocknete Holzſcheite aufgeſchichtet und zum Teil durch einfache Gerüſte aus ſtarken Eiſenſtangen (Prägelkatze genannt) zuſammengehalten. Gegen Ende der Schicht wird mittels eigenartig geſchnitzter Holzſpäne, der Bärte (ſ. Bart, 1.) Feuer an die Holzſtöße gelegt. Dabei beginnen die Feuermänner in der Nähe des ausziehenden Schachtes und zünden die Brände ſo der Reihe nach an, daß ſie den friſchen Wettern (im Bergbau ſ. v. w. Luft) ſtets entgegenfahren. Das Feuerſetzen hat nur im trockenen Geſtein guten Erfolg; es wirkt am günſtigſten in weiten Räumen, z. B. beim Weitungsbau (ſ. d.); der Wetterzug muß ſtark ſein, um die Verbrennung zu unterhalten. Dort, wo Holz ſehr billig iſt, wird das Feuerſetzen auch heute noch angewendet.

Literatur: Gaetzſchmann, M. F., Die Lehre von den bergmänniſchen Gewinnungsarbeiten, Freiberg 1846, S. 678. *Treptow.*

Feuerſicherheit der Baukonſtruktionen, ſ. Baupolizei und die dort angegebenen Stichworte; vgl. a. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen, Geldſchränke.

Feuerſpritze, Feuerſpritzenſchläuche, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Feuerſtein, ſ. Quarz.

Feuerſteinpapier, ein mit gröber oder feiner gemahlenem, durch eine Leimſchicht feſtgehaltenem Kieſelpulver beſtreutes Papier oder Leinwand (Feuerſteinleinwand, Flintleinwand), wie Glas- und Schmirgelpapier als Schleif- und Putzmittel dienend. *Andés.*

Feuertauchapparat, Feuertelegraph, ſ. Feuerſchutz und Feuerrettungsweſen.

Feuertellerofen, ſ. Brikettieren (der Braunkohle).

Feuertüre, ſ. Retortenöfen, Dampfkeſſel, Lokomotive, Schiffskeſſel.

Feuerturm, ſ. Leuchtturm.

Zuſätze und Berichtigungen.

Bd. 1, S. 83. Vor Aequivalent iſt einzuſchalten: Aequipotential- oder Niveauflächen, ſ. Elektrizität.

Bd. 1, S. 180. Nach Ampère iſt einzuſchalten: Ampèremeter, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche (beim größeren Teil der Auflage bereits verbeſſert), ferner Ampèrezähler, ſ. Elektrizitätszähler.

Bd. 1, S. 216. Nach Ankerroſetten iſt einzuſchalten: Ankerrückwirkung, ſ. Dynamomaſchine.

Bd. 1, S. 233. Nach Antefix iſt einzuſchalten: Antenne, ſ. Telegraphie, drahtloſe.

Bd. 1, S. 302. Vor Arquerit iſt einzuſchalten: Aronzähler, ſ. Elektrizitätszähler.

Bd. 1, S. 713. Vor Berufsgenoſſenſchaften iſt einzuſchalten: Berührungselektrizität, ſ. Galvanismus.

Bd. 2, S. 740. Vor Dichteiſen iſt einzuſchalten: Dichte, elektriſche, ſ. Elektrizität.

Bd. 2, S. 750. Vor Dielektrikum iſt einzuſchalten: Dielektriſche Verſchiebung, ſ. Elektrizität.

Bd. 3, S. 414. Vor Elektrochemiſche Zerſetzung iſt einzuſchalten: Elektrochemiſche Zähler, ſ. Elektrizitätszähler.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN