UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1910]

T

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

Visual Library

T

bedeutet als Abkürzung bei Bücherzitaten Band (Tomus), bei Gewichtsangaben t = Tonne; als Zahlzeichen steht T im Lateinischen für 160, *T* für 160000.

Ta, in der Chemie Zeichen für Tantal.

Tablettenpressen dienen zur Herstellung von Pfeffermünz-, Santonin-, Formamint- u. s. w. Tabletten aus den entsprechenden pulverförmigen Substanzen.

Ihrer Bauart nach sind sie Exzenterpressen (s. Pressen, Bd. 7, S. 209); sie besitzen als wesentliche Teile eine im Tisch der Presse zu befestigende Matrize mit einem oder mehreren Löchern, einem oder mehreren in der Matrize geführten Unterstempeln und einem oder mehreren am Stößel der Presse befestigten Oberstempeln. Ober- und Unterstempel sind gewöhnlich mit Inschriften versehen. Das Einbringen der zu pressenden pulverförmigen Substanz in die Matrize geschieht mittels eines Fülltrichters, der auf dem Tisch der Presse über die Matrize geschoben wird, so daß das Material von selbst in die Matrize hineinfällt. Nach dem Zurückgehen des Fülltrichters erfolgt die Pressung durch den Oberstempel und nach dessen Rückgang das Empordrücken des Unterstempels samt der auf ihm liegenden Tablette, die beim Verschieben des Fülltrichters zwecks neuer Füllung der Matrize zur Seite geschoben wird und in ein Sammelgefäß fällt. *A. Widmaier.*

Tachatypie, Verfahren von Fischer & Krecke in Bielefeld zur Erzeugung von Druckformen für Wetterkarten u. dergl.

Die praktisch wenig wertvolle Methode besteht darin, daß eine mit einem Gemenge von Schlämmkreide, Talg, Leim (Dextrin, Gummiarabikum) und Graphit (oder Mennige) auf einem Kartonblatte „plastisch" ausgeführte Zeichnung unmittelbar zur Gewinnung einer Druckform hiervon mittels Stereotypie (s. d.) oder galvanoplastisch (s. Elektrotypie) abgeformt wird. — Ein der Tachatypie ähnliches Verfahren ist die Tachytypie von Anton Gerhard in Berlin (vgl. Negativdruck). *A. W. Unger.*

Tacheometer, s. Tachymetrie.

Tachograph, Tachometer, s. Geschwindigkeitsmesser, Registrierapparate.

Tachygraphometer, s. Tachymetrie.

Tachyhydrit, s. Carnallit.

Tachylit, s. Gläser, natürliche.

Tachymetrie, Tacheometrie, Celerimensura, Schnellmessung, ein Messungsverfahren, bei dem die Lage- und Höhenmessungen gleichzeitig ausgeführt werden durch Bestimmung der Horizontalrichtungen, durch Distanzmessung (s. Distanzmesser) sowie durch Beobachtung von Höhen- oder Zenitwinkel oder durch unmittelbare Messung der Höhenunterschiede. Die zweckmäßige Vereinigung dieser Messungen führt gegenüber andern Verfahren eine Zeitersparnis herbei, woraus sich die Namen erklären, doch tritt die Zeitersparnis im allgemeinen ein auf Kosten der Genauigkeit. Nach den Instrumenten, die benutzt werden, unterscheidet man Theodolit-, Buffolen- und Meßtischtachymetrie und nach der Art der Ausführung Zahlentachymetrie und graphische Tachymetrie. Wird die Genauigkeit der Zahlentachymetrie so gesteigert, daß die Längenbestimmung der sorgsam ausgeführten Latten- oder Meßbandmessung gleichwertig wird, so nennt man das Verfahren Präzisions- oder Feintachymetrie. Die Tachymetrie ist von großer Bedeutung namentlich für geometrische Vorarbeiten. Sie verdankt ihre Entwicklung namentlich dem Eisenbahnbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Inſtrumente heißen in Deutſchland und Nordamerika Tachymeter, in Frankreich und England Tacheometer, in Italien Celerimeter. Auch findet man die Namen Omnimeter, Stadimeter, Euthimeter, Viel- und Schnellmeſſer u. a. Die Inſtrumente ſind mannigfacher Art. Sie unterſcheiden ſich einerſeits nach ihren Einrichtungen für die Diſtanzmeſſung, anderſeits nach ihren Anordnungen als Theodolit, Buſſole oder Meßtiſch für die Beſtimmung der Horizontalrichtungen. Das Tachymeter in Verbindung mit dem Meßtiſch nennt man Tachygraphometer.

I. Die tachymetriſchen Inſtrumente.

1. **Tachymeter mit Höhenkreis- und Okularfadendiſtanzmeſſer.** Die größte Bedeutung hat der mit Höhenkreis und feſten Diſtanzfäden im Fernrohr ausgerüſtete Theodolit. Eine Repetitionseinrichtung am Theodolit gewährt manche Vorteile. Weſentlich iſt ein gutes Fernrohr von etwa 25—35facher Vergrößerung, deſſen Diſtanzkonſtante eine runde Zahl, in der Regel 100, 200 oder auch 50, iſt. Das Fadennetz iſt entweder auf Glas eingeriſſen (Glasmikrometer) oder beſteht aus aufgeſpannten Spinnfäden und iſt zuweilen juſtierbar (ſ. Fadennetz, Bd. 3, S. 562 und [4]. Weiteres über die Fadendiſtanzmeſſer, Beſtimmung der Konſtanten u. ſ. w. ſ. Bd. 2, S. 783, ſowie die dort angegebene Literatur). Die Kreisableſung ſoll möglichſt bequem ſein; für die meiſten Fälle genügt die Genauigkeit eines kleinen Theodolits (vgl. [5]). Neben den üblichen Nonienangaben (ſ. Nonius, Bd. 6, S. 657) von $^1/_2{}'$ oder $^1/_3{}'$ iſt zweckmäßig Kreisteilung in $^1/_6{}^0$ und einfache Schätzung der Minuten an einem Indexſtrich mit Hilfe einer ſtarken offenen Lupe. Entſprechend wird die Anordnung bei Zenteſimalteilung getroffen. Auch mikroſkopiſche Ableſung findet Anwendung, z. B. bei dem unten beſchriebenen Cleps [6]—[8], dem Tachymeter mit Strichmikroſkop von Fennel [10] und bei dem logarithmiſchen Tachymeter von Tichy und Ott [11]. Letzteres hat außerdem für die Diſtanzmeſſung ein Glasmikrometer mit 11 Vertikalſtrichen, 1 Horizontalſtrich und 1 Transverſalſtrich, von Tichy optiſcher Meßkeil genannt. Zur Meſſung der Höhenwinkel dient entweder ein Vollkreis, ein Doppelbogen oder ein einfacher Bogen mit einem Zeiger oder zwei Zeigern (vgl. Fig. 1—5). Die Teilung entſpricht derjenigen des Horizontalkreiſes; für die Bezifferung ſind am beſten Zenitwinkel (z); Höhenwinkel ($\pm\,\alpha$) geben leicht Anlaß zu Vorzeichenfehlern. Bei einzelnen Inſtrumenten kommen nebenher beſondere Teilungen des Höhenkreiſes vor, z. B. Gefällprozentteilung bei [12], Teilung nach $\sin\alpha$ $\cos\alpha$ bei einem Tachymeter von Goulier [13], S. 427, eine logarithmiſche Teilung bei [11]. Die Höhenkreislibelle wird entweder am Fernrohrträger oder beſſer am Zeigerträger mit beſonderem Feinſtellarm (z. B. Fig. 3) angebracht. Häufig iſt, der Genauigkeit der Ableſung entſprechend, für Horizontal- und Vertikalkreis nur je ein Zeiger vorhanden; beſſer ſind für die Prüfung des Inſtrumentes ſowie für die Beſtimmung wichtiger Punkte, z. B. im Tachymeterzug (ſ. II), zwei Zeiger. Wegen der Prüfung und Berichtigung des Inſtrumentes ſ. Höhenwinkel, Bd. 5, S. 98, und Theodolit ſowie [1]. In der Regel iſt dem Inſtrument eine Buſſole beigegeben, und zwar entweder eine Kreisbuſſole, welche unmittelbar über dem Theodolitkreis liegt (Fig. 3) oder als Aufſatzbuſſole (Fig. 4) konſtruiert iſt, oder auch ein Kaſten- oder Röhrenkompaß zur Einrichtung des Horizontalkreiſes in eine konſtante Stellung zur magnetiſchen Achſe der Nadel. Bei kleinen Inſtrumenten, die zu Arbeiten geringer Genauigkeit dienen ſollen, iſt überhaupt kein Horizontalkreis, ſondern nur eine Buſſole vorhanden (Tachymeterbuſſole). Nach Bd. 2, S. 783, Formel 4. iſt die allgemeine Gleichung für die Entfernung beim Fadendiſtanzmeſſer, wenn die Ziellatte rechtwinklig zur Mittelzielung ſteht, $D = a + k\,L$, worin L der Lattenabſchnitt und a und k die der Einrichtung des Fernrohrs entſprechenden Konſtanten ſind; beim ſogenannten anallaktiſchen Fernrohr nach Porro iſt $a = 0$. Vgl. a. [1], S. 739. In Deutſchland iſt am verbreitetſten die alte Reichenbachſche Einrichtung mit Ramsdenſchem oder orthoſkopiſchem Okular, ſeltener die Ertelſche mit Huyghenſchem Okular. Vgl. hierzu auch [14]. Daneben findet aber auch das Porroſche Fernrohr Anwendung, beſonders bei den italieniſchen Inſtrumenten von Salmoiraghi in Mailand [6], den Tachymetern von Starke und Kammerer in Wien und verſchiedenen franzöſiſchen Inſtrumenten [13].

Beim einfachen Fadendiſtanzmeſſer Reichenbachſcher Anordnung iſt nach Fig. 1 bei lotrecht eingerichteter Diſtanzlatte und Einführung von Höhenwinkeln α für alle praktiſchen Rechnungen genügend genau $S = D\cos\alpha = L\,k\cos^2\alpha + a\cos\alpha$; beim Porroſchen Fernrohr mit $a = 0$ wird $S = L\,k\cos^2\alpha$; dieſe Form reicht auch häufig bei topographiſchen Aufnahmen für die Reichenbachſche Einrichtung aus. Eine beſſere Näherung gibt $S = L\,k\cos^2\alpha + a$, wobei a oder eine andre Konſtante für mittleres α im Kopf dem berechneten Werte zugelegt wird, oder die Form $S = (L\,k + a)\cos^2\alpha = (k + a : L)\,L\cos^2\alpha = k'\,L\cos^2\alpha$, worin k' eine auf ein mittleres L bezogene Konſtante bedeutet. Wird, hauptſächlich nur bei Schiebetachymetern, ſ. unten, die Latte rechtwinklig zur Ziellinie gerichtet, ſo iſt $S = (L\,k + a)\cos\alpha + l_z\sin\alpha$, wobei l_z den Abſtand der Mittelfadenableſung vom Lattenfußpunkt bedeutet. Zur lotrechten Einrichtung der Latte über dem Meſſungspunkt dient eine Doſenlibelle (vgl. Bd. 6, S. 648, Fig. 15); zur Einrichtung der Latte rechtwinklig zur Ziellinie benutzt man ein Diopter. Der Einfluß des Fehlers der Lattenſtellung (ſogenannte Lattenſchiefe) auf die Größe L und damit auf die Entfernung wächſt mit der Neigung der Ziellinie gegen die Lattenrichtung, iſt alſo bei recht-

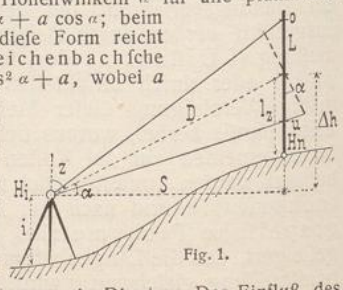


Fig. 1.

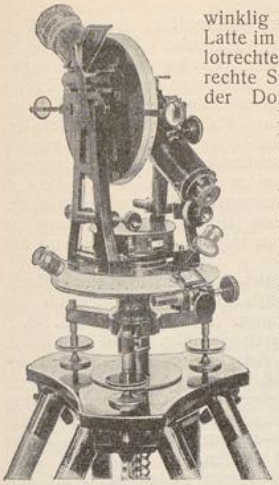


Fig. 3.

winklig zur Ziellinie eingerichteter Latte im allgemeinen kleiner als bei lotrechter. Anderſeits iſt die lotrechte Stellung der Latte mit Hilfe der Doſenlibelle verhältnismäßig leicht und genau herzuſtellen und innezuhalten, ſo daß bei den in der Praxis vorwiegenden geringen Neigungen der Unterſchied außer Betracht bleibt. Dementſprechend wird die Lotrechtſtellung der Latte allgemein vorgezogen; vgl. hierüber [15] und [1]. Ueber den Einfluß der Lattenſchiefe ſ. a. [16]. Strengere Formeln für die Entfernung ſ. in [1]. — Der Höhenunterſchied Δh des Zielpunktes an der Diſtanzlatte, auf den die mittlere Abſehlinie gerichtet iſt, gegen die Inſtrumentachſe H_i iſt bei dem einfachen Fadendiſtanzmeſſer nach Fig. 1 $\Delta h = D \sin \alpha = S \operatorname{tg} \alpha = L k \sin \alpha \cdot \cos \alpha + a \sin \alpha$; wenn $a = o$ oder $a \sin \alpha$ außer Betracht bleibt, iſt $\Delta h = {}^1/_2 L k \sin 2\alpha$ oder wie oben $= {}^1/_2 L k' \sin 2\alpha$. Ferner iſt $H_n + l_z = H_i + \Delta h$, wenn H_n die Höhe des Punktes bedeutet, auf dem die Latte ſteht. Daraus kann, wenn H_i gegeben iſt, die Höhe H_n, und wenn H_n gegeben iſt, die Höhe H_i berechnet werden. Steht das Inſtrument zentriſch über einem gegebenen Höhenfeſtpunkt H_p, ſo kann der Abſtand i der Inſtrumentachſe vom Feſtpunkt direkt gemeſſen werden, $H_i = H_p + i$. Wird dann $l_z = i$ gemacht durch Anbringung einer Zielſcheibe, ſo bleiben beide Werte außer Betracht, indem $H_n = H_p + \Delta h$ iſt; gleiches iſt der Fall, wenn H_i von einem gegebenen Feſtpunkte abgeleitet und l_z hierbei und bei allen andern Ableſungen konſtant, z. B. 1 m oder 2 m, genommen wird. Für Lattenſtellung rechtwinklig zur Ziellinie iſt $\Delta h = (L k + a) \sin \alpha$. Das über die Berechnung der Höhen Geſagte gilt, wenn ſtatt l_z der Wert $l_z \cos \alpha$ eingeführt wird. Der Einfluß der Erdkrümmung und Refraktion bleibt bei der tachymetriſchen Höhenmeſſung außer Betracht. Er wird nur bei langen Sichten nach entfernten trigonometriſchen Höhenpunkten berückſichtigt, vgl. Bd. 5, S. 92.

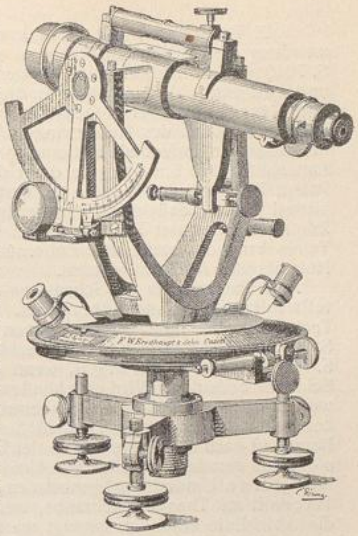


Fig. 2.

Die Fig. 2—4 zeigen einige der bemerkenswerteſten Formen des einfachen Theodolittachymeters. Fig. 2 iſt ein Inſtrument nach Puller [17] von Breithaupt; es iſt nur das unbedingt Notwendige angebracht.

Fig. 3 zeigt ein für die Akademie Bonn-Poppelsdorf von Wolz konſtruiertes Inſtrument. Es hat einen Höhenkreis mit Zylinderteilung, ein Fernrohr mit Objektivtrieb; der Zeiger des Horizontalkreiſes befindet ſich unter dem Fernrohrokular, die Vertikalkreislibelle iſt mit Ableſeſpiegel verſehen. Durch dieſe Anordnung kann der Beobachter ſämtliche Ableſungen für Geländepunkte vom Fernrohrokular aus nehmen, ohne den Platz zu ändern. Zugaben ſind eine zwiſchen den Fernrohrträgern einſchiebbare Buſſole (Schmalkalder mit zylindriſcher Kreisteilung) und eine Tangentenkippſchraube (Konſtante 1 : 100) an der Fernrohrfeinſtellung für gelegentliche Diſtanz- und Höhenmeſſung ohne Benutzung der Diſtanzfäden (ſ. unten).

Fig. 4 iſt die Abbildung eines Theodolittachymeters mit Aufſatzbuſſole von Hildebrand. Nach Mitteilung der Firma iſt dieſes Inſtrument in mehreren Tauſenden von Exemplaren im Gebrauch. — Andre Anordnungen des Theodolittachymeters ſ. in [1] ſowie in den Verzeichniſſen der Bd. 4, S. 382, genannten mechaniſchen Inſtitute.

Eine beſondere Einrichtung hat ein als Cleps oder Clepscykel bezeichneter Inſtrumenttypus von Salmoiraghi in Mailand. Die beiden Kreiſe haben kleine Durchmeſſer von 3,5—6 cm. Sie ſind, wie der Name anzeigt, in einem Kaſten eingeſchloſſen. An der Seite des Kaſtens ſind ſtark vergrößernde Mikroſkope für die Kreisableſungen angebracht. Eine andre Eigentümlichkeit iſt das ſtark vergrößernde Fernrohr, deſſen Glasmikrometer zur Verſchärfung der Entfernungsbeſtimmung mehrere einander entſprechende Strichpaare aufweiſt. Dieſen ſind beſondere Okulare zugeordnet (ſ. Argusokular).

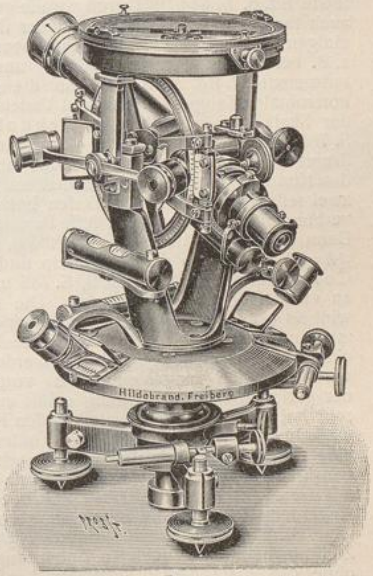


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. **Tachymeter mit Höhenkreis und Okularmikrometerdiſtanzmeſſer.** Durch die Verwendung dieſes Diſtanzmeſſers wird eine Verſchärfung der Meſſung angeſtrebt. (Näheres ſ. Bd. 2, S. 784.) Er iſt hauptſächlich verwendet bei den Tachymetern von Starke und Kammerer und wird empfohlen in [18]. Für die Feintachymetrie iſt beſtimmt das Tachymeter Patent Tichy und Starke [7]. Der Höhenkreis hat außer der Gradteilung zwei tachymetriſche Teilungen nach Funktionen des Höhenwinkels α. Dieſe zeigen die Stellung des Okularmikrometers an, bei denen die horizontale Entfernung und der Höhenunterſchied das 100fache der entſprechenden Lattenabſchnitte ſind. Ebenſo dient der Feintachymetrie das logarithmiſche Univerſaltachymeter Patent Tichy und Starke in Verbindung mit einer logarithmiſch geteilten Latte, die den Vorteil bietet, daß die Intervalle in den verſchiedenen Entfernungen gleichgroß erſcheinen. Zur Ausführung der Rechnung ſind beſondere Tabellen vorhanden [19]. Ohne Benutzung der Tafeln kann die horizontale Entfernung mit Hilfe einer beſonderen logarithmiſchen Teilung des Höhenkreiſes beſtimmt werden.

3. **Tachymeter mit Schrauben-, Skalenmikrometer-, Kontakt- und Hebeldiſtanzmeſſern, teils mit, teils ohne Höhenkreis.** Die Bedeutung der Fadendiſtanzmeſſer, die ſich für die Tachymetrie beſonders eignen, haben dieſe Diſtanzmeſſer nicht erlangt. (Näheres über ſie ſ. Bd. 2, S. 785.) Für lotrechte und wagerechte Tangentenſchrauben gilt nach den Fig. 6 und 7 in Bd. 2, S. 785 $S = L\,d : p = L\,d : g\,\sigma$, wenn g die Ganghöhe und σ die Anzahl der Umdrehungen der Schraube bedeuten. Wird eine konſtante Lattenlänge L gewählt, ſo iſt $S = k_1 : \sigma$; Teilumdrehungen werden an der geteilten Schraubentrommel ermittelt. Wenn dagegen die Schraubenbewegung konſtant genommen wird, ſo iſt $S = k_2\,L$; k_2 muß eine bequeme Konſtante, etwa 100 ſein. Ferner iſt nach den Beziehungen der Figuren $\Delta h = (u - h)\,L : (o - u)$ oder, wenn für $u - h$ und $o - u$ die geraden Anzahlen von Umdrehungen σ_1 und σ_2 gewählt werden, $\Delta h = \sigma_1\,L : \sigma_2$. Wird für σ_2 eine Umdrehung genommen, ſo iſt $\Delta h = \sigma_1\,L$. Dieſe Formeln gelten auch für den Theodolit mit Tangentenſchraube, wenn der Mitnehmer zur Abfehlinie rechtwinklig ſteht. Muß die Abfehlinie erheblich geneigt werden, ſo wird die Schraubenbewegung auf den mikrometriſchen Winkel beſchränkt und der Höhenwinkel α berückſichtigt. Wenn α ſich auf die obere Sicht bezieht, ſo iſt $S = k_1 \cos^2\alpha : \sigma + L \sin\alpha \cos\alpha = k_2\,L \cos^2\alpha + L \sin\alpha \cos\alpha$ und $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$ oder $\Delta h = k_1 \sin\alpha \cos\alpha : \sigma + L \sin^2\alpha = k_2\,L \sin\alpha \cos\alpha + L \sin^2\alpha$. Die zweiten Glieder der rechten Seiten können häufig vernachläſſigt werden. Auch kann geſetzt werden $\sin\alpha \cos\alpha = {}^1/_2 \sin 2\alpha$. Die lotrechte Tangentenſchraube findet man hauptſächlich bei Nivelliertachymetern, z. B. bei den Inſtrumenten von Hogrewe [20] und Breithaupt [21], ſodann auch bei Meißners Patenttangententachymeter, ſ. [1], S. 727, und die da angegebene Literatur. Die wagerechte Tangentenſchraube iſt angewendet beim Nivellier von Decher [22]. An der Fernrohrfeinſtellung des Theodolittachymeters angebracht, ermöglicht ſie neben der Fadendiſtanzmeſſung auch die Schraubendiſtanz- und Höhenmeſſung mit konſtantem oder veränderlichem Schraubenintervall, was für manche Fälle Vorteile bietet; ſ. Fig. 3. Sie iſt beſonders in Amerika in Gebrauch gekommen. Eine ſolche Schraube neben einem Porroſchen Diſtanzmeſſer hat das Tachymeter Klingatſch-Roſt [23]. Durch eine beſondere Vorrichtung wird die obenerwähnte Beſchränkung der Schraubenbewegung auf den mikrometriſchen Winkel erreicht bei dem Univerſaltacheograph von Ziegler-Hager [24]; ſ. a. Bd. 2, S. 786. Ueber eine eingehende Würdigung der Tangentenſchraube ſ. [25]. — Die annähernd lotrecht wirkende Sehnenſchraube iſt von Stampfer eingeführt; ſ. hierüber Bd. 2, S. 785 und die da angegebene Literatur, ſowie Bd. 6, S. 644. Näherungsweiſe gelten die für die Tangentenſchraube angegebenen Formeln auch für die Sehnenſchraube. Ueber ſtreng richtige Formeln ſ. die angegebene Literatur. — Bei einigen Inſtrumenten iſt das Schraubenmikrometer durch ein Skalenmikrometer erſetzt worden, z. B. bei Hahns Univerſalhöhen- und Diſtanzmeßinſtrument und bei Gordians Nivellierinſtrument; ſ. Bd. 2, S. 786 und die da angegebene Literatur. Mikroſkopablefung an einer horizontalen Tangentenſkala und Verfeinerung der Ablefung durch mikrometriſche Verſchiebung der Skala iſt eingerichtet an Eckholds Omnimeter [26]; ſ. a. Bd. 2, S. 786 und Fig. 7 auf S. 785. Hiernach iſt $\Delta h_o = o\,S : d$ und $\Delta h_u = u\,S : d$. Ein dem vorigen fehr ähnliches Inſtrument iſt der Tachymetertheodolit mit Tangensablefung von Bell-Elliot [27]. — Das Prinzip des Kontakt- und Hebeldiſtanzmeſſers beſteht darin, daß das Fernrohr für die Zielungen an zwei feſte Punkte eines vertikalen Führungsſtückes, oder daß ſtatt des Fernrohrs ein mit ihm verbundener Hebel an zwei feſte Punkte eines horizontalen Führungsſtückes angefchlagen wird. Dann iſt S proportional L. Nach Fig. 7 in Bd. 2, S. 785 iſt $S = L\,d : p = k\,L$, wenn $d : p = k$; $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$. Nach dieſem Prinzip ſind konſtruiert die Inſtrumente von Gentilli, Sanguet, Coradi und Löwe; ſ. Bd. 2, S. 786 und die da angegebene Literatur. Bei Sanguet wird $\operatorname{tg}\alpha$ an einer Höhenſkala abgeleſen. Die übrigen Konſtruktionen ſehen Beſtimmung des Höhenwinkels α an einem Höhenkreiſe oder Bogen vor. Hier iſt ferner zu nennen das Univerſaltachymeter Láska-Roſt. Die ganze Kontaktvorrichtung kann mit der Fernrohrkippung auf einer Horizontalſchiene verſchoben werden. Eine geringe Fernrohrkippung innerhalb der Kontakte wird mit einer Tangentenſchraube vorgenommen. Durch zweimalige Ablefung vor und nach der geringen Fernrohrkippung erhält man L_s und daraus $S = 100\,L_s$. Das anallaktiſche Fernrohr hat ein Okularmikrometer, deſſen Kopf drehbar iſt. Die Mikrometertrommel ſoll bei Höhenwinkeln oben, bei Tiefenwinkeln unten ſtehen. Der Höhenkreis hat zwei Trommelteilungen, eine Gradteilung und eine andre nach einer Funktion von α, ähnlich wie beim Tachymeter von Tichy und Starke. Die letzte Teilung gibt die Stellung des Okularmikrometers an, mit der der Lattenabſchnitt L_h durch zweimalige Ablefung gewonnen wird. Dann iſt $\Delta h = 100\,L_h$. Außerdem iſt noch eine Berechnung von $\Delta h = S \operatorname{tg}\alpha$ möglich [28].

4. **Selbſttätig reduzierende Tachymeter.** Eine unmittelbare Reduktion der bei geneigter Ziellinie beſtimmten ſchiefen Entfernung iſt durch verſchiedene Konſtruktionen erſtrebt worden, ohne daß dieſe bisher allgemein Anwendung gefunden haben. Es ſei hingewieſen auf die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oben bereits erwähnte Vertikalkreisteilung beim Goulierſchen Tachymeter, [13], S. 427, und auf andre eigenartige Einrichtungen der franzöſiſchen Inſtrumente mit horizontalen und vertikalen Diſtanzfäden, die ſogenannten Euthimeter, beſonders auch auf die Latten, [13], S. 417. Ferner ſind die italieniſchen Konſtruktionen anzuführen. Bei dem reduzierenden Tachymeter von Porro mit ſthenallaktiſchem Fernrohr ſoll die Reduktion durch Veränderung des Linſenſyſtems erfolgen, die durch eine Gelenkvorrichtung mit der Kippung nach $\cos^2\alpha$ ausgeführt wird. Dem gleichen Zwecke dienen die Anordnungen von Baggi [29] und von Reina [30], bei denen durch Gelenk- und Kurbelbewegungen der Fadenabſtand nach $\cos^2\alpha$ verändert wird. Die Reduktionstachymeter von Roncagli und Urbani haben hinter dem Diaphragma des anallaktiſchen Fernrohrs ein nach $\cos^2\alpha$ geteiltes Glasmikrometer. Bei der älteren Konſtruktion wurde das Mikrometer nach dem gemeſſenen Zenitwinkel mit einer Schraube eingeſtellt. Danach ergeben die Ableſungen an den Diſtanzmeßlinien den der horizontalen Entfernung entſprechenden Lattenabſchnitt [31]. Dagegen iſt an einem neueren Tachymeter von Roncagli eine aus Hebelarm und Exzenter beſtehende Vorrichtung angebracht, die das Mikrometer bei der Fernrohrkippung ſelbſttätig verſchiebt. Ein Entwurf von Hammer, der den italieniſchen Vorgängen folgt, ſieht eine ſelbſttätige Verſchiebung des Diaphragmaplättchens vor, auf dem ein Netz von Kurven nach $\cos^2\alpha$ für die Entfernungen und nach $\sin\alpha\cos\alpha$ für die Höhenunterſchiede konſtruiert iſt [32]. Ein Entwurf von Naffo gründet ſich auf dem gleichen Prinzip. Durch Einfachheit der Handhabung zeichnet ſich das ſelbſtreduzierende Tachymeter Hammer-Fennel aus. Es ſcheint auch, daß dieſes Inſtrument den Zweck, welchem es dienen ſoll, erfüllt. Es iſt für die topographiſche Tachymetrie beſtimmt und erfordert nur eine einzige Einſtellung des Fernrohrs auf die Latte und zweimalige Lattenableſung ohne irgendwelche Ableſungen am Inſtrument. In jeder Stellung des anallaktiſchen Fernrohrs werden 1 : 100 der wagerechten Entfernung und 1 : 20 des Höhenunterſchiedes an der lotrechten Latte mit einem Kurvendiagramm beſtimmt, das in der linken Hälfte des Geſichtsfeldes erſcheint. Eine Glasplatte mit dem Diagramm liegt über der Fernrohrkippachſe. Das Bild des Diagramms wird durch zwei Prismen und eine Linſe in der Bildebene des Objektivs entworfen, in der auch ein Horizontalfaden angebracht iſt. Das Diagramm zeigt als Grundkurve einen 60° Zentriwinkel umfaſſenden Kreisbogen von 30 mm Halbmeſſer. Der Mittelpunkt muß in der Horizontalachſe des Fernrohrs liegen. Ein Nullpunkt teilt die Grundkurve in zwei gleiche Stücke. Der Abſtand der Entfernungskurve im Radius des Nullpunktes iſt $p = F : 100$, wenn F die äquivalente Brennweite des Linſenſyſtems bedeutet. Für andre Punkte iſt der Abſtand $p' = p\cos^2\alpha$. Die Höhenkurven für poſitive und negative Δh gehen vom Nullpunkte des Grundkreiſes aus. Die Abſtände der Kurvenpunkte ſind beſtimmt nach $h' = 5\,p'\,\mathrm{tg}\,\alpha$ [33].

5. **Schiebe- oder Projektionstachymeter.** Bei dieſen Inſtrumenten iſt eine andre Methode zur Ableitung der wagerechten Entfernungen angewendet. Fig. 5 zeigt ein Schiebetachymeter von Wagner-Fennel. Mit dem Fadendiſtanzmeſſer iſt eine Schiebeſkala AA' verbunden. Auf dieſer Skala wird die ſchiefe Entfernung in verjüngtem Maßſtabe mit dem Nonius b eingeſtellt. Darauf wird an der horizontalen Skala BB' die horizontale Entfernung mit dem Nonius c und an der vertikalen Skala die Höhe mit dem Nonius a abgeleſen. Die letzte Skala kann mit der Schraube E derart verſchoben werden, daß am Nonius d die Höhe der Kippachſe über dem Vermeſſungshorizont eingeſtellt erſcheint [34]. Ein ähnliches Inſtrument iſt von Kreuter [35], ein älteres von Kiefer [36] konſtruiert. Die Inſtrumente bedingen eine Lattenſtellung rechtwinklig zur Ziellinie. Puller hat das Schiebetachymeter für vertikale Lattenſtellung eingerichtet. Eine mit dem Fernrohr verbundene Stange ſteht rechtwinklig zur unteren Ziellinie des Fadendiſtanzmeſſers. Mit einem Schieber auf der Stange wird die ſchiefe Entfernung an einer Skala eingeſtellt, die gegen die Horizontale um den diſtanzmeſſenden Winkel nach unten geneigt iſt. Im übrigen iſt die Einrichtung ähnlich der des Wagnerſchen Inſtruments [37]. Eine neuere Form des Inſtruments hat einen unbeweglichen Sektor mit einem Diagramm zur Einſtellung eines Zeigers entſprechend dem Lattenabſchnitte L [38]. Schließlich kann man zu dieſer Art Inſtrumente auch noch Jähns Vielmeſſer rechnen [39]. Ueber Vergleiche zwiſchen Schiebe- und Kreistachymeter ſ. [15]. Im allgemeinen haben die Kreistachymeter eine größere Verbreitung gefunden.

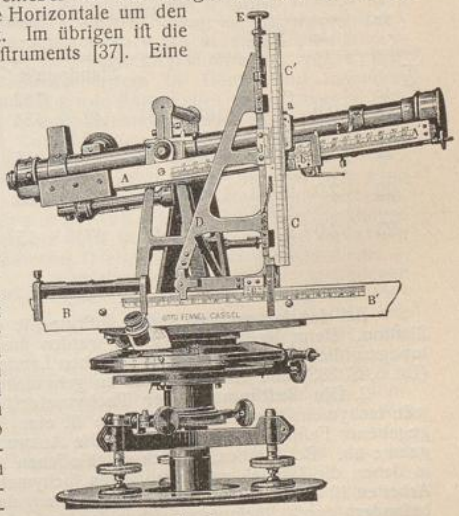


Fig. 5.

6. **Tachygraphometer.** Jeder Meßtiſch mit einer tachymetriſchen Kippregel iſt eigentlich ein Tachygraphometer (ſ. Bd. 6, S. 392). Anzuführen iſt hier die tachymetriſche Kippregel Patent Tichy-Starke [9]. Die Einrichtung des Fernrohrs mit einem Okularmikrometer iſt wegen verhältnismäßig unſicherer Aufſtellung auf dem Meßtiſch nicht zu empfehlen. Die Patentkippregel Láska-Roſt iſt wie das Tachymeter gleichen Namens nach dem unter 3. beſchriebenen Prinzip konſtruiert, jedoch richtigerweiſe ohne Okularmikrometer [41]. Bei der Tachymeterkippregel von Soldati iſt der Höhenkreis durch einen Berechnungsſektor erſetzt, auf dem die Horizontalentfernung und der Höhenunterſchied mit Hilfe von

zwei Kurvenſcharen ermittelt werden. — Tachygraphometer in engerem Sinne ſind Inſtrumente beſonderer Konſtruktion. Ein Dreifuß trägt eine kreisförmige Scheibe von 30—45 cm Durchmeſſer, über deren Mitte ſich eine Regel mit der Tachymetervorrichtung dreht. Auf der Scheibe wird das Meßtiſchblatt durch Halter befeſtigt. Für jeden Standpunkt iſt ein Meßtiſchblatt erforderlich. Das Auftragen der Meſſungspunkte geſchieht bei den Inſtrumenten mit Schiebetachymeter durch eine Pikiernadel, die ſich mit dem Schieber einſtellt, ſonſt aus Hand mit einer Nadel nach dem Maßſtab der Regel. Häufig hat die Scheibe eine Gradteilung, die geſtattet, das Inſtrument auch als Theodolit zu benutzen. Unter 3. iſt bereits aufgeführt der Univerſaltacheograph Ziegler-Hager [24]. Mit den unter 5. beſchriebenen Schiebetachymeteranordnungen ſind verſehen das Tachygraphometer Wagner-Fennel [34] und der Puller-Breithauptſche Schnellmeſſer [37]. Das Topometer Hammer-Fennel [43] iſt ein Tachygraphometer mit ſelbſttätig reduzierendem Tachymeter. Deſſen Beſchreibung ſ. unter 4. Eine Verbindung von Theodolittachymeter und Meßtiſch iſt der Geländemeſſer von Koch [44].

7. **Nivelliertachymeter** ſind Nivellierinſtrumente, die mit einem Horizontalkreis oder einer Buſſole ſowie mit Diſtanzmeßvorrichtung ausgerüſtet ſind. Neben dem Fadendiſtanzmeſſer kommen auch die diſtanzmeſſenden Schrauben in Betracht (ſ. unter 3.).

Wegen der Diſtanzlatten ſ. Bd. 2, S. 782, und [1], S. 733. Ueber horizontale Lattenhaltung, die jedoch nur wenig angewendet wird, ſ. [13], [15], [2], S. 381 und 384, [21] in Bd. 2, S. 789; Geſchichtliches ſ. [2].

II. Die tachymetriſche Aufnahme.

1. **Die Aufnahme im Felde.** Der Gang der Beſtimmung eines Geländepunktes mit dem berichtigten Theodolittachymeter mit Fadendiſtanzmeſſer iſt:

a) Einſtellung des Vertikalfadens auf die Lattenmitte.

b) Ableſung des Lattenabſchnittes zwiſchen den Diſtanzfäden. Hierzu wird der untere oder obere Faden auf eine Marke (z. B. 1 m oder 2 m) eingeſtellt und am andern wird abgeleſen, wobei die Mittelfadenableſung eine Probe gewährt, oder der Mittelfaden wird auf eine Marke (z. B. 2,0 m) eingeſtellt, und die Seitenfäden werden abgeleſen, wobei die Ergänzung eine bequeme Probe gegen grobe Fehler gibt. Weitere Proben und Erhöhung der Genauigkeit erhält man durch entſprechende Verbindung dieſer Ableſungen ſowie durch Anwendung weiterer Fadenpaare wie bei den Clepscykeln [6].

c) Ableſung des Vertikalkreiſes. Iſt der Mittelfaden auf eine Lattenmarke (z. B. 2,0 m) eingeſtellt worden, ſo kann bei einſpielender Höhenkreislibelle ſofort die Ableſung genommen werden, während bei Einſtellung des unteren oder oberen Fadens auf eine Lattenmarke eine zweite Einſtellung des Mittelfadens erforderlich wird, um die Veränderung der Zielhöhe l_z zu eliminieren. Häufig wird $l_z = i$ gemacht (ſ. Fig. 1).

d) Die Ableſung des Horizontalkreiſes oder der Buſſole. Die Ableſungen der beiden Kreiſe geſchehen je nach der Beſchaffenheit und Berichtigung des Inſtrumentes, den erforderlichen Proben u. ſ. w. an einem oder an beiden Zeigern. Auf Ableſung in beiden Fernrohrlagen wird bei Geländepunkten in der Regel verzichtet. Nach der zu b) notierten Diſtanzfadenableſung wird der Lattenträger abgerufen, einen andern Punkt aufzuſuchen. Am Anfang und Schluß der Ableſungen für einen Standpunkt iſt ein ſcharf bezeichneter Punkt (Kirchturm, Wetterfahne, trigonometriſches Signal) zur Prüfung der Inſtrumentſtellung anzuzielen. Die Ableſungen werden in einem paſſend eingerichteten Feldbuch aufgeſchrieben, worin gleichzeitig die ganze Berechnung ausgeführt wird.

Nr.	Latten			Vertikalkreis		Horizontalkreis		S	Δh	H	Bemerkungen
	l_z	oben / unten	L	0	′	0	′				
+				Standpunkt ⊙ 4							
△ 45	.	.	.	.	.	(182	37)	.	.	.	$H_i - l_z = 109{,}3$
⊙ 96	2,0	2,340 / 1,660	0,680	81	42	134	21	66,9	+ 9,6	118,9	
21	2,0	2,289 / 1,713	0,576	79	18	215	40	55,9	+10,5	119,8	
22	2,0	2,713 / 1,286	1,427	96	55	356	23	141,1	−17,1	92,2	
23	2,0	2,772 / 1,226	1,546	96	07	15	49	153,3	−16,4	92,9	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Bei der Anwendung andrer Inſtrumente erleidet das Verfahren eine entſprechende Modifikation. Beim Meßtiſchtachymeter werden die gewonnenen Ergebniſſe ſofort eingetragen. Die topographiſche Abteilung der preußiſchen Landesaufnahme benutzt die tachymetriſche Kippregel (Bd. 6, S. 393) und eine im Felde zu gebrauchende Tabelle [48].

2. **Die Beſtimmung der Tachymeterſtandpunkte** (Stationierung). Als Unterlage für jede tachymetriſche Geländeaufnahme iſt eine Anzahl paſſend verteilter, nach Lage und Höhe gegebener Feſtpunkte erforderlich. Die Auswahl hängt von Zweck und Ausdehnung der Aufnahme ab. Bei kleinen, in ſich geſchloſſenen Aufnahmen genügt ein Rahmen von Dreiecken, in denen die Winkel und alle Seiten tachymetriſch doppelt gemeſſen ſind. Für ausgedehnte Arbeiten iſt der Anſchluß an die Landestriangulation und die Einſchaltung einer Anzahl Punkte, beſonders durch Rückwärtseinſchneiden, erforderlich (vgl. Triangulierung). Hierauf gründet

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich eine Polygoniſierung, deren Punkte nach Lage (Koordinaten) und Höhe tachymetriſch, zuweilen aber auch in gewöhnlicher Weiſe (ſ. Bd. 7, S. 183) und durch Nivellierung (ſ. Bd. 6, S. 649) beſtimmt werden. Dadurch iſt ein durch Pfähle, Drainrohre oder Steine (Grenzſteine) bezeichnetes Feſtpunktſyſtem geſchaffen, an das die eigentliche Geländeaufnahme angeſchloſſen wird. Sie geſchieht durch kurze Aufnahmezüge zwiſchen den gegebenen Punkten oder durch Einzelaufnahme von den gegebenen Stationen aus. Hierbei können Zielungen bis zu einigen Hundert Metern genommen werden.

3. **Der Tachymeterzug.** Die Anordnung entſpricht derjenigen des Polygonzuges (Bd. 7, S. 183) oder des Buſſolenzuges (Bd. 2, S. 411), unter Hinzunahme der Diſtanz- und Höhenmeſſung. Die Entfernungen zwiſchen den Standpunkten werden doppelt beſtimmt, wodurch eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen iſt (vgl. Bd. 2, S. 786). Zweckmäßig iſt es, in die Strecke zwei Wechſelpunkte einzuſchalten und je zwei Teilſtrecken von den beiden Endpunkten aus zu meſſen. Die Höhenbeſtimmung geſchieht durch Uebertragung der Höhe der Feſtpunkte auf die Inſtrumentachſe $H_i = H_n + l_z - \Delta h$ (vgl. das Zahlenbeiſpiel) oder durch unmittelbare Meſſung der Standpunkthöhe i (vgl. Fig. 1) $H_i = H_p + i$. Die Meſſung zwiſchen den Stationen wird ausgeführt mit Hilfe von Wechſelpunkten wie im Nivellierzuge (Bd. 6, S. 649); eine Sicherung bietet hierbei doppelte Anbindung. Im Tachymeterzuge ſind grundſätzlich alle Ablеſungen in zwei Fernrohrlagen und an zwei Zeigern zu nehmen. Ueber die Meſſung wird ähnlich wie bei der Stückvermeſſung (ſ. d.) ein Handriß geführt, in den die Nummern der Punkte in Uebereinſtimmung mit dem Feldbuche eingetragen werden. Kleinaufnahmen werden auf Grund der tachymetriſch beſtimmten Punkte durch Nebenmeſſungen mit Taſchenbandmaß und Handbuſſolen ausgeführt. Es iſt nötig, daß größere Aufnahmen durch zwei Techniker bewirkt werden, von denen einer die Arbeit leitet, den Handriß führt und die Lattenträger (mindeſtens zwei) anweiſt, während der andre mit einem Gehilfen das Inſtrument bedient. Weitere Anleitung und praktiſche Winke in [1], [2], [7], [8], [13], [45]—[47] ſowie in zahlreichen Artikeln in den Fachzeitſchriften, über welche eine Ueberſicht in [49]; vgl. beſonders [50].

III. Die Ausarbeitung.

Zur Ausrechnung der Entfernung und des Höhenunterſchiedes nach den unter I. angeführten Formeln dienen verſchiedene Hilfsmittel:

a) Tachymetertafeln, Tabellen, aus denen unmittelbar mit den Argumenten L und α (bezw. z) die geſuchten Werte S und Δh entnommen werden können. Eine ausführliche Tafel dieſer Art für die Produkte $L\cos^2\alpha$ und $\frac{1}{2}L\sin 2\alpha$ gibt Jordan [51]. Aus dieſer zunächſt für $k = 100$ aufgeſtellten Tabelle können für die weitaus meiſten Fälle der Praxis die geſuchten Werte ohne weiteres entnommen werden, für $k = 50$ bezw. 200 iſt L entſprechend zu halbieren bezw. zu verdoppeln. Weicht k von der runden Zahl ab, ſo macht eine leichte Umrechnung die Tafel brauchbar. Eine Zuſammenſtellung der Literatur über die wichtigſten Tachymetertafeln gibt [1], S. 765.

b) Der tachymetriſche Rechenſchieber iſt ein logarithmiſcher Rechenſchieber, bei dem die Logarithmen der obengenannten Funktionen auf Stab oder Zunge aufgetragen ſind. Derartige Schieber ſind in verſchiedener Anordnung und Größe (25 cm und 50 cm) konſtruiert worden von Wild, Porro, Moinot und Werner [7], [45], wodurch die Tachymeterrechnung weſentlich gefördert worden iſt. Am beſten iſt die Anordnung, bei welcher eine Einſtellung die Werte für S und Δh liefert. Hierbei enthält der Stab oben und unten zwei identiſche Skalen der Logarithmen der Zahlenreihe 1, 2, 3 . . ., die Zunge oben die Logarithmen der Funktion $\frac{1}{2}\sin 2\alpha$, unten von $\cos^2\alpha$ ſo angeordnet, daß unter Berückſichtigung der Konſtanten k nach Einſtellung des Zeigers der Zunge auf L in den Zahlenreihen des Stabes, an den Argumenten α der Zunge ſofort S und Δh am Stab abgeleſen werden können. Ein logarithmiſcher Tachymeterſchieber in Scheibenform iſt von Miller in Innsbruck [52] konſtruiert, vgl. a. [53]. Dechers Schieber. Logarithmiſche Tachymeterſchieber liefern in Deutſchland beſonders Dennert & Pape in Altona, Neſtler in Lahr i. B. und Kern in Aarau (mit Gebrauchsanweiſung).

c) Tachymeterdiagramme. Für viele Zwecke reicht die Genauigkeit gezeichneter Diagramme aus, deren Benutzung ſehr bequem iſt. Zunächſt kann der einfache Rechenquadrant mit Gradteilung und Quadratnetz (sinus-cosinus-Quadrant) benutzt werden, wozu für $L\cos^2\alpha$ eine doppelte Eintragung nötig wird; S und Δh können ſofort abgeleſen oder Δh kann graphiſch zu H_i addiert werden. Eine Reihe zweckmäßiger Strahlendiagramme mit entſprechender Ueberhöhung für die Höhenbeſtimmung gibt Jordan [1], S. 757, für die Funktionen $L\cos^2\alpha$ und $S\operatorname{tg}\alpha$ ſowie $\frac{1}{2}L\sin 2\alpha$. Dem gleichen Zweck dienen die Schichtentafeln (Iſoplethentafeln) nach Vogler [54], das ſind graphiſche Tafeln mit zwei Eingängen L und α, an deren Linienſchar die geſuchten Werte S und Δh abgeleſen werden, und die graphiſchen Tafeln für Tachymetrie von Wenner [57a]. Weitere Hilfsmittel ſind die mechaniſchen Vorrichtungen, wie Teiſchingers Schiebebrett [55], der Reduktionsapparat von Piat [56], der Tachymeterquadrant von Puller ſowie der Tachymeterſchieber von Puller [57]. Alle dieſe verſchiedenen Hilfsmittel, die Tabellen und je nach der Einübung die mechaniſchen Mittel (Rechenſchieber, Schieberdiagramme) ſowie die Strahlendiagramme gewähren eine ſo bequeme und raſche Ableitung der Endreſultate, daß die Verſuche, durch mehr oder weniger komplizierte Projektionsapparate, welche zudem die Feldarbeit erſchweren, dieſe einfachen Ermittlungen zu erſetzen, bisher ohne Erfolg geblieben ſind.

Nach Berechnung der Feldbeobachtungen mit den obenerwähnten Hilfsmitteln (vgl. das Zahlenbeiſpiel) erfolgt die Anfertigung der Karte. Zuerſt ſind die gegebenen Punkte einzutragen, wozu bei umfangreichen Arbeiten mit trigonometriſchem Anſchluß und Koordinatenberechnung für die Hauptzüge (ſ. Polygoniſierung, Bd. 7, S. 183) die Herſtellung eines Quadratnetzes (ſ. Kartierung, Bd. 5, S. 394) erforderlich iſt. Das Eintragen der Richtungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Entfernungen von den Stationspunkten aus erfolgt mit Hilfe eines Strahlenziehers (Transporteur, Rapporteur). Dieser wird auf dem in der Karte verzeichneten Standpunkt zentrisch aufgelegt und nach gegebenen Anschlußrichtungen orientiert; dann werden nach dem Feldbuche der Reihe nach alle Richtungen gezogen, die horizontalen Entfernungen abgesetzt und die Höhenzahlen beigeschrieben.

Für viele Zwecke sind die bekannten einfachen Transporteure aus Metall und Papier oder auch die auf Pauspapier gezeichneten Strahlenzieher mit 1° oder ½° Teilung ausreichend; für genauere Arbeiten ist eine Reihe von Auftragapparaten konstruiert worden; vgl. Alhidadentransporteur, Bd. 1, S. 133, sowie auch Schlesingers Tachygraph [58], Millers Auftragapparate u. a.; s. [1], S. 786. — Weiterhin erfolgt die Auszeichnung des Lageplanes und die Konstruktion der Horizontalkurven nach den hierfür geltenden Bestimmungen. Allgemeine Regeln s. Karte, Bd. 5, S. 385. Der Maßstab der Karte richtet sich nach dem Zweck der Aufnahme; für spezielle technische Zwecke (Vorarbeiten) wählt man 1 : 1000 bis 1 : 5000. — Bei der Benutzung von Tachygraphometern werden sämtliche Punkte sofort im Felde eingetragen.

IV. Höhenmessung bei vorhandenem Lageplane.

Neben dem eben besprochenen vollständigen tachymetrischen Verfahren hat die tachymetrische Höhenmessung für sich eine Bedeutung, wenn bereits eine Karte, z. B. eine Katasterkarte, nach einer Lagemessung hergestellt wurde. Besonders in unebenem Gelände ist dann die tachymetrische Höhenmessung dem eigentlichen Nivellieren (Bd. 6, S. 642) in bezug auf Schnelligkeit und Billigkeit überlegen, da das Nivellierinstrument nur eine geringe Höhenzone (4—5 m) beherrscht.

Wird das Instrument auf einem in der Karte gegebenen oder bequem und sicher einzumessenden Punkte aufgestellt, so daß die Entfernungen S nach den Geländepunkten unmittelbar aus der Karte entnommen werden können, so braucht nur der Höhen- oder Zenitwinkel abgelesen zu werden, um nach $\Delta h = S \operatorname{tg} \alpha = S \operatorname{ctg} z$ sofort den Höhenunterschied oder die Höhe aus einem der obenerwähnten Diagramme entnehmen zu können. Hierbei genügt als Ziellatte eine einfache Latte mit Zielscheibe (l_z = konstant oder = i); sollen auch solche Punkte, die in der Karte noch nicht dargestellt sind, bestimmt werden, so kann die Distanzmessung mit Distanzlatten zu Hilfe genommen werden, und das Verfahren wird dann zu einem kombinierten.

Für untergeordnete Arbeiten kann auch an Stelle des Tachymeters irgend ein Freihandinstrument (s. Bd. 4, S. 190, und Bd. 5, S. 91) benutzt werden, wobei dann die Entfernungen wie vorher aus der Karte entnommen oder aber mit einem Meßband in schiefer Lage gemessen werden; im letzteren Falle ist $\Delta h = S \sin \alpha$. Diese Meßbandhöhenzüge sind besonders für Zwischenzüge in dichten Holz- oder auch für schwierige Querprofile sehr zweckmäßig; soll der Zug mit feinen Zwischenpunkten eingetragen werden, so werden die Streckenazimute mit einer Freihand- oder besser einer Stockbussole (auf dem Meßbandstab) gemessen. Die Berechnung und Auftragung erfolgt am einfachsten graphisch oder mit Tabellen. Weiteres hierüber s. [59] und [1], S. 788. An Stelle der tachymetrischen Höhenmessung findet für generelle Bestimmungen auch die barometrische Höhenmessung mit Federbarometern (Bd. 3, S. 655) Anwendung; vgl. hierüber Bd. 5, S. 94.

V. Anwendung und Genauigkeit.

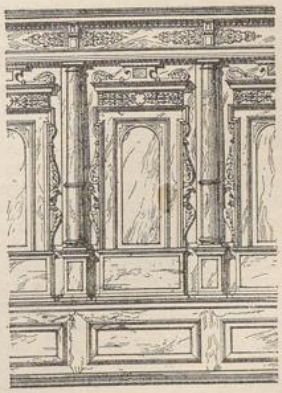
Die verschiedenen tachymetrischen Messungsmethoden finden bisher hauptsächlich Anwendung bei geometrischen Vorarbeiten. Es genügt hierfür, wenn man bei Zielungen bis zu einigen hundert Metern die gegenseitige Lage und Höhe der Punkte innerhalb einiger Dezimeter genau bestimmt hat. Dies ist durch die erwähnten einfachen Tachymeter, an deren Kreise einzelne Minuten abgelesen werden, bei guten Fernrohren und gut geteilten Zentimeterlatten erreichbar. Weiterhin wird von der Tachymetrie Gebrauch gemacht bei den unter besonderen Verhältnissen stattfindenden Vermessungen in den auswärtigen Kolonialgebieten sowie allgemein bei den topographischen Aufnahmen (1 : 25000) mit Meßtisch und Tachymeterkippregel. Hierbei sind die Anforderungen an die Genauigkeit erheblich geringer; für die Entfernungsbestimmung genügt eine in Dezimeter oder ½ dm (Distanzkonstante 1 : 200) geteilte Latte; auch können die Zielweiten erheblich größer (500 m und mehr) genommen werden. — Anderseits ist die Tachymetrie zur exakten Spezialaufnahme der Katastervermessungen bisher nur für vereinzelte Gebiete im Gebirge (vgl. z. B. [60]) zur Anwendung gekommen, obwohl schon bei der auf dem Meßtischverfahren gegründeten alten bayrischen Landesvermessung etwa 1813 die Distanzmessung mit Reichenbachschen Distanzmessern eingeführt worden ist. Während nun die Genauigkeit der einfachen Tachymetrie für die Katasteraufnahmen in schwierigem Gelände bei sorgfältigem Verfahren als hinreichend bezeichnet werden kann, haben anderseits die seit Porro [61] angestellten Versuche, mittels feinerer und leistungsfähigerer Apparate die Tachymetrie auch für exakte Spezialvermessungen auszubilden, zu ihrer allgemeineren Anwendung bisher nicht geführt. Dies hat seinen Grund darin, daß eine solche Feintachymetrie ebenso wie die Feinnivellierung (Bd. 6, S. 654) an kurze Zielweiten und beschränkte Arbeitszeit im Felde gebunden ist. Dadurch geht der in ihrer Einfachheit und Allgemeinanwendbarkeit gegründete Vorteil der Methode gegenüber der Linearmethode (s. Stückvermessung) verloren. Ferner ist die tachymetrische Polarkoordinatenmessung weder für eine exakte Fehlerausgleichung, wie sie in den Messungslinien der Stückvermessung (s. d.) möglich ist, noch für ein rationelles Fortführungsverfahren (s. Kataster, Bd. 5, S. 404) geeignet.

Literatur: Die tachymetrischen Instrumente und Aufnahmeverfahren sind behandelt in den bei Geodäsie unter [4]—[10] genannten Werken, besonders in [1], Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, fortgesetzt von Reinhertz, 7. Aufl., bearbeitet von Eggert, Stuttgart 1908. — Ferner s. [2], Eggert, Einführung in die Geodäsie, Leipzig 1907. — Eine gute Uebersicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

über die Inſtrumente mit Literaturangaben findet ſich in [3], Löſchner, Oeſterr. Zeitſchr. f. Verm. 1907, S. 12 u. 106. — Einige Sonderſchriften ſind [4], Tinter, Zeitſchr. f. Inſtr. 1882, S. 117, 157. — [5] Jordan, Tachymeter mit Zelluloidhöhenbogen, Zeitſchr. f. Verm. 1896, S. 14. — [6] Salmoiraghi, Instrumenti e methodi moderni di geometria applicata, Mailand 1874, 1885, deutſcher Auszug in Carls Repertorium 1876, S. 85. — [7] Werner, Die Tachymetrie und deren Anwendung bei Traceſtudien, Wien 1873, 1885. — [8] Schell, Die Tachymetrie mit beſonderer Berückſichtigung des Tachymeters von Tichy u. Starke, Wien 1880. — [9] Derſ., Die Terrainaufnahme mit der tachymetriſchen Kippregel von Tichy u. Starke, Wien 1881. — [10] Reinhertz, Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 213; Fennel, ebend. 1902, S. 214. — [11] Ott, Zeitſchr. f. Inſtr. 1893, S. 144. — [12] Deubel, Zeitſchr. f. Verm. 1894, S. 193. — [13] Goulier, Études théorétiques et pratiques sur les levers topométriques et en particulier sur la tachéométrie, Paris 1892. — [14] Henſoldt, Zeitſchr. f. Inſtr. 1885, S. 413. — [15] Hammer, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 195; Puller, ebend. 1893, S. 65; 1894, S. 10; Wagner, ebend. 1893, S. 540. — [16] Lorber, Zeitſchr. f. Inſtr. 1886, S. 365. — [17] Puller, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 65. — [18] Friedrich, Das optiſche Diſtanzmeſſen, Wien 1881. — [19] Starke, Logarithmiſch-tachymetriſche Tafeln u. ſ. w., Wien 1885. — [20] Hogrewe, Praktiſche Anleitung zum Nivellieren u. ſ. w., Hannover 1800. — [21] Dörgens, Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 152. — [22] Decher, Neues Nivellierinſtrument, München 1890. — [23] Klingatſch, Zeitſchr. f. Verm. 1905, S. 337; Zeitſchr. f. Inſtr. 1905, S. 305. — [24] Hammer, ebend. 1894, S. 242; v. Ziegler-Hager, Der Univerſaltacheograph, Luxemburg 1894. — [25] Vogler, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 145. — [26] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1895, S. 233. — [27] Derſ., ebend. 1900, S. 282. — [28] Láska, ebend. 1905, S. 225, und Dokulil, Das Univerſaltachymeter Láska-Roſt u. ſ. w., Wien 1906. — [29] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1896, S. 340. — [30] Derſ., ebend. 1897, S. 287. — [31] Roncagli u. Urbani, ebend. 1893, S. 381; Roncagli, ebend. 1895, S. 180. — [32] Hammer, ebend. 1898, S. 241. — [33] Derſ., Der Hammer-Fennelſche Tachymetertheodolit und die Tachymeterkippregel, Stuttgart 1901; Zeitſchr. f. Verm. 1901, S. 153; 1903, S. 691; Zeitſchr. f. Inſtr. 1900, S. 328; 1902, S. 21; Koppe, Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 144. — [34] Fennel, Die Wagner-Fennelſchen Tachymeter, Kaſſel 1886; Zeitſchr. f. Verm. 1878, S. 57. — [35] Kreuter, Das neue Tacheometer, Brünn 1888. — [36] Puller, Zeitſchr. f. Verm. 1896, S. 375. — [37] Derſ., ebend. 1901, S. 531; Breithaupt & Sohn, Der Puller-Breithauptſche Schnellmeſſer, Selbſtverlag, 1902; Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1902, S. 160; Schoingt, Zeitſchr. f. Verm. 1903, S. 408. — [38] Puller, ebend. 1903, S. 649. — [39] Jähns, Deutſche Bauztg. 1875, S. 92. — [40] Schell, Die Terrainaufnahme mit der tachymetriſchen Kippregel, Wien 1881. — [41] Láska, Oeſterr. Zeitſchr. f. Verm. 1907, S. 35. — [42] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1902, S. 222. — [43] Derſ., ebend. 1909, S. 129. — [44] Koch, Zeitſchr. f. Verm. 1897, S. 33. — [45] Moinot, Lever de plans à la stadia, notes pratiques pour études de traces, 2e éd., Paris 1877. — [46] Orlandi, Tacheometria, corso pratico di topografia numerica, 2. ed., Turin 1896. — [47] Handbuch der Ingenieurarbeiten, herausgegeben von Heuſinger v. Waldegg, Bd. 1, Leipzig 1880 (1883, 1898). — [48] Vorſchrift für die Topographiſche Abteilung der Landesaufnahme, 2 Hefte, Berlin 1898. — [49] Zeitſchr. f. Verm., Literaturberichte. — [50] Jordan, ebend. 1890, S. 401; Hammer, ebend. 1890, S. 641; 1891, S. 193, 241. — [51] Jordan, Hilfstafeln für Tachymetrie, 4. Aufl., Stuttgart 1908. — [52] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1893, S. 96. — [53] Decher, Rechenſchieber zur Berechnung tachymetriſcher Aufnahmen u. ſ. w., München 1882. — [54] Vogler, Anleitung zum Entwerfen graphiſcher Tafeln, Berlin 1877. — [55] Teiſchinger, Zeitſchr. f. Inſtr. 1884, S. 92. — [56] Piat, Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 25. — [57] Puller, ebend. 1893, S. 207; 1895, S. 389; 1896, S. 20; 1897, S. 363. — [57 a] Wenner, ebend. 1905, S. 257. — [58] Pefek, ebend. 1878, S. 281. — [59] Jordan, ebend. 1876, S. 395; Hammer, ebend. 1896, S. 161; 1897, S. 202. — [60] Brönnimann, Die Kataſtervermeſſung auf Grundlage der in den ſchweizeriſchen Konkordatskantonen geltenden Vorſchriften, Bern 1888. — [61] Porro, Sull' applicazione della Celerimensura alla formazione del gran libro fondiario italiano, Milano 1868. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Täfeln, eine Wand, Decke oder Fußboden mit Täfelwerk bekleiden, d. h. mit Tafeln oder Feldern, welche von Frieſen und Stäben umrahmt ſind, belegen.



Täfelung aus dem Bärenfelſerhof zu Baſel.

Verwendet werden: 1. große aber dünne Holztafeln, feſtgehalten durch das ſtärkere Rahmwerk, in welches ſie durch Nutung eingreifen, wobei denſelben für freie Bewegung und Ausdehnung noch Spielraum bleibt (ſ. die Figur); 2. dünne Tafeln oder Platten aus koſtbaren, natürlichen Steinen, wie vielfarbiger Marmor, Alabaſter, Porphyr, Syenit u. ſ. w., in Politur und Spiegelglanz (ſ. Fußboden); 3. künſtliche Steine mit farbiger Glaſur überzogen als Kacheln oder Majolika (in ihrer Farbenpracht das reichſte und monumentalſte Täfelwerk). *Weinbrenner.*

Taël, 1. Handelsgewicht in China, Japan, Singapore = 37,8 g. 16 Taël (Liang) = 1 Kin, 100 Kin = 1 Pikul. 2. Münzeinheit in China. Ein Haickuan-Taël zu 37,58 g Feinſilber wird bei Zollzahlungen vertragsmäßig zu 6,31 ℳ gerechnet. Daneben ſind von Bedeutung das Schanghai- und das Kanton-Taël. 100 H.-T. = 111,1 K.-T. = 111,4 Sch.-T. 73 Sch.-T. = 100 mexikaniſche Piaſter. 1 Taël = 10 Tien = 100 Kandarines = 10 Li oder Käſch. *Plato.*

Tänk, Gewicht in Bombay = $^1/_{72}$ Sihr = 4,41 Gramm; als Perlengewicht = 24 Röttiß = 4,6655 g.

Tafel, 1. jede ebene oder umrahmte Fläche, als Füllung an Türen und Wänden; 2. dünne, flachgeſtreckte Maſſe, ſei es aus Holz, Glas (ſ. d.) oder Metall, letzteres als Blech (ſ. d.) oder aus natürlichem Stein, z. B. Schiefer, Marmor u. ſ. w.; 3. langer Tiſch in Speiſeſälen (über deren Abmeſſung ſ. Saal 2.); 4. aus mehreren Stücken zuſammengeleimtes Brett zu Türfüllungen, Fußböden u. dergl.; 5. ſ. v. w. Plinthe, Platte; 7. Schilderei, Wandbild. *Weinbrenner.*

Tafelfarben (Applikationsfarben), im Zeugdruck feingepulverte Farben (Krapplack, Ultramarin, Chromgelb u. ſ. w.), die vor dem Aufdruck mit einer Klebemittellöſung (Dextrin, Eiweiß), häufig unter Zugabe eines Verdickungsmittels (Mehl, Ton u. ſ. w.), zu einem zähflüſſigen Brei angerührtwerden. Die damit bedruckten Gewebe werden durch Waſſerdampf waſchecht gemacht. *R. Möhlau.*

Tafelſchiefer, ſ. Dachſchiefer.

Tafelſtein, ſ. Edelſteinſchleiferei, Bd. 3, S. 218.

Taft (Taffet), ſ. Weberei.

Tag. In der praktiſchen Aſtronomie werden zur Zeitmeſſung zwei verſchiedene Tage verwendet: der Mittlere und der Sterntag (vgl. Mittag, Zeit und Sterntag, Sternzeit).

Der Mittlere Tag iſt der Zeitraum zwiſchen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen der gedachten, mittleren Sonne, der Sterntag der zwiſchen zwei Meridiandurchgängen ein und desſelben Punktes am Himmel (Zeit einer Erdumdrehung). Der ſogenannte wahre Tag (Zeitraum zwiſchen zwei Meridiandurchgängen des Zentrums der wirklichen Sonne) iſt im Lauf des Jahres veränderlich und deshalb als Zeitmaß für die gleichmäßig gehenden Räderuhren nicht mehr geeignet; vgl. die Art. Sonnenuhren, Wahre Zeit. Ueber den mittleren Tag und Sterntag vgl. ferner auch den Art. Zeitmeſſung. Für bürgerliche und techniſche Zwecke kommt nur der mittlere Tag in Betracht, und zwar der „bürgerliche" mittlere Tag, der um Mitternacht beginnt (Datumwechſel). Der aſtronomiſche mittlere Tag eines Orts beginnt dagegen im Augenblick des mittleren Mittags dieſes Orts. Bezüglich der Umrechnung von mittlerer Zeit in Sternzeit und umgekehrt vgl. Zeitmeſſung. Die Doppelzählung der Stunden des bürgerlichen Tags, zweimal von 0^h bis 12^h, iſt für viele techniſche Zwecke (Betrieb der Schnellverkehrsmittel) bereits aufgegeben, und es wäre ſehr zu wünſchen, daß dies bald allgemein geſchehen würde zugunſten der Durchzählung der Stunden von 0 bis 24. *Ambronn.*

Tag nennt der Bergmann die Erdoberfläche, daher bedeutet am Tage und über Tage ſ. v. w. auf der Erdoberfläche, unter Tage ſ. v. w. in der Grube.

Tageanlagen oder Tagegebäude ſind die zu einem Bergbaubetriebe gehörigen Einrichtungen an der Oberfläche. Eine Tageſtrecke führt von der Oberfläche abwärts geneigt in die Tiefe, indem ſie gewöhnlich der Lagerſtätte folgt (vgl. Stolln). — Tagebau iſt eine häufig angewendete bergmänniſche Abbauweiſe, durch welche an der Oberfläche liegende nutzbare Mineralien (oberflächlicher Tagebau oder Gräberei, z. B. auf Torf und Goldſeifen), oder ſolche Lagerſtätten gewonnen werden, die nur wenig durch Deckgebirge überlagert ſind (Aufdeck-, Abraumarbeit, z. B. auf Braunkohlenflöze). Auch am Ausgehenden von Lagerſtätten, die ſpäter in der Hauptſache durch Grubenbetrieb gewonnen werden, beginnt der Betrieb häufig als Tagebau. Der Steinbruchbetrieb hat viele Aehnlichkeit mit dem Tagebau; Abweichungen in der Technik (ſ. weiter unten) kommen dort vor, wo große Werkſtücke gewonnen werden. — Der oberflächliche Tagebau iſt die einfachſte Betriebsweiſe. Am bequemſten iſt der Betrieb am Talgehänge, wo er ſteinbruchartig erfolgt, z. B. die Eiſenſteingewinnung zu Eiſenerz in Steiermark. Dort verlaufen am Gehänge ungefähr wagerecht (Fig. 1) etwa 40 Abbauetagen von je 10 m Höhe, die Förderung auf jeder derſelben findet mittels Wagen auf Schienengleiſen ſtatt, zur Vereinigung der Maſſen auf einzelne Hauptſohlen dienen Bremsſchächte *Br* und Stölln *St* (Fig. 1) oder geneigte Ebenen mit Brems- oder Haſpelbetrieb (ſ. Bremsbergförderung und Haſpelförderung, Bd. 2, S. 257). Bei Betrieben, welche bezüglich der Abfuhr ungünſtig am Steilgehänge liegen, werden in neuerer Zeit zur Beförderung ins Tal Hochſeilbahnen verwendet (vgl. Seilbahnen, S. 47). Die Abfuhr von Bergen (vgl. Bd. 1, S. 692) erfolgt auf wagerechten Bahnen, die ſo weit fortgeführt werden müſſen, daß durch die Bergemaſſen nicht Teile der Ablagerung verſtürzt werden. In ebener Gegend, wo ſich der Tagebau von der Oberfläche in die Tiefe erſtreckt, ſind Anlagen zur Aufwärtsförderung vorzuſehen, und zwar Aufzüge, geneigte Ebenen oder Schächte, welche mit dem Tagebau durch Strecken verbunden ſind. Die zuſitzenden Waſſer ſind durch einfache Pumpen zu heben. — Bei dem Abbau ſolcher Lagerſtätten, die unter Deckgebirge liegen, muß dieſes entfernt (abgedeckt, abgeräumt) werden; beim Beginn eines Tagebaues wird der erſte Abraum ſeitwärts aufgeſtürzt, ſpäter wird derſelbe zur Wiederausfüllung der abgebauten Räume verwendet. Hierdurch wird gegenüber dem Grubenbau zwar die Bewegung größerer Maſſen notwendig; man hat jedoch den Vorteil, die Lagerſtätte faſt ohne Verluſte abbauen zu können, was namentlich bei ſehr mächtigen Lagerſtätten ſtark ins Gewicht fällt; ferner erſpart man den Grubenausbau, und die Beaufſichtigung iſt eine ſehr leichte, während des Tages kann ohne künſtliche Beleuchtung gearbeitet werden. Für umfangreichere Abraumarbeiten werden vorteilhaft Trockenbagger (Bd. 1, S. 462) verwendet. Bei größerer Mächtigkeit der Lagerſtätte wird, ſofern die Maſſen feſteren Zuſammenhang haben, entweder, wie oben beſchrieben, in Etagen (ſtroßweiſe) abgebaut (Fig. 1), oder es wird, wie z. B. bei der böhmiſchen Braunkohle und auch in den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elbſandſteinbrüchen und den Rüdersdorfer Kalkſteinbrüchen, der Abbau firſtweiſe geführt (Fig. 2 und 3). Ein Teil der Lagerſtätte, welcher ſich durch vorhandene Klüfte bereits aus dem Zuſammenhange gelöſt hat oder deſſen Abtrennung durch Führung eines Schlitzes *L* mittels Keilhauenarbeit vervollſtändigt wurde, wird mit ſich rechtwinklig kreuzenden Strecken *S* unterfahren, ſo daß nur noch eine entſprechende Zahl Pfeiler übrigbleibt, dieſe werden allmählich ſchwächer gemacht und ſodann gleichzeitig durch Schüſſe geſprengt. Die unterhöhlten Maſſen ſtürzen darauf nieder und werden ſo weit zertrümmert, daß die Abförderung (beim Sandſteinbruchbetrieb die Zerlegung in Werkſtücke) leicht erfolgen kann. Für erdige Maſſen, z. B. Braunkohle, eignet ſich bei größerer

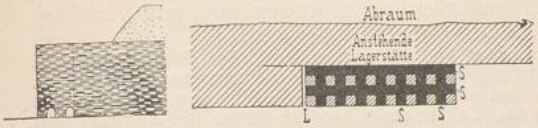


Fig. 3 (Querſchnitt). Fig. 2 (Grundriß).

Fig. 2 und 3. Braunkohlentagebau im nördlichen Böhmen.

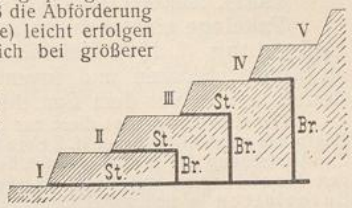


Fig. 1. Etagenabbau zu Eiſenerz.

Mächtigkeit der Schurrbau. Dieſem Verfahren iſt es eigentümlich, daß das Abrollen des größten Teiles der gewonnenen Kohlen in die Fördergefäße ſelbſttätig erfolgt, die Arbeit des Verladens alſo wegfällt. Nur die Kohle von den unterſten 1,5—2,0 m des Flözes muß in die Hunde geſchaufelt werden. Als Beiſpiel ſei hier der Abbau mittels Trichterſchurren (Fig. 4) beſchrieben. In Abſtänden von etwa 10 m werden kurze Strecken in den Abbauſtoß getrieben und mit Holz ausgebaut. Dann bohrt man von jeder Strecke aus ein etwa 30 cm weites Bohrloch ſenkrecht aufwärts bis an die Oberfläche des abgeräumten Flözes. Beim Löſen der erdigen Kohle mittels der Keilhaue wird die Oberfläche jedes Abbaues trichterförmig gehalten, die Kohle zerfällt in kleine Stücke, rollt zum Bohrloche und durch dieſes in den daruntergeſtellten Hund, der rechtzeitig durch einen leeren erſetzt wird. — Ueber den Abbau von Seifen mittels Waſſer vgl. Gewinnung mittels Waſſer, Bd. 4, S. 497. — Dort, wo im Steinbruchbetrieb Werkſtücke gewonnen werden ſollen, kommen außer dem Unterhöhlen noch das Abbänken und das Ausſchroten zur Anwendung, und zwar das erſtere dort, wo eine natürliche Trennung des Geſteins in ſtärkere Schichten (Bänke) vorhanden iſt, das letztere da, wo ganzes Geſtein anſteht. Das Abbänken erfolgt dadurch, daß den Abmeſſungen des Werkſtückes entſprechend Reihen von Löchern ausgemeißelt und in dieſe ſtählerne Keile eingetrieben werden. Hierdurch entſtehen Riſſe bis auf die nächſte Schichtenfuge, ſo daß das Werkſtück der weiteren Bearbeitung übergeben werden kann. Das Ausſchroten, welches in weicheren Geſteinen zur Trennung aus dem Ganzen angewendet wird, beſteht darin, daß das Werkſtück durch Aushauen ſchmaler Schlitze (Schrote) mittels der Keilhaue an den Seiten und hinten freigelegt und dann auf der Unterſeite durch eine Reihe von Keilen abgehoben wird. Zur Gewinnung beſonders wertvoller Geſteine, z. B. der Marmorarten, benutzt man zum Schroten Maſchinen. *Treptow.*

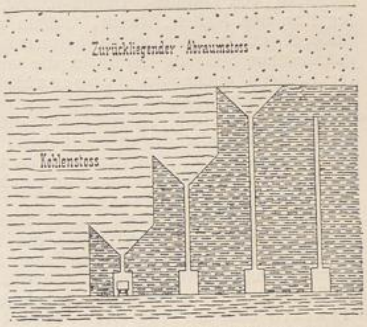


Fig. 4. Schurrbau (Trichterſchurre).

Tagbogen heißt, im Gegenſatz zum Nachtbogen, der Teil der ſcheinbaren Bahn eines Geſtirns, der oberhalb des Horizonts des Beobachters liegt, alſo die Zeit von ſeinem Aufgang bis zum Untergang.

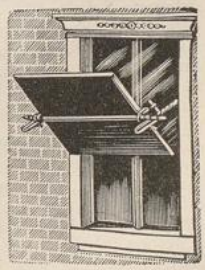
Die Bahnen der Geſtirne ſind mit Ausnahme des Falls $\delta = 0$ Kleinkreiſe (Parallelkreiſe der Sphäre); ſie werden gemeſſen durch den Winkel, welchen die beiden durch den Aufgangs- und Untergangspunkt gehenden Stundenkreiſe miteinander einſchließen. Von beſonderem Intereſſe iſt der Tagbogen der Sonne (Tagesdauer im Gegenſatz zur Nachtdauer). Vgl. darüber Auf- und Untergang der Geſtirne, Bd. 1, S. 370, ferner Dämmerung, Bd. 2, S. 529.

Tagebau, ſ. Tag.

Tagekranz, ſ. Schacht, Bd. 7, S. 578.

Tageslichtreflektoren dienen dazu, dunkle Räume, deren Fenſter in kleine Höfe oder enge Straßen gehen, hell zu erleuchten.

Die Reflektoren (vgl. die Figur), aus dreifach verſilbertem Wellenglas hergeſtellt, erhalten einen ſtarken eiſernen Rahmen; die Gläſer ſind durch präparierten Lacküberzug gegen Witterungseinflüſſe genügend geſchützt. Die Befeſtigungsarme werden nach Erfordernis zum Anſchrauben oder Eingipſen geliefert und ſind verſtellbar. Die Preiſe derſelben richten ſich nach der Größe und ſtellen ſich pro Quadratdezimeter auf ca. 60 bis 80 ₰. *Jul. Hoch.*



Reflektor von W. Haniſch & Co., Berlin.

Tagwaſſer, im allgemeinen das unmittelbar von den atmoſphäriſchen Niederſchlägen herrührende und an der Ober-

fläche ſtehenbleibende verſickernde oder frei abfließende Waſſer ſowie das zu Tag getretene, ein fließendes Gewäſſer oder einen See bildende Grundwaſſer.

Eine beſondere Bedeutung hat die Bezeichnung, wenn ſie auf das durch nichtkapillare Spalten den Grundwaſſerſtrömungen zutretende, in dieſem Falle ungereinigte Waſſer bezogen wird.

Tagwerk (Juchart), ſ. Flächenmaße.

Takel, ſchwerer Flaſchenzug; **Talje,** kleiner Flaſchenzug.

Takelage eines Schiffes umfaßt alles für die Bemaſtung (ſ. d.) ſowie die Befegelung (ſ. d.) erforderliche Tauwerk an ſtehendem und laufendem Gut, an Takeln, Blöcken und Inventarienſtücken. Die Anwendung und Verteilung desſelben wird vor dem Bau durch den Takelriß feſtgeſetzt.

Das ſtehende Gut dient zur Stützung und Befeſtigung der Maſten, Stengen ſowie des Bugſpriets nebſt Klüverbaum (ſ. Bemaſtung) und beſteht aus ſtarkem Hanf- oder Stahldrahttau. Zur Verſtrebung der Maſten querſchiffs und nach hinten dienen die Wanten, beſtehend aus den Hoofdtauen mit den Jungfern, Taljereeps, welche durch die Spreiz- oder Spreelatten in beſtimmter Entfernung voneinander gehalten und durch die Webeleinen verbunden werden. Die Stengen werden durch die Stengenwanten bis zum Mars, durch die Pardunen bis zur Reling geſtützt. Zur Stützung der Maſten und Stengen nach vorn dienen die Stage, welche an Deck mittels Kaufchen oder Doodshofte feſtgelegt werden (Großſtag, Fockſtag, Kreuzſtag für Maſten, Waſſerſtag für Bugſpriet, Stampfſtag für Klüverbaum). Fahren an den Stagen zugleich Schratſegel, ſo heißen ſie Leiter. Zum Feſtſetzen von Bäumen, Davits u. ſ. w. dienen Geie oder Backſtage, zum Befeſtigen der Segel an den Maſten, Raaen, Gaffeln u. ſ. w. dienen vielfach Jackſtage. Zur Bedienung der Raaſegel ſind an den Raaen feſtonartig Taue befeſtigt, welche Pferd oder Peerd heißen, während zur Stützung der Raaen die von den Nocken derſelben bis zum Top des Maſtes bezw. der Stengen reichenden Toppenanten dienen. Die Toppenant des Baumes heißt Dirk. Hanger oder Schenkel heißen an den Nocken der Raaen befeſtigte Enden, an welchen die Braſſen bezw. die Geerde und die Schoten befeſtigt werden. Strecktaue dienen, durch Stützen oder Augen geſchoben, zur Herſtellung eines Geländers, zum Befeſtigen der Sonnenſegel u. ſ. w. Das ſtehende Gut teilt man auch in Vorgeſchirr — zwiſchen Fockmaſt und Bugſpriet, bezw. Klüverbaum — und Achtergeſchirr, oder benennt es nach den einzelnen Teilen des Maſtes, wie z. B. Marsgut.

Das laufende Gut umfaßt alles Tauwerk, mit welchem die Raaen bezw. Gaffeln gebraßt, geheißt und gefiert ſowie die Segel geſetzt bezw. niedergeholt werden. Die Braſſen ſind an den Raaſchenkeln bezw. Raanocken befeſtigt und dienen dazu, die Raaen in einer beſtimmten Richtung feſtzuſtellen, während die Geerde ähnlichen Zwecken für die Gaffeln dienen. Das Fall bezeichnet ein Tau, mit welchem eine Raa (z. B. Marsfall), eine Gaffel (Klaufall, Piekfall) oder ein Segel (Klüverfall, Außenfall, Innenfall) geheißt wird. Aufholer ſind dünne Taue, um leichte Gegenſtände, wie Gaffelſegel, Sonnenſegel aufzuholen, während der Niederholer entſprechend zum Niederholen der Segel u. ſ. w. dient. Zum Ausſpannen der vorgeheißten Segel dienen die Schote und der Hals. Die Schote, ein Tau oder eine Talje, bei kleineren Fahrzeugen meiſt an einem Leuwagen verſchiebbar, ſitzt bei Schratſegeln an dem hinteren unteren, bei Raaſegeln an demjenigen Schothorn, welches bei angebraßter Raa nach hinten weiſt. Der Hals iſt bei Schratſegeln an dem vorderen unteren Halslegel, bei Raaſegeln an dem unteren vorderen Brillenlegel bei angebraßten Raaen befeſtigt. Der Einholer iſt ein Tau, mit welchem der obere Teil eines Gaffelſegels längs der Gaffel an den Maſt gezogen wird, während der Ausholer den Kopf oder das Piekohr eines Gaffelſegels nach der Gaffelnock zieht. Die Buleinen nebſt Spruten dienen dazu, das Luvliek eines Unterſegels nach vorn zu ſpannen beim Anwindſegeln. Die Geitaue oder Dempgordings dienen zum Aufholen der Gaffelſegel an den Maſt, die Bauchgordings und Nockgordings zum Aufholen des Fußlieks bezw. des ſtehenden oder Seitenlieks von Raaſegeln an die oberen Raaen, um das entſprechende Segel ſchnell zu bergen. Die Refftalje erleichtert das Reffen der Raaſegel bezw. Gaffelſegel und der Refftakellegel wird mittels derſelben nach der Raanock geſpannt. Das Drehreep iſt eine Kette oder ein Tau, welches in Verbindung mit einer Talje zum Heißen oder Fieren einer Raa benutzt wird, während zum Heißen bezw. Fieren von Stengen das Stengewindreep dient. Drehreep und Windreep laufen meiſt durch einen am Maſt bezw. der Stenge aufgehängten Block und durch eine in der Stenge in einem Scheibgat gelagerte Scheibe [1], [2], [4]. Das Jollentau iſt ein durch einen einſcheibigen feſten Block geſchorenes Tau zum Heben und Herunterfieren leichter Laſten; geht das Tau durch einen einſcheibigen beweglichen Block, ſo bezeichnet man das Ganze als Klappläufer und das Ende mit Jigger. Die Flaſchenzüge mit zwei Blöcken heißen Taljen, Giens oder Takel. Iſt der obere Block eines Takels mit einem Tau verbunden, welches am Maſt u. ſ. w. durch einen feſten einſcheibigen Block geſchoren iſt und deſſen andres Ende an einem Ringbolzen an Deck befeſtigt iſt, ſo nennt man das Ganze ein Manteltakel. Das durch die Blöcke geſchorene Ende heißt allgemein Läufer [1], [2]. Die Blöcke finden für alle Takelageteile Verwendung (vgl. Block). Erfolgt die Befeſtigung des Blockes mittels Haken, ſo iſt es ein Hakenblock, wird derſelbe mit einem kurzen Steert angeſchlagen, ſo heißt der Block Steert- oder Schwanzblock. Hakenblöcke mit Wirbelhaken heißen Wirbelblöcke. Zum Belegen ſowie zum Leiten von Läufern dienen Klampen, Lippklampen bezw. Leitblöcke oder Scheiben [2], [3]. Die Verbindung von Tauenden, die Herſtellung von Augen, Tauringen und Hahnepooten, das Befeſtigen von Kaufchen erfolgt durch Spliffungen (Lang-, Kurz-, Augſpliffung), das Feſtlegen der Duchten eines Tauendes geſchieht durch Knoten. Zum Feſt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

machen von Tauen an Segeln, Rundhölzern und Beſchlägen dienen Stiche (Pfahl-, Maul-, Kreuzſtich oder Kreuzknoten, Marl- bezw. Marlinenſtich oder Marlſchlag, Schotenſtich u. ſ. w.) ſowie zum Bekleiden mit Schiemannsgarn. Zur Anfertigung von Spliſſungen u. ſ. w. benutzt man als Handwerkszeuge Marlſpieker, Kleiderkeulen, Maker u. ſ. w. [1], [3], [4]; vgl. a. Tauwerk.

Literatur: [1] Paaſch, Vom Kiel zum Flaggenknopf, Antwerpen 1894. — [2] Dick, C., und Kretſchmer, O., Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1899. — [3] Hildebrandt, Prakt. Lehrbuch für junge Seeleute, Danzig 1893. — [4] Middendorf, F. L., Bemaſtung und Takelung der Schiffe, Berlin 1903. — [5] Steinhaus, Die Schiffbaukunſt, Hamburg 1858. *Tj. Schwarz.*

Tal, langgedehnter, verhältnismäßig ſchmaler Einſchnitt der Erdoberfläche mit gleichſinnigem Gefälle; ſ. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 2. Teil, Stuttgart 1894.

Talbotprozeß, ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 111.

Talbrücken, ſ. Viadukte.

Talcotts Methode, ſ. Polhöhenbeſtimmung, Bd. 7, S. 171.

Talent, im jetzigen Griechenland Gewicht = 150 kg.

Talg (Unſchlitt, Inſelt), bei gewöhnlicher Temperatur feſte Fette, die von verſchiedenen Wiederkäuern gewonnen werden und aus Stearin, Palmitin und Olein in wechſelnder Zuſammenſetzung beſtehen.

Schmelzpunkt des Hammeltalgs bei 46—47° C., Erſtarrungspunkt bei 32—36° C., Schmelzpunkt des Rindtalgs bei 43—45° C., Erſtarrungspunkt bei 27—35° C. Bei Trockenfütterung der Tiere wird der beſte (feſteſte), bei Fütterung mit Brauerei- und Brennereiabfällen der geringſte Talg erzielt. Man gewinnt ihn aus dem Fett entweder durch Ausſchmelzen oder Auskochen mit darauf folgendem Auspreſſen (trockene Schmelze) oder durch Zerſtörung der Fettzellwände mit chemiſchen Mitteln in geſchloſſenen Keſſeln (naſſe Schmelze). Im letzteren Falle hat man nur einen Verluſt von 5—8%, im erſteren von ca. 15%. Talg iſt ein ſehr bedeutender Handelsartikel; er wird nach ſeinem Titer und der Farbe bewertet (mit Talgtiter wird der Erſtarrungspunkt ſeiner Fettſäuren bezeichnet) und dient hauptſächlich zur Fabrikation von Seifen, Stearinſäure, Kerzen und Nahrungsmitteln (ſ. Kunſtbutter). Die Hauptproduktionsländer für Talg ſind heute Auſtralien und die La-Plata-Staaten.

Literatur: Schaedler, Technologie der Fette und Oele, 2. Aufl., Leipzig 1892, S. 482 ff.; Lewkowitſch, Chem. Technologie der Oele, Fette und Wachſe, Braunſchweig 1905, 2. Bd., S. 391 ff.; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 1. Bd., 3. Aufl., Berlin 1906, S. 88. *Deite.*

Talg, vegetabiliſcher (Japan-, Sumachwachs, Cera japonica) wird aus dem Fruchtfleiſch japaniſcher Sumacharten, vorzugsweiſe Rhus succedanea *L.*, gewonnen.

Das zerſtampfte Fruchtfleiſch wird in Hanfſäcken erhitzt und ausgepreßt. Das ausfließende Fett iſt umgeſchmolzen gelbgrün und wird gebleicht. Es iſt ein echtes Pflanzenfett und kein Wachs, beſteht aus Palmitin (mit 11% Glyzerin) und freier Palmitinſäure, iſt in ſiedendem Alkohol leicht löslich, leicht verſeifbar und hat roh das ſpez. Gew. 1, gebleicht 0,97—0,98. Es iſt von allen Pflanzenwachſen der wichtigſte (von Japan oder Singapore kommende) Handelsartikel und dient als Surrogat des tieriſchen Talges und des Bienenwachſes, hauptſächlich zur Kerzenfabrikation.

Chineſiſcher Talg, aus dem Samen des chineſiſchen Talgbaumes Sapium sebiferum *Roxb.* (= Stillingia sebifera *Willd.* Euphorbiaceae) gewonnen, iſt je nach der Gewinnungsweiſe weiß oder grünlichweiß, geruchlos, wird mitunter bräunlich, außen rötlich beſtaubt, und beſteht im weſentlichen aus Palmitin und Stearin. Wichtig für die Kerzen- und Seifenfabrikation.

Pineytalg, Malabartalg oder Vateriafett, durch Auskochen der geröſteten und gemahlenen Früchte von Vateria indica *L.* in Oſtindien gewonnen, iſt gelbgrünes, fauer reagierendes Fett von der Konſiſtenz des Talges. Ebenfalls wichtig für die Kerzenfabrikation.

Virolafett, aus den Samen von Virola sebifera *Aubl.* (= Myristica sebifera *Sw.*) ausgekocht, iſt ein gelblicher, nach Muskatbutter riechender Talg, der bei 45° ſchmilzt und wie der vorige in der Seifen- und Kerzenfabrikation verwendet wird.

Myrica-, Myrtlewachs (fälſchlich Myrtenwachs) bildet weiße, pulverige Kruſten auf den erbſengroßen Früchten mehrerer Myricaarten (M. cerifera *L.*, M. carolinensis *Mill.*, beide in Nordamerika, M. xalapensis *Kth.*, M. caracassana u. ſ. w.) und wird durch Auskochen der Früchte abgeſchieden, wobei es Chlorophyll aufnimmt und dadurch grün gefärbt erſcheint. Es iſt hart, ſpröde, nicht harzig und ſchmilzt bei 49°, nach Johnſton bei 42,5°. Es iſt ein echtes Fett, dem flüſſige Fettſäuren fehlen, wodurch die wachsartige Härte bedingt wird. Es dient nach Benedikt als Zuſatz zum Bienenwachs bei der Kerzenfabrikation. *T. F. Hanauſek.*

Talje, ſ. Takelage.

Talk (Talcum, Balpum), Mineral, waſſerhaltiges Magneſiaſilikat, $H_2Mg_3Si_4O_{12}$ (63,5% SiO_2, 31,7% MgO, 4,8% H_2O; ſtatt MgO auch FeO). Nicht in Kriſtallen, nur derb; ſehr gut ſpaltbar, weich und fettig anzufühlen; weiß bis hellgrün, durchſcheinend; perlmutterglänzend; biegſam. Härte 1; ſpez. Gew. 2,7—2,8. Schwer ſchmelzbar, in der Glühhitze Waſſer verlierend unter Aufblättern, Leuchten und Härterwerden (Härte 6). Wird von Säuren nicht angegriffen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wahrfcheinlich überall das Umwandlungsprodukt von Olivin, Enftatit, Augit, Hornblende und andern magnefiahaltigen und tonerdefreien Gefteinen, zahlreiche andre Minerale enthaltend und mit Chlorit, Glimmer oder Quarz gemengt als Talkfchiefer in den kriftallinen Schiefern des Urgebirges (Alpen, Piemont u. f. w.). Wird zum Polieren von weichen Mineralen, befonders von Marmor, Alabafter und von lackiertem Leder gebraucht, zum Glätten des Bodens und von Schuhfohlen, zum Einftreuen in Handfchuhe und Stiefel verwendet, ferner zum Schmieren von Metallteilen in Mafchinen, zum Anzeichnen von Blechen, zum Befchweren von glatten Luxuspapieren, zur Herftellung von Schminke, in Seifen, Riechkiffen u. f. w. Speckftein (Steatit), ein dichter, meift weißer, fich fettig anfühlender Talk; undurchfichtig, nicht an der Zunge klebend; dreh- und fchneidbar, etwas härter als Talk, fonft wie diefer; wird von kochender Schwefelfäure zerfetzt. Befonders Pfeudomorphofen nach Quarz bildend; lagerartig im Glimmerfchiefer (Göpfersgrün im Fichtelgebirg). Wird zur Herftellung feuerfefter Waren, insbefondere von Gasbrennern, elektrifchen Ifolatoren, als Zeichenkreide (fpanifche Kreide), zur Entfernung von Fettflecken, als Schmiermittel, zur Herftellung von gedrehten Zier- und Nippfachen, in großen Maffen vorkommend, fogar zu Waffer leitungsröhren verwendet [1]. — Bildfteine (Agalmatolith, Pagodit) haben talkähnliche Zufammenfetzung und Eigenfchaften, find aber etwas härter als Talk (Härte 2—3), grau bis graulichgelb, fleifchrot und grün, fchillernd. Vorkommend in China, wo die weißen oder hellgrünen Arten zu allerhand Kunftfachen (Vafen, Teller, Teetaffen, Siegel, Figuren, Lampen u. f. w.) verarbeitet werden. — Topfftein (Lavez- oder Giltftein) ift ein mit Glimmer und Chlorit gemengter Talk oder Talkfchiefer (Chiavenna), der zu Töpfen und Schüffeln gedreht und gefchnitten wird. Nach dem Brennen wird Topfftein von fchmelzenden Alkalien und Schwefelalkalien nicht angegriffen.

Literatur: Schmidt, A., Der Speckftein, „Steinbruch", 2. Jahrg. 1907, 19. und 20. Heft, Frankfurt a. M.

Leppla.

Talkerde, f. v. w. Magnefia (f. d.).

Talkfpat, f. Magnefit.

Talmi, Talmigold, goldplattiertes Kupfer oder Tombak, für Schmuckfachen verwendet.

Die Goldfchicht beträgt felten mehr als 1 % des Gewichts, ift aber ftärker und dauerhafter als die meiften auf andre Weife hergeftellten Goldüberzüge. *A. Widmaier.*

Talfperre, f. Stauanlagen und Sammelteich.

Talftraßen folgen im Gegenfatz zu den Hochftraßen (f. d.) der Talfohle, wenn nicht durch Waffer fälle gekennzeichnete Talftufen die Anwendung von Steigen (f. d.) erforderlich machen.

In ihrer Linienführung find fie daher vom Laufe des Tales abhängig und bedingen infolge der erforderlich werdenden Ueberfchreitungen von Seitentälern ftets eine größere Anzahl von Kunftbauten. Da auch meift größere Erdarbeiten vorgenommen werden müffen, ift ihre Anlage ftets koftfpieliger als diejenige der Hochftraßen, ebenfo wie ihre Unterhaltung, da fie weniger der Sonne und dem Winde ausgefetzt find und daher langfamer austrocknen, fich alfo rafcher abnutzen. Aus diefem Grunde wählt man für ihre Anlage, wenn irgend möglich, die fogenannte „Sommerfeite", d. h. den nördlichen oder weftlichen Hang des Tales. *L. v. Willmann.*

Tambour, im Bauwefen, f. Gewölbe, Bd. 4, S. 503; in der Spinnerei, f. Baumwoll-, Flachs-, Kammgarn-, Streichgarnfpinnerei. — Tambourierftich, f. Sticken.

Tamponierverfahren, fynchrone Farbendruckmethode (vgl. Farbendruck), wobei vielfarbige Bilder mit einem einzigen Abdrucke dadurch erhalten werden, daß auf Tiefdruckplatten (z. B. Radierungen, f. Kupferftecherkunft, oder Heliogravüren, f. d.) an den einzelnden Bildftellen die diefen jeweils zukommende Druckfarbe auftamponiert wird, worauf man den Ueberfchuß mit Wifchlappen entfernt und die Platte durch die Preffe gehen läßt.

Als Tamponiermanier bezeichnet man die Methode, gemufterte Steine für lithographifchen Tondruck (f. d.) durch Auftamponieren von Ballen, die mit fetter pulverifierter Kreide verfehen find, zu erzeugen. *A. W. Unger.*

Tam-Tam, f. Bronze (Glockenbronze).

Tan (Pikul), Gewicht in China und Japan = 100 Kin (Kättis, Pfund) = 133½ Pfund englisch = 60,479 kg.

Tandem, f. Fahrrad; Tandemmafchine, f. Dampfmafchine.

Tanga (Tenge), 1. Rechnungsmünze in Goa (Vorderindien) = ⅕ Pardao = 60 Reis oder 0,14967 ℳ. 2. Silbermünze in Turan = 40 Pul oder 0,5675 ℳ.

Tangens eines Winkels, das Verhältnis der gegenüberliegenden Kathete zur anliegenden in einem rechtwinkligen Dreieck, das den Winkel enthält.

Tangente eines geometrifchen Gebildes ift eine folche Gerade, welche dasfelbe in zwei aufeinander folgenden (konfekutiven) Punkten fchneidet.

A. Die Tangente der ebenen Kurve $f(xy)=0$ hat die Gleichung $(\xi-x)\frac{\partial f}{\partial x}+(\eta-y)\frac{\partial f}{\partial y}=0$, diejenige der Kurve $y=\varphi(x)$ ift $(\xi-x)y'=(\eta-y)$. Sie fchneidet von

den Achſen die Stücke $x - \frac{y}{y'}$, reſp. $y - xy'$ ab und beſitzt vom Berührungspunkt bis zur x-Achſe die Länge $\frac{y\sqrt{1+y'^2}}{y'}$. Ihr Abſtand vom Urſprung beträgt $\frac{y - xy'}{\sqrt{1+y'^2}}$. In der ſogenannten magiſchen Gleichung der Tangente kommen nicht die Koordinaten des Berührungspunkts, ſondern der Winkel φ der Tangente mit der x-Achſe und ihr Abſtand p vom Urſprung, letzterer als Funktion von φ vor. Die magiſche Gleichung der Tangente iſt nämlich $\xi \sin\varphi + \eta\cos\varphi = p(\varphi)$; alsdann wird die Normale $\xi\cos\varphi - \eta\sin\varphi = p'(\varphi)$.

B. Die Tangente der Raumkurve $x = \varphi(t)$; $y = \psi(t)$; $z = \chi(t)$, hat die Gleichungen $\frac{\xi - x}{\varphi'(t)} = \frac{\eta - y}{\psi'(t)} = \frac{\zeta - z}{\chi'(t)}$. Sie iſt die Schnittlinie der Schmiegungsebene mit der rektifizierenden Ebene und ſteht ſenkrecht auf der Normalebene. Die Tangenten einer Raumkurve erzeugen die zu derſelben gehörige abwickelbare Fläche.

C. Die Tangenten einer Fläche, welche zu einem Punkt der letzteren gehören, ſind in unendlich großer Zahl vorhanden und liegen alle in einer Ebene, der Tangentialebene. *Wölffing.*

Tangentenbuſſole, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 373.

Tangentenkippſchraube (Tangentenſchraube), ſ. Tachymetrie.

Tangentialkraft, ſ. Flächenkräfte und Druck, Druckkraft.

Tangentiallager, -kipplager, ſ. Auflager, Bd. 1, S. 355, 361.

Tangentialrad, ſ. Waſſermotoren.

Tangentialſpannung, ſ. Flächenkräfte und Spannungen.

Tangentometer, Tachymeter mit Tangentenmeßſchraube, ſ. Tachymetrie.

Tangiermanier, die Erzeugung gemuſterter Teile von Druckformen durch Abpreſſen eingefärbter reliefierter Gelatine- oder Celluloidfolien, Papierblätter u. ſ. w. und nachfolgendes Aetzen (vgl. Carreaugraphie). *A. W. Unger.*

Tangymaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 730.

Tanjibs, beſondere Art glatter Baumwollzeuge; ſ. Weberei.

Tankdampfer bezw. Tankſchiff, Frachtſchiff, welches flüſſige Ladung direkt aufnimmt ohne Benutzung von Fäſſern u. ſ. w.; ſ. Schiffbau.

Tankwagen, ſ. Eiſenbahnwagen.

Tannin, ſ. Gerbſäure.

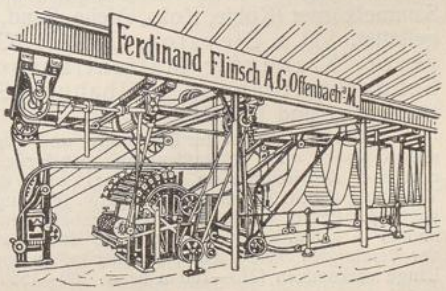
Tantal *Ta*, Atomgew. 181, ſeltenes, in den Mineralien Tantalit, Columbit, Yttrotantalit, Ferguſonit vorkommendes Metall.

Schwarzes, unter dem Polierſtahl eiſengraues Pulver, metalliſchen Glanz annehmend, in Luftleere bei etwa 2250—2300° ſchmelzend, zu feinem Draht vom ſpez. Gew. 16,5 ausziehbar; beſitzt diamantartige Härte und große Zähigkeit. Das Metall wird von keiner Säure, außer Flußſäure, angegriffen und verbrennt erhitzt an der Luft unter Feuererſcheinung zu Tantalpentoxyd Ta_2O_5. Es kommt in ſeinen Erzen neben Niob (ſ. d.) vor, mit welchem es nebſt Vanadium (ſ. d.) eine Familie bildet, deren chemiſches Verhalten einerſeits dem der Elemente der Stickſtoffgruppe, andrerſeits dem des Chroms und Eiſens entſpricht. Tantalpentoxyd Ta_2O_5 iſt ein weißes, unſchmelzbares Pulver, in ſchmelzenden Alkalien unter Bildung von Tantalaten löslich. Tantalchlorid $TaCl_5$ gelbe, ſublimierbare Maſſe. Tantalfluorid $TaFl_5$ bildet Doppelſalze, z. B. Kaliumtantalfluorid K_2TaFl_7. Tantaldraht wird neuerdings in elektriſchen Glühlampen (Tantallampe) an Stelle des ſonſt gebräuchlichen Kohlenfadens verwendet. *Moye.*

Tantalit, Mineral, tantalſaures Eiſenoxydul, $FeTa_2O_6$, mit Beimengung von Niob oder Niobit. Kriſtalliſiert rhombiſch; eiſenſchwarz, undurchſichtig. Härte 6; ſpez. Gew. 6,3—7,4. Unſchmelzbar und von Säuren kaum angreifbar. Im Granit Schwedens. Wird zur Darſtellung von Tantal verwendet. *Leppla.*

Tanzmeiſter, ſ. v. w. Lochtaſter oder Hohlzirkel; ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Tapetenfabrikation, die Herſtellung von Papiertapeten zur Wandbekleidung.



Man verwendet hierzu Papiere der verſchiedenſten Qualitäten, teilweiſe eine Miſchung von Hadern, Celluloſe und geſchliffenem Holzſtoff. Die auf dem europäiſchen Kontinent verarbeitete Papierbreite iſt allgemein 50 cm, bei 48 cm breitem Druck, wogegen in Großbritannien $22^1/_4$ engl. Zoll = 57 cm breites Papier zur Verarbeitung kommt. Die Fabrikation befaßt ſich in der Hauptſache mit zwei Sorten: ſogenannte Naturelltapeten und grundierte Tapeten. Für die Naturelltapeten wird das in der Papiermaſſe gefärbte Papier (vgl. Buntpapierſorten) verwendet und nachher bedruckt; bei grundierten Tapeten wird das weiße oder farbige Papier, je nachdem, zuerſt

mit Leimfarbe beſtrichen, getrocknet, wieder aufgerollt und nachher bedruckt. Eine derartige Grundiervorrichtung mit Druckmaſchine, Trockenapparat und Rollmaſchine zeigt die Figur S. 417. Zum Drucken mittels der Tapetendruckmaſchinen werden verſchiedene Farbzuſammenſetzungen angewendet; ſolche, die mit vegetabiliſchem Leim oder andre, die mit tieriſchem Leim gebunden ſind, in den letzten Jahren auch vielfach Oelfarben. Bei den erſterwähnten Farbzuſammenſetzungen kommen in Holz geſtochene und mit kleinen Meſſingleiſten garnierte Reliefdruckwalzen zur Anwendung, während man zum Oelfarbendruck Metallwalzen, Zinkwalzen u. dergl., ebenfalls in Relief, nimmt. Außerdem gibt es noch ſogenannte „Sanitary wall-papers“ ebenfalls in Oelfarben-Firnisdruck; dieſe werden mit Kupfer- oder Meſſingwalzen in der Art des Zeugdruckes bedruckt. Der Handdruck kommt nur ſelten mehr zur Anwendung und der Fabrikationsvorgang iſt ziemlich derſelbe wie bei der Maſchinenarbeit, nur daß eben das Verbürſten der Grundfarbe auf dem Tiſch mit der Hand geſchieht und die Tapetendeſſins auf eine flache Platte (ſogenannte Model) graviert ſind, die mit einer entſprechenden Hebelvorrichtung auf das Papier aufgepreßt werden. Glanztapeten werden vor dem Druck mit einer Bürſtmaſchine gebürſtet. Tapeten, denen Goldbronze oder irgend eine andre Bronze aufgeſtreut wird, werden ſo hergeſtellt, daß man auf der Druckmaſchine anſtatt einer Farbe einen „mordant“ (einen Firnis) aufdruckt, der weniger raſch trocknet als die Farben und nachdem die Farben bereits ganz trocken ſind, noch ſo naß iſt, daß er die Fähigkeit beſitzt, beim Durchlaſſen der Tapeten durch eine Bronziermaſchine das gewünſchte Quantum Bronze feſtzuhalten. Die Bronziermaſchine ſtreut die Bronze auf, bürſtet den Ueberſchuß ab und reinigt die Tapete. Mit den neueren Tapetendruckmaſchinen können gleichzeitig bis zu 24 Farben mit einer Leiſtungsfähigkeit bis zu 6000 m pro Stunde gedruckt werden. Die verſchiedenartigen Reliefprägungen der Tapeten werden durch Gaufriermaſchinen (ſ. d.) erzeugt, die in der Hauptſache aus einer gravierten Stahl- oder andern Metallwalze beſtehen und einer Papier- oder Baumwollwalze als Gegenwalze; zwiſchen dieſen beiden Walzen wird die zu prägende Tapete durchgelaſſen.

Lincruſtatapete ſ. Linoleum. — Vgl. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 756.

Literatur ſ. Buntpapierfabrikation und Papierfabrikation.

Tapezieren, die Wände mit Papiertapeten überziehen.

Bei einfachem Kalkputz iſt eine Unterlage von Makulatur auf die zuerſt geleimte Wandfläche aufzukleben; auch iſt es gut, an allen Rändern und in den Ecken Leinenband zu nageln und zu kleben. Auf glatter Gipswand werden die Tapeten ohne Unterlage auf die geleimte Fläche mit Stärkekleiſter aufgeklebt. — Brett- und riſſige Wände, Tapetentüren u. dergl. werden mit ſogenannter Sackleinwand beſpannt, hierauf Makulatur geklebt u. ſ. f. Feuchte Wände ſind mit Stanniol oder andern Iſolierſchichten zu belegen. *Weinbrenner.*

Taraklaſſifikation, Bildung der Gütertarife ohne Rückſicht auf den Wert der einzelnen Güterarten nach dem Verhältnis der bei der Beförderung erforderlichen Leiſtungen, d. h. nach der Menge oder dem Gewicht der beförderten Güter, dem Grad der Ausnutzung der Wagen, der durch die Beſchaffenheit der Güter bedingten Bauart der Wagen, beſonderen Leiſtungen für Verladung, Verpackung u. ſ. w., der Schnelligkeit der Beförderung. Die reine Taraklaſſifikation wird verwirklicht durch den ſogenannten „natürlichen“ oder „Wagenraumtarif“. *Cauer.*

Tarar, ſ. Reinigungsmaſchinen für Getreide.

Tarlatan, der leichteſte baumwollene Kleiderſtoff, iſt aus feinen Garnen ſehr locker gewebt und ſteif appretiert; vgl. Weberei.

Tarpawlings (Jutedoppelleinen), ſehr feſter, dichter Verpackungsſtoff aus Jute; vgl. Weberei.

Tartrate, die Salze der Weinſäure (ſ. d.).

Tartrazin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 625.

Taſchen (für Schüttgut) ſind — ähnlich wie Hoch- und Tiefbehälter (ſ. d.) — in Holz, Eiſen oder Stein bezw. Beton ausgeführte, bei Gebäude- oder Brückenlagern in der Regel zur ortsfeſten, meiſt für längere Zeit vorgeſehenen und daher geſchützten oder bei Fahrzeugen (wie ſchwimmenden Speichern) (ſ. Schiffsbekohlung) oder Selbſtentladern (ſ. d.) zur vorübergehend beweglichen Lagerung von Maſſengütern beſtimmte (Sammel-)Räume, deren trichterförmige Geſtalt ein Abzapfen bezw. Herausfließen der trockenflüſſigen Sammelkörper (Kohle, Koks, Aſche, Sand, Getreide, Zement, Mehl, Müll u. dergl.) geſtattet. Vgl. a. Elevator, Greifer, Gurtförderer, Haufenlager, Konveyor, Krane für Maſſentransport, Kratzer, Kübel, Rutſchen, Schwerkraftbahnen, Seilbahnen, Siloſpeicher (Schrägtaſchen), Maſſentransport und [1].

Taſchen dienen zur Lokomotiv- und Wagenbeſchickung (vgl. Lokomotivbekohlung und Kipper), oder ſie werden über den Keſſeln in Krafthäuſern (Fig. 1) (ſ. a. Keſſelhaus) und über den Retorten in Gasfabriken (ſ. d.) [1] wie auch zur Lagerung und bequemen Verteilung für Städteverſorgung u. dergl. (Füllung durch Hochgleiſe, Verteilung in Straßenhöhe) angelegt. Ferner werden Taſchen insbeſondere gebraucht für Schiffsbeladung u. dergl. (Fig. 2 und 3) — vgl. a. Kipper — u. a. bei den gewaltigen Erzverladungen an den großen Seen der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in denen einzelne Füllrumpfanlagen von über 600 m Länge vorkommen (275—700 m bezw. 200—1650 Erztaſchen von je 51,5—115 cbm); beiſpiels-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weife befitzt ein einziges dortiges Lager bei Duluth ein Faffungsvermögen von 160 000 t, dabei beträgt der Inhalt einer Tafche rund

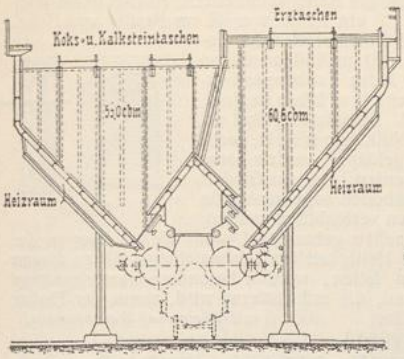


Fig. 4. Vorratsbehälter für Erz, Kalkfteine und Koks der Lackawanna Steel Co.

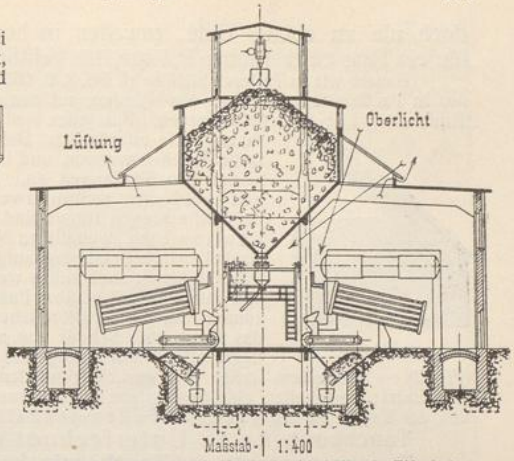


Fig. 1. Keffelhaus mit Kohlenhochbehälter in Eifenbeton nach Gebr. Rank in München.

150 t. Acht Eifenbahngefellfchaften befaßen dort im Jahre 1909 zufammen 25 folcher Anlagen, deren Stapelmenge rund 1 300 000 t (!) betrug. Die 15—22 m über dem Waffernpiegel gelegenen, oben 11—19 m weiten und mit (je nach der Befchaffenheit der Erze) um 38—50° geneigten Böden verfehenen Tafchen werden von den darüberliegenden Gleifen aus durch die bodenentleerenden Eifenbahnwagen (f. Selbftentlader) gefüllt, und die Erze werden nach Belieben durch feitliche Rutfchen in die Dampfer gefchüttet. Auf diefe Weife werden bis zu 45 000 t Erz pro Tag von einer einzigen Brücke verladen; die Höchftleiftung betrug 7700 t in $2^1/_2$ Stunden. Vgl. a. [2]. — Endlich fpielen die Rohftofftafchen (Fig. 4) eine große Rolle bei den Schrägaufzügen (f. d.) als Vorratsbehälter für Erz, Kalkftein, Koks u. dergl., d. h. als Zwifchenfchaltung für Eifenbahn- oder Seil- bezw. Hängebahn (f. d.) bezw. Schiff oder Haufenlager (f. d.) und Hochofenbegichtung bei Hüttenwerken (f. d.) [3] fowie bei Aufbereitungs- und Brikettwerken u. dergl. [4].

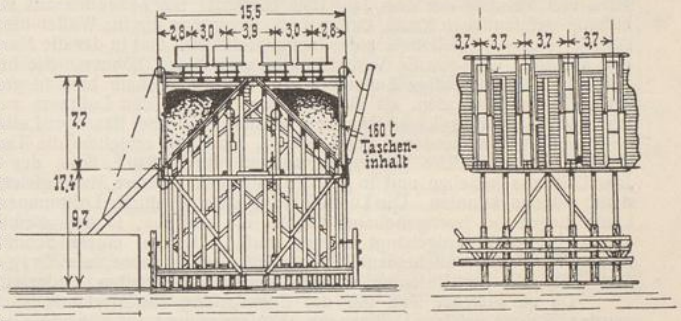


Fig. 2 und 3. Erztafchen in Duluth. (Maße in Metern.)

Literatur: [1] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 331 ff.; Derf., Zeitfchr. d. Oefterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1908, S. 709 u. Tafel; Derf., Berg- u. Hüttenmänn. Rundfchau 1909, S. 153 (vgl. a. S. 116); ferner Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1909, S. 460, fowie „Glückauf" 1909, S. 50 ff. u. S. 548 ff. u. Tafel 6, und Schütt, „Stahl und Eifen" 1909, S. 546 ff. — [2] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförd. u. Lagerung von Sammelkörpern (im folgenden bezeichnet mit T. H.) I, S. 46 bezw. 78 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1358 bezw. 1387 ff.; ebend. 1909, S. 1005); T. H. III, S. 272 („Stahl und Eifen" 1906, S. 855; ebend. 1908, S. 243; Erzdecks aus Eifen); Eng. News 1904, I, S. 433. — [3] Frölich, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 1056 ff.; vgl. a. S. 1809 ff.; ferner „Stahl und Eifen" 1908, S. 1353 und 1778 ff.; 1909, S. 235, 345 und 504 ff.; desgl. „Glückauf" 1908, S. 742 (Koften), fowie 1905, S. 1587 ff. — [4] Ebend. 1903, Nr. 35, und 1908, S. 1419 ff.

M. Buhle.

Tafimeter, f. Mikrotafimeter.

Taß, f. Scheunen.

Taffenrot, f. Farbftoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Taffo, Taffeau, f. Amboß.

Tafter (Taftzirkel), f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Taub, im Bergbau f. v. w. „ohne Wert, ohne Gehalt". Der Gang ift taub bedeutet: er führt an der betreffenden Stelle kein Erz; f. a. Aufbereitung.

Taubenfchläge werden gewöhnlich in oberen Gefchoffen andrer Gebäude, namentlich der Geflügelhäufer, untergebracht. Feinere Raffen, die das Gehöft nicht verlaffen und weniger gefchickt fliegen, bringt man in geringerer Höhe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

doch nie zu ebener Erde, zuweilen in heizbaren Räumen unter. Grundfläche für ein Paar edler Tauben 0,4 qm, für Feldflüchter weniger; Höhe nicht über 2 m.

Bauart wie in Federviehſtällen (ſ. Bd. 3, S. 663, Fig. 6—10). Die innere Einrichtung beſteht nur in Fachbrettern rings an den Wänden, auf denen die Neſter (Holzkäſten, Korbgeflecht oder Tonſchalen) loſe aufgeſtellt werden. Für jedes Neſt iſt ein Raum von 46 cm Breite und Höhe, 60 cm Tiefe erforderlich. Die Bodenbretter der Gefache ſtehen etwas vor, und in 20 cm Abſtand davon bringt man Sitzſtangen an. Jedes Taubenpaar erhält zwei Neſter, weil die zweite Brut ſchon beginnt, bevor die Jungen flügge ſind. Zweckmäßig ſind die Foultonſchen zweiteiligen Niſtkäſten (Fig. 1), deren Deckel behufs Reinigung aufgeklappt werden kann. Die Fluglöcher nach außen werden 15 cm ins Geviert und mindeſtens 1 m über Fußboden angebracht; ſie können durch ein Fallbrettchen verſchloſſen werden, das durch eine Schnur von außen gehandhabt wird, ſtehen aber in der Regel offen. Für genügende Helligkeit im Taubenſchlage iſt zu ſorgen (Fig. 2). — Wo edlere Raſſen rein gezüchtet werden ſollen, werden beſondere Paarungskäfige verwendet; ſie erhalten eine bewegliche Scheidewand, die erſt entfernt wird, wenn der Täuber ſich der Taube nähert. Literatur ſ. Federviehſtälle. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

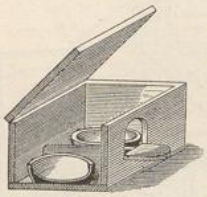


Fig. 1.

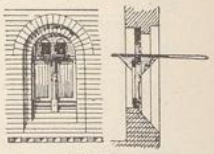


Fig. 2.

Tauchboot, ſ. v. w. Unterſeeboot (ſ. d.).

Taucherapparate und **Taucherglocken,** Vorrichtungen zum Arbeiten unter Waſſer, bei Bodenabſuchungen, Gründungen, Reparaturen, Heben verſunkener Gegenſtände u. ſ. w.

Die erſten Werkzeuge, deren ſich die Menſchen bedient haben, um unter Waſſer zu tauchen und dort zu arbeiten, waren die **Taucherglocken,** deren erſte Beſchreibung von Fr. Baco von Verulam aus dem Jahr 1645 herrührt. Sie beſtanden aus einem unten offenen, ſonſt allſeitig geſchloſſenen Raum, deſſen Luft, wenn man ihn ins Waſſer hinunterläßt, je nach der Waſſertiefe zuſammengepreßt wird und in der die Menſchen ſich aufhalten und gewiſſe Vorrichtungen vornehmen können. Sie beſaßen anfänglich keine ſtändige Luftzufuhr und konnten deshalb bloß in geringer Tiefe verwendet werden, da die ſtark gepreßte Luft den Luftraum zu ſtark verringert hätte (Fig. 1.) — Halley erfand 1716 die ſtändige Luftzufuhr mittels Blasbälgen und aus Vorratsfäſſern. Indeſſen erhielten die Taucherglocken eine praktiſche Verwendbarkeit erſt durch Smeaton, der ſie im Jahr 1779 aus Gußeiſen und ſo groß erſtellte, daß mehrere Mann gleichzeitig darin arbeiten konnten. Die Luftzuführung geſchah durch Luftpumpen; die Leute ſtiegen bei hochgehobener Glocke ein und aus, ſo daß dieſelbe an einem Hebegerüſt aufgehängt werden mußte, das auf einem Schiff ſtand (ſ. Fig. 2). — Der entſcheidende Fortſchritt geſchah aber, als Triger im Jahr 1841 die Luftſchleuſen erfand, welche es geſtatten, jederzeit ein- und auszuſteigen.



Fig. 1. Taucherglocke.

Da zu gleicher Zeit mit der Entwicklung der Mechanik auch Luftpumpen geſchaffen wurden, welche größere Luftmengen anzuſaugen und auf höheren Druck zu preſſen vermögen, nahmen die Taucherglocken größere Abmeſſungen an und es entwickelten ſich neben dem Verfahren der Preßluftgründung (ſ. d.), bei dem die Luftkammer im Boden verloren bleibt, die ſogenannten beweglichen Caiſſons, die nichts andres als große Taucherglocken ſind. Dieſe Taucherglocken nehmen in neueſter Zeit

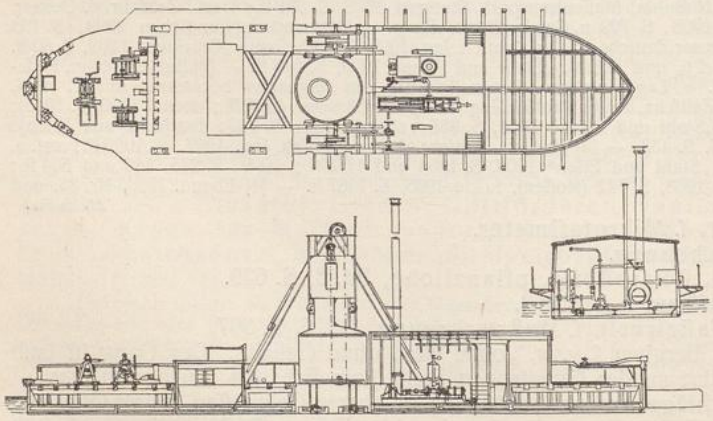


Fig 3 Taucherſchacht der Rheinſtrom-Direktion. Oben: Horizontalſchnitt, unten: Längenſchnitt, rechts: Querſchnitt des Schiffes. Maßſtab 1:300.

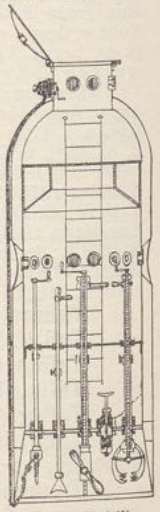


Fig. 2. Tofellis Taucherglocke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwei Formen an. Sie werden entweder an Schiffen aufgehängt, bei kleineren Glocken, oder erhalten bei großen Glocken über der Decke der Arbeitskammer oder Glocke einen Raum, in welchen Waſſer eingelaſſen wird, wenn die Glocke auf dem Grund aufſitzen und in derſelben gearbeitet werden ſoll, oder Preßluft, die das Waſſer verdrängt, wenn die Glocke gehoben werden muß. Wenn die erſteren nur eine Arbeit von beſchränkter Dauer zu beſorgen haben, ſo hängt man ſie meiſt zwiſchen zwei durch ein hölzernes oder eiſernes Gerüſt zuſammengekuppelte Schiffe an Ketten und Hängeſchrauben auf (ſ. Preßluftgründung, Fig. 6). Dienen ſie aber einem ſtändigen Zweck, z. B. zur Unterhaltung einer Waſſerſtraße, ſo werden eigentliche **Taucherſchiffe** gebaut. Die Glocke (der Taucherſchacht) iſt dann über einer in einem Schiffskörper ausgeſparten Oeffnung aufgehängt, das Schiff trägt die Luftpumpe mit ihrem Motor und erhält oft ſogar eine eigne Bewegung (ſ. Fig. 3). — Die großen Taucherglocken mit Luftraum über der Arbeitskammer wurden bisher bloß bei Hafenbauten verwendet (ſ. Preßluftgründung, Fig. 7). Die bisher größte Taucherglocke zeigt Fig. 4. Bei allen dieſen Taucherglocken muß über der Decke der Arbeitskammer ſo viel Ballaſt eingebracht werden, daß er der Waſſerverdrängung durch die mit Luft gefüllte Arbeitskammer Gleichgewicht hält und müſſen einzelne offene Schächte ſtets über das Waſſer hinaufreichen, um die regelmäßige ſenkrechte Hebung der Glocke beim Einbringen von Luft in die über der Decke gelegene Gleichgewichtskammer zu ſichern. Nicht ſelten werden dieſe Glocken 1 oder 2 m in den Boden eingegraben und können trotzdem wieder gehoben werden.

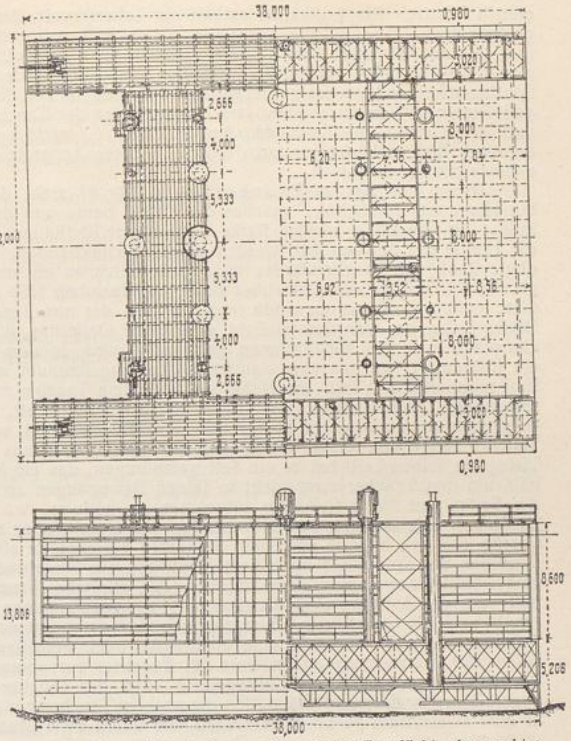


Fig. 4. Schwimmcaiſſon in Genua. Oben links: Draufſicht, oben rechts: wagerechter Schnitt, unten links: Längenanſicht, unten rechts: Längenſchnitt des Caiſſons.

Da die Taucherglocken eine ſehr beſchränkte Tätigkeit unter Waſſer zulaſſen, d. h. bloß auf der Oberfläche eines im Waſſer ſtehenden Körpers, inſofern derſelbe nicht kleiner iſt als die Glocke und deshalb von dieſer umhüllt werden kann, bedient man ſich in neueſter Zeit für Arbeiten unter Waſſer der ſogenannten **Taucherapparate.** Sie gehen darauf aus, dem Taucher die ihm unter Waſſer zum Atmen nötige Luft zuzuführen und zerfallen in zwei Gattungen: Apparate, bei denen der Taucher nackt ins Waſſer ſteigt, und ſolche, bei denen ein waſſerdichtes Kleid ſeinen Körper, mit Ausnahme der Hände, und ſeine Kleidung vollſtändig gegen Waſſer ſchützt. — Wenn der Taucher nackt taucht (Fig. 5), ſo trägt er auf dem Rücken einen zweiteiligen Luftkaſten, von dem aus ein Rohr zu ſeinem Mund führt, wo er deſſen Ende feſt zwiſchen die Zähne klemmt, während im übrigen eine Kautſchukplatte ſeinen Mund und eine Klemme ſeine Naſe gegen Waſſer-

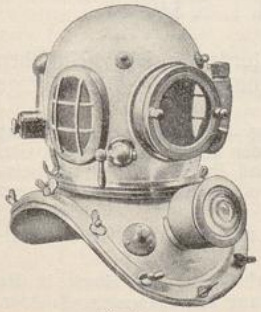


Fig. 7.



Fig. 5.



Fig. 6.

eintritt ſchützt. Der Luftkaſten enthält ein Luftreſervoir, das durch eine Luftpumpe außen ſtets gefüllt wird. Eine Klappe verbindet dieſes Reſervoir mit der Luftkammer und ergänzt die Luft, die aus derſelben dem Taucher zuſtrömt. In ihrem oberen Teil iſt dieſe Luftkammer durch eine Kautſchukplatte geſchloſſen, die den Bewegungen des Tauchers beim Atmen folgt, d. h. ſich ausdehnt und wieder zurückgeht; ein Ventil in derſelben geſtattet der beim Atmen ausgeſtoßenen Luft zu entweichen. Im übrigen trägt der Taucher Schuhe mit Bleiſohlen, Strümpfe und Hoſen und, um durch den Auftrieb (ſ. d.) nicht gehoben zu werden, ein Bleigewicht auf dem Rücken und eines auf der Bruſt. Dieſe Apparate ſind im allgemeinen nur noch ausnahmsweiſe im Gebrauch.

Beim Tauchen im Taucherkleid (Fig. 6) zieht der Taucher über ſeine Unterkleider ein Hemd aus Kautſchuk, welches die Füße, Beine und den Oberkörper in einem Stück umhüllt. An die Füße werden ſtarke Schuhe mit Bleiſohlen geſchnallt; die Aermel, aus denen die Hände frei hervortreten, werden mit Kautſchukbändern feſt am Handgelenk angepreßt. Der obere Rand des Taucherkleides wird gewöhnlich an ein metallenes Bruſtſtück waſſerdicht feſtgeſchraubt, das ſich bequem über den Kopf anziehen läßt und oben ein kreisrundes Loch beſitzt, deſſen Rand ein Gewinde trägt, in dem der metallene Helm eingeſchraubt wird (Fig. 7). Dieſer Helm hat vor dem Geſicht eine weite Oeffnung, die durch Einſchrauben einer ſtarken Glasplatte in einem Metallrahmen geſchloſſen wird. In dem oberen Teil des Helmes findet ſich ein Rohranſatz, an den eine Kautſchukröhre angeſchraubt wird, die zu einer Luftpumpe führt. Ein regulierbares Ventil im Helm geſtattet dem Taucher, den Luftdruck im Helm ſelber zu regulieren. Zwei Bleigewichte, deren eines auf der Bruſt, das andre auf dem Rücken hängt, ein Ledergurt, an dem ein Meſſer oder eine Hacke ſteckt, vervollſtändigen den Anzug. — Der Taucher ſteigt von einem Schiff aus auf einer Leiter aus Holz oder einer Strickleiter in die Tiefe; um ſeinen Leib hat er ein Seil geſchlungen, das ein Mann oben ſtets ſchwach angezogen hält, um den Taucher zwar nicht in ſeinen Bewegungen zu hindern, aber aus der Abwicklung des Seiles und ſeiner Richtung entnehmen zu können, wo der Taucher ſich befindet und ihn im Notfall mit Beihilfe der Beiſtehenden aus dem Waſſer ziehen zu können. Vielfach iſt der oberſte Teil des Helmes mit einer elaſtiſchen Metallplatte abgeſchloſſen und im Helm oberhalb derſelben ein Rohranſatz mit einem Kautſchukrohr angebracht, das nach oben reicht und mit einem Hörbecher abgeſchloſſen iſt, den der nämliche Mann, der das Seil führt, an ſein Ohr hält, um die Aufträge und Mitteilungen entgegenzunehmen, die der Taucher in ſeinem Helm erteilt und die durch den ebengenannten Schallapparat nach oben gelangen. — Zu gewiſſen Arbeiten führt der Taucher eine elektriſche oder Petrollampe mit. Die Drähte der erſteren laufen durch eine Führung im Gurt des Tauchers zur oberen Leitung, ein Schlauch verbindet die Petrollampe mit einem Luftregulator, den der Taucher auf dem Rücken trägt und deſſen Bauart dem Regulator entſpricht, den die nackten Taucher zur Atmung benötigen. Die Luftpumpe iſt eine zweizylindrige Balanicerpumpe, die durch zwei Mann leicht bedient wird. *Zſchokke.*

Tauchfeuerzeug (Tunkfeuerzeug), ein vor der Erfindung und Vervollkommnung der Reibfeuerzeuge verbreitet geweſenes Feuerzeug.

Es beruht auf der Eigenſchaft des chlorſauern Kalis, bei ſeiner Zerſetzung durch Schwefelſäure die ſehr ſtark oxydierend wirkende Chlorſäure zu liefern. Aehnlich den heutigen ſchwediſchen Zündhölzern wurden Holzſtäbchen mit einem Kopf, aus chlorſaurem Kali, Schwefel, Zucker und Zinnober beſtehend, verſehen, ſie kamen zur Entzündung, indem man ſie gegen Aſbeſt drückte, der mit konzentrierter Schwefelſäure getränkt war. *A. Schmidt.*

Tauchkolben, (Mönchs-, Plungerkolben), ſ. Pumpenkolben.

Tauchrohr nennt man auf den Gaswerken jedes Rohr, welches mit ſeinem unteren offenen Ende in eine Flüſſigkeit taucht, um einen Abſchluß zu erhalten, damit entweder das in demſelben enthaltene Gas nicht entweichen oder in dasſelbe kein Gas zurücktreten kann.

So ſind z. B. Kühler, Gaswäſcher, Teerwäſcher mit Tauchrohren verſehen, aus denen die Kondenſationsprodukte aus den Apparaten abfließen in Teertöpfe oder Kaſten, in welche die Rohre ſo tief eintauchen, daß kein Gas durch dieſelben entweichen kann. Dazu muß die Tauchung größer ſein als der in dem betreffenden Apparate auftretende höchſte Gasdruck. Der Zweck der auf der Vorlage befindlichen Tauchrohre (ſ. Vorlage) iſt die Verhütung eines Zurücktretens von Gas in die Retorten, ſobald dieſe geöffnet ſind. *G. F. Schaar.*

Taufkirche (Taufkapelle), ſ. Baptiſterium, Bd. 1, S. 546.

Taumatrop, ſ. v. w. Phänakiſtoſkop (ſ. d.).

Taunusquarzit, den tieferen Schichten des Unterdevon im rheiniſchen Schiefergebirge angehörige, meiſt weiße, auch hellgraue, bankige bis plattige Sandſteine mit quarzigem Bindemittel.

Außerordentlich feſt und faſt unangreifbar durch Verwitterung. Bei ſteilſtehender Lagerung lange Grate und Rücken bildend. Ganz eiſenfreie Schichten werden zur Herſtellung von Glas und feuerfeſten Waren verbraucht; außerdem zu Pflaſterſteinen und in erſter Linie als Kleinſchlag; gibt hier trockene, feſte und ebene Fahrbahn. Zu Waſſerbauten vorzüglich, aber ſchwer zu bearbeiten. Auf feinen Klüften reichlich waſſerführend. *Leppla.*

Taupunkt, diejenige Temperatur, bei der die Luft mit dem in ihr enthaltenen Waſſerdampf geſättigt ſein würde.

Sobald die ſinkende Temperatur den Taupunkt erreicht, tritt Nebel und damit in der Nacht eine Verlangſamung der Abkühlung ein. Auf die Beobachtung des Taupunktes gründen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich die lokale Wetterprognoſe von Trosca und beſonders auch die Vorausſage des Nachtfroſtes. *Großmann.*

Tauſchieren, Verfahren der Herſtellung eingelegter Arbeiten in Metall.

Der Gegenſtand beſteht aus Eiſen, Kupfer oder Bronze. Zum Zweck des Einlegens wird an den zu verzierenden Stellen mittels des Grabſtichels das Metall entfernt, wobei die ſeitlichen Kanten unterſchnitten werden, damit das durch Hämmern eingetriebene Metall (in der Regel Silber oder Gold) genügend ſicher feſtgehalten wird. Eine Nachahmung beſteht darin, daß die Vertiefungen durch Aetzen hergeſtellt und durch galvaniſchen Niederſchlag ausgefüllt werden; ſ. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 765.

Literatur: Ledebur, A., Lehrbuch der mechan.-metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905. *A. Widmaier.*

Tautochrone iſt eine Kurve, auf welcher ein ſchwerer Punkt M von einer Anfangslage M_0 ohne Geſchwindigkeit abgehend zu einem tiefer gelegenen Punkt O in der Zeit T fällt, welche dieſelbe bleibt, mag M_0 auf der Kurve irgend eine beliebige Lage haben.

Sei die Kurve zunächſt eine ebene, bezogen auf vertikale und horizontale Achſen der x und y und h und x die vertikalen Koordinaten von M_0 und M, ſo iſt der Bogen $OM = s$ als eine Funktion $s = \varphi(x)$ ſo zu ſuchen, daß die Fallzeit T unabhängig von h, d. h. $\frac{dT}{dh} = 0$ wird. Nun beſtehen für die Geſchwindigkeit des Punktes M die Gleichungen $v = -\frac{ds}{dt}$ und $\frac{1}{2}v^2 = g(h-x)$, woraus gewonnen wird $T = \int_0^h \frac{\varphi'(x)\,dx}{\sqrt{2g(h-x)}} = \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_0^1 \frac{\sqrt{h}\,\varphi'(h\omega)}{\sqrt{1-\omega}}\,d\omega$ und es führt die Bedingung $\frac{dT}{dh} = 0$ zur Gleichung $2x\varphi''(x) + \varphi'(x) = 0$, deren Integral $s = \varphi(x) = 2\sqrt{ax}$ iſt, welche Gleichung eine Zykloide darſtellt, deren Scheitel O iſt, und welche ihre Konkavität nach oben kehrt. — Zieht man durch die Punkte der Zykloide die Vertikalen und rollt die Ebene derſelben zu einem Zylinder ab, deſſen Erzeugungslinien vertikal ſind, ſo geht die Zykloide je nach der Biegung des Zylinders in eine Kurve doppelter Krümmung mannigfacher Art über, für welche die Eigenſchaft des Tautochronismus fortbeſteht. — Die Entdeckung der Tautochronen gebührt Huyghens [1]. Newton [2] und Euler [3] haben das Problem der Tautochronen für eine beliebige Beſchleunigung an Stelle der Beſchleunigung g der Schwere erweitert, und Abel hat dasſelbe dahin verallgemeinert, daß die Fallzeit T eine gegebene Funktion $T = \psi(h)$ der Fallhöhe r wird (ſ. Abelſches Problem); vgl. a. [4]—[7].

Literatur: [1] Huyghens, Horologium oscillatorium, P. II., prop. 25. — [2] Newton, Principia philosophiae naturalis mathematica, lib. I, prop. 53. — [3] Euler, Commentarii Academiae Petropolitanae 1729. — [4] Jullien, Problèmes de mécanique rationnelle, Tome I, p. 374 ff. — [5] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879/80, Bd. 1, S. 405 bis 408. — [6] Appell, Traité de mécanique rationnelle, T. I, S. 302 u. 428 ff. — [7] Ohrtmann, Das Problem der Tautochronen; Jahresber. d. Kgl. Realſchule, Vorſchule u. Eliſabethenſchule zu Berlin 1872, enthält eine Geſchichte des Problems der Tautochrone. *(† Schell) Finſterwalder.*

Tauwerk, an Bord der Schiffe, beſteht aus Hanf, Leder oder Stahldraht.

Das Hanftauwerk wird entweder aus gewöhnlichem europäiſchem oder aus Manilahanf gefertigt; es findet für ſtehendes und laufendes Gut ſowie für Segel Verwendung als Verholtroſſen, als Leinen, Bändſel und Steckleinen, als Logg- und Lotleinen, als Schiemannsgarn zum Bekleiden von ſtehendem und laufendem Gut, als Hüſing und Marlleinen zum Annähen der Webeleinen, als Segelgarn u. ſ. w. Das Hanftauwerk beſteht aus Garnen oder Kabelgarnen, die bei ſtärkeren Tauen zu Kardeelen gedreht und dann zu einer Troſſe zuſammengeſchlagen werden. Nach der Anzahl der Kardeele unterſcheidet man dreiſchäftiges Tauwerk oder Troſſenſchlag und vierſchäftiges Tauwerk oder Wantſchlag. Werden dreiſchäftige Enden oder Duchten von rechts nach links wiederum zuſammengeſchlagen, ſo erhält man den ſogenannten Kabelſchlag. Zum Schutz des Tauwerks wird dasſelbe geteert, zu gleichem Zweck dient das Labſalben und Bekleiden. Tauwerk aus Manilahanf iſt nicht geteert; es findet, da es auf dem Waſſer ſchwimmt, im beſonderen als Verholleine Verwendung. Tauwerk aus Leder, welches eine bedeutende Elaſtizität beſitzt und wenig dem Einfluß der Witterung ausgeſetzt iſt, wurde früher für Steuerreeps benutzt; es findet zurzeit auf Kriegsſchiffen für die Ruderballeitung Verwendung. Das Stahldrahttauwerk wird als viellitziger Kabelſchlag oder als Troſſenſchlag hergeſtellt. Bei erſterem ſind die meiſt aus ſieben Drähten beſtehenden Kardeele rechts geſchlagen und zu links geſchlagenen Drähten vereinigt, welche dann rechts zu 3 bis 6 zu einem Kabel zuſammengeſchlagen werden. Stärkere Kabel erhalten eine Hanfſeele. Die Kardeele der Kabel mit Troſſenſchlag ſind links geſchlagen und werden rechts zu Troſſen gedreht. Ueber Anzahl und Durchmeſſer der Drähte, Gewicht und Tragfähigkeit des Tauwerks ſowie über die Prüfung desſelben ſ. [1], [2]; vgl. a. Takelage, Drahtſeile, Hanfſeile.

Literatur: [1] Dick, C., u. Kretſchmer, O., Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1899. — [2] Hildebrandt, Praktiſches Lehrbuch für junge Seeleute, Danzig 1893. — [3] Steinhaus, C. F., Die Schiffbaukunſt, Hamburg 1858. *Tj. Schwarz.*

T-Cloth, ein Baumwollſtoff; ſ. Weberei.

Te, in der Chemie Zeichen für Tellur.

Teakholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 692.

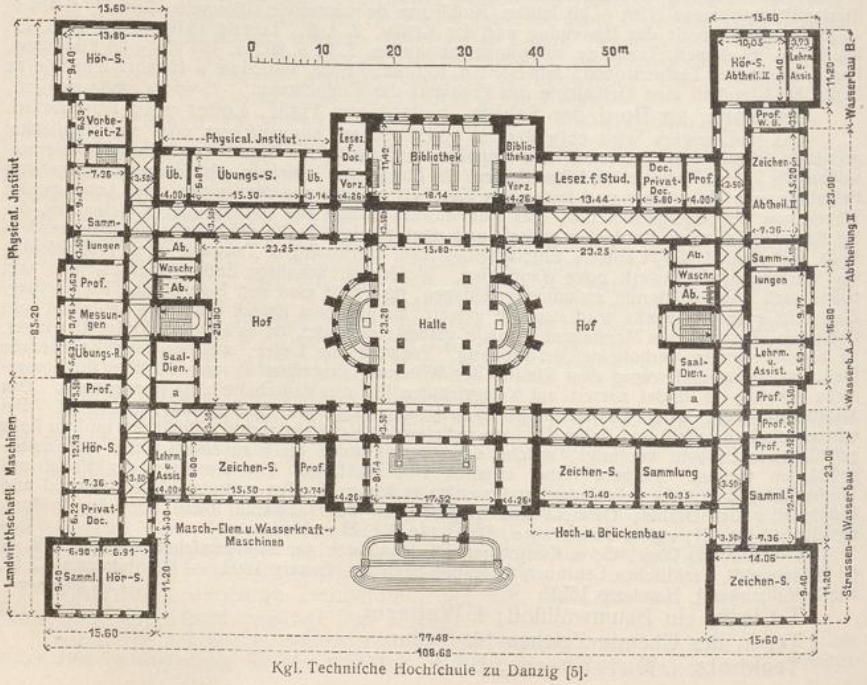
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Technische Einheit (T.E.), f. Eisenbahnbetrieb II.

Technische Hochschule (früher Polytechnikum), staatliche Bildungsstätte zur wissenschaftlichen und künstlerischen Ausbildung in den technischen Berufen, im Staatsdienst und in der Privattätigkeit sowie in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrfächern.

Den verschiedenen Berufszweigen entsprechend gliedert sich die technische Hochschule in einzelne Abteilungen, und zwar für 1. Architektur, 2. Bauingenieurwesen, 3. Maschinenbau (und Schiffsbau), 4. Elektrotechnik, 5. Chemie, chemische Technik (und Bergbau), 6. Forst- (und Land)wirtschaft, 7. Mathematik und allgemein bildende Fächer, wozu Geschichte, Literatur- und Kunstgeschichte, Rechtslehre, Sprachwissenschaft, Volkswirtschafts- und Gesundheitslehre zu rechnen sind. Um diesen Zwecken zu genügen, sind an Räumen zu beschaffen: a) für die Verwaltung Kanzleien und Kassenzimmer, Sprechzimmer des Rektors, Sitzungszimmer für den Senat, für den Senatsausschuß (den Großen Rat), für Kommissionen, Prüfungszimmer, Zimmer für den Hauswart und Diener, Kleiderablagen, geräumige Vorplätze, Treppen, Aborte u. s. w.; b) Festsaal (Aula) mit Vorraum; c) Bibliothek mit Ausgabezimmer und Lesesälen für Professoren und für Studierende; d) Hörsäle und zwar allgemeine für 2—400 Zuhörer und besondere für die Abteilungen in verschiedener Größe und Anordnung; e) Uebungssäle für Entwerfen von Bauten, Maschinen u. s. w., für Modellieren in Ton und Gips; f) Zeichensäle für Dekorieren, Ornamente, Landschaften und Figuren. Zu d—f sind Arbeitszimmer für Professoren und Assistenten anzuordnen; g) Sammlungen von Modellen aller Art: Baukonstruktionen als Gewölbe, Dachstühle, Brücken, Schleusen, Maschinenteile, Kessel, Lager u. s. w. für Schiffbau, für Kunstgeschichte mit Bildwerken aller Zeiten in Gipsguß; h) Laboratorien (s. Bd. 6, S. 22) für wissenschaftliche Untersuchungen im Ingenieurwesen (Maschinenbau, Flußbau), Photographie, Boden-, Pflanzen- und Tierkunde, sowie i) naturwissenschaftliche Institute wie das chemische, chemisch-technische, physikalische, elektrotechnische und elektrochemische, botanische, geologische und mineralogische ([1], S. 161 ff.); k) Prüfungs- und Versuchsanstalten für chemisch-technische und mechanische Untersuchungen an Baustoffen, Lebensmitteln u. s. w. Anschließend hieran l) botanischer Garten mit Gewächshäusern und etwa (z. B. Karlsruhe i. B.) Forstgarten. Diesen verschiedenen Anforderungen wird in geeigneter Weise eine Gruppe von Gebäuden entsprechen, bestehend in einem großen mehrstöckigen Hauptgebäude mit den unter a—g angeführten Räumen, sowie mehreren Nebengebäuden für die unter h—k genannten Zwecke. Als Beispiel untenstehend der Grundriß der jüngsten deutschen Hochschule zu Danzig (vgl. die Figur). Ueber die geschichtliche Entwicklung dieser in wenigen Jahrzehnten zu höchster Blüte gelangten Hochschulen sowie über die besonderen Gesichtspunkte für Anordnung der Räume u. s. w. s. [1], 3. Kap., S. 112 ff.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., 2. Heft, a) Hochschulen, 2. Aufl., Stuttgart 1905. — [2] Baukunde des Architekten, 2. Bd., Gebäudekunde, Berlin 1900; s. 4. Teil,



Kgl. Technische Hochschule zu Danzig [5].

E. Häfeke, Fachhochſchule, S. 300—320, mit Literaturverzeichnis und Grundriſſen. — [3] Feſtgabe zum Jubiläum der 40jährigen Regierung u. ſ. w., Karlsruhe 1892. — [4] Die Großh. Techniſche Hochſchule Karlsruhe, Feſtſchrift zur Einweihung der Neubauten im Mai 1899. — [5] Zentralblatt der Bauverwaltung 1904, Nr. 73.

Weinbrenner.

Teer, neben andern Subſtanzen, wie Waſſer, Gaſen, Ammoniak u. ſ. w., bei der ſogenannten trockenen Deſtillation entſtehend, ſtellt eine ſchwärzlichbraune, dickflüſſige, teils aus öligen, teils aus harzigen und feſten Anteilen beſtehende Maſſe von charakteriſtiſchem, der Abſtammung entſprechendem ſpezifiſchem Geruch dar und iſt je nach den zu ſeiner Gewinnung weſentlich verwendeten Ausgangsmaterialien als Holzteer, Braunkohlenteer, Schieferteer, Torfteer und Steinkohlenteer zu unterſcheiden.

Steinkohlenteer wird zumeiſt bei der Herſtellung von Leuchtgas durch trockene Deſtillation der Steinkohlen, ein geringerer Teil bei der Verkokung der Steinkohlen gewonnen. Er enthält Fettkohlenwaſſerſtoffe, ſowohl geſättigte wie ungeſättigte (ſ. Paraffine), aromatiſche Kohlenwaſſerſtoffe, Phenole, Thiophen und deſſen methylierte Abkömmlinge, Pyridinbaſen und andre Verbindungen. Die wertvollſten von dieſen Beſtandteilen ſind die aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe, das Benzol und ſeine Homologen, das Naphthalin, das Anthracen u. ſ. w. Denn von der Auffindung und Gewinnung dieſer Kohlenwaſſerſtoffe aus dem Teer datiert die glänzende Entfaltung der aromatiſchen Chemie, die beiſpielloſe Entwicklung der Teerinduſtrie, der Technik der künſtlichen Farbſtoffe, der Heilmittel u. ſ. w. — Die Zuſammenſetzung des Teeres iſt abhängig von der Art der Kohle und beſonders von der Temperatur, bei welcher die Deſtillation vorgenommen wird. Mit ſteigender Temperatur ſteigt das ſpezifiſche Gewicht des Teers, die Menge der wertvollen Benzolkohlenwaſſerſtoffe und des Anthracens nimmt ab, dagegen ſteigt die des Naphthalins. Der Teer muß daher aus möglichſt gutem Material bei nicht zu hoher Temperatur, etwa 800°, gewonnen werden. Zu ſeiner Reinigung und zur Gewinnung der einzelnen Beſtandteile muß er deſtilliert werden. Die hierfür erforderlichen Apparate, Deſtillierblaſe mit Kühler und Vorlagen zum Auffangen der Deſtillate ſ. [1]. Die Deſtillation muß beim Beginn der Operation, um Feuersgefahr zu verhüten, ſehr vorſichtig geleitet werden, da der Teer ſtark ſchäumt und, ſolange er noch Ammoniakwaſſer enthält, zum Ueberſteigen ſehr geneigt iſt. Dagegen muß gegen Ende der Deſtillation das Kühlwaſſer warmgehalten und überhitzter Waſſerdampf in die Blaſe eingeleitet werden, um ein Verſtopfen der Kühlröhre durch erſtarrendes Deſtillat zu verhindern. Im allgemeinen fängt man das Deſtillat in folgenden getrennten Fraktionen auf: 1. Vorlauf bis 105 oder 110°; 2. Leichtöl bis 210°; 3. Karbolöl bis 240°; 4. Schweröl oder Grünöl bis 270°; Anthracenöl über 270°; Rückſtand: Pech (Hartpech, wird durch Miſchen mit Anthracenöl weich gemacht). Das Pech iſt ein Gemenge von Kohlenſtoff und kohlenſtoffreichen Kohlenwaſſerſtoffen, von denen nur die wenigſten chemiſch definierbar ſind (Chryſen, Pyren u. ſ. w.) — Nach Lunge und Häußermann werden im Mittel erhalten an Vorlauf 2,4—3,5%; Leichtöl (einſchließlich Karbolöl) 5—8%; Schweröl 25—30%; Anthracenöl 8—10%; Pech 55%, und hieraus an reinen Endprodukten: Benzol 0,6%; Toluol 0,4%; höhere Benzolhomologe 0,5%; Naphthalin 8—12%; Phenol 5—6%; Anthracen 0,25—0,3%. Im Vorlauf iſt das meiſte Benzol enthalten; das Leichtöl dient zur Gewinnung des Reſtes von Benzol, ferner von Toluol und der höheren Benzolhomologen. Das Karbolöl, die letzten Anteile des Leichtöls, liefert neben Naphthalin das Phenol und die höheren Phenole, wie Kreſol u. ſ. w. Das Schweröl wird gewöhnlich nicht weiter verarbeitet, da dies nicht lohnend iſt, ſondern findet als ſolches techniſche Verwendung zum Imprägnieren von Holz, zur Herſtellung von Teerfirnis, als Schmieröl, für Beleuchtungszwecke oder ſchließlich als Brennmaterial. Das Anthracenöl, nach dem Erkalten eine grünlichgelbe, butterähnliche Maſſe, beſteht weſentlich aus den höchſten aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffen, Anthracen, Methylanthracen, Phenanthren und feinen Abkömmlingen Chryſen, Reten, Pyren, Fluoranthen, aus Diphenyl, Fluoren und Acenaphthen, Picen, aus Acridin u. ſ. w. Ueber die Aufarbeitung der einzelnen Fraktionen auf ihre Beſtandteile und die Reingewinnung derſelben, namentlich von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenol ſ. die betreffenden Einzelartikel, ſowie [2]. Eine Ueberſicht der Steinkohlenteerdeſtillation enthält [1], Lunge, worauf wir verweiſen. Die überwiegende Menge des erzeugten Steinkohlenteers wird der Deſtillation unterworfen. Man verwendet den Teer ſonſt noch zum Imprägnieren und zum Anſtrich, zur Herſtellung von Dachpappe, zur Ruß- und Brikettfabrikation. Doch iſt dieſe direkte Verwendung nicht ſehr bedeutend, weil für die genannten Zwecke beſtimmte Abfallprodukte der Teerdeſtillation viel geeigneter ſind, z. B. das Pech oder Miſchungen von Pech mit Anthracenöl. Bemerkenswert iſt noch die Verwendung von Steinkohlenteer zur Darſtellung des baſiſchen Futters für die Konverter bei der Stahlfabrikation.

Braunkohlenteer iſt vom Steinkohlenteer ganz weſentlich durch ſeinen Gehalt an Kohlenwaſſerſtoffen der Fettreihe, namentlich an Paraffin und durch das gänzliche Fehlen der aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe unterſchieden. Es wird daher beſonders auf feſtes Paraffin verarbeitet; die öligen Anteile bilden die ſogenannten Mineralöle (ſ. d.). Dem Braunkohlenteer mehr oder weniger ähnliche Deſtillationsprodukte liefern Torf, Bogheadkohle, Keroſenſchiefer und der bituminöſe Schiefer, von welchen namentlich aus den ſchottiſchen Schiefern ſehr beträchtliche Mengen an Teerölen gewonnen werden. Die Bereitung des Teers, die Teerſchwelerei, findet in Thüringen, dem hauptſächlichen Sitz der Braunkohlenteerinduſtrie in Deutſchland, jetzt meiſtens in ſtehenden Zylindern mit einem Syſtem übereinander greifender, glockenförmiger Eiſeneinſätze ſtatt, über deren Konſtruktion bei Fiſcher [3] nachzuſehen iſt. Die Deſtillation geht bei ſchwacher Rotglut vor ſich und die Temperatur wird abſichtlich ſo niedrig als möglich gehalten, um die Entſtehung der aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffe zu vermeiden. Der entſtehende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teer wird nebſt dem gebildeten Waſſer mittels weiter Blechrohre, in welchen durch die Luftkühlung die Kondenſation der Gaſe zum tropfbarflüſſigen Zuſtand ſtattfindet, in große Sammelbehälter geleitet und hier durch Erwärmen mittels Dampf vom Waſſer befreit. Die abgeſchwelte Kohle iſt der ſogenannte Grudekoks. Der Baunkohlenteer enthält Kohlenwaſſerſtoffe der Aethan- und Aethylenreihe, Phenole, ſaure Harze, Pyridinbaſen, Tiophene u. ſ. w. Seine Verarbeitung iſt in den einzelnen Fabriken etwas verſchieden, je nach der Zuſammenſetzung des Teers, läuft aber, wie beim Steinkohlenteer, im weſentlichen darauf hinaus, durch Deſtillation in einzelne Fraktionen zu teilen, aus dieſen durch Behandlung mit konzentrierter Schwefelſäure bezw. Natronlauge, den ſogenannten Miſchprozeß, die Brandharze, baſiſchen Verbindungen, die ungeſättigten Kohlenwaſſerſtoffe bezw. die Phenole zu entfernen und aus den hochſiedenden Anteilen das Paraffin durch Kriſtalliſieren und Entölen zu gewinnen. Da ſich die Kohlenwaſſerſtoffe dieſes Teers bei der Deſtillation zerſetzen, ſo wird die Rektifikation unter vermindertem Druck ausgeführt. Durch die erſte Deſtillation wird der Teer in Rohöl und in Rohparaffinmaſſe geteilt. Das Rohöl enthält zumeiſt die flüſſigen Kohlenwaſſerſtoffe und die Phenole; es unterliegt dem Miſchprozeß und je nach Verwendungszweck und erforderlichem Reinheitsgrad einer ein- bis viermaligen Deſtillation. Die ſo ſchließlich gewonnenen Oelfabrikate aus Braunkohlenteer ſind: 1. leichtes Braunkohlenteeröl vom ſpez. Gew. 0,79—0,8; 2. Solaröl, Leuchtöl zum Brennen in Lampen, farblos, bei 260° ſiedend, ſpez. Gew. 0,825—0,830. Entflammungspunkt 50°; 3. Putzöl, Extraktionsöl, faſt farblos bis ſchwach gelb, bei 280° ſiedend, ſpez. Gew. 0,850—0,860. Entflammungspunkt 100°; 4. helle bis rote Paraffinöle für verſchiedene Zwecke, auch zur Oelgasbereitung, bei 300° ſiedend; ſpez. Gew. 0,860—0,880; 5. dunkle Paraffinöle oder Gasöle zur Oelgasdarſtellung und zur Fabrikation von Wagenſchmieren; rotbraun bis ſchwarz; ſpez. Gew. 0,880—0,925; 6. Fettöle, Mineralöle für beſſere Schmiermittel, gelb bis gelbrot; ſpez. Gew. 0,880 bis 0,900; 7. Kreoſotöle; Phenole enthaltend, durch Behandeln mit Natronlauge gewonnen; zum Imprägnieren von Holz; 8. Rückſtände: Braunkohlenpech, Aſphalt. Neben dieſen Oelen kommen ähnliche unter wechſelnden Bezeichnungen in den Handel, welche willkürlich je nach den Temperaturgrenzen, innerhalb deren die einzelnen Fraktionen bei der Rektifikation aufgefangen werden, erhalten werden können. So unterſcheiden ſich die zur Beleuchtung verwandten Oele Photogen oder Pyrogen durch den Siedepunkt und das ſpezifiſche Gewicht vom Solaröl. Die leichten Braunkohlenteeröle zerfallen noch in die einzelnen Fraktionen Benzin, Benzolin, Naphtha, Ligroin, welche alſo gleich den entſprechenden Fraktionen der Erdöle genannt werden. Sie dienen als Fleckwaſſer, zum Entfetten von Wolle, als Terpentinölzuſatz, zum Karburieren von Leuchtgas u. ſ. w. Das feſte Paraffin iſt dieſen Oelen durch Abkühlen und Auskriſtalliſierenlaſſen ſoweit wie möglich entzogen und mit der Rohparaffinmaſſe vereinigt worden. Dieſe wird zunächſt durch ſyſtematiſches Auskriſtalliſieren in der Winterkälte oder in Eismaſchinen in mehrere Fraktionen mit unterſchiedlichen Schmelzpunkten geteilt und ſo ſchließlich die Weichparaffinmaſſe erhalten, wobei die abfallenden öligen Anteile den Mineralölen wieder zugeſchlagen werden. Die Paraffinmaſſe wird nunmehr zerkleinert, in Filterpreſſen und hydrauliſchen Preſſen von den letzten Anteilen Oel befreit und einem wiederholten Umſchmelzungsverfahren unter Zuſatz von leichten Braunkohlenölen unterworfen, wieder abgepreßt und ſchließlich von den zugeſetzten Oelen durch Abblaſen mit Dampf befreit. Endlich muß das Paraffin noch mittels Tierkohle oder des ſogenannten Entfärbungspulvers (Rückſtände der Blutlaugenſalzfabrikation) entfärbt werden. Ueber die Zuſammenſetzung des Paraffins ſ. Paraffine und [4]. Die Verwendung des Paraffins iſt eine mannigfaltige. Die Hauptmenge wird auf Kerzen verarbeitet (ſ. Kerzen); außerdem dient es als Schmiermittel, als Konſervierungsmittel für Holz und Leder, zum Waſſerdichtmachen der Gewebe, zur Herſtellung von Glanzpapier, zum Tränken der Gipsabgüſſe, in der Zündhölzchenfabrikation, bei der Herſtellung von Patronen, zum Tränken der hölzernen Gärbottiche in der Brauerei und Brennerei, zur Verhütung des Ueberkochens und Schäumens des Zuckerſaftes in der Zuckerſiederei u. ſ. w.

Die **ſchottiſchen Schieferteere** und Teeröle werden unter ſonſt gleichen Umſtänden in ähnlicher Weiſe wie die entſprechenden Braunkohlenfabrikate gewonnen. Die Deſtillation wird durch Einblaſen von überhitztem Dampf unterſtützt, und die Temperatur darf nicht über Dunkelrotglut ſteigen. Bei der Deſtillation der Schiefer erhält man etwa 12 % Rohöl, 8 % Ammoniakwaſſer, 4 % Gas, 9 % Kohle, 67 % Aſche.

Holzteer. Bei der Verkohlung von Holz fällt ein Teer ab, welcher, in ſeiner Zuſammenſetzung dem Steinkohlenteer ähnlich, techniſche Verwendung findet und namentlich in Rußland und Schweden gewonnen wird. Früher wurde der Teer in ſehr primitiver Weiſe in Meilern dargeſtellt; jetzt wendet man in Rußland und Schweden ſogenannte Thermokeſſel an, welche im weſentlichen aus Deſtillierblaſe mit Helm und Kühler beſtehen. In Deutſchland und England ſind meiſt liegende Retorten im Gebrauch. Außer Teer entſtehen bei der Verkohlung des Holzes brennbare Gaſe von geringem Heizwert, Terpentinöl, Holzgeiſt und Holzeſſig (ſ. d.). Der Rückſtand iſt die Holzkohle. Die Ausbeuten an Roheſſig, Teer und Kohle ſind bei den einzelnen Hölzern nicht beträchtlich voneinander verſchieden. Bei ſchneller Verkohlung entſtehen mehr Gaſe auf Koſten an Deſtillat und Kohle. Es darf alſo auch bei der Holzverkohlung die Temperatur nur eine mäßige ſein. Der Teer enthält gleich dem Steinkohlenteer geſättigte, ungeſättigte und aromatiſche Kohlenwaſſerſtoffe, Phenole und andre Verbindungen. A. W. Hofmann hat namentlich Toluol, Xylol, Kumol, Naphthalin, Chryſen, Reten und Pyren, von den Phenolen dieſes ſowie Kreſol, Brenzkatechin und Derivate des Pyrogallols iſoliert. Der Teer wird in ähnlicher Weiſe durch Deſtillation und Behandlung mit Schwefelſäure bezw. Alkali gereinigt, wie nun ſchon mehrfach beſchrieben. Die Holzteerphenole bilden das echte Kreoſot des Handels (ſ. Kreoſot und Kreoſotöl), welches vornehmlich aus Kreſol und Guajakol beſteht. Durch die Deſtillation wird der Teer in leichtes Oel oder Kienöl, ſchweres Oel und den Rückſtand, das ſogenannte Schuſterpech, geſchieden. Außer zur Gewinnung

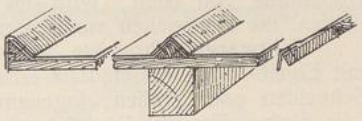
dieſer Subſtanzen dient der Holzteer als konſervierender Anſtrich für Holz und Eiſen, in der Dachpappefabrikation und in der Medizin äußerlich gegen Hautleiden (ſ. a. Aromatiſche Verbindungen, Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Retortenöfen und [5].

Torfteer, durch trockene Deſtillation des Torfes gewonnen, hat ein ſpez. Gew. von 0,896 bis 0,965, iſt von kaffeebrauner Farbe, zähe, aber nicht dickflüſſig. An Deſtillationsprodukten liefert er Photogen (Turfol, Solaröl), Gasöl, Paraffin, Aſphalt; Kreoſot, Karbolſäure.

Literatur: [1] Lunge-Köhler, Die Induſtrie des Steinkohlenteers, Braunſchweig 1900, vgl. a. Schultz, G., Die Chemie des Steinkohlenteers, 2. Aufl., Braunſchweig 1886, Bd. 1, S. 17 bis 91. — [2] Fiſcher, F., Handbuch der chemiſchen Technologie, Leipzig 1893, S. 642 ff. — [3] Ebend., S. 142—153. — [4] Ebend., S. 150. — [5] Ebend., S. 14—17 und 42; Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch der Chemie, Bd. 6, 1898; ebend., Bd. 8, (Torf). *Bujard.*

Teerpappendach (Steinpappe- und Aſphaltfilzdach), zählt zur weichen Dachdeckung (ſ. d., Bd. 2, S. 506) und wird nach der Art der Blechdächer (ſ. d., Bd. 2, S. 47) eingedeckt.

Es erfordert als Unterlage eine Brettſchalung von 20—25 mm Stärke, in der Dachneigung von einem Drittel bis ein Fünfzehntel. Die Sparrenweite richtet ſich nach der Breite der Pappetafeln, welche (bis zu 20 m Länge angefertigt) in Bahnen von 1,0 m Breite von der Traufe zur Firſt laufen. Die Eindeckung erfolgt 1. als Leiſtendach (ſ. die Figur), bei welchem dreikantige Leiſten von 65 mm Breite, in Entfernungen von 90—95 cm aufgenagelt, als Unterlage für die ſeitlich aufgebogenen Fälze dienen. Dieſe werden von Streifen von 10—12 cm Breite, ſogenannten Kappen, überdeckt, welche aufgenagelt und mit Teer überſtrichen werden. Abweichend hiervon 2. als ebenes Pappdach ohne Leiſten, mit offener Nagelung, die Bahnen parallel zur Traufe. 3. Als doppellagige Eindeckung, wobei die obere Lage zum Schutze der unteren dient. — Zuletzt erfolgt Teeren der ganzen Oberfläche und Sandauftrag; in andern Fällen ein Kalkmilchanſtrich, der zum Zweck hat, der zehrenden Wirkung der Sonnenſtrahlen auf das Bitumen entgegenzuwirken.



Die Vorteile dieſer Dächer beſtehen in deren Wohlfeilheit, Leichtigkeit und raſchen Herſtellung. Sie dienen deshalb beſonders bei raſch zu erſtellenden Bauten von kurzer Dauer, und in neueſter Zeit zu Zwiſchenlagen unter Schieferdeckung. Als Nachteil iſt hervorzuheben, daß die raſche Verdunſtung des Teerſtoffes zu oft ein Ueberſtreichen der Dachfläche mit Teer notwendig macht und hierdurch die Koſten des Daches unverhältnismäßig erhöht werden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur 3. Teil, Bd. 2, Heft 5, Darmſtadt 1894; Koch, H., Dachdeckungen, S. 13 ff. — [2] Schönermark, G. und Stüber, W., Hochbaulexikon. Berlin 1904. Dachdeckung S. 296 ff. *Weinbrenner.*

Teerwäſcher dienen dazu, die letzten Reſte des durch Kühlung nicht vollſtändig aus dem Rohgaſe ausgeſchiedenen Teeres zu entfernen. Dazu läßt man das Gas fein verteilt durch enge Oeffnungen ſtrömen und gegen eine feſte Wand anprallen; durch den hierbei entſtehenden Stoß werden die Teerteilchen ausgeſchieden.

Der Apparat von Pelouze & Audoin (Fig. 1) beſteht aus einem zweiteiligen Gehäuſe, deſſen Oberteil eine in dünnflüſſigen Teer tauchende bewegliche Glocke *a* enthält, deren Wandungen aus mehreren, durch enge Zwiſchenräume voneinander getrennten Platten beſtehen, die mit engen Schlitzen ſo verſehen ſind, daß ſtets der Schlitz der einen Platte dem vollen Blech der nächſten gegenüberſteht. Dieſe Glocke iſt mit einer im Oberteil befindlichen, in Waſſer tauchenden Glocke *b* feſt verbunden, welche an einem über eine Rolle geführten Seile, das am andern Ende ein Gewicht *c* trägt, hängt. Das unten in den Apparat eintretende Gas gelangt unter die Glocke, paſſiert die Schlitze der Wandungen, ſoweit ſie aus der Sperrflüſſigkeit herausgehoben ſind und verläßt denſelben durch einen ſeitlichen

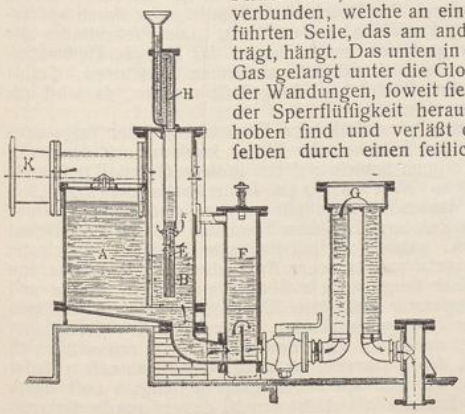


Fig. 3.

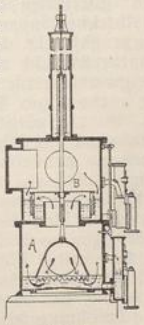


Fig. 2.

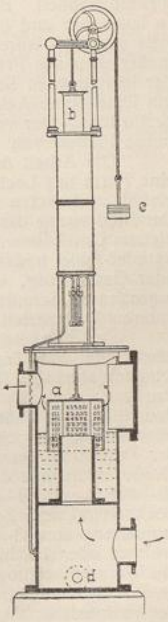


Fig. 1.

Stutzen des Oberteiles. Die Stellung der Glocke richtet sich nach der Höhe der Gasproduktion und muß zur Erzielung einer guten Wirkung mittels Belastung des Gegengewichtes *c* so geregelt werden, daß beim Durchgang des Gases durch den Apparat ein Druckverlust von 60—70 mm Wassersäule entsteht. Der ausgeschiedene Teer fließt aus der oberen Abteilung in die untere über und wird bei *d* mittels Tauchrohr abgeleitet.

Der Drorysche Teerwäscher (Fig. 2) zerfällt in eine Waschkammer *A* und in die Stoßkammer *B*; in ersterer muß das Gas zuerst durch eine Schicht Ammoniakwasser hindurch, deren Höhe für einen Druckverlust von 10 mm eingestellt ist. Alsdann tritt das Gas in die Stoßkammer durch die Glocke und verläßt den Apparat von Teer gereinigt. Abfluß und Regelung der Flüssigkeiten in beiden Kammern wird durch seitlich angebrachte Drorysche Abgänge (s. Vorlage) und Stellschieber bewirkt. — Bei dem Teerscheider von Fleischhauer (Fig. 3) kommuniziert eine Außenkammer *A* mit der Stoßkammer *B*, in der sich die Stoßbatterie *E* befindet, die aus vier Reihen breiten Stäben besteht, von denen jeder Stab an der vorderen Seite eine Nut hat, in der das durch *H* eingeführte Ammoniakwasser herabfließt, so daß das Gas mit benetzten Oberflächen in Berührung kommt und gewaschen wird. Bei *J* tritt das Gas ein, passiert die Stoßbatterie und verläßt den Apparat bei *K*. Bei steigender Produktion wird in *B* Wasser verdrängt und tritt in *A* über; der Teer fließt durch den selbsttätigen Ablauf *F* und den Druckausgleich *G* ab, welch letzterer um seine Achse drehbar ist und durch seine Stellung den Wasserstand in *A* und *B* und somit den Arbeitsdruck regelt. *G. F. Schaar.*

Teerwagen, s. Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 346.

Tegel, ein etwas kalkhaltiger, plastischer Ton der Tertiärformation in der Umgebung von Wien. Wird im großen zur Herstellung von Ziegeln, Backsteinen, die kalkreichen zur Zementbereitung benutzt. *Leppla.*

Teigwaren, Produkte aus kleberreichen Mehlsorten (Weizengrieß, Dunst) mit Eigelb- oder Wasserzusatz erhalten durch Kneten, Walzen und nachheriges Schneiden oder Pressen, sogenannte Band- oder Haarnudeln, Suppeneinlagen (wie Sterne, Figuren, Buchstaben), Makkaroni und ähnliche Fabrikate.

Das Mischen oder Kneten des zuvor gesiebten Mehls mit Wasser oder Eigelb, welch letzteres gleichfalls durch ein feines Sieb getrieben werden muß, um den sogenannten Keim, Eihäute und eventuell Eierschalenstückchen zurückzuhalten, erfolgt auf Knet- oder Mischmaschinen (z. B. von Werner & Pfleiderer, Cannstatt). Sogenannte „Schnittwaren" werden mit dem geringsten (22—28%), grobe Faden- und Bandnudeln sowie Makkaroni mit dem höchsten Wasserzusatz (26—32%) hergestellt. Die Eierzugabe ist lediglich Qualitäts- bezw. Preisfrage; man fabriziert Qualitäten ganz ohne Eier (z. B. erhalten Makkaroni nur in ganz seltenen Fällen Eierzusatz) und Eierware mit 50—300 Eiern pro 50 Kilo Mehl oder Grieß. Die meisten Sorten von Teigwaren, insbesondere die billigeren Qualitäten, werden je nach Eierzusatz mehr oder weniger gefärbt, z. B. mit Safranauszug, giftfreier Anilinfarbe oder dergl.

Der gemischte oder geknetete Teig wird auf der Teigwalze oder dem Kollergang weiterbehandelt. Bei der Teigwalze läßt man ihn unter gleichzeitigem Engerstellen der Walzen so lange hin und her laufen, bis ein völlig glatter, zäher Teigkuchen entstanden ist, den man, falls gepreßte Ware fabriziert wird, zu sogenannten „Patronen" zusammenwickelt, deren Durchmesser dem des Preßzylinders entspricht. Beim Kollergang bewegt sich entweder der Läufer in der feststehenden Schale oder die Schale rotiert und der Läufer steht fest bezw. dreht sich nur um seine eigne Achse. Letztere Anordnung ist gegenwärtig die bevorzugte und auch weniger gefährliche. Der vom Kollergang in Kuchen geformte Teig wird in der Schale direkt in kreisrunde Platten von 30—40 mm Stärke und im Durchmesser des Pressenzylinders ausgestochen.

Die Arbeit der Pressen beruht darauf, daß man in einen Zylinder, der unten durch eine Form mit Lochungen in der Art der herzustellenden Teigwaren abgeschlossen wird, Teig einfüllt und diesen mittels eines niedergehenden Kolbens durch die Löcher der Form drückt. Der Niedergang des Kolbens wird entweder durch den Druck einer Spindel oder durch hydraulischen Druck bewirkt (Spindel- oder hydraulische Pressen). Die Preßzylinder der Spindel- wie hydraulischen Pressen besitzen geeignete Vorrichtungen für Dampf-, Heißwasser- oder Gasheizung, um den Teig zwecks leichteren Durchtritts anwärmen zu können. Sollen sogenannte „Schnittwaren" (Sternchen, Figuren, Buchstaben) hergestellt werden, so wird am unteren Zylinderteil ein Abschneidapparat angeschraubt.

Der Trockenraum ist einer der wichtigsten Teile der Einrichtung einer Teigwarenfabrik, da vom Trockenprozeß nicht allein das Aussehen der Ware, sondern auch deren Geschmack abhängt. Die Teigwaren werden in dünner Schicht auf mit grobem Gazestoff bespannte Hurden aufgelegt. Man rechnet pro 100 Kilo Ware ca. 20 qm Bodenfläche bei 2,5—2,8 m Raumhöhe. In Fabriken, wo überwiegend Makkaroni hergestellt werden, sind größere Räume erforderlich, weil die Makkaroni viel längere Zeit zum Trocknen brauchen. Um das Verziehen der Teigwaren beim Trocknen zu vermeiden, werden sie mit Pappe bedeckt, und auch die Hurde erhält eine derartige Unterlage. — Nudeln verschiedener Art bedingen eine Wärme von 30—40° C. und 1—2 Tage Trockendauer, sehr feine Nudeln bedingen weniger Wärme und trocknen rascher. Bei Makkaroni darf die Temperatur nicht über 30° C. steigen; diese benötigen mindestens eine 3- bis 4tägige, noch besser 6tägige Trocknung. Zu rasche Trocknung gibt krumme oder im Innern schimmlige Röhren, auch viel eher Bruchware. Am rationellsten ist die Warmluftheizung und die Dampfheizung, sehr verbreitet ist auch eine Kombination dieser beiden Systeme. Guter Abzug der verdorbenen und mit Feuchtigkeit gesättigten Luft durch Ventilationsschächte sowie Zuführung frischer Luft durch Ventilatoren ist dabei Grundbedingung. Außerdem gibt es noch Schnelltrockenapparate verschiedener Systeme. Spezialmaschinen für

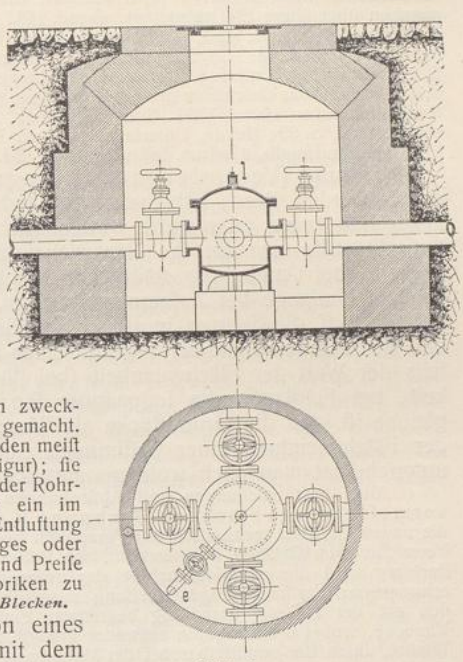
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teigwarenfabrikation liefern Werner & Pfleiderer in Cannſtatt-Stuttgart, Metzger & Co. in Homburg, Gebr. Bühler in Uzwil (Schweiz).

Teil, aliquoter, in der Arithmetik ein Diviſor, durch welchen das Ganze ohne Reſt teilbar iſt. Jeder andre Teil, mit welchem ein Ganzes nicht ohne Reſt teilbar iſt, heißt aliquanter Teil. So ſind z. B. 2, 3, 4, 6 aliquote, 5, 7, 8, 9 aliquante Teile von 12.

Teilbrüche, ſ. Partialbrüche.

Teilkaſten, in den Rohrnetzen der Waſſerleitungen — auch Gasleitungen — vermitteln den beſſeren Uebergang des bewegten Waſſers in andre Richtungen an den Stellen, an welchen ſich Hauptrohrleitungen kreuzen und wo eine Verteilung des durch eine Hauptleitung kommenden Waſſers nach verſchiedenen Richtungen ſtattfinden ſoll.



Teilkaſten.

Es ſind größere, meiſt zylindriſche — auch kugelförmige — Gefäße aus Gußeiſen mit vertikaler Achſe, die an ihrem Umfang drei, vier, auch fünf Anſchlußſtutzen für die hier zuſammenlaufenden Rohrleitungen tragen; jede Rohrleitung wird am Teilkaſten zweckmäßigerweiſe mit einem Schieber abſperrbar gemacht. Die Teilkaſten mit ihren Abſperrſchiebern werden meiſt in gemauerten Schachten aufgeſtellt (ſ. die Figur); ſie erhalten zur Reinigung bezw. zur Entleerung der Rohrleitungen einen Entleerungsſchieber *e* oder ein im Boden befindliches Entleerungsventil und zur Entluftung der Rohrleitungen im Deckel ein ſelbſttätiges oder nicht ſelbſttätiges Luftventil *l*. Dimenſionen und Preiſe ſind aus den Katalogen von Armaturenfabriken zu erſehen. *C. Blecken.*

Teilkreis, der zur Konſtruktion eines Zahnrades benutzte Kreis, welcher mit dem Teilkreiſe des eingreifenden Rades ſich berührt und ohne Gleitung abrollt.

Der Teilkreisdurchmeſſer D wird durch die Zähnezahl Z und den Modul $\tau = t : \pi$ der auf dem Teilkreiſe zu meſſenden Teilung t beſtimmt, $D = Z\tau$, in Millimeter, wenn τ in Millimeter. Wählt man τ als ganze Zahl, ſo kommt das im Bogen liegende, kaum nachmeßbare Maß t als Bruchzahl vor, doch wird D und damit meiſt auch der Achſenabſtand ganzzahlig. — An Kegelrädern berückſichtigt man vorwiegend den äußeren Teilkreis; an Zahnſtangen iſt er in eine Gerade übergegangen; bei unrunden Rädern finden ſich elliptiſche und verſchieden kurvenförmige Teilriſſe; auch ſ. v. w. Limbus, ſ. Theodolit. *Lindner.*

Teilmaſchine (Längen- und Kreisteilmaſchine).

1. Die Längenteilmaſchine beſteht aus einer Mikrometerſchraube (ſ. d.), welche in feſter Lagerung auf einem Rahmen angebracht iſt, und aus einem Schlitten mit Mutter, der auf einer Führung gleitet und durch die Schraube bewegt wird. Der Schlitten trägt ein Reißerwerk, deſſen Teilſtichel in einer zur Bewegungsrichtung vertikalen Ebene kippt und auf dem zu teilenden Maßſtab die Teilſtriche aufreißt. Der Maßſtab wird hierzu auf einem parallel zur Schraubenachſe eingeſtellten Träger feſtgelegt. Das Reißerwerk iſt mit einer Vorrichtung zur mechaniſchen Beſtimmung der Strichlänge verſehen. Iſt neben dem Reißerwerk ein Mikroſkop angebracht, ſo kann die Teilmaſchine nicht nur zur Uebertragung (Kopierung) einer Teilung (Mutterteilung) auf den zu teilenden Maßſtab, ſondern auch zur Maßvergleichung als Komparator (ſ. d.) dienen. Die Beſchreibung einer Präziſionsteilmaſchine findet ſich in [1]. Vgl. a. die bei Komparator und Mikrometerſchraube angegebene Literatur.

2. Die Kreisteilmaſchine zur Teilung von Kreiſen an aſtronomiſchen, geodätiſchen, phyſikaliſchen Meßinſtrumenten iſt eine ſtarke Kreisplatte, die auf einem eingelegten Silberring eine exakte Kreisteilung (Mutterteilung) trägt. Die Platte mit einem Durchmeſſer bis zu 1 m und mehr ruht auf einem Unterbau, der dem eines Theodolits ähnlich iſt. Der zu teilende Kreis wird mit beſonderen Vorrichtungen horizontal und zentriſch zum Mutterkreis befeſtigt. Zur Auftragung der Teilſtriche dient eine diametral oder in Form einer Alhidade angeordnete Schlittenvorrichtung, welche ein Reißerwerk führt. Das Teilungsverfahren iſt eine Kopierung der Mutterteilung durch Einſtellung des Reißerwerkes (Stellvorrichtung für die Strichlänge wie oben) mit Hilfe von Mikroſkopen, welche von der Alhidade getragen werden. Bei kleinen Maſchinen für die Ausführung untergeordneter Teilungen von kleinen Inſtrumenten geſchieht die Uebertragung der Teilung auch durch Feinbewegung (Schraube ohne Ende) des Kreiſes mittels einer den Teilwerten entſprechenden, exakt geſchnittenen Zahnung des Kreisrandes in der

Regel bei feststehendem Reißerwerk. Ueber die Einrichtung verschiedener Maschinen, insbesondere die Herstellung und Untersuchung der Mutterteilung s. [2], [3]. Die physikalisch-technische Reichsanstalt in Berlin ist in der Lage, sorgfältig geprüfte Mutterkreise und Schrauben für den Gebrauch der mechanischen Institute zu liefern sowie die Prüfung vorhandener Teilungen auszuführen.

Literatur: [1] Scheel, Ueber Teilmaschinen der Firma Sommer & Runge, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1896, S. 321. — [2] Löwenherz, Die Feinteilung von Kreisen (mit vielen Literaturangaben über ältere Einrichtungen), ebend. 1882, S. 365; Derf., Herstellung und Prüfung von Mutterkreisen, ebend. 1883, S. 99; Schmidtgen, Herstellung der Originalteilung einer Kreisteilmaschine, ebend. 1883, S. 52; Wegener, Beschreibung einer Kreisteilmaschine, ebend. 1883, S. 117; Schreiber, Untersuchung von Kreisteilungen mit zwei und vier Mikroskopen, ebend. 1886, S. 1; Gelcich, Zur Geschichte der Kreisteilungen, ebend. 1886, S. 158; Saegmüller, Automatische Kreisteilmaschine, ebend. 1894, S. 84; Hammer, Die selbsttätige Kreisteilmaschine von Heyde, ebend. 1905, S. 69; Heyde, Untersuchung einer Kreisteilung, Zeitschr. f. Verm. 1907, S. 542. — [3] Ambronn, Handb. d. astron. Instrumentenk., Bd. 1, S. 422, Berlin 1899. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Teilung (Veränderung, Umlegung) von Grundstücken kann veranlaßt werden durch Erbschaftsauseinandersetzungen, Aufhebung gemeinschaftlicher Benutzung oder andre wirtschaftliche Bedürfnisse, Erzielung zweckmäßiger Grundstücksformen für die Bewirtschaftung, Umlegungen bei Neuanlage von Wegen, bei Aufstellung städtischer Fluchtlinien und Bebauungspläne und in großem Umfange bei Zusammenlegungen, welche sich auf ganze Gemarkungen erstrecken (s. die Figuren in Bd. 3, S. 678 und 679). Sie bedingt in allen Fällen, daß der Flächeninhalt der Figuren einer bestimmten Forderung entspricht, oder, falls der Wert der Flächeneinheit (bei städtischen Grundstücken die Bauwürdigkeit, bei Feldlagen die sogenannte Bonitierung, Bd. 2, S. 232) nicht die gleiche ist, daß die Grundstücke als Wertobjekte (Produkt aus Fläche und Wert der Flächeneinheit) einer bestimmten Summe entsprechen. In dieser Hinsicht unterscheidet man auch wohl geometrische und ökonomische Teilung.

Allen Flächenteilungen und Absteckungen müssen eine exakte Vermessung (s. Stückvermessung) und Flächenberechnung (s. d.) vorausgehen. Auf dieser Grundlage werden die neuen Grenzen rechnerisch oder graphisch bestimmt und im Anschluß an die vorliegende Vermessung im Gelände abgesteckt. Nach Prüfung der Richtigkeit und Genauigkeit der Absteckung wird die zur Uebernahme der neuen Grenzlage in das Kataster (s. Bd. 5, S. 404) erforderliche Fortschreibungsvermessung ausgeführt. Das Verfahren der Absteckung gründet sich auf der Teilung geradlinig begrenzter einfacher Figuren und zwar der Dreiecke und Vierecke, wobei diese Figuren entweder graphisch in einem Plan oder durch ihre Seiten und Winkel, durch die unmittelbar bei der Messung gewonnenen Messungszahlen oder endlich durch die Koordinaten ihrer Eckpunkte (oder auch durch eine Kombination dieser Werte) gegeben sein können. Die Theorie dieser Teilungen, welche sich auf die Sätze der Planimetrie und bei Zugrundelegung von Koordinaten auf diejenigen der analytischen Geometrie der Ebene stützt, ist in allen Lehrbüchern der Vermessungskunde eingehend behandelt [1]. Die rechnerische Lösung auf Grund von Koordinatenberechnung behandelt besonders [2]. Zur Erleichterung der hierbei vorkommenden Zahlenrechnungen sind Hilfstabellen berechnet [3]. Bei der praktischen Anwendung wird vielfach von Näherungsverfahren Anwendung gemacht. Es wird die Bedingung für die Lage der Teilungslinie (z. B. parallel einer gegebenen Linie) durch Absteckung streng erfüllt, dagegen die Flächenbedingung genähert nach Schätzung oder vorläufiger Berechnung, so daß nach erfolgter Aufmessung und Flächenberechnung nur noch eine kleine Grenzverschiebung unter Berücksichtigung der Lagebedingung auszuführen bleibt, ähnlich wie bei der sogenannten Grenzausgleichung (s. d., Bd. 4, S. 624). Die vorläufige Absteckung kann mit Benutzung eines Planes oder der im Vermessungsriß gegebenen Messungszahlen und einer darauf gegründeten Koordinatenberechnung für den genäherten Grenzpunkt erfolgen. Bei den Planabsteckungen der Zusammenlegungsarbeiten (vgl. Bd. 3, S. 679) wird auf Grund des exakt gemessenen und berechneten Wegenetzes (Blöcke) die Einzeleinteilung mit Hilfe der Karte vorgenommen, indem die sogenannten Planbreiten (rechtwinklige Abstände der Längsgrenzen) oder auch die Kopfbreiten der Grundstücke abgeleitet und ins Feld übertragen werden. Das Verfahren ist in Preußen durch [4] geregelt.

Literatur: [1] Die beim Art. Geodäsie unter [4]—[11] genannten Lehrbücher der Vermessungskunde. — [2] Gauß, F. G., Teilung der Grundstücke, 4. Aufl., Berlin 1904. — [3] Zimmermann, L., Tafeln für die Teilung der Dreiecke, Vierecke und Polygone, Koblenz 1894; Derf., Logarithmisch-graphische Tafeln für die Teilung von Grundstücken in 2—10 gleiche Teile, Koblenz. — [4] Anweisungen für Spezialkommissare und Vermessungsbeamte der verschiedenen preußischen Generalkommissionen. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Teilungsfehler, s. Längenmaße und Theodolit.

Teilungsweichen, die Weichen der Bahnhöfe eingleisiger Bahnen, durch welche das zweite Hauptgleis (Güterzugs-, Ueberholungs- oder Kreuzungsgleis) vom durchgehenden Gleis abzweigt. *H. Kübler.*

Tekton, künstliche Baukörper, derart zusammengesetzt, daß Holz nach seiner Längsfaser in eine (von dem Erfinder Hengerer-Stuttgart bis jetzt geheimgehaltene) Masse, die ähnlich abbindet wie Beton, untrennbar fest eingebunden wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Maſſe hat denſelben Dehnungskoeffizienten wie Holz und ſoll die Druckſpannungen, das Holz die Zugſpannungen aufnehmen. Tekton iſt bearbeitungsfähig wie Holz, modellierfähig, nagelbar; das Abbinden der alle Arten von Farben aufnehmenden Maſſe erfolgt in einem Tage ſo weit, daß der erzeugte Baukörper ohne Unterlagen transportabel wird. Näheres durch die Württembergiſchen Tektonwerke, Stuttgart-Cannſtatt.

Tektonik, die Kunſt des Zuſammenfügens ſtarrer, ſtabförmiger Teile zu einem in ſich unverrückbaren Syſtem; im weiteren Sinne das ganze architektoniſche Gerüſte eines Bauwerkes, im engeren die Zimmerei und Tiſchlerei mit der Bearbeitung des Holzes, namentlich das Rahmenwerk mit Füllung, das Geſchränke, das Stützwerk, Geſtelle [1] und ein großer Teil des Hausrats.

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Bd. 2, München 1863. — [2] Bötticher, K., Die Tektonik der Hellenen, 2. Aufl., Berlin 1881. *Weinbrenner.*

Telegraph (Fernſchreiber), Vorrichtung zur Nachrichtenbeförderung, welche den an einem Orte zum ſinnlichen Ausdruck gebrachten Gedanken an einem entfernten Orte wahrnehmbar wieder erzeugt, ohne daß der Transport eines Gegenſtandes mit der Nachricht ſtattfindet. Je nachdem als Betriebskraft, welche die zum Ausdruck der Nachricht dienenden Zeichen in die Ferne befördert, der Schall, das Licht oder die Elektrizität benutzt wird, unterſcheidet man akuſtiſche (Glocken, Sprachröhren, Dampfſirenen, Dampfpfeifen), optiſche (Semaphore, ſ. d.) und elektriſche Telegraphen. Letztere werden im nachfolgenden nur ſo weit behandelt, als ſie dem allgemeinen Verkehr dienen. Alarmvorrichtungen, Haustelegraphen, Kriegstelegraphen, Signaleinrichtungen der Eiſenbahnen u. ſ. w. ſind unter dieſen Stichworten nachzuſehen. Man unterſcheidet heute zwiſchen Drahttelegraphie und drahtloſer Telegraphie. Letztere, die man auch Funken-, Radio-, Wellentelegraphie oder drahtloſe Telegraphie mittels elektromagnetiſcher Wellen nennt, beſteht wenig mehr als ein Dezennium.

A. Drahttelegraphie.

Zu einem Drahttelegraphen gehören: 1. eine Elektrizitätsquelle, die den elektriſchen Strom, d. h. die Betriebskraft liefert; 2. der Geber, mittels deſſen die Zeichen von dem Sendeorte nach dem Empfangsorte durch Schließen oder Unterbrechen des Stromes übermittelt werden; 3. der Empfangsapparat, welcher die von der Sendeſtation abgeſchickten Zeichen auf der Empfangsſtation ſinnlich wahrnehmbar macht; 4. die Verbindungsleitung zwiſchen dem Sender und dem Empfänger. Sie iſt entweder einfach und an beiden Enden durch die Apparate hindurch zur Erde geführt, oder doppelt, aus Hin- und Rückleitung beſtehend.

Zur Hervorbringung der telegraphiſchen Zeichen am Beſtimmungsorte werden bei den heute gebräuchlichen Telegraphen meiſt nur elektromagnetiſche, vereinzelt auch chemiſche Wirkungen des Stromes benutzt. Dementſprechend enthält jeder Empfangsapparat als weſentlichen Teil entweder einen Elektromagnet, oder eine Magnetnadel in einem Multiplikatorrahmen, oder eine drehbare Drahtſpule in einem magnetiſchen Felde, oder einen chemiſch präparierten Papierſtreifen, der ſich an den vom Strome durchfloſſenen Stellen färbt. Die Empfangsapparate liefern entweder bleibende Zeichen (Schreib- oder Drucktelegraphen) oder vergängliche Zeichen (Sprechtelegraphen). Geſchichtliches zur Drahttelegraphie ſ. [1] und [2].

I. Die Betriebskraft [1].

Die Kraft, mit deren Hilfe die Zeichen im Empfangsapparat erzeugt werden, liefert der elektriſche Strom. Zum Betriebe der Telegraphen genügen Ströme von geringer Stärke, meiſt 12—15 Milliampère. Als Stromquellen dienen faſt ausſchließlich Batterien von galvaniſchen Primär- oder Sekundärelementen. — Vgl. Galvanismus und Akkumulatoren.

a) Primärelemente für Telegraphie.

1. Das Daniell-Element: Zink in verdünnter Schwefelſäure und Kupfer in einer geſättigten Löſung von Kupferſulfat. Beide Flüſſigkeiten ſind durch einen Tonbecher voneinander getrennt, aber durch die Poren des Bechers hindurch in Berührung.

2. Das Meidinger-Element: Vereinfachung des Daniell-Elements (ohne Tonzelle).

3. Das Kupferelement der deutſchen Reichstelegraphie (Fig. 1) hat ſich aus 1. und 2. entwickelt. Ein Zinkring hängt an drei Armen mit angegoſſenen Naſen am oberen Rande eines Standglaſes. Auf dem Boden des Batterieglaſes liegt eine runde, an der Unterſeite etwas eingewölbte Bleiplatte, in deren Mitte ſich ein ſtarker Bleidraht ſenkrecht bis über

das Glas empor erhebt. Auf dem Bleidraht ſitzt eine Polklemme, den andern Pol bildet ein in einen Arm des Zinkringes eingegoſſener Kupferdraht. Das Glasgefäß wird mit einer Löſung von Zinkſulfat in weichem Waſſer bis 4 mm unter dem oberen Rande des Zinkringes gefüllt; darauf werden etwa 70 g Kupfervitriol in nußgroßen Stücken hineingeworfen. Sobald ſich am Boden eine blaue Löſung von Kupferſulfat gebildet hat, iſt das Element gebrauchsfähig. Die Bleiplatte überzieht ſich bei Stromdurchgang bald mit ausgeſchiedenem Kupfer und wirkt dann wie eine Kupferplatte. Um das Anſetzen von Zinkſulfatkriſtallen am oberen Glasrand und an der Polklemme des Bleidrahtes zu verhindern, erhalten der obere Rand des Glaſes und der Bleidraht unterhalb der Polklemme einen Anſtrich von weißer Oelfarbe. Kupferelemente in der vorbeſchriebenen oder ähnlichen Ausführung bilden heute die hauptſächlichſten Stromquellen für Telegraphenzwecke.

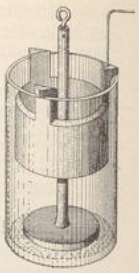


Fig. 1.

4. Das Callaud-Element unterſcheidet ſich vom deutſchen Kupferelement nur durch die abweichende Geſtalt der Elektroden und findet hauptſächlich in Frankreich und in der Schweiz Verwendung.

5. Das Grove-Element enthält einen Zinkzylinder in verdünnter Schwefelſäure und innerhalb desſelben, in einer mit Salpeterſäure gefüllten Tonzelle, ein dünnes S-förmig gebogenes Platinblech.

6. Das Bunſen-Element iſt ein Grove-Element, bei dem die Platinelektrode durch ein Prisma aus harter Retortenkohle erſetzt iſt.

7. Das Chromſäureelement iſt ein Bunſen-Element, in welchem Chromſäure als Depolariſator wirkt und die Tonzelle weggelaſſen iſt.

8. Das in der engliſchen Telegraphenverwaltung benutzte Fuller-Element enthält in einem zylindriſchen Standgefäß aus glaſiertem Steingut einen am Boden mit Queckſilber bedeckten Tonbecher und in dieſem einen amalgamierten Zinkkolben. Außerhalb des Bechers ſteht die Kohlenplatte mit einem auf das obere Ende gepreßten Bleiſtück mit Polklemme. Der Becher iſt mit verdünnter Schwefelſäure, der äußere Raum mit einem Gemiſch von Schwefelſäure und Kaliumbichromat gefüllt.

9. Das Lalande-Element enthält Zink in Kali- oder Natronlauge, und als poſitive Elektrode einen Eiſenblechzylinder gefüllt mit Kupferoxyd als Depolariſator. In der Form von Wedekind beſteht das Element aus einem Eiſengefäß, mit deſſen Innenwänden die Kupferoxydmaſſe feſt verbunden iſt. Iſt ſämtliches Kupferoxyd zu Kupfer umgewandelt, ſo wird das entleerte Gefäß mehrere Stunden lang bei Luftzutritt erhitzt, wobei ſich das Kupfer wieder oxydiert.

b) Sammlerelemente für Telegraphie.

Sammlerelemente kommen in der Regel bei größeren Telegraphenanſtalten zur Verwendung. Sie bilden eine Stromquelle von ſehr gleichmäßiger Spannung und eignen ſich wegen ihres äußerſt geringen inneren Widerſtandes von 0,05 Ohm für die Zelle beſonders als gemeinſchaftliche Batterie für eine beliebige Anzahl von Telegraphenleitungen. Zu dem Vorteil der Raumerſparnis, den die Verwendung einer gemeinſamen Sammlerbatterie darbietet, tritt beim Betriebe von Kabelleitungen der weitere Nutzen einer merklichen Betriebsverbeſſerung dadurch, daß der Sammlerſtrom die Ladung des Kabels beſchleunigt und deshalb eine größere Telegraphiergeſchwindigkeit und ein beſſeres Arbeiten ermöglicht. Den Telegraphenſammlern gibt man gewöhnlich eine Kapazität von etwa 14 Ampèreſtunden. Zur Ladung derſelben dienen bei geringem Strombedarf Batterien aus Kupferelementen; bei größerem Energiebedarf erfolgt die Ladung aus dem Netz einer Starkſtromanlage, nötigenfalls unter entſprechender Umformung des Starkſtroms. Steht Gleichſtrom von 110 Volt Spannung zur Verfügung, ſo kann dieſer ohne Umformung zum Laden dienen.

Der vielfach gebräuchliche Hagener Sammler der Akkumulatorenfabrik A.-G. in Berlin (Fig. 2) enthält zwei negative Gitterplatten und eine poſitive Großoberflächenplatte. Die Platten werden durch Glasanſätze auseinandergehalten, die von der Mitte der Schmalſeiten des Glasgefäßes aus nach unten weiter ausladen. An der unteren Verengungsſtelle des Gefäßes ruhen die Platten mit kleinen ſeitlichen Anſätzen in den Glaswänden. Der gläſerne Verſchlußdeckel hat an der unteren Fläche zwei mit je drei Einſchnitten verſehene Anſätze, welche die Platten im oberen Teile voneinander getrennt halten. Die negativen Platten ſind durch einen Bleiſteg verbunden. Auf dieſem und auf der poſitiven Platte ſtehen zwei Polanſätze, die aufgelötete Meſſingſchrauben mit Flügelmuttern als Polklemmen tragen. Zum Schutze gegen die ſchädlichen Einwirkungen der Schwefelſäure

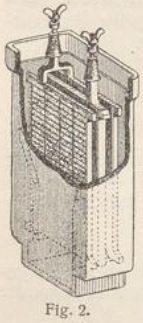


Fig. 2.

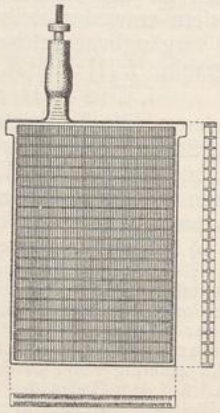


Fig. 3.

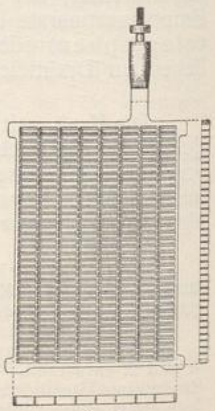


Fig. 4.

ſind die Polanſätze unterhalb der Schrauben mit kleinen ringförmigen Oelbehältern umgeben; das in dieſe zu gießende Oel umgibt die Stelle, an welcher Bleiſtab und Meſſingſchraube miteinander verlötet ſind. Die Zellen werden mit verdünnter Schwefelſäure von ſpezifiſchem Gewicht 1,18 (22,5° Baumé) bis 5 mm über die Plattenoberkante gefüllt. Um der maſſiven poſitiven Platte eine große Oberfläche zu geben, ſind in jede Plattenſeite viele ſenkrechte Furchen (Fig. 3) eingeſchnitten. Die ſo gebildeten Rippen bekommen einen Halt durch die in Abſtänden von 1 cm verlaufenden wagerechten Querſtege. Die negativen Platten (Fig. 4) haben nur ein einfaches Gitter, das mit ſchwammigem Blei gefüllt iſt. Die Zelle beſitzt eine Kapazität von 13,5 Ampèreſtunden, die Ladeſtromſtärke darf bis 2,5 Ampère ſteigen.

Der von den Akkumulatoren- und Elektrizitätswerken A.-G. vorm. Böſe & Cie. in Berlin hergeſtellte Telegraphenſammler hat eine poſitive Großoberflächenplatte, die nach dem Plantéverfahren geformt wird und eine negative Gitterplatte nach Correns, aus zwei Bleigittern gebildet, die um die halbe Breite der quadratiſchen Oeffnungen verſchoben ſind. In den ſich nach außen verengenden Gitteröffnungen befindet ſich Bleiſchwamm.

Der zum Laden der Sammler erforderliche Strom wird einer Kupferbatterie, meiſt aber einer Starkſtromquelle entnommen. Man verbindet den poſitiven Sammlerpol mit dem poſitiven Pol der Ladequelle und den negativen Sammlerpol mit dem negativen der Stromquelle. Beim Anlegen der Ladeſtromquelle ſteigt die Klemmenſpannung der Sammler ſchnell auf 2,1 Volt, nimmt dann langſam, ſpäter etwas raſcher zu und nähert ſich ſchließlich einem konſtanten Wert. Die Ladung iſt beendet, wenn an allen Platten gleichzeitig eine gleichmäßige, kräftige Gasentwicklung ſtattfindet. Dabei beträgt die Spannung der Sammler 2,3 Volt, wenn mit dem ſchwachen Strom von Kupferelementen geladen wird, dagegen etwa 2,6 Volt beim Laden mit Starkſtrom. Nach Beendigung der Ladung ſinkt die Spannung bald auf 2,1 Volt und bleibt hierauf ſtehen, wenn der Sammler nicht benutzt wird. Beim Laden mit Starkſtrom iſt ſtets eine Nachladung mit der Hälfte des Ladeſtroms erforderlich, weil der Starkſtrom die wirkſame Maſſe an der Oberfläche bald in Bleiſuperoxyd bezw. Bleiſchwamm umwandelt und dadurch das Eindringen in tiefere Schichten erſchwert. Beim Laden der Sammler wird Schwefelſäure frei; die Säuredichte muß beim Schluß der Ladung den für die betreffende Sammlertype vorgeſchriebenen Wert beſitzen. Bei Ladung einer Sammlerbatterie durch Kupferelemente muß die Ladebatterie derart bemeſſen ſein, daß ſie mit ihrer Spannung die der Sammlerbatterie von durchſchnittlich 2,2 Volt für die Zelle überwindet und den Sammlern bei dauerndem Laden einen etwas ſtärkeren Strom zuführt, als ſie im Betriebe abzugeben haben. Für jede Morſe-Leitung mit Arbeitsſtrom ſind zu rechnen 0,0023 Ampère, mit Ruheſtrom bei hintereinandergeſchalteten Elektromagnetrollen 0,017 Ampère, bei nebeneinandergeſchalteten Rollen 0,030 Ampère, für jede Hughes-Typendruckleitung 0,020 Ampère.

Wenn z. B. die am ſtärkſten belaſtete Gruppe einer Batterie von 40 Zellen einen Ladeſtrom von 0,022 Ampère braucht und der äußere Widerſtand (Strommeſſer u. ſ. w.) 50 Ohm beträgt, ſo muß die Ladebatterie aus $x = 2{,}2 \cdot 40 + 0{,}022 \cdot 50 : 1 - 4 \cdot 0{,}022 = 98$ oder rund 100 Elementen in einer Reihe beſtehen; es ſind alſo mindeſtens 2,5 Elemente für 1 Sammlerzelle zu verwenden.

Bei Ladung einer Sammlerbatterie durch Starkſtrom iſt die günſtigſte Ladeſpannung 30 Volt, da dieſe Spannung beim Laden der Sammler in Gruppen von 10 Zellen gerade ausgenutzt wird. Da das Starkſtromnetz zumeiſt eine höhere Spannung hat oder Wechſelſtrom und Drehſtrom führt, ſo muß der Netzſtrom in der Sammlerladeſtelle zunächſt in Gleichſtrom von 30 Volt Spannung umgeformt werden. Hierzu wird ein Umformer in Geſtalt eines mit einer Dynamomaſchine gekuppelten Elektromotors benutzt.

Entladung der Sammler. — Im Betriebe ſinkt die Spannung jeder Zelle langſam bis auf etwa 1,85 Volt; dann fällt die Spannung, falls die Entladung fortgeſetzt wird, ſchnell auf einen ſehr tiefen Wert. Eine zu weitgehende Entladung verdirbt die Platten. Als untere Spannungsgrenze gilt für Sammler, die aus Kupferelementen geladen werden 1,95 Volt, für Sammler, die mit Starkſtrom geladen werden, bei ſchwacher Benutzung 1,95 Volt, bei mittlerer Benutzung 1,90 Volt, und bei ſehr ſtarker Benutzung, wenn die Entladedauer nur 1 Tag beträgt, 1,85 Volt.

c) Die Batterieſchaltung.

Werden n Elemente in der Weiſe zu einer Batterie zuſammengeſchaltet, daß immer der poſitive Pol eines Elements mit dem negativen des nächſten Elements verbunden wird, ſo ſind die Elemente hintereinander oder in Reihe geſchaltet. Die elektromotoriſche Kraft einer ſolchen Batterie iſt die $n$fache eines Elements, der Batteriewiderſtand hat ebenfalls den $n$fachen Wert. Nach dem Ohmſchen Geſetz iſt alſo die Stromſtärke $i = \frac{n \cdot e}{n \cdot b + r} = \frac{e}{b + r/n}$, worin e die elektromotoriſche Kraft eines Elements, b der Widerſtand eines Elements oder der innere Widerſtand und r der Widerſtand des Schließungsbogens oder der äußere Widerſtand iſt. Wird die Batterie kurz geſchloſſen, d. h. der äußere Widerſtand $= 0$ gemacht, ſo iſt $i = e/b$; die Batterie liefert alſo dieſelbe Stromſtärke wie ein Element, denn mit der elektromotoriſchen Kraft hat in gleichem Verhältniſſe der Widerſtand zugenommen.

Nebeneinander oder parallel geſchaltet ſind die n Elemente, wenn alle poſitiven Pole unter ſich und alle negativen Pole unter ſich verbunden ſind, ſo daß die Batterie wie ein Element von $n$facher Plattenoberfläche wirkt. In dieſem Falle iſt die elektromotoriſche Kraft der Batterie $= e$ und ihr Widerſtand $= b/n$ und folglich die Stromſtärke $i = \frac{e}{b/n + r}$. Wird eine ſolche Batterie kurz geſchloſſen, ſo iſt $i = ne/b$, d. h. ſie liefert den $n$fachen Strom von einem Element. Aus dieſen Formeln ergibt ſich, daß die Hintereinanderſchaltung der Elemente

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorteilhafter ist bei großem äußeren Widerstande, der dann gleichsam verringert wird (r/n). Ist dagegen der äußere Widerstand klein, so empfiehlt es sich, auch den Batteriewiderstand möglichst klein zu machen; hierzu dient die Parallelschaltung der Elemente (b/n). Hat man n Elemente in n/h parallelen Reihen von je h hintereinander geschalteten Elementen, so erhält man den Maximalstrom dann, wenn sie so geschaltet werden, daß $bh^2/n = r$, d. h. der innere Widerstand der Elemente gleich dem äußeren Widerstande r ist.

Gemeinschaftliche Batterien. — Aus einer Elektrizitätsquelle, deren innerer Widerstand im Verhältnis zum äußeren Widerstand, d. h. dem Widerstande der Leitung und Apparate, verschwindend klein ist, kann man beliebig viele Telegraphenleitungen gleichzeitig speisen, ohne daß die Stromstärke in der einzelnen Leitung durch die Stromteilung beeinträchtigt wird. Ist an eine derartige Batterie nur eine Leitung vom Widerstande r angelegt, so erhält sie den Strom $J = e/r$. Beim Anlegen von n Leitungen mit gleichem Widerstande wird $J = ne/r$, also n mal so groß, und die einzelne Leitung erhält davon den $n$ten Teil.

Der Bedingung, daß der innere Widerstand verschwindend gering sei, genügen im Telegraphenbetriebe die Sammlerbatterien; an eine gemeinsame Sammlerbatterie können also beliebig viele Leitungen angelegt werden. Besteht dagegen eine für mehrere Leitungen gemeinsame Batterie aus Primärelementen, deren Widerstand nicht vernachlässigt werden kann, so ändert sich die Stromstärke in der einzelnen Leitung mit der Anzahl der gleichzeitig geschlossenen Leitungen. Je mehr Leitungen gleichzeitig Strom erhalten, um so weniger Strom entfällt auf jede einzelne. Wird vorausgesetzt, daß die Leitungen alle gleichen Widerstand r haben, und bezeichnen wir den inneren Widerstand der Batterie wieder mit b und den in jeder einzelnen Leitung fließenden Strom mit i_1, so ist beim Anlegen nur einer Leitung $J = i_1 = \frac{e}{b+r}$, beim Anlegen einer zweiten Leitung $J = \frac{e}{b+r/2} = \frac{2e}{2b+r}$, also $i_1 = \frac{e}{2b+r}$, da auf jede Leitung die Hälfte von J entfällt. Ferner ist beim Anlegen einer dritten Leitung $J = \frac{e}{b+r/3} = \frac{3e}{3b+r}$, also $i_1 = \frac{e}{3b+r}$, da jetzt auf jede Leitung ein Drittel von J entfällt, u. s. w.

Beim Telegraphenbetriebe mit Morse- oder Klopferapparaten wird auf je 70 Ohm Leitungswiderstand 1 Kupferelement mit 5 Ohm Widerstand gerechnet. Die Stromstärke in einer Leitung soll demnach $1 : 5 + 70 = 0{,}013$ Ampère oder 13 Milliampère betragen. Nehmen wir nun eine Leitung von 4000 Ohm Widerstand an, so ist eine Batterie von $4000 : 70 =$ rund 60 Kupferelementen erforderlich. Die Leitung erhält dann einen Strom $i_1 = 60 : 5 \cdot 60 + 4000 = 13{,}9$ Milliampère. Wird eine zweite gleiche Leitung angelegt, so ist $i_1 = 60 : 2 \cdot 300 + 4000 = 13{,}0$ Milliampère. Wird eine dritte gleiche Leitung angelegt, so ist $i_1 = 60 : 3 \cdot 300 + 4000 = 12{,}2$ Milliampère. Kommt noch eine vierte Leitung hinzu, so wird $i_1 = 11{,}5$ und beim Hinzutreten einer fünften Leitung $i_1 = 10{,}9$ Milliampère. Wieviel Leitungen aus einer gemeinsamen Batterie gespeist werden können, hängt von der Empfindlichkeit der Empfangsapparate ab, d. h. von der niedrigsten Stromstärke, auf welche die Apparate noch sicher ansprechen. Meist können bis zu fünf Morse- oder Klopferleitungen und bis zu drei Hughes-Typendruckerleitungen an eine gemeinschaftliche Kupferbatterie gelegt werden. Haben die Leitungen nicht gleichen Widerstand, so kann man entweder ihre Widerstände durch Zuschalten von künstlichen Widerständen gleichmachen, oder man zweigt von der ganzen Batterie für die Leitungen mit geringerem Widerstande eine entsprechende Zahl von Elementen ab; z. B. würde für eine Leitung von 2000 Ohm Widerstand die Batteriezuführung an das 30. Element der Batterie zu legen sein.

Ein Telegraphenamt erhält in der Regel eine positive und eine negative Telegraphenbatterie. Die erforderlichen Spannungsstufen werden durch Abzweigungen gewonnen, indem man bei Primärelementen an das 10., 20., 30., 40., 60. u. s. w. Element, bei Sammlern an die 5., 10., 15., 20. und 30. Zelle Zuführungsleitungen aus gut isoliertem Kupferdraht anlegt und dadurch Spannungen von 10, 20, 30, 40, 60 u. s. w. Volt erhält. Nach der Stromstärke, mit der eine Zuleitung belastet werden soll, muß sich ihr Querschnitt richten. Eine Drahtstärke von 1 mm genügt für einen Strom bis zu 4 Ampère, Drähte von 1,4, 2,3 und 4,5 mm für Ströme bis zu 10, 20 und 60 Ampère.

d) Stromverlauf in Telegraphenleitungen.

Zur Betätigung eines telegraphischen Empfangsapparates ist eine bestimmte Stromstärke erforderlich. Die Stromquelle des gebenden Amtes I muß so bemessen sein, daß sie diese Stromstärke auf dem empfangenden Amte II schnell und sicher hervorzubringen vermag. Die ankommende Stromstärke hängt nicht bloß von der Batteriespannung und dem Widerstande des Stromkreises ab, sondern wesentlich auch von den Ableitungen, der Selbstinduktion und der Ladungsfähigkeit des Stromkreises, von letzteren beiden Faktoren jedoch nur während des veränderlichen Zustandes, d. h. während der Dauer des Ansteigens und Abfallens der Stromstärke.

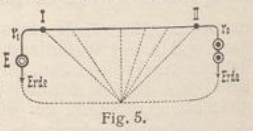


Fig. 5.

Einfluß der Ableitungen bei Arbeitsstrombetrieb. Die telegraphischen Zeichen im Amte II werden durch Stromsendung vom Amte I aus erzeugt. Da eine Telegraphenleitung niemals vollkommen gegen die Erde isoliert ist, vielmehr an den Stützpunkten über die Isolatoren hinweg, oder bei Kabeln durch die Isolierhülle hindurch stets ein Stromverlust stattfindet, so ist der beim Amte II ankommende Strom J_2, auch nachdem er seinen konstanten Wert erreicht hat, immer schwächer als der von I abgehende Strom J_1. Das Maß der Schwächung hängt von dem Isolationszustande der Leitung ab, der, abgesehen von Isolationsfehlern, bei Luftleitungen vorwiegend durch die Witterung, bei Kabelleitungen aber durch die Temperatur verändert wird. Die Stärke des ankommenden Stromes läßt sich durch unmittelbare Strom-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſung und durch Widerſtandsmeſſungen beſtimmen. Bezeichnet I — II (Fig. 5) eine Leitung mit ungleichmäßig verteilten Ableitungen verſchiedener Größe, an welche im Amt I eine Batterie mit der elektromotoriſchen Kraft E und im Amte II ein Empfangsapparat angelegt iſt, und wird der geſamte Widerſtand vom Punkte I durch die Batterie hindurch bis zur Erde mit r_1, der Widerſtand vom Punkte II bis zur Erde mit r_2 bezeichnet, ſo iſt: $J_2 : J_1 = \sqrt{W_2\,(W_1 - R_1)} : (W_2 + r_2)$. Wenn die Batterie E aus dem Amte I nach dem Amte II verlegt wird, ohne daß die Widerſtände r_1 und r_2 eine Aenderung erfahren, ſo iſt entſprechenderweiſe das Verhältnis des in I ankommenden Stromes J'_1 zu dem in II abgehenden Stromes J'_2: $J'_1 : J'_2 = \sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)} : (W_1 + r_1)$. In dieſen Formeln bedeutet noch R_1 der von I aus gemeſſene und R_2 der von II aus gemeſſene Leitungswiderſtand, ferner W_1 der von I aus und W_2 der von II aus gemeſſene Iſolationswiderſtand. Mißt man auf beiden Aemtern denſelben Leitungs- und denſelben Iſolationswiderſtand und haben beide Aemter ſelbſt gleichen Widerſtand $r_1 = r_2 = s$, ſo ergibt ſich als Verhältnis der Ströme: $J_2 : J_1 = J'_1 : J'_2 = \sqrt{1 - R/W} : (1 + s/W)$. Weichen dagegen die Meßergebniſſe beider Aemter voneinander ab, ſo muß, wenn wiederum $r_1 = r_2$ iſt, auf demjenigen Amte der ankommende Strom im Verhältnis zum abgehenden des fernen Amtes größer ſein, welches den kleineren Iſolationswiderſtand mißt, alſo die Leitung ſchlechter iſoliert findet. Denn iſt $W_2 < W_1$, ſo iſt auch $J_2 : J_1 > J'_1 : J'_2$. Das Verhältnis des ankommenden Stromes zum eigenen abgehenden Strom iſt auf dem Amte größer, bei welchem der größere Iſolationswiderſtand gemeſſen wird.

Einfluß der Ableitungen bei Ruheſtrombetrieb. — Die Betriebsbatterie iſt auf die Aemter I und II verteilt; das Telegraphieren erfolgt durch Unterbrechung des Stromkreiſes. Der im Ruhezuſtand vorhandene Strom J_1 ſetzt ſich aus dem abgehenden Strom der eigenen Batterie und dem ankommenden Strom der fernen Batterie zuſammen. Bei Unterbrechung des Stromkreiſes im Amt II ſinkt die Stromſtärke daſelbſt auf Null, im Amt I dagegen auf den Wert i_1 des Iſolationsſtromes. Die Differenz $J_1 - i_1$ iſt die nutzbare Stromſtärke, die in Wechſelwirkung mit der Abreißfeder des Morſeapparats die Zeichen hervorbringt; ſie hat den Wert:

$$J_1 - i_1 = 1/2\,E \cdot \frac{W_1\,(W_2 - R_2 + \sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)}) + r_1\,\sqrt{W_1\,(W_2 - R_2)}}{(W_1 + r_1)\,[R_1\,W_2 + (W_1 + W_2)\,r_1 + r_1^2]}.$$

Bei gleichmäßiger Leitungsiſolation iſt wiederum $W_1 = W_2$ und $R_1 = R_2$; dann geht unter der Vorausſetzung, daß auf den Aemtern kein Widerſtand eingeſchaltet iſt, die Formel für die nutzbare Stromſtärke über in $J_1 - i_1 = 1/2\,E \cdot W - R + \sqrt{W\,(W - R)} : R\,W$.

Einfluß der Selbſtinduktion. — Die Selbſtinduktion wirkt beim Telegraphieren als Hemmnis, indem ſie ſowohl das Anſteigen wie das Abfallen des Stromes verzögert. Sie kann bei Kabeln gegenüber deren Ladefähigkeit vernachläſſigt werden und iſt auch bei oberirdiſchen Leitungen nur gering, beträchtlich dagegen in den Elektromagneten der Empfangsapparate. Der Selbſtinduktionskoeffizient beträgt z. B. nach Strecker [2]

für 1 km Kupfer oder Bronzedraht	0,003	Henry (f. d.)
„ 1 „ Eiſendraht	0,016	„
„ den Elektromagnet eines Morſeapparats	13—18	„
„ „ „ „ Hughesapparats	26—29	„

Einfluß der Ladungsfähigkeit. — Jede Telegraphenleitung hat eine beſtimmte Ladefähigkeit oder Kapazität C, die ihrer Länge l proportional iſt. Sie beträgt für eine im Abſtande h über dem Erdboden geführte blanke Leitung von der Drahtſtärke d: $C = \frac{l \cdot k}{2 \cdot \log\,\mathrm{nat}\,4\,h/d}$ und für ein einadriges Kabel, deſſen Leiterquerſchnitt den Radius r und deſſen Iſolierhülle die Dicke $R - r$ hat: $C = \frac{l \cdot k}{2 \cdot \log n\,R/r}$. In dieſen Formeln bedeutet k die Konſtante des Dielektrikums, die für Luft $= 1$, für Guttapercha $= 4{,}2$ und für Kautſchuk $= 2$ zu ſetzen iſt. Die Kapazität beträgt für 1 km bei 6—8 m hoch über dem Erdboden geführten blanken Leitungen bis 0,01 Mikrofarad und bei Telegraphenkabeln etwa 0,28 Mikrofarad.

Verbindet man eine Leitung mit einer Stromquelle, ſo wird ſie von dem in ſie hineinfließenden Strom zunächſt elektroſtatiſch geladen. Die hierzu hergegebene Elektrizitätsmenge bewirkt eine Schwächung des weiterfließenden Stromes und demnach ein verzögertes Anſteigen des Stromes beim fernen Amte. Beim gebenden Amte wirkt die Ladefähigkeit der Leitung im umgekehrten Sinne; ſie veranlaßt im erſten Augenblicke das Entſtehen eines ſtärkeren Stromes, als er dem Ohmſchen Geſetze entſpricht. Sobald die Stromgebung unterbrochen wird, fließt die Ladung der Leitung nach beiden Aemtern zur Erde ab. Die Richtung dieſes Entladungsſtromes iſt beim empfangenden Amte jener des urſprünglichen Stromes gleich, beim gebenden ihr entgegengeſetzt. Beim gebenden Amte fließt der Entladungsſtrom durch den in der Regel am Ruhekontakte der Taſte liegenden Empfänger und bringt ihn unter Umſtänden zum Anſprechen. Dieſe Erſcheinung bezeichnet man als „Rückſchlag“.

II. Die Telegraphenapparate.

Wir unterſcheiden im folgenden 1. Schreibtelegraphen, 2. Drucktelegraphen, 3. Sprechtelegraphen, 4. Maſchinentelegraphen, 5. Mehrfachtelegraphen und 6. Telautographen.

1. **Schreibtelegraphen** [1]. Sie liefern meiſt Schriftzeichen in vereinbarter Schrift, doch ſind auch Buchſtabenſchreibtelegraphen und Telegraphen zur formgetreuen Nachbildung des Originals — Kopiertelegraphen oder Telautographen (vgl. unter 6.) — konſtruiert worden. Im

Betriebe haben ſich dauernd nur die Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift erhalten. Die wichtigſten Schreibtelegraphen ſind: a) der Morſeſchreiber; b) der Heberſchreiber; c) der Undulator; d) der Kapillartelegraph. Eine Zeitlang hat auch der Eſtiennefchreiber, ein polariſierter Apparat, der aufrechtſtehende Morſeſchrift liefert, eine praktiſche Bedeutung erlangt. Das automatiſche Telegraphenſyſtem von Wheatſtone ſowie der Schnelltelegraph von Delany und der Schnelltelegraph von Pollak und Virag gehören ebenfalls zu den Schreibtelegraphen; ſie kommen unter 4. (Maſchinentelegraphen) zur Beſprechung.

a) Der Morſeſchreiber.

Dieſer Apparat liefert eine Schrift aus Punkten und Strichen, die in der Weiſe erzeugt werden, daß eine ſtets mit Farbe benetzte Scheibe mittels eines Hebels längere oder kürzere Zeit gegen einen oberhalb der Scheibe ſich gleichmäßig fortbewegenden Papierſtreifen gedrückt wird. Die Bewegung des Hebels erfolgt durch die Wechſelwirkung eines Elektromagnets und einer Spiralfeder. Während der Elektromagnet unter dem Einfluß eines galvaniſchen Stromes den an dem einen Hebelarm angebrachten Eiſenanker anzieht, ſorgt die Spiralfeder nach dem Aufhören des Stromes für das Losſchnellen des Eiſenankers von dem Elektromagnete. Durch den internationalen Telegraphenvertrag iſt folgende Morſeſchrift allgemein eingeführt worden:

Buchſtaben:

a ·—	h ····	o ———	v ···—	ch ————
b —···	i ··	p ·——·	w·——	ä ·—·—
c —·—·	j ·———	q ——·—	x —··—	ö ———.
d —··	k —·—	r ·—·	y —·——	ü ··——
e ·	l ·—··	s ···	z ——··	é ··—··
f ··—·	m ——	t —	à oder å ·——·—	
g ——·	n —·	u ··—	ñ ——·——	

Ziffern:

1 ·————	3 ···——	5 ·····	7 ——···	9 ————·.
2 ··———	4 ····—	6 —····	8 ———··	0 —————

Bruchſtrich ———————

Bei der amtlichen Vergleichung ſowie bei Abgabe der Nummer, Wortzahl und Aufgabezeit ſind die Ziffern (ausgenommen 4, 5, 6) in der Weiſe abzukürzen, daß nur ein Strich (beim Bruchſtrich zwei) gegeben wird.

Unterſcheidungs- und andre Zeichen:

Punkt ·····	Klammer —·——·— Anführungszeichen ·—··—·
Semikolon —·—·—·	Doppelſtrich zur Trennung (nach Kopf, Aufſchrift und Text) = —···—
Komma ·—·—·—	Anruf (vor Beginn eines Telegramms) —·—·—
Doppelpunkt ———···	Verſtanden ···—·
Fragezeichen ··———··	Irrung ·····
Ausrufungszeichen ——··——	Schluß der Uebermittlung ·—·—·
Apoſtroph ·————·.	Aufforderung zum Geben —·— Warten ·—···
Bindeſtrich —····—	Beendete Aufnahme (Quittung) ·—·—·—·.

Ein Strich iſt gleich drei Punkten, der Raum zwiſchen den Zeichen eines Buchſtabens gleich einem Punkt, zwiſchen zwei Buchſtaben gleich drei Punkten, zwiſchen zwei Wörtern gleich fünf Punkten.

Bei Arbeitsſtrombetrieb werden die Schriftzeichen durch Schließen des Stromkreiſes mittels einer Taſte, d. h. durch Einſchalten der Telegraphierbatterie in die Telegraphenleitung hervorgebracht. Es iſt alſo nur beim Arbeiten Strom in der Leitung. Jedes Amt einer Leitung braucht eine Batterie.

Bei Ruheſtrombetrieb werden die Zeichen durch Unterbrechung des Stromkreiſes, in welchem die Telegraphierbatterie dauernd eingeſchaltet iſt, mit einer Taſte hervorgebracht. Es iſt alſo auch bei ruhender Korreſpondenz Strom in der Leitung. Nicht jedes Amt braucht mit einer Batterie ausgerüſtet zu ſein.

Zu einem vollſtändigen Morſeſyſtem gehören: die Taſte als Geber, der Schreibapparat als Empfänger, das Galvanoſkop als Stromanzeiger und der Blitzableiter als Schutzmittel für die Beamten und Apparate gegen die Entladungen atmoſphäriſcher Elektrizität. Dazu kommen noch nach Erfordernis: Umſchalter zur leichten und ſicheren Umänderung der Stromwege im Amte, künſtliche Widerſtände zur Erhöhung des Leitungswiderſtandes eines Stromkreiſes für beſondere Zwecke, Relais als ſelbſttätige Taſten zum Schließen eines neuen Stromkreiſes, wenn die Leitungen ſo lang ſind, daß der urſprüngliche Strom die Schreibapparate nicht mehr ſicher in Tätigkeit zu ſetzen vermag.

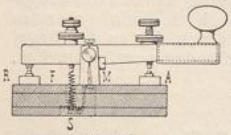


Fig. 6.

Die Taſte (Fig. 6). Auf einem hölzernen Grundbrett ſind parallel zueinander drei Meſſingſchienen *A*, *M* und *R* befeſtigt, welche an der einen Seite je eine Klemmſchraube zum Anlegen der Zuleitungsdrähte tragen. Die Schiene *A* heißt Arbeits- oder Telegraphierſchiene, die Schiene *M* Mittelſchiene oder Körper und die Schiene *R* Ruheſchiene. Der aus Meſſing beſtehende Taſtenhebel iſt mit ſeiner an beiden Seiten koniſch ausgebohrten Stahlachſe in mit koniſchen Spitzen verſehene Stahlſchrauben eingelagert, die ihrerſeits in den oberen Teil der ſenkrechten Backe der Mittelſchiene eingeſetzt ſind. Die Spiralfeder *F* dient dazu, durch Herabziehen des hinteren Teils des Taſtenhebels einen feſten Schluß des ſogenannten Ruhekontakts zwiſchen Hebel und Ruheſchiene *R* zu bewirken. Sie iſt an einer in der Grundplatte eingelegten Meſſingſcheibe *S* befeſtigt, die mit der Mittelſchiene durch einen an der unteren Fläche der letzteren feſt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

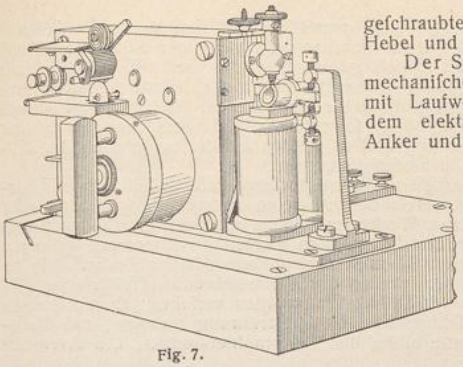


Fig. 7.

geſchraubten Draht verbunden iſt. Der Kontakt zwiſchen Hebel und Arbeitsſchiene heißt der Arbeitskontakt.

Der Schreibapparat (Fig. 7) beſteht aus dem mechaniſchen Teil zur Fortbewegung des Papierſtreifens mit Laufwerk, Papierführung und Farbkaſten ſowie dem elektromagnetiſchen Teile mit Elektromagnet, Anker und Schreibhebel. Das in ein Meſſinggehäuſe eingebaute Räderwerk beſteht aus ſieben Zahnrädern und drei Hohltrieben auf ſechs Achſen ſowie dem Windfange. Die Achſe des kleinſten Zahnrades geht durch eine Oeffnung der vorderen Apparatwange frei hindurch und iſt in dem hakenförmigen Ende des Schreibhebels drehbar eingelagert; ſie trägt das Schreibrädchen (deshalb Schreibrädchenachſe). Der zur Regulierung der Laufgeſchwindigkeit dienende Windfang beſteht aus einer Stahlachſe, auf welcher der Windflügel in Geſtalt eines leichten Meſſingblechs mittels einer Buchſe ſo aufgeſteckt iſt, daß er ſich mit der Achſe dreht, aber gleichzeitig um ſeine eigne wagerechte Achſe drehbar bleibt. Die Windfangachſe, welche in ihrem oberen Teile aus einer doppelgängigen Schraube ohne Ende beſteht, iſt ſenkrecht in Anſätzen eines an der hinteren Apparatwange eingeſchraubten Meſſingwinkels eingelagert. Ein mit hohen ſcharfen Zähnen verſehenes Steigrad greift in die Windfangſchraube ein. Im Ruhezuſtande des Apparats verharrt der Windflügel infolge Einwirkung einer Spiralfeder in nahezu ſenkrechter Stellung. Wird die Windfangachſe durch das Räderwerk in Drehung verſetzt, ſo hat der Windflügel vermöge der Zentrifugalkraft das Beſtreben, eine wagerechte Lage einzunehmen; dieſem Beſtreben wirkt die Spannkraft der Spiralfeder entgegen. Dadurch wird die Geſchwindigkeit der Drehung gleichförmig erhalten. Eine ſtählerne Blattfeder von 3,3 m Länge, 34 mm Breite und 0,5 mm Stärke, die in einem runden Meſſinggehäuſe — der Federtrommel — eingeſchloſſen und ſpiralförmig um die Hauptachſe aufgewunden iſt, liefert die das Laufwerk bewegende Kraft. Die Drehungsgeſchwindigkeit des Laufwerkes iſt ſo berechnet, daß in einer Minute der Windfang etwa 3040 und die über dem Schreibrädchen angeordnete Papierwalze 28 Umdrehungen macht. Die Papierwalze hat einen Umfang von 5,66 cm, der Papierſtreifen wird alſo in einer Minute um $28 \cdot 5{,}66 = 159$ cm vorwärtsbewegt. Bei dieſer Geſchwindigkeit erſcheint die Schrift auch bei ſchnellem Telegraphieren noch deutlich auf dem Papierſtreifen. Eine vollſtändig angeſpannte Triebfeder erhält das Laufwerk etwa 23 Minuten in Bewegung. Der Elektromagnet iſt auf einem Eiſenwinkel angeordnet, der mit ſeinem vertikalen Schenkel am unteren beweglichen Teile der rechten Seitenwand des Apparats angeſchraubt iſt. Der horizontale Schenkel trägt zwei aus je einem hohlen Kerne von Eiſen mit aufgeſetztem Polſchuh beſtehende Elektromagnetſchenkel. Jeder Eiſenkern iſt von einer dicht anſchließenden Papierhülſe umgeben, auf welcher 0,2 mm ſtarker, durch Umſpinnung mit weißer Seide iſolierter Kupferdraht aufgewickelt iſt. Auf jeder Magnetrolle ſind etwa 6500 Umwindungen angebracht. Der hierzu verwendete Draht hat eine Länge von ungefähr 515 m und einen Widerſtand von etwa 280 Ohm; in beiden Rollen alſo zuſammen von 560 Ohm.

Das Elektromagnetſyſtem kann durch eine Schraubenvorrichtung etwa 3 mm aufwärts oder abwärts bewegt werden. Hierdurch wird der Abſtand der Polſchuhe von dem Anker des Elektromagnets verkleinert oder vergrößert. Den Anker des Elektromagnets bildet ein hohler, an den beiden Enden abgeſchrägter und der Länge nach aufgeſchlitzter Zylinder aus weichem Eiſen, der in den ringförmigen Teil des Schreibhebels ſo eingeſchoben iſt, daß ſeine längſte Seite den Polſchuhen des Elektromagnets gegenüberliegt.

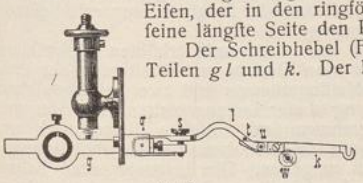


Fig. 8.

Der Schreibhebel (Fig. 8) beſteht aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Teilen *g l* und *k*. Der letztere iſt um die in *l* eingeſetzte Achſe *u* beweglich. Die Achſe *u* greift durch eine Ausbohrung von *k* und durch das Ende eines an *k* angeſchraubten Winkels. Am Ende von *l* befindet ſich ein kleiner Stift *t*, der über dem Ende von *k* liegt. Ein zweiter Stift *w* greift unterhalb des Hebels *k* durch die Apparatwand. Der Teil *g l* wird aus zwei Stücken *g* und *l* gebildet, die durch die Schraube *s* feſt miteinander verbunden ſind. Mittels der Schraube *s* wird der Farbſchreiber auf Arbeitsſtrom- oder Ruheſtrombetrieb eingeſtellt.

Arbeitsſtrom. Wird das Stück *l* durch Nachlaſſen der Stellſchraube *s* (Drehung links herum) ſo weit gehoben, daß der kurze Arm des die Schreibrädchenachſe umfaſſenden Hebels *k* ſich gegen den Stift *t* legt, ſo wird *l* mit *k* zu einem ſtarren Arme verbunden. Das ganze Hebelſyſtem ſtellt jetzt einen zweiarmigen Hebel dar, deſſen Drehpunkt die Achſe *q* bildet. Sobald ſich der den Anker tragende Hebelarm bei Stromſchluß infolge Anziehung des Ankers durch den Elektromagnet ſenkt, muß ſich das entgegengeſetzte Ende mit dem Schreibrädchen heben. Geht der linke Hebelarm nach dem Aufhören des Stromes unter der Wirkung der Abreißfeder nach oben, ſo muß ſich der rechte Arm mit dem Schreibrädchen ſenken.

Ruheſtrom. Das Stück *l* wird durch Drehen der Schraube *s* rechts herum ſo weit geſenkt, daß ſich der rechte Arm des Hebels *k* gegen den Stift *w* legt und der linke Arm ſich von dem Stifte *t* entfernt. Hierdurch wird das vorher einen einzigen zweiarmigen Hebel bildende Syſtem in zwei durch ein Gelenk miteinander verbundene zweiarmige Hebel zerlegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der eine Hebel *gl* dreht ſich um die bisherige Achſe *q* und der mit ihm durch die Achſe *u* verbundene Hebel *k* um den Schraubenſtift *w*, auf dem er vermöge ſeiner Schwere aufliegt. Senkt ſich das den Anker tragende Ende des Hebels *gl*, ſo wird das andre Ende bei *u* und mit ihm der linke Arm des Hebels *k* gehoben, während der die Schreibrädchenachſe umfaſſende Arm dieſes Hebels und damit das Schreibrädchen ſich ſenken. Geht das Hebelende mit dem Anker bei Stromunterbrechung nach oben, ſo wird das Schreibrädchen in gleicher Weiſe nach oben gegen den Papierſtreifen bewegt, und es werden auf dieſem je nach der Zeitdauer der Unterbrechung Punkte oder Striche niedergeſchrieben.

Morſeapparate für Uebertragungen. Sollen Morſeapparate als ſelbſttätige Uebertrager der Telegramme in einen andern Stromkreis bezw. in eine andre Leitung dienen oder mit einem durch eine Ortsbatterie betriebenen Wecker verbunden werden, ſo erhalten ſie als Träger der Anſchlagſchrauben zwei voneinander durch einen kleinen Zwiſchenraum getrennte und von der Grundplatte des Apparates durch Ebonitſtücke iſolierte Meſſingſtänder. Die an den Anſatzſtücken der Ständer ſenkrecht übereinander durch Preßſchrauben feſtgelegten Anſchlagſchrauben ſind an ihren beiden Enden mit kleinen Platinplatten verſehen; ebenſo ſind die Stellen des Schreibhebels, die mit den Anſchlagſchrauben in Berührung kommen, mit Platinplättchen belegt. Die untere Anſchlagſchraube bildet den Telegraphierkontakt, die obere den Ruhekontakt.

Das Galvanoſkop (vgl. a. Bd. 6, S. 373). Um das Vorhandenſein des elektriſchen Stromes anzuzeigen, wird ein Galvanoſkop in die Leitung eingeſchaltet, deſſen Nadel bei den neueren Apparaten um eine horizontale Achſe ſchwingt. Das gewöhnliche Galvanoſkop enthält einen um eine horizontale Achſe drehbaren zweiarmigen Winkelmagnet, der innerhalb eines Drahtrahmens von 600 wagerecht verlaufenden Umwindungen feinen mit Seide umſponnenen Kupferdrahtes (Widerſtand 15—20 Ohm) angeordnet iſt. An dem Winkelmagnet iſt ſenkrecht zu ſeiner Achſe ein aus geſchwärztem Meſſingblech beſtehender Zeiger befeſtigt. Winkelmagnet und Zeiger befinden ſich innerhalb eines Gehäuſes, deſſen hintere Glasſcheibe in ihrem oberen Teile matt geſchliffen und mit Teilſtrichen verſehen iſt. Durch die Ablenkung des Zeigers — Galvanoſkopnadel genannt — nach rechts oder links wird das Vorhandenſein eines Stromes und deſſen Richtung; durch die Größe der Ablenkung die größere oder geringere Stärke des Stromes erſichtlich gemacht. Das polariſierte Galvanoſkop (Fig. 9) enthält an Stelle des Winkelmagnets dünne Drahtſtücke aus weichem Eiſen, von denen je vier zu beiden Seiten des unteren Randes einer den Doppelzeiger tragenden Aluminiumſcheibe und je drei zu beiden Seiten des oberen Randes aufgeklebt ſind und in dem magnetiſchen Felde eines außerhalb der Galvanoſkopſpule angebrachten U-förmigen Stahlmagnets liegen.

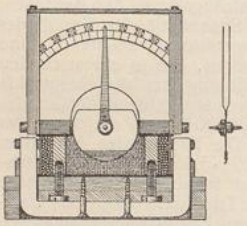


Fig. 9.

Dieſer Stahlmagnet iſt von unten derart in das Grundbrett des Galvanoſkops eingelaſſen, daß die beiden nach oben gerichteten Polſchenkel von außen an die rechte bezw. linke Seitenwand der Galvanoſkopſpule zu liegen kommen. Die Kraftlinien des Magnets verlaufen wagerecht und halten in dieſer Richtung auch die weichen Eiſendrähte. Der Doppelzeiger ſteht hierbei ſenkrecht, d. h. in der Mitte der zwiſchen den beiden Zeigerarmen angebrachten, von dem Gehäuſerahmen getragenen Gradeinteilungsſcheibe.

Der Blitzableiter. Innerhalb der Amtseinrichtungen kommen gewöhnlich Plattenblitzableiter für zwei Leitungen, außerhalb auf freier Strecke an den Stellen, wo Kabelleitungen mit oberirdiſchen Leitungen verbunden ſind, Stangenblitzableiter für eine oder mehrere Leitungen zur Verwendung. Die Einrichtung der Blitzableiter beruht auf der Eigenſchaft der hochgeſpannten atmoſphäriſchen Elektrizität, einen lufterfüllten Zwiſchenraum zu überſpringen, wenn ihr dadurch ein kurzer, gut leitender Weg zur Erde geboten wird. Die zum Telegraphieren benutzten Ströme und die Induktionsſtröme der Fernſprechapparate beſitzen dieſe Eigenſchaft nicht, da ihre Spannung nicht hoch genug iſt.

Der Plattenblitzableiter (Fig. 10) beſteht aus einem mit erhöhten Längsſeiten verſehenen Meſſingrahmen, welcher an einer Längsſeite eine Klemme zur Befeſtigung der Erdleitung trägt. Auf den tiefer liegenden Querſeiten des Meſſingrahmens ſind zwei Leitungsplatten feſtgeſchraubt. Zur Iſolierung dieſer Leitungsplatten von dem mit Erde verbundenen Meſſingrahmen ſind zwiſchen dieſem und den Platten zwei Ebonitunterlagen eingeſchoben und die Befeſtigungsſchrauben mit Ebonithülſen umgeben. Die Leitungsplatten haben auf der oberen Fläche ſcharf geſchnittene Querriffeln, deren obere Kanten ſämtlich in derſelben Ebene liegen. Die vorderen an den Leitungsplatten befindlichen Klemmſchrauben dienen zur Befeſtigung der Apparatzuführungen; an die hinteren Schrauben werden die Einführungsdrähte der Leitungen gelegt. An den vier Ecken des Rahmens ſind Erhöhungen angebracht, auf welchen die mit ſcharfgeſchnittenen Längsriffeln verſehene Meſſingdeckplatte in einer ſolchen Höhe ruht, daß die äußerſten Kanten ihrer Riffelungen $^1/_4$—$^1/_2$ mm von den oberen Kanten der rechtwinklig dazu laufenden Riffelungen der Leitungsplatten entfernt ſind. Zur Herſtellung der im Plattenblitzableiter auszuführenden Verbindungen — Direktverbindung beider Leitungen, Erdverbindung für eine oder beide Leitungen — dienen ein Stöpſel und die teils in dem Rahmen, teils in den Leitungsplatten befindlichen Stöpſellöcher mit den entſprechenden Durchbohrungen der Deckplatte.

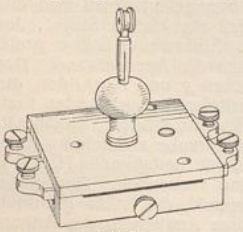


Fig. 10.

Der Einfachſtangenblitzableiter (Fig. 11 und 12) ſtellt eine dem beſonderen Zwecke angepaßte Form des Plattenblitzableiters dar. Zwei Ebonitglocken *A* und *B*, von denen

die äußere *A* auf der kreisförmigen Kopffläche die mit Riffeln verſehene meſſingene Leitungsplatte *C* trägt, ſind unter Verwendung von Gummizwiſchenlagen durch einen Dorn aneinander gepreßt, welcher mit einem Schraubengewinde in die Leitungsplatte eingreift. An dem aus der Doppelglocke hervorragenden unteren Ende des Dornes ſitzt eine Klemmſchraube zur Aufnahme der Leitungszuführung. Ein ſtarker Meſſingring *D* umfaßt den Kopf der äußeren Ebonitglocke und iſt mit drei Schrauben an ihm befeſtigt. Auf dem mit der Erdleitung in Verbindung ſtehenden Meſſingringe ruht die an der Unterſeite mit kreisförmigen Riffeln verſehene Erdplatte *E*, von der Leitungsplatte durch einen Luftzwiſchenraum getrennt. Den Abſchluß bildet die meſſingene Deckelkapſel *F*, die mittels Bajonettverſchluſſes auf dem Meſſingringe befeſtigt wird und mit ihrer Mitte ſich auf die nach oben leicht gewölbte Erdplatte legt. Zur Befeſtigung des Stangenblitzableiters dient ein am Meſſingringe befindlicher kräftiger Anſatz aus Meſſing, der in einer Holzſchraube endigt und noch durch ein dreieckiges Meſſingſtück verſtärkt wird. Das dreieckige Verſtärkungsſtück enthält eine ovale Bohrung zur Aufnahme der Erdleitungsdrähte, welche mittels einer Schraube, die zwiſchen die Drähte greift, eingeklemmt werden.

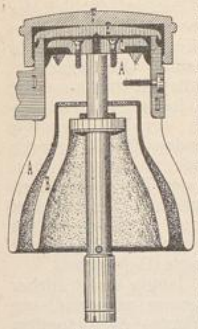


Fig. 11.

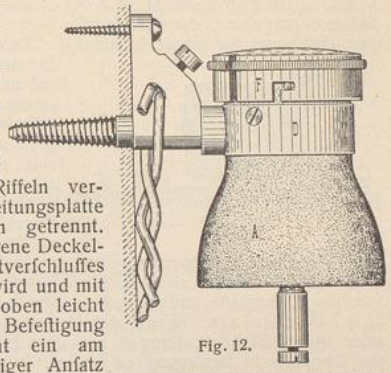


Fig. 12.

Der Vielfachſtangenblitzableiter von C. F. Lewert, Berlin, beſteht aus einer Anordnung von ſieben oder vierzehn geriffelten Blitzableiterplatten auf einer gemeinſchaftlichen Grundplatte. Als Erdplatte dient eine mittels vier Flügelmuttern auf die Grundplatte aufgeſchraubte Deckplatte aus Meſſing, die auf der Innenſeite quer zu den Riffelungen der Leitungsplatten geriffelt iſt.

Neuerdings verwendet man auch vielfach Luftleerblitzableiter. In einer leichten Dreifachglocke aus Ebonit (Fig. 13a) iſt eine Luftleerpatrone (Fig. 13b) angeordnet. Dieſe beſteht aus einer luftleeren Glashülſe, die an jedem Ende mit einer Metallkappe verſehen iſt und innen eine feine Spannungsſicherung enthält, die durch zwei, in ſehr geringem Abſtande voneinander befindliche geriffelte Kohlenblöckchen gebildet wird. Die metalliſchen Halter der Kohlen ſind mit den Kappen verlötet. An die Kappen ſind noch je zwei Meſſingſtreifen angelötet, die bis zur Mitte des äußeren Randes der Glashülſe reichen, ſich hier durch einen ſchmalen Luftſpalt getrennt gegenüberſtehen und ſo einen Schneidenblitzableiter bilden. Letzterer ſchützt die Leitung auch dann, wenn der Kohlenblitzableiter innerhalb der Patrone zerſtört ſein ſollte. Mit ihren Meſſingkappen wird die Luftleerpatrone in zwei trichterförmige federnde Hülſen aus Meſſingblech ſo eingepreßt, daß eine gut leitende Verbindung entſteht. Die untere Trichterhülſe *H* (Fig. 13c) ruht auf einer den innerſten Hohlraum der Ebonitglocke abſchließenden Meſſingplatte, die einen Meſſingdorn *D* trägt. Der Dorn iſt mit Oeffnung und Preßſchraube zum Anſchließen der Erdleitungsdrähte verſehen. Die obere Trichterhülſe ſteht mit der auf dem Kopf der Ebonitglocke befindlichen Klemmſchraube *K* für die Leitung in Verbindung. Die Anſchaltung an die Leitung erfolgt nach Fig. 14.

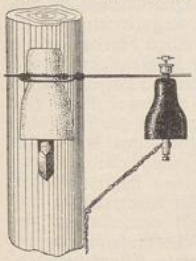


Fig. 14.

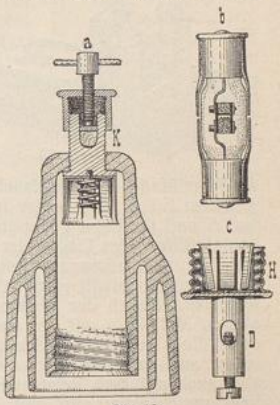


Fig. 13.

Die Umſchalter dienen zur Vornahme der im Betrieb erforderlich werdenden Veränderungen in den Stromwegen und beſtehen allgemein aus einem Syſtem von größeren oder kleineren Metallſchienen, welche iſoliert voneinander auf Holzrahmen oder Grundbrettern befeſtigt ſind, und von denen eine jede mit Hilfe von Metallſtöpſeln oder Metallkurbeln mit einer oder mehreren der übrigen Schienen in leitende Verbindung gebracht werden kann. Auf großen Telegraphenämtern kommen außerdem noch Klinkenumſchalter nach Art der Fernſprechumſchalter zur Verwendung, bei denen die erforderlichen Leitungs- und Batterieumſchaltungen mit Hilfe von Stöpſelſchnüren erfolgen.

Die künſtlichen Widerſtände dienen zur Vergrößerung des Widerſtandes einer Leitung, wo dies zur Erzielung beſtimmter Stromſtärken notwendig iſt. Die Widerſtände werden jetzt aus iſoliertem Manganindrahte in Größen von 500, 800, 1000 und mehr Ohm angefertigt. Der mit feiner Seide umſponnene Manganindraht iſt in vielen Windungen auf eine Holzſpule aufgewickelt, die gegen äußere Beſchädigungen durch einen Meſſingmantel geſchützt wird.

Die Induktanzrolle für den Telegraphenbetrieb (Fig. 15) wird auch Graduator oder Gegenſtromrolle genannt und findet auf längeren unterirdiſchen Morſeleitungen zur Aufhebung der in dieſen beſonders ſtark auftretenden Entladungsſtröme Verwendung; in langen

oberirdiſchen oder unterirdiſchen Klopferleitungen dient ſie zur Beſeitigung des Rückſchlags. Sie beſteht aus einer mit vielen Umwindungen aus feinem iſoliertem Kupferdraht verſehenen Holzſpule *A*, die an einer ſenkrecht aufgeſtellten Platte *B* aus dicht nebeneinander gelegten Eiſenblechſtreifen befeſtigt iſt. Die Spule iſt von einem Mantel *C* aus feinen lackierten Eiſendrähten umgeben, die ſich in der Mitte des Mantels zu einem Bündel *D* vereinigen, das in den Hohlraum der Spule hineinragt. Mittels einer Zahnſtange und eines Triebes läßt ſich der Eiſenmantel ſo weit verſchieben, daß er mit Rand und Kern feſt an der ſenkrechten Eiſenplatte anliegt oder daß er in einem beliebigen Abſtande von ihr bleibt. Die Induktanzrolle wird mit der Leitung als dauernde Abzweigung zur Erde verbunden; ſie wird daher bei jeder Stromſendung von einem Zweigſtrome durchfloſſen, der eine kräftige Magnetiſierung des die Rolle umgebenden Eiſens bewirkt. Wird der Strom unterbrochen, ſo ſchwindet der Magnetismus. Durch dieſes Verſchwinden entſteht in den Drahtwindungen ein Induktionsſtrom, der Oeffnungsextraſtrom. Dieſer iſt dem nach der Stromunterbrechung aus der Leitung abfließenden Entladungsſtrom entgegengerichtet und hebt letzteren bei richtiger Einſtellung der Reguliervorrichtung auf. Je weiter der Eiſenmantel von der Eiſenplatte entfernt wird, deſto geringer iſt der in der Rolle erzeugte Gegenſtrom.

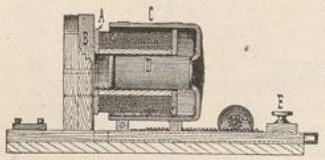


Fig. 15.

Die Relais. Wenn der elektriſche Strom nach dem Durchlaufen langer oberirdiſcher oder unterirdiſcher Leitungen auf dem Empfangsamte nicht mehr ſtark genug ankommt, um die Apparate in Bewegung zu ſetzen, ſo wird an Stelle des Empfangsapparates ein beſonders empfindlich konſtruierter Elektromagnet mit leichtem Anker und Metallhebel — ein Relais — eingeſchaltet. Dies geſchieht entweder am Ende der Leitung auf dem Empfangsamte oder unterwegs bei einem Uebertragungsamte. Das Relais hat den Zweck, durch Bewegung ſeines Ankerhebels einen zweiten Stromkreis, den Ortsſtromkreis, oder bei Uebertragungsämtern einen zweiten Linienſtromkreis zu ſchließen und zu öffnen und die in dieſe Stromkreiſe eingeſchalteten Apparate zum Anſprechen zu bringen. Das Relais übernimmt alſo gleichſam die Rolle einer zweiten Taſte, die nicht unmittelbar vom gebenden Telegraphiſten, ſondern durch den von ihm entſandten Strom in Tätigkeit geſetzt wird. Eines der gebräuchlichſten Relais — das deutſche polariſierte Relais — wird durch Fig. 16 veranſchaulicht. Auf einer hölzernen Grundplatte iſt ein aus zwei aufeinander liegenden Stahlblättern zuſammengeſetzter Hufeiſenmagnet *A* befeſtigt. Auf den Polenden des Magnets ſind die mit Polſchuhen verſehenen Elektromagnetkerne aus weichem Eiſen lotrecht aufgeſchraubt. Die Elektromagnetumwindungen aus feinem, mit Seide umſponnenem Kupferdrahte enden an den Klemmenſchienen *B*. Rechts neben den Magnetrollen iſt der Ankerträger auf dem Hufeiſenmagnet und dem Grundbrett unter Zwiſchenſchaltung einer Ebonitunterlage befeſtigt. Der Ankerträger beſteht aus zwei Meſſingſtändern, die durch eine auf ihren oberen Kanten aufgeſchraubte Querverbindung zuſammengehalten werden. Ein auf die Querverbindung aufgeſetztes Meſſingrohr *D* umſchließt die Regulierſchraube für die Abreißfeder des Relaishebels. Dieſer trägt gegenüber den Polſchuhen einen Flachanker aus weichem Eiſen. Das andre freie Ende des Hebels reicht bis zwiſchen die Kontaktſchrauben *E* und *F* und iſt ihnen gegenüber mit Platinplättchen belegt. Die Kontaktſchrauben tragen Platinakontaktſtifte. Der Träger der Kontaktſchrauben — Kontaktſäule — beſteht aus zwei durch eine Ebonithülſe voneinander iſolierten Metallarmen, einem durchbohrten Ständer und der dieſe drei Teile zuſammenhaltenden Schraube. Von dem unteren Ende der Schraube führt ein ſtarker Kupferdraht nach der Klemmſchiene *G*; dieſe iſt alſo über die Verbindungsſchraube und den oberen Metallarm mit der oberen Kontaktſchraube verbunden. Durch je einen ſtarken Kupferdraht ſteht ferner die Klemmſchiene *H* mit dem durchbohrten Ständer der Kontaktſäule und daher auch mit der unteren Kontaktſchraube, und die Klemmſchiene *J* mit dem Ankerträger, alſo auch mit dem Relaishebel in leitender Verbindung. Vor den Polen des Hufeiſenmagnets liegt verſchiebbar eine mit einem Meſſingknopf verſehene, vorn zugeſpitzte Eiſenſchiene — der Schwächungsanker —, welcher dazu dient, die Anziehungskraft des Stahlmagnets nach Bedarf zu ändern. Das Relais wird auf Anziehen oder Abſtoßen des Ankers eingeſchaltet. Im erſteren Falle liegt der Ankerhebel bei ruhendem Verkehr an der oberen Kontaktſchraube. Die Richtung des Linienſtroms iſt ſo zu wählen, daß er die Anziehungskraft des Magnets verſtärkt. Der ankommende Strom zieht alsdann den Anker an und legt ihn gegen die untere Kontaktſchraube, wodurch der neue Stromkreis geſchloſſen und das am Relais eingehende Zeichen in dieſen Stromkreis übertragen wird. Iſt das Relais auf Abſtoßung des Ankers eingeſchaltet, ſo muß der Anker bei ruhendem Verkehr durch die Kraft des Stahlmagnets an der unteren Kontaktſchraube feſtgehalten werden. Der Linienſtrom muß dann ſo gerichtet ſein, daß er die Anziehungskraft des Stahlmagnets ſchwächt. Bei dem jedesmaligen Auftreten eines Linienſtromes wird daher der Anker von dem Elektromagnet losgelaſſen und durch die Abreißfeder gegen die obere Kontaktſchraube geſchnellt, wodurch der neue Stromkreis über dieſe Schraube, das Ankergeſtell und den Relaishebel geſchloſſen wird.

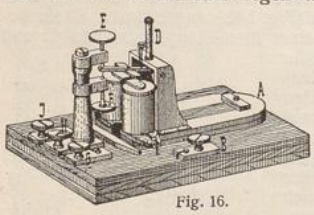


Fig. 16.

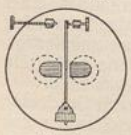


Fig. 17.

Vielfach in Gebrauch befindet ſich auch das polariſierte Relais von Siemens (Fig. 17). Es beſteht aus einem rechtwinklig gebogenen Dauermagnet, auf deſſen wagerechtem Schenkel das aus zwei Drahtrollen mit Kernen und verſtellbaren Polſchuhen gebildete Elektromagnetſyſtem aufgeſetzt und in deſſen ſenkrechtem Schenkel die eiſerne Relaiszunge horizontal drehbar ſo angebracht iſt,

daß ſie zwiſchen den Polſchuhen und zwiſchen den verſtellbaren und auf einem Schlitten verſchiebbaren Kontaktſchrauben ſchwingt. Das zwiſchen den Kontaktſchrauben ſchwingende Zungenende beſteht aus Neuſilber. Stehen die Elektromagnetkerne auf dem Nordpol des Winkelmagnets, ſo ſind ſie an ihren Polſchuhen ebenfalls nordmagnetiſch, während die in dem Südpol des Dauermagnets eingelagerte Relaiszunge ſüdmagnetiſch iſt. Ein durch die Windungen des Elektromagnetſyſtems fließender Strom ſucht den einen Kern nordmagnetiſch, den andern ſüdmagnetiſch zu machen. Da aber beide Kerne Nordmagnetismus haben, ſo wird der eine Kern ſtärkeren Magnetismus erhalten als der andre und die Relaiszunge anziehen. Hört dann der Strom auf, ſo erhalten beide Polſchuhe wieder gleichen Magnetismus, und die Relaiszunge legt ſich wieder gegen den Ruhekontakt. Zu dieſem Zweck iſt der betreffende Polſchuh ſo eingeſtellt, daß er der Zunge auch in der abgelenkten Lage etwas näher liegt als der andre Polſchuh. Die Arbeit der Abreißfeder wird alſo bei dieſem Relais durch den Dauermagnetismus der Kerne verrichtet.

Relais mit weit empfindlicheren Magnetſyſtemen, wie z. B. das polariſierte Relais mit Flügelanker und das polariſierte Relais mit drehbaren Elektromagnetkernen, kommen hauptſächlich im Kabelbetriebe zur Verwendung.

Betriebsſchaltungen für Morſetelegraphen.

a) Ruheſtrombetrieb. Er kommt nur für oberirdiſche Leitungen zur Anwendung, in denen

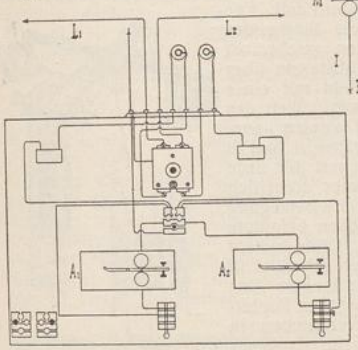


Fig. 19.

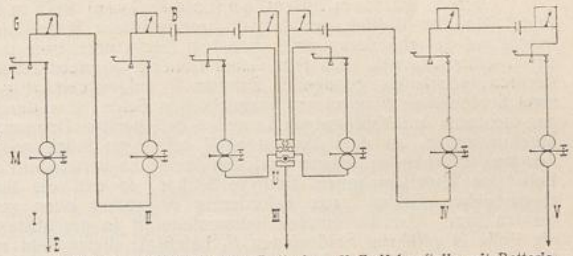


Fig. 18. I Endſtelle ohne Batterie. II Zwiſchenſtelle mit Batterie. III Trennſtelle mit Batterie. IV Zwiſchenſtelle ohne Batterie. V Endſtelle mit Batterie. *M* Morſeſchreiber. *T* Taſte. *G* Galvanoſkop. *B* Batterie. *U* Umſchalter (ſchwarzes Loch geſtöpſelt = Trennſtelle). *E* Erde.

kein ſtarker Verkehr abgewickelt wird und in die deshalb auch eine größere Anzahl Telegraphenanſtalten eingeſchaltet werden können. Die Schaltung der einzelnen Anſtalten erfolgt nach Maßgabe des Schemas Fig. 18, in welcher zur Vereinfachung der Blitzableiter weggelaſſen iſt. Die Leitung führt zuerſt durch den Blitzableiter; dies gilt für beide Leitungszweige, wie Fig. 19 für die Apparattiſchſchaltung einer Trennanſtalt in einer Ruheſtromleitung veranſchaulicht. Beim Ruheſtrombetrieb wird die vordere Schiene der Taſte — Arbeitsſchiene — unbenutzt, d. h. ohne Drahtverbindung gelaſſen und die Telegraphierbatterie ſtets in die Leitung eingeſchaltet.

Trennämter (Fig. 19) werden in langen Ruheſtromleitungen eingerichtet, um die Leitung nach Bedarf in mehrere für ſich betriebsfähige Abſchnitte zerlegen zu können. Als Hilfsapparat iſt ein Umſchalter erforderlich; bei Stöpſelung des Loches zwiſchen Mittelſchiene und unterer Schiene des Umſchalters, wie in der Fig. 19 angegeben, arbeitet die Anſtalt als Trennſtelle; jede Leitung iſt als Endſtelle mit Batterie geſchaltet. Bei Stöpſelung eines der Löcher zwiſchen den beiden oberen Schienen und der Mittelſchiene wird das Amt als Zwiſchenſtelle geſchaltet; wird das linksſeitige Loch geſtöpſelt, ſo iſt der rechtsſeitige Apparat A_2 in die Leitung L_1 L_2 eingeſchaltet, bei Stöpſelung des rechtsſeitigen Loches der linksſeitige Apparat A_1.

b) Arbeitsſtrombetrieb. Bei ruhender Taſte fließt kein Strom in die Leitung. Erſt beim Niederdrücken der Taſte, wodurch man den einen Pol der Batterie, die mit dem andern Pole an Erde liegt, mit der Leitung verbindet, fließt Strom in dieſe. Dabei wird der Schreibapparat der telegraphierenden Station von der Leitung getrennt. Der ankommende Strom fließt auf

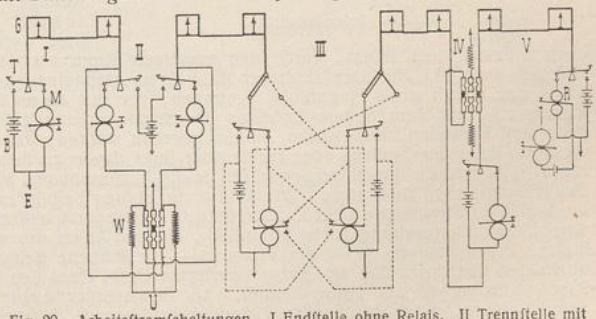


Fig. 20. Arbeitsſtromſchaltungen. I Endſtelle ohne Relais. II Trennſtelle mit zwei Schreibapparaten (ſchwarzes Loch geſtöpſelt: Trennſtelle; Loch links daneben: linker Apparat in Durchſprechſtellung, Loch rechts daneben: rechter Apparat in Durchſprechſtellung). III Uebertragung mit zwei Schreibapparaten (Kurbeln bei dem Umſchalter nach links: Trennſtellung, bei dem Umſchalter nach rechts: Uebertragungsſtellung, wobei der Stromlauf durch die geſtrichelten Linien dargeſtellt wird). IV Trennſtelle mit einem Schreibapparat (ſchwarze Löcher geſtöpſelt: Durchſprechſtellung; Loch 1, 5, 7 oder 3, 4, 6 geſtöpſelt: Trennſtellung). V Endſtelle mit Relais. *M* Morſeſchreiber. *T* Taſte. *G* Galvanoſkop. *B* Batterie. *U* Umſchalter. *W* Widerſtand. *R* Relais.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Empfangsſtation über die in der Ruhelage befindliche Taſte zum Schreibapparat und zur Erde; die danebenliegende Batterie iſt hier von der Leitung getrennt. Das Stromlaufſchema für die am meiſten in der Praxis bei oberirdiſchen Leitungen in Betracht kommenden Schaltungen gibt Fig. 20 auf S. 441. Auf den Trennämtern muß die Schaltung ſo getroffen werden, daß in jedem Falle gleiche Stromſtärke die Apparate beeinflußt. Zu dieſem Zwecke werden durch entſprechende Stöpſelung in den Umſchaltern *U* Widerſtände *W* derart eingeſchaltet, daß der Wert des eingeſchalteten Widerſtandes jeweils dem Leitungswiderſtande des abgeſchalteten Leitungszweiges entſpricht. Wenn, wie es meiſt der Fall iſt, die Zwiſchenſtelle II nicht gleichweit von I und III entfernt iſt, ſo muß von der Geſamtbatterie in II eine kleinere Batterie für die kürzere Leitungsſtrecke abgezweigt werden. — Unterirdiſche Leitungen werden nur mit Arbeitsſtrom betrieben; wegen ihrer hohen Ladungsfähigkeit ſchaltet man jedoch die Farbſchreiber nicht unmittelbar, ſondern mittels Relais in die Leitungen ein, als weitere Hilfsmittel zur Abſchwächung der Ladungserſcheinungen kommen für längere Leitungen noch Induktanzrollen in Benutzung.

b) Der Heberſchreiber oder Siphonrekorder.

Der von William Thomſon (Lord Kelvin) 1867 in Glasgow erfundene Heberſchreiber findet für den Betrieb der langen unterſeeiſchen Kabellinien Verwendung. Seine Wirkung beruht auf der Ablenkung eines von dem Telegraphierſtrom durchfloſſenen Multiplikatorrahmens durch einen Magnet. Ein ſehr feiner iſolierter Kupferdraht iſt in vielen Windungen zu einem leichten, rechteckig gebogenen Rahmen *R* aufgewickelt (Fig. 21). Der Drahtrahmen hängt an zwei Seidenfäden *F* in einem magnetiſchen Felde, das durch einen ſehr großen und ſtarken, aus mehreren hufeiſenförmigen Lamellen beſtehenden Dauermagnet *M* und ein in den Rahmen hineinragendes, an dem Apparatgeſtell befeſtigtes Stück weiches Eiſen *E* gebildet wird, das den magnetiſchen Widerſtand zwiſchen den Polen vermindern ſoll. Die Pole des Hufeiſenmagnets ſind verſtellbar, ſo daß die Stärke des magnetiſchen Feldes nach Erfordernis vergrößert oder geſchwächt werden kann. An der unteren Rahmenſeite iſt in der Mitte ein über die Rolle *O* geführter Seidenfaden F_1 befeſtigt; dieſer ſteht mit einer regelbaren Spiralfeder in Verbindung, wodurch die Beweglichkeit des Rahmens der jeweiligen Sprechgeſchwindigkeit angepaßt werden kann. Der Telegraphierſtrom wird dem Rahmen durch die Drähte *A* und *B* zugeführt; der eine Draht iſt mit der Leitung, der andre mit der Erde verbunden. Je nach der Richtung des Telegraphierſtromes dreht ſich der Drahtrahmen nach der einen oder der andern Seite. Die Bewegung des Rahmens übertragen zwei an den oberen Rahmenecken befeſtigte gleichlange Seidenfäden $F_2 F_3$ auf die Schreibvorrichtung. Dieſe beſteht aus einem äußerſt leichten Glasheber *H*, deſſen kürzerer Schenkel in ein mit Anilinblaulöſung gefülltes Gefäß eintaucht. Der längere Arm ſchwebt dicht über dem ſich von unten nach oben bewegenden Papierſtreifen. Durch eine Vibriervorrichtung wird das Heberröhrchen in gleichmäßige zitternde Bewegung verſetzt, ſo daß die Farbe als feiner Regen aus der das Papier nicht berührenden und daher keine Reibung erleidenden Spitze des Hebers gegen das Papier getupft wird.

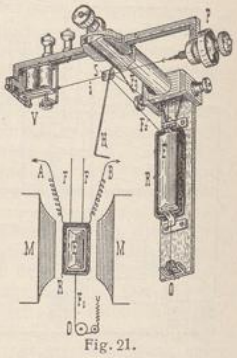


Fig. 21.

Solange der Drahtrahmen ſich in der Ruhelage befindet, entſteht in der Mitte des Papierſtreifens eine gerade, punktierte Linie. Eine Ablenkung des Drahtrahmens nach der einen oder der andern Seite erzeugt auf dem ſich fortbewegenden Papierſtreifen eine wellenförmige Linie — die Rekorderſchrift. Eine Ablenkung der Schriftlinie durch den poſitiven Strom nach oben bedeutet einen Punkt, durch den negativen Strom nach unten einen Strich des Morſealphabets (vgl. Fig. 22). Der Glasheber iſt in einem Aluminiumſattel durch Wachs befeſtigt. Der Sattel wird durch einen Platindraht *i* getragen, der mit einem Ende an dem Ankerhebel des Vibrators *V*, mit dem andern Ende an der Spannvorrichtung *P* befeſtigt iſt. Durch letztere kann dem Platindraht eine ſolche Torſion gegeben werden, daß das Heberende entweder auf die Mitte des Papierſtreifens oder rechts oder links davon zu ſtehen kommt. Durch die Seidenfäden $F_2 F_3$ werden die Bewegungen des Multiplikatorrahmens auf den Sattel *S* und damit auf das Heberröhrchen übertragen. Die Vibriervorrichtung beſteht aus zwei Elektromagneten, die in demſelben Stromkreiſe liegen. Der ſeitlich am Apparat befindliche größere Magnet erzeugt durch Selbſtunterbrechung raſche Stromſtöße, die den Anker des vorn am Apparat angebrachten kleinen Elektromagnets *V* — des Vibrators — in ſchnelle Schwingungen verſetzen. Letztere übertragen ſich durch den am Anker befeſtigten Draht *i* auf den Heber, der infolgedeſſen das Papier fortwährend mit Farbe betupft. Als Stromſender dient gewöhnlich eine Doppeltaſte, deren vordere, unter den beiden Taſtenhebeln liegende Schiene mit dem einen Batteriepole und deren hintere Schiene, gegen welche im Ruhezuſtande die beiden Taſtenhebel anliegen, mit dem andern Pole der Batterie verbunden iſt. Wird ein Taſtenhebel gedrückt, ſo verbindet er z. B. den poſitiven Batteriepol mit der Leitung, während der negative Pol über den ruhenden andern Hebel mit der Erde verbunden bleibt. Um die Telegraphiergeſchwindigkeit zu erhöhen, verwendet man auch einen automatiſchen Gebeapparat, den ſogenannten Curbſender. Seine Wirkſamkeit beruht darauf, daß den einzelnen Zeichen ein oder mehrere kurze Stromſtöße, entgegengeſetzt dem Telegraphierſtrom, nachgeſandt werden, wodurch die Amplituden der

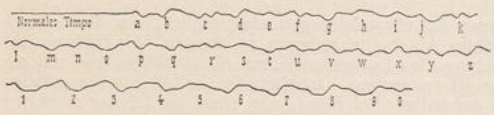


Fig. 22. Rekorderſchrift.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stromwellen verringert werden. Zumeiſt werden die mit Heberſchreibapparaten betriebenen langen Seekabel nach der Harwoodſchen Schaltung zum Gegenſprechen eingerichtet [1].

c) Der Undulator.

Der von Severin Lauritzen in Kopenhagen konſtruierte Undulator iſt wie der Siphonrekorder ein Wellenlinienſchreiber; er findet für den Betrieb auf Seekabeln mittlerer Länge Verwendung. Der Apparat mit polariſiertem Elektromagnet iſt ſehr empfindlich und arbeitet als Empfänger noch ſicher auf Kabellinien bis zu 800 km Länge; als Geber dient meiſtens Wheatſtones automatiſcher Sender, ſeltener eine Handtaſte mit Vorrichtung zur Entſendung von Gegenſtrömen. Durch den Telegraphierſtrom wird ein leichter, mit einem Farbröhrchen verbundener Anker in Drehbewegung verſetzt. Der Anker beſteht aus zwei flügelartigen dünnen, mit ungleichnamigen Polen zuſammengeſetzten Magnetſtäben; er ſchwingt um eine ſenkrechte Achſe innerhalb der Polſchuhe zweier aufrechtſtehender Magnetrollen. Der Abſtand der Magnetrollen voneinander kann durch eine Schraubenvorrichtung reguliert werden. Innerhalb des durch die Polſchuhe begrenzten Raumes wird der Anker durch Spiralfedern in einer mittleren Lage gehalten. Die Bewickelung der Elektromagnetrollen iſt ſo gewählt, daß ein Strom die gegenüberliegenden Polſchuhe ungleichnamig magnetiſiert. Beide Polſchuhpaare wirken dann im gleichen Sinne drehend auf die Ankermagnete. Bei Umkehr der Stromrichtung kehrt ſich auch die Drehrichtung um. Mit der Achſe des Ankers iſt ein heberförmig gebogenes feines Glasröhrchen verbunden, deſſen kürzeres Ende in einen Tintenbehälter taucht, während das längere auf dem abrollenden Papierſtreifen hin und her geht und die Undulatorſchrift liefert. Für dieſe gilt das gewöhnliche Morſealphabet; es treten die Punkte und Striche der Undulatorſchrift als kürzere und längere Abweichungen von der Mittellinie nach oben hervor, während die Abweichungen nach unten die Zwiſchenräume zwiſchen den einzelnen Schriftzeichen darſtellen. Der Undulator kann auch zur Erzeugung von Rekorderſchrift benutzt werden; als Sender dient dann die Doppeltaſte, und es ſtellt die durch den poſitiven Strom hervorgebrachte Ablenkung nach oben den Punkt und die vom negativen Strom nach unten hervorgebrachte den Strich des Morſealphabets dar.

d) Der Kapillartelegraph.

Der von James Armſtrong und Axel Orling in England vor kurzem erfundene Apparat kann als Empfänger an Stelle des Heberſchreibers beim Betriebe langer Seekabel verwendet werden. Seine Konſtruktion beruht auf den minimalen Bewegungen eines Queckſilberfadens in einem Haarröhrchen, die von der Polariſation an der Berührungsfläche zwiſchen Queckſilber und Elektrolyt hervorgerufen werden. Der Hauptteil des Apparats wird durch Fig. 23 in ſenkrechtem Durchſchnitt dargeſtellt. *T* iſt eine Queckſilberröhre, deren unteres, haarförmig ausgezogenes Ende in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelſäure taucht. Am Boden des Gefäßes befindet ſich Queckſilber; dieſes tritt ſeitlich in eine kommunizierende, oben offene Röhre über, in die ein blanker Draht zur Herſtellung der elektriſchen Verbindung eingeführt wird. Den Stromweg zum Queckſilber in der Glasröhre vermittelt ein in letztere eingeſchmolzener Platindraht *a*. Das übrige Röhrenwerk dient dazu, den Stand des Queckſilbers in der Glasröhre *T* ſo einzuſtellen, daß die Berührungsfläche zwiſchen Queckſilber und verdünnter Schwefelſäure im Ruhezuſtande in der Mitte des wagerechten Teiles des Haarröhrchens liegt. Die Einſtellung bleibt konſtant; die Berührungsfläche kehrt mit großer Genauigkeit immer wieder auf den „Nullpunkt“ zurück. Sie verläßt dieſen Punkt, ſobald zwiſchen Queckſilber und dem Elektrolyt infolge von Polariſation Unterſchiede in der Oberflächenſpannung auftreten; je nach der Polarität rückt das Queckſilber dann gegen das Ende des Haarröhrchens vor oder entfernt ſich von ihm. Man kann alſo, wenn man Morſezeichen telegraphiert, das Queckſilber in dem Haarröhrchen nach der Art der Zeichen vorrücken und zurücktreten laſſen. Die Zeichen werden ſichtbar gemacht, indem man mittels eines Projektionsapparates das vergrößerte Bild des Queckſilberfadens auf ein ſich fortbewegendes lichtempfindliches Papier fallen läßt. Fig. 24 gibt ſolche photographiſche Schrift wieder, und zwar ſtellt *b* die Morſeſchrift in einer oberirdiſchen und *c* diejenige in einer Kabelleitung dar; Morſeſtriche und Punkte ſind hinzugefügt.



Fig. 24.

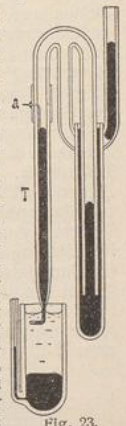


Fig. 23. Kapillartelegraph.

2. **Drucktelegraphen** [1]. Man unterſcheidet Buchſtaben- oder Typendrucktelegraphen und Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift. Die Typendrucker drucken das Telegramm entweder in gewöhnlichen Buchſtaben oder, wie z. B. Jaites Fernſchreiber, die indes keine praktiſche Bedeutung erlangt haben, in verabredeten Schriftzeichen. Der wichtigſte Drucktelegraph, der ſich bei faſt allen Telegraphenverwaltungen eingebürgert hat, iſt der Hughes-Typendrucker. Zu den Drucktelegraphen gehören auch: der Ferndrucker von Siemens & Halske ſowie deſſen Vorläufer, der Börſendrucker (ſ. Ferndrucker), ſowie der Schnelltelegraph von Creed, der Schnelldrucktelegraph von Buckingham, der Schnelltelegraph von Murray und der Schnelltelegraph von Siemens & Halske, die bei 4. (Maſchinentelegraphen) zur Beſprechung kommen. Ferner rechnen dazu der Baudot-Telegraph und Rowland-Telegraph, die in der Regel für den Mehrfachbetrieb von Telegraphenleitungen Verwendung finden; (ſ. 5. Mehrfachtelegraphie).

Der Hughestypendrucker.

Der von Hughes 1856 erfundene Typendruckapparat gibt die Telegramme auf dem Papierſtreifen in gewöhnlicher Druckſchrift wieder. Er wird ſowohl als Sender wie als Empfänger

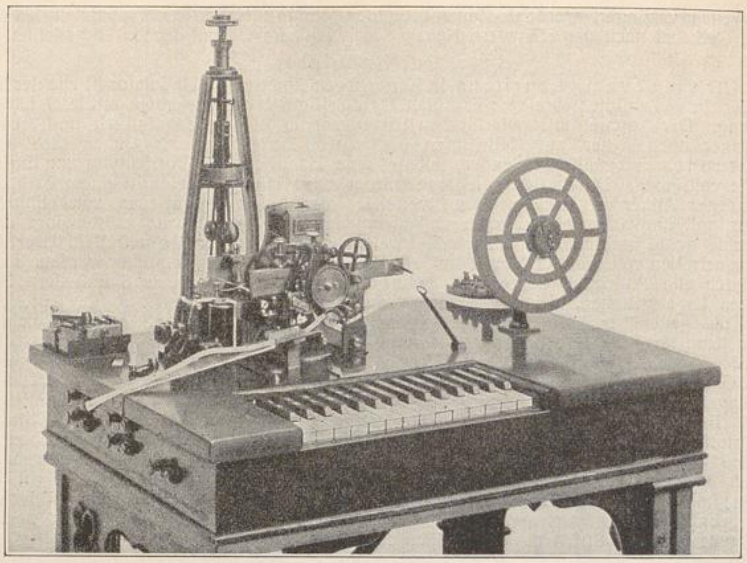


Fig. 25. Hughes-Typendrucker.

benutzt. An jedem der beiden durch eine Telegraphenleitung verbundenen Apparate wird ein Stahlrad — das Typenrad —, das an feinem äußeren Rande die erforderlichen Buchſtaben, Zahlen und Unterſcheidungszeichen trägt, durch ein Räderwerk derart in eine beſtändige und gleichförmige Drehung verſetzt, daß beide Typenräder in ihrem Umlaufe genau übereinſtimmen und von beiden jederzeit die gleiche Type ſich der unterhalb des Rades angebrachten Druckvorrichtung gegenüber befindet. Beim Telegraphieren wird durch die Einwirkung des elektriſchen Stromes auf das Elektromagnetſyſtem des Apparats, infolge mechaniſcher Uebertragung der Bewegung des Ankerhebels, die Druckvorrichtung mit dem darüberliegenden Papierſtreifen in dem Augenblick gegen das Typenrad geſchnellt, in welchem die Type des telegraphierten Zeichens die Druckſtellung erreicht hat. Zur Entſendung der Telegraphierſtröme dient ein Taſtenwerk. Durch Niederdrücken der einzelnen Taſten, welche den verſchiedenen Buchſtaben, Zahlen und Zeichen entſprechen, wird jedesmal ein Strom in die Leitung geſendet, ſobald das zu telegraphierende Zeichen des Typenrads ſich auf beiden Seiten in Druckſtellung befindet. Aeltere Apparate ſind mit Gewichtsantrieb, neuere (Fig. 25) mit Motorantrieb verſehen. Zur Regulierung der Geſchwindigkeit des Laufwerks dient eine Vorrichtung nach Art der Regulatoren für Dampfmaſchinen, beſtehend aus einer Bremſe und einem Doppelpendel. Das Elektromagnetſyſtem des Hughesapparats beſteht aus einem hufeiſenförmigen Stahlmagneten, auf deſſen Pole zwei von paraffinierten Drahtſpulen mit etwa 1200 Ohm Geſamtwiderſtand umgebene hohle Kerne von weichem Eiſen aufgeſchraubt ſind, ferner aus einem flachen Eiſenanker, der mittels eines T-förmigen Anſatzſtückes zwiſchen zwei Meſſingſtändern *A* (Fig. 26) drehbar gelagert iſt.

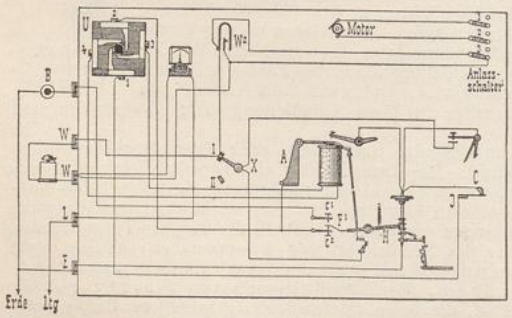


Fig. 26.

Der Anker liegt für gewöhnlich auf den Polſchuhen der Eiſenkerne auf. Die von der Ankerachſe nach unten gerichteten beiden ſtählernen Blattfedern dienen als Abreißfedern. Richtung und Stärke des Telegraphierſtromes ſind ſo zu bemeſſen, daß der in den Kernen des Elektromagneten vorhandene Dauermagnetismus nicht ganz aufgehoben, ſondern nur ſo weit geſchwächt wird, daß der Druck der Ankerfedern den Anker gegen den über ihm angeordneten Auslöſehebel emporſchnellen kann; dazu genügt ſchon eine Stromſtärke von 0,012 Ampère. Sobald ein Telegraphierſtrom den Anker gegen den Auslöſehebel ſchnellt, wird durch dieſen die Schwungradachſe des Apparates mit der Druckachſe verkuppelt, die Druckrolle mit dem Papierſtreifen gegen das Typenrad gelegt und der Abdruck des Zeichens bewirkt. Die Entkupplung von Druck- und Schwungradachſe nach Abdruck des Zeichens erfolgt auf mechaniſchem Wege; mit ihr wird auch der Auslöſehebel in die Ruhelage zurückgeführt. Näheres ſ. [1]. Entſprechend der Einrichtung des Typenrads beſitzt das Taſtenwerk für die Stromſendung 28 Taſten, die wie

bei einem Klavier in zwei Reihen angeordnet sind. Die Tasten dienen als Buchstaben- oder als Ziffertasten. Die Umstellung des Typenrades in Buchstaben bezw. Zifferndruck erfolgt durch Niederdrücken der ersten bezw. sechsten Taste der unteren Reihe; diese Tasten werden Buchstabenweiß und Ziffernweiß genannt. Die hinteren Enden der Tastenhebel greifen in die Ausschnitte der sogenannten Stiftbüchse, die in einem kreisförmigen Ausschnitte des Apparattisches eingelassen ist und mit ihrer Deckplatte etwas über die Tischfläche hervorragt. Der Deckel der Stiftbüchse ist nahe seinem Rande mit 28 im Kreise liegenden, länglichen Löchern versehen. In diesen Oeffnungen des Stiftbüchsendeckels liegen die stählernen Kontaktstifte, die in der Ruhestellung mit ihren oberen hakenförmigen Enden nicht über den Deckel hervorragen und mit ihren unteren Enden durch die Oeffnungen des Bodens der Stiftbüchse so weit hindurchreichen, daß sie die Tastenhebel berühren. Beim Tastendruck geht das hintere Hebelende in die Höhe und schiebt seinen Kontaktstift aufwärts, so daß dessen oberes hakenförmiges Ende in schräger Richtung aus der Oeffnung des Stiftbüchsendeckels hervortritt. Nach dem Loslassen der Taste wird der Kontaktstift und mit ihm die Taste durch eine Spiralfeder wieder in die Ruhelage zurückgezogen. Ueber den Kontaktstiften bewegt sich der Kontaktschlitten, der mit einem zweiarmigen Hebel verbunden ist. Dieser Hebel trägt die Batteriekontaktfeder. Wird bei einem in Bewegung gesetzten Apparate eine Taste gedrückt, so geht der über den betreffenden Kontaktstift schleifende Schlitten nach oben und legt die Kontaktfeder an den Batteriekontakt; es geht dann aus der Batterie ein Strom in die Leitung, der bei Apparaten mit elektrischer Auslösung gleichzeitig den Elektromagneten des gebenden Apparates durchläuft. Bei richtiger Einstellung aller Teile werden die Anker beider Apparate durch die Einwirkung des Stroms gleichzeitig emporschnellen; die Verkupplung der Druckachsen mit den Schwungradachsen findet ebenfalls gleichzeitig statt, und die Druckvorrichtungen beider Apparate drucken auf den Papierstreifen dasselbe Zeichen ab. Bei den neueren Apparaten (Fig. 26) erfolgt jetzt allgemein eine mechanische Auslösung der Druckachse. Auf dem linken Arme des Batteriekontakthebels ist zu diesem Zwecke eine Stößerstange so eingeschraubt, daß sie in demselben Augenblicke gegen einen Fortsatz des Elektromagnetankers stößt, in welchem der Batteriekontakt geschlossen wird und der Batteriestrom in die Leitung fließt. Der Anker wird dadurch zum Abschnellen gebracht, und der Batteriestrom fließt in die Leitung, ohne die Elektromagnetrollen des Apparats zu durchlaufen.

Schaltung (Fig. 26). Ankommender Strom bei eingeschaltetem Wecker: Leitung *L* — Galvanoskop — Wecker — Anhaltehebel und Schiene 3 des Anlaßschalters für den Motor — Apparatausschalter *X* — Batteriekontaktfeder F^1 — untere Kontaktschraube C^2 — Stromwendeschienen *U* 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwendeschienen *U* 3 und 1 — Feder *J* — Korrektionsdaumen *C* — Apparatkörper und Schlittenachse — Erde. Wecker und Galvanoskop sprechen an, und der Anker schnellt in die Höhe; an der Anhaltefeder W^2 ist der Kontakt unterbrochen. Nach dem Abwerfen des Ankers nimmt der ankommende Strom von der unteren Kontaktschraube ab unter Ausschluß der Elektromagnetrollen den Weg über das Ankergestell, den Ankerhebel und Apparatkörper zur Erde, so daß auch bei fernerem Tastendruck der Wecker ertönt.

Ankommender Strom bei in Gang gesetztem Apparate: Leitung *L* — Galvanoskop — Feder W^2 des Anhaltehebels — Ausschalter *X* — Batteriekontaktfeder F^1 — untere Kontaktschraube C^2 — Stromwendeschienen *U* 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwendeschienen *U* 3 und 1 — Feder *J* — Korrektionsdaumen *C* — Apparatkörper und Schlittenachse — Erde. Der Anker wird abgeworfen, die Druckachse mit der Schwungradachse verkuppelt und das Zeichen gedruckt. Sobald der Anker den Kontakt des Auslösehebels berührt, führt der Stromweg über den Ankerständer und den Körper des Apparates zur Erde bezw. in den zweiten Leitungszweig.

Abgehender Strom. Die Batteriekontaktfeder legt sich gegen den oberen Kontakt C^1; es fließt dann ein Strom aus der Batterie über die obere Kontaktschraube, die Batteriekontaktfeder F^1, den Ausschalter *X*, die Feder des Anhaltehebels und das Galvanoskop in die Leitung. Zugleich wird durch die Aufwärtsbewegung des Kontakthebels mit der Stößerstange der Anker abgestoßen.

3. **Sprechtelegraphen.** Hierzu rechnet man sämtliche Telegraphen mit vergänglichen Zeichen, und zwar Nadeltelegraphen, Zeigertelegraphen, Klopfer und Fernsprecher. Ausgedehnte Verwendung findet jetzt nur noch der Klopfer und der Fernsprecher.

Der Klopfer.

Beim Klopfer werden die mittels der Taste gegebenen Zeichen des Morsealphabets nach dem Gehör aufgenommen. Die Klopfertaste (Fig. 27) hat die Dreischienenanordnung der

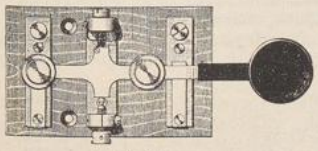


Fig. 27.

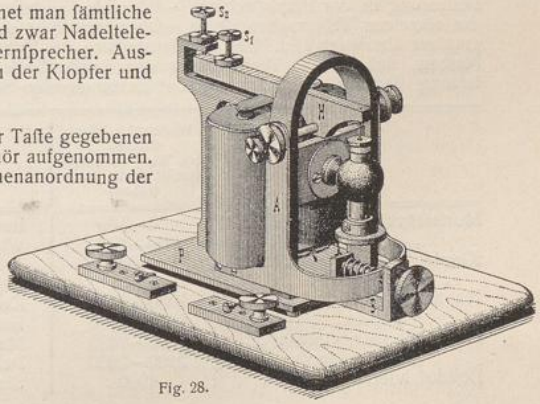


Fig. 28.

Morſetaſte, iſt aber leichter gebaut. Ihre Wirkungsweiſe iſt dieſelbe wie die der Morſetaſte bei Arbeitsſtrombetrieb. Die Einrichtung des Klopfers iſt die eines gewöhnlichen, laut anſprechenden Relais. Auf einem dünnen Grundbrett iſt eine Meſſingplatte *P* (Fig. 28) derart befeſtigt, daß zwiſchen ihr und dem Grundbrett ein kleiner Zwiſchenraum bleibt. An der einen Schmalſeite der Meſſingplatte erhebt ſich ein Meſſinggalgen, der in ſeinem oberen Teile die an der Spitze mit koniſchen Ausbohrungen verſehenen Lagerſchrauben für die beiderſeits in Spitzen auslaufende Achſe des Ankerhebels *H* trägt. Die Achslagerſchrauben werden durch Gegenmuttern feſtgelegt, welche gleichzeitig als Befeſtigung für den die Elektromagnetrollen tragenden Bügel *A* dienen. Der untere halbkreisförmige Teil des Bügels wird durch eine an den kürzeren Schenkel des Doppelwinkelſtücks *B* ſich anlehnende kräftige Spiralfeder gegen eine vorn abgerundete Schraube gedrückt. Durch Drehen der Schraube kann der Bügel nach vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Der Vorwärtsbewegung entſpricht ein Heben der Elektromagnetrollen, der Rückwärtsbewegung ein Senken derſelben. Jede Rolle hat einen Widerſtand von etwa 140 Ohm. Der Ankerhebel trägt an ſeinem längeren Arm einen aus 2 mm ſtarkem Eiſenblech hergeſtellten Anker und die als unterer Anſchlag dienende Schraube S_1 mit Gegenmutter. Den oberen Anſchlag bildet die an einem Meſſingſtänder angebrachte Schraube S_2 mit Gegenmutter. Durch beide Schrauben wird die Hubhöhe des Ankers begrenzt. An dem kürzeren Arme des Ankerhebels iſt eine durch ein kurzes Meſſingrohr hindurchführende Abreißfeder angebracht. Durch Drehen der zugehörigen Schraubenmutter kann der Abſtand der Elektromagnetpole von dem Anker geregelt werden. Zur Lautverſtärkung des Ankeranſchlags wird der Klopfer in einer mit gewölbter Rückwand verſehenen hölzernen Schallkammer aufgeſtellt, deren offene Seite dem Beamten zugekehrt iſt. Die Leitungen zu Klopferbetrieb werden in der Regel mit Arbeitsſtrom betrieben. Für Leitungen mit einer größeren Anzahl von Zwiſchenſtellen iſt jedoch der Betrieb mittels amerikaniſchem Ruheſtrom vorzuziehen. Die Arbeitsſtromſchaltungen entſprechen genau den gleichartigen Schaltungen für den Morſebetrieb. Bei der Schaltung für amerikaniſchen Ruheſtrom fließt wie bei der gewöhnlichen Ruheſtromſchaltung beſtändig Strom in die Leitung, ſolange die Korreſpondenz ruht. Die Zeichen werden aber nicht durch Unterbrechung, ſondern wie beim Arbeitsſtrom durch Stromſchluß hervorgebracht. Die Empfangsapparate ſind alſo für Arbeitsſtrom eingerichtet, aber nebſt den Batterien ſtets in die Leitung eingeſchaltet, wie bei Ruheſtrom. In der Taſte führt der Stromweg vom Taſterhebel zur Arbeitsſchiene. Die Ruheſchiene bleibt unbenutzt. Die Ruhekontaktſtifte dienen nur als Anſchlag. Bei ruhender Korreſpondenz müſſen die Taſten ſämtlicher Anſtalten einer Leitung ſo geſtellt ſein, daß der Arbeitskontakt geſchloſſen iſt. Die Batterien ſind wie Ruheſtrombatterien zu bemeſſen und zu ſchalten und ſenden alſo dauernd Strom in die Leitung. Bei den hierzu verwendeten Klopfertaſten wird der Stromſchluß durch Anlegen eines Hilfshebels an den Arbeitskontaktſtift hervorgebracht; der Hilfshebel ſtellt auf dieſe Weiſe Verbindung zwiſchen Mittelſchiene und Arbeitsſchiene her. Will ein Amt geben, ſo wird bei ihm der Hilfshebel von der Arbeitsſchiene weggedreht. Die Leitung iſt alsdann unterbrochen und ſtromfrei, und die Zeichengabe erfolgt nun genau wie bei Arbeitsſtrom, indem durch jeden Taſtendruck der Stromkreis geſchloſſen wird. Nach Aufhören des Gebens muß ſofort durch Umlegen des Hilfshebels wieder der Leitungsſchluß hergeſtellt werden, da die Leitung ſonſt unterbrochen und geſtört iſt.

4. **Maſchinentelegraphen** [1] und [3]. Die Maſchinen- oder Schnelltelegraphen ſetzen an Stelle des Handbetriebs bei der Stromſendung für die Zeichengebung den Maſchinenbetrieb. Die Telegramme werden zuerſt in beſonderer Lochſchrift in einen Papierſtreifen eingeſtanzt und der ſo vorbereitete Streifen wird dann mit großer Geſchwindigkeit durch den Senderapparat getrieben. Der Empfangsapparat liefert entweder einen Streifen mit Morſeſchrift wie beim Wheatſtone-Telegraphen und dem Schnelltelegraphen von Delany oder einen Streifen mit gleicher Lochſchrift wie der des Senderſtreifens, die beim Murray-Telegraphen durch eine Zuſatzmaſchine in Typendruckſchrift auf ein Aufnahmeblatt übertragen oder wie beim Telegraphen von Creed unmittelbar vom Streifen abgeleſen und niedergeſchrieben wird. Beim Telegraphen von Buckingham und beim Schnelltelegraphen von Siemens erfolgt die Aufnahme gleich in Typendruck, beim Telegraphen von Pollak & Virág in einer Art lateiniſcher Kurſivſchrift. Die Telegraphen von Wheatſtone, Murray und Buckingham haben bis jetzt die größte Bedeutung in der Praxis erlangt. — Aus der nachfolgenden Tabelle über die Leiſtungsfähigkeit der einzelnen Telegraphen iſt zu erſehen, wie ſehr die Maſchinentelegraphen den andern Telegraphen überlegen ſind. Bei der Beurteilung der Zahlen darf allerdings nicht unberückſichtigt bleiben, daß für die Vorbereitung der Senderſtreifen und erforderlichenfalls für die Ueberſetzung der auf dem Empfangsamt ankommenden Schrift beträchtliche Zeit zu verwenden iſt.

Syſtem	Wortzahl in der Stunde (ein Wort = durchſchnittl. ſechs Buchſtaben)	Syſtem	Wortzahl in der Stunde (ein Wort = durchſchnittl. ſechs Buchſtaben)
Morſeſchreiber, einfach . .	400—500	Rowland, achtfach . . .	18000
„ duplex . .	800—1000	Wheatſtone, einfach . .	1500
Klopfer, einfach	600	„ duplex . .	3000
„ duplex	1200	Delany	1500
Hughes, einfach	1000—1200	Creed	1500
„ duplex	1800—2200	Buckingham	6000
Heberſchreiber, einfach . .	1300—1400	Murray	9000
„ duplex . .	2400—2600	Pollak-Virág	40000
Boudot, vierfach	4000	Siemens Schnelltelegraph	20000

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Der automatiſche Schnelltelegraph von Wheatſtone.

Mittels eines Stanzapparates werden Löchergruppen in einen Papierſtreifen eingeſchlagen, denen die Zeichen für einen Morſeſtrich oder Punkt entſprechen. Punkt = ○○, Zwiſchenraum = ○ und Strich = ○○. Der Streifen zeigt alſo drei Reihen Löcher. Die Löcher der mittleren Reihe haben unter ſich gleichen Abſtand und bezwecken eine ſichere Führung des Streifens durch den Sender. Die Löcher der beiden anderen Reihen dienen zur Entſendung der Ströme und folgen in Abſtänden, wie ſolche der Bildung der zu übermittelnden Morſezeichen entſprechen. Durch ein kräftiges Triebfederwerk wird der Balken *Y* des Senders (Fig. 29) in ſchnelle pendelnde Schwingungen um ſeine Achſe verſetzt. Der Balken wirkt durch die an ihm befeſtigten Stifte auf die wagerechten Arme der beiden Winkelhebel *d* und d_1 und drückt ſie abwechſelnd nieder. An den wagerechten Hebelarmen ſitzen, in Gelenken leicht beweglich, die dünnen Metallſtangen S_1 und S_2, und an den Enden der ſenkrechten Hebelarme ſind leichte, in wagerechter Richtung ſich bewegende Schubſtangen St_1 und St_2 angebracht. Wenn der Balken *Y* ſchwingt, vollführen die Stangen S_1 und S_2 abwechſelnd Bewegungen in ſenkrechter, die Stangen St_1 und St_2 ſolche in wagerechter Richtung. Die Bewegungen werden gehemmt, wenn über dem Papierführungsrade *Str* ein ungelochter Papierſtreifen ſich abrollt, da die Stangen das Papier nicht durchſchlagen können.

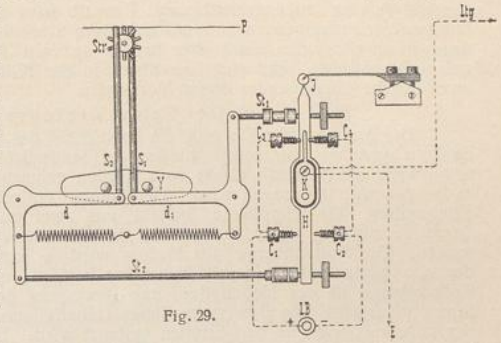


Fig. 29.

Die Schubſtangen St_1 und St_2 wirken bewegend auf den Kontakthebel *H* mit der von ihm iſolierten federnden Zunge *K*. Mit dem Kontakthebel ſteht die Leitung und mit der Zunge die Erde in Verbindung. Der Stellung des Kontakthebels entſprechend bildet die federnde Zunge mit Klemmſchraube C_3 oder C_4 Kontakt; der eine Pol der Batterie iſt mit Klemmen C_1 und C_3, der andre mit den Klemmen C_2 und C_4 verbunden. Wenn der Apparat ohne Papier läuft, ſo werden die Stangen S_1 und S_2 in ihrer Bewegung nicht gehindert, und die Schubſtangen ſchieben den Kontakthebel hin und her. Es gelangen in regelmäßiger Folge Ströme abwechſelnder Richtung in die Leitung. Läuft der Apparat mit ungelochtem Papier, ſo hemmt dieſes die volle Bewegung der beiden Stangenpaare, und der Kontakthebel verharrt in der zuletzt eingenommenen Stellung. Der Umkehrungsmechanismus iſt aufgehalten, und es fließt ein Dauerſtrom in die Leitung. Sobald gelochtes Papier läuft, wird die Stromrichtung jedesmal geändert, wenn eine der Stangen S_1 und S_2 durch ein Streifenloch hindurchſtößt. Gehen z. B. die Löcher für einen Morſepunkt vorbei, ſo ſtößt S_1 durch das obere Loch und bewirkt, daß der negative Zeichenzwiſchenraumſtrom durch den poſitiven Zeichenſtrom erſetzt wird; gleich darauf ſtößt S_2 in das untere Loch und ſtellt den negativen Zwiſchenraumſtrom wieder her. Bei Darſtellung eines Striches erhält der Zeichenſtrom die dreifache Dauer dadurch, daß die Bewegung jeder Stange einmal durch das ungelochte Papier unterdrückt wird.

Der Empfänger iſt ein äußerſt empfindlicher Morſefarbſchreiber mit polariſiertem Elektromagnetſyſtem und regelbarer Laufgeſchwindigkeit. Die beiden ſenkrecht ſtehenden Elektromagnete mit Eiſenkernen und Polſchuhen an beiden Enden ſind ſo angeordnet, daß beim Durchgang eines Stromes die ſich gegenüberſtehenden Polſchuhe ungleichen Magnetismus erhalten. In den beiden Zwiſchenräumen zwiſchen den Polſchuhen befinden ſich zwei zu einem feſten Ganzen vereinigte leichte Zungen S_1 N_1 auf weichem Eiſen, welche durch einen kräftigen Stahlmagnet *S N* dauernd magnetiſch erhalten werden (Fig. 30). Die Stärke des Magnetismus der Zungen läßt ſich durch Näherung oder Entfernung des Stahlmagnets beliebig ändern, ohne daß der Druck auf die Zapfen der ſenkrechten Achſe *H* merklich vermehrt wird. Während der Dauer des (negativen) Zwiſchenraumſtroms erhält der polariſierte Anker durch die Anziehung des Elektromagnets eine ſolche Lage, daß das Schreibrädchen den Papierſtreifen nicht berührt. Der (poſitive) Zeichenſtrom kehrt die Pole des Elektromagnets um und dreht dadurch auch den Flügelanker in die Arbeitslage. Die Achſe *H* trägt am oberen Ende einen Arm *G*, deſſen Ende rechtwinklig nach oben umgebogen iſt und die Achſe *X* mit dem Farbſcheibchen *O* umfaßt.

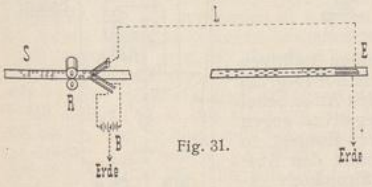


Fig. 31.

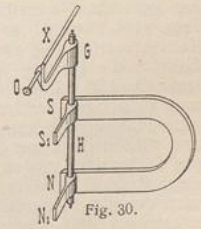


Fig. 30.

b) Der Schnelltelegraph von Delany.

Die Zeichengebung erfolgt automatiſch durch einen gelochten Papierſtreifen unter Benutzung von Wechſelſtrömen. Die Löcher der oberen Reihe bedeuten die Punkte, die Löcher der unteren Reihe die Striche des Morſealphabets. Der Papierſtreifen des Senders *S* wird von zwei durch ein Uhrwerk oder einen andern Motor bewegte Rollen *R* (Fig. 31) zwiſchen zwei

Paar Stromſchlußbürſten hindurchgezogen. Die beiden unteren Bürſten ſind mit je einem Pole der Batterie B verbunden, während die oberen beiden Bürſten an der Leitung L liegen. Bei der Berührung der Bürſten durch die Punktlöcher geht ein negativer, bei der Berührung durch die Strichlöcher ein poſitiver Stromſtoß in die Leitung. Die Stromſtöße haben alle gleiche Dauer. Beim Empfänger E drücken drei nebeneinander angeordnete ſtählerne Schreibfedern, von denen die beiden äußeren mit der Erde und die mittlere mit der Leitung verbunden iſt, leicht gegen einen chemiſch präparierten Papierſtreifen, der durch ein Uhrwerk bewegt und kurz vor dem Zuſammentreffen mit den Federn ſelbſttätig angefeuchtet wird. Der aus der Leitung kommende Strom fließt über die mittlere Feder, den leitenden Papierſtreifen und die beiden äußeren Federn zur Erde. Das Papier erfährt da, wo der negative Strom eintritt, durch Elektrolyſe eine Farbenveränderung. Deshalb wird der Streifen unter der mittleren Feder einen farbigen Strich zeigen, wenn ein negativer Stromſtoß (Punktzeichen) aus der Leitung kommt, dagegen zwei Striche unter den beiden äußeren Federn, wenn ein poſitiver Strom (Strichzeichen) ankommt. Ein einzelner Strich in der Mitte des Streifens bedeutet alſo einen Punkt, zwei Striche übereinander einen Morſeſtrich.

c) Der Schnelltelegraph von Creed.

Der Aufnahmeſtreifen gibt die Lochſchrift des Senderſtreifens genau wieder; er kann alſo im Durchgangsverkehr ſofort wieder als Senderſtreifen benutzt werden, während für Lokaltelegramme die Abſchrift direkt vom Streifen gemacht oder mittels eines Ueberſetzungsapparates in Druckſchrift übertragen wird. Der Sender entſpricht im weſentlichen dem des Wheatſtone-Telegraphen. Der Empfänger beſteht aus zwei polariſierten Elektromagneten, deren Anker durch Vermittlung einer Stange auf das Schieberventil eines Druckluft- oder Preßgasmotors wirken. Die Kolbenſtange des Motors wird je nach der Richtung des eintreffenden Stromes, der den einen oder andern Relaisanker betätigt, nach rechts oder links geſchoben. Mit der Kolbenſtange iſt ein Hebelſyſtem zur Bewegung der Stanzſtempel verbunden. Ein poſitiver Strom verurſacht eine Bewegung dieſes Hebelſyſtems derart, daß ein Loch oberhalb der Reihe der Führungslöcher in den Streifen geſtanzt wird. Ein negativer Strom ſtanzt ein Loch unterhalb der Reihe der Führungslöcher in den Streifen.

d) Der Schnelldrucktelegraph von Buckingham.

Der Sender gleicht dem Wheatſtone-Sender, der Empfänger gibt die Zeichen unmittelbar in Typendruck auf Blättern wieder. Das Alphabet wird nach Art der Morſeſchrift aus Punkten, Zeichen und Zwiſchenräumen zuſammengeſetzt; jeder Buchſtabe und jedes Satzzeichen erfordert die Entſendung von mehreren kurzen oder langen poſitiven oder negativen Stromſtößen in entſprechender Folge. Dieſe Stromſtöße verſchiedener Richtung und Dauer wirken auf dem Empfangsamte auf zwei polariſierte Relais. Die Kontakte der Relais liegen in zwei Ortsſtromkreiſen, in welche wiederum eine Anzahl Relais und Elektromagnete eingeſchaltet ſind, die durch ein Fortſchaltewerk den Abdruck des der Stromſtoßkombination entſprechenden Zeichens bewirken. Bei dem ſchnellen Lauf des Buckingham-Telegraphen mußten fünf kleine rechteckige Typenräder an Stelle des einen großen Typenrades der gewöhnlichen Drucktelegraphen treten. Unterhalb der Typenräder ſteht der Druckhammer, und zwiſchen ihm und den Typenrädern befindet ſich das Telegrammaufnahmeblatt. Die aus der Leitung eintreffenden Stromſtöße verſchieben die Typenradachſe in der Längsrichtung und drehen ſie ſo, daß die abzudruckende Type gerade über den Druckhammer zu liegen kommt. Der mit dem Anker eines Elektromagnets verbundene Druckhammer ſchnellt empor und wirft das Papierblatt gegen die darüberſtehende Type, die hierdurch abgedruckt wird.

e) Der Schnelltelegraph von Murray.

Das Murray-Alphabet ſieht für jedes Zeichen fünf gleiche poſitive oder negative Stromſtöße von der Dauer der Zeit für die Niederſchrift eines Morſepunktes vor; der Strich hat die Länge von drei Punkten. Wie beim Wheatſtone-Telegraphen wird der gelochte Papierſtreifen im Sender durch ein Triebwerk bewegt; er wirkt auf die Stößer einer Kontaktvorrichtung, die poſitive und negative Stromſtöße in die Leitung ſendet. Auf dem Empfangsamte (Amt II) wirken die von der Kontaktvorrichtung k_1 k_2 des Senders (Amt I) in die Leitung geſandten poſitiven oder negativen Ströme zunächſt auf ein polariſiertes Relais $L\,R$ (Fig. 32) und fließen dann zur Erde. Ein poſitiver Strom legt den Ankerhebel des Linienrelais gegen einen Kontakt k_1, und ein negativer gegen einen Kontakt k_2. Liegt der Hebel H gegen den poſitiven Kontakt, ſo wird der das Stanzrelais $S\,R$, das Gleichlaufrelais $G\,R$ und den Auslöſemagnet $A\,M$, ſowie die Ortsbatterie b enthaltende Stromkreis geſchloſſen; Stanzrelais und Gleichlaufrelais werden erregt. Wird z. B. der Buchſtabe B gegeben, ſo kommt zuerſt ein poſitiver Strom von einer Zeiteinheit auf dem Empfangsamte zur Wirkung, die zwei folgenden Führungslöcher verurſachen einen negativen Strom von zwei Zeiteinheiten und die dann folgenden beiden geſtanzten Löcher wieder einen poſitiven Strom von zwei Zeiteinheiten. Der Aufnahmeſtreifen ſoll nun gleich dem Senderſtreifen geſtanzt werden; jede poſitive Stromeinheit muß alſo ein Loch ſtanzen, und poſitive Ströme von mehreren Stromeinheiten müſſen alſo wieder in ihre Einheiten zerlegt werden. Ein poſitiver Strom von zwei Einheiten muß alſo zwei Löcher, ein ſolcher von drei Einheiten

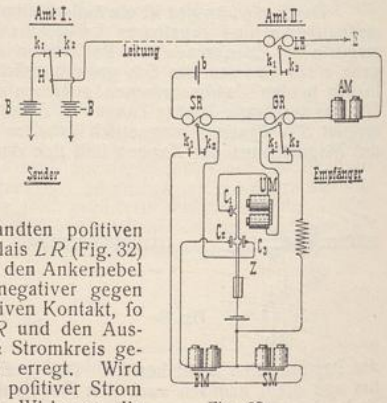


Fig. 32.

drei Löcher ſtanzen. Dieſe Zerlegung wird durch einen Unterbrecher in Geſtalt einer ſchwingenden Stahlzunge Z bewirkt. Sie iſt an dem einen Ende in einem Metallblock befeſtigt und ſchwingt mit dem freien Ende zwiſchen den Polen des Unterbrechermagnets UM und den Kontakten C_1, C_2 und C_3. Die Dauer einer Schwingung der Zunge Z muß gleich der Dauer einer Linienſtromeinheit ſein. Während der Dauer der poſitiven Linienſtromeinheit iſt der Ankerhebel des Stanzrelais SR gegen den Kontakt k_1 gelegt. In der erſten Hälfte der Linienſtromeinheit iſt dann der Kontakt zwiſchen Z und C_3 geſchloſſen; hierdurch wird der Stanzelektromagnet SM betätigt. In der zweiten Hälfte der Linienſtromeinheit wird dagegen der Stromkreis für den Stanzelektromagnet durch die Schwingung der Zunge Z wieder geöffnet. Legt ſich nun die Zunge gegen den Kontakt C_2, ſo wird der Stromkreis für den Bewegungselektromagneten BM geſchloſſen, der die Fortbewegung des Papierſtreifens bewirkt. Die Stromwirkungen auf die Elektromagnete SM und BM ſind zeitlich verſchieden; es ſteht der Streifen ſtill, wenn ein Loch geſtanzt wird und umgekehrt. Zur Erzielung der Uebereinſtimmung der Schwingungsdauer der Zunge mit der Dauer der Linienſtromeinheit dient die Gleichlaufvorrichtung. Die Telegraphiergeſchwindigkeit hat der Sender anzugeben; nach ihr iſt die Laufgeſchwindigkeit des Streifens im Empfänger zu regeln. Dies geſchieht mit Hilfe des Gleichlaufrelais GR, deſſen Ankerhebel und beide Kontakte in den Stromkreis des Unterbrechungselektromagneten eingeſchaltet ſind. Ein poſitiver Linienſtrom legt den Ankerhebel des Gleichlaufrelais gegen den Kontakt k_1; folgt dann ein negativer Stromſtoß, ſo wird der Anker durch ſeine Abreißfeder gegen den Kontakt k_2 gezogen. Für den Stromkreis des Elektromagneten UM iſt es jedoch ohne Bedeutung, gegen welchen der beiden Kontakte der Anker anliegt, da beide miteinander verbunden ſind. Vorausſetzung iſt hierbei, daß der Wechſel des Linienſtromes erſt dann eintritt, wenn die Zunge Z des Unterbrechers zu den Polen des Elektromagneten UM hinſchwingt. Es iſt dann der Kontakt $Z - C_1$ offen, ſo daß die Schwebelage des Ankerhebels keinen Einfluß hat. Wenn vollſtändiger Gleichlauf zwiſchen Empfänger und Sender herrſcht, ſo fallen ſämtliche Schwebelagen des Ankerhebels des Gleichlaufrelais mit den Zeiten zuſammen, in welchen der Kontakt $Z - C_1$ offen iſt. Läuft dagegen der Empfänger ſchneller als der Sender, ſo fallen nur einige Schwebelagen des Ankerhebels mit den Zeiten für die Kontaktöffnungen $Z - C_1$ zuſammen, ſo daß dadurch der Stromkreis für den Elektromagneten UM zeitweiſe unterbrochen wird; eine Ermäßigung der Schwingungszahl der Zunge Z iſt die Folge und dementſprechend eine Verlangſamung der Laufgeſchwindigkeit des Empfängers, bis die Geſchwindigkeiten von Sender und Empfänger einander gleich ſind. Läuft der Empfänger langſamer als der Sender, ſo iſt Gleichlauf nicht zu erzielen, da durch die Schwebelagen des Gleichlaufrelaisankers die Geſchwindigkeit des Empfängers noch mehr verlangſamt wird. Die Uebertragung der Lochſchrift des Empfängerſtreifens in Typendruck auf ein Papierblatt erfolgt durch den „Ueberſetzer“, der aus der Verbindung einer gewöhnlichen Schreibmaſchine mit einer Zuſatzmaſchine beſteht, die den jeder Löchergruppe entſprechenden Taſtenhebel der Schreibmaſchine in die Druckſtellung herunterzieht.

f) Der Schnelltelegraph von Pollak und Virág.

Dieſer Schnelltelegraph iſt ein telephoniſcher Lichtpunktſchreiber, d. h. ein Apparat, bei dem die Bewegungen einer Telephonmembran mittels Spiegelübertragung durch einen Lichtpunkt die Telegramme in einer Dunkelkammer auf photographiſches Papier ſchreiben laſſen. Im Sender wird durch einen Motor ein ſechsreihig gelochter Papierſtreifen über eine Kontaktwalze gezogen, die aus zwei Zylindern mit je ſechs voneinander iſolierten Schleifringen beſteht. Die Ringe mit gleichen Bezeichnungen ſind miteinander verbunden. An den Ringen liegen ſechs verſchiedene Stromquellen I—VI, von denen II und III ſowie IV und V gleiche Spannung, aber entgegengeſetzte Polarität haben, während I die doppelte Spannung von II, und VI die doppelte Spannung von V hat. Auf dem einen Zylinder ſchleift eine, auf dem andern Zylinder ſchleifen ſechs Stromabnehmerbürſten. Das zwiſchen den Schleifringen und den Bürſten hindurchgezogene Papierband hält erſtere von letzteren ſo lange elektriſch getrennt, bis durch die Lochungen des Papierſtreifens hindurch Stromſchluß eintritt. Um den Stromſtößen die erforderliche verſchiedene Zeitdauer zu geben, erhalten die Lochungen des Papierſtreifens verſchiedene Größen. Als Empfänger dient ein Doppeltelephon T_1 T_2, das mit einem Dauermagnet M (Fig. 33) verbunden iſt, deſſen zwei Schenkel in biegſame eiſerne Federn A und B mit rechtwinkelig nach außen umgebogenen Spitzen auslaufen. Die Enden der Federn ſtehen durch je ein Stäbchen mit den Membranen der Telephone T_1 und T_2 in Verbindung. Eine dritte ſtärkere Feder C, die ebenfalls in eine rechtwinkelig gebogene nach außen gerichtete Spitze endigt, iſt in der Mitte auf den Magnet aufgeſchraubt. Auf dieſen drei Spitzen ruht ein kleines dünnes Eiſenblech, auf deſſen nach außen gerichteter Seite ein kleiner Hohlſpiegel feſtgekittet iſt. Das Eiſenblech wird von dem Magnet feſtgehalten. Die Spitze der Feder A liegt etwa 1 mm ſenkrecht über der feſten Spitze der Feder C, die Spitze der Feder B befindet ſich 1 mm in wagerechter Richtung von der feſten Spitze C. Da eine Bewegung der Telephonmembran ſich durch die Stäbchen auf die biegſamen Federn A bezw. B überträgt, ſo wird das auf den Spitzen dieſer Federn ruhende Eiſenblech, wenn die Membran des Telephons T_1 anſpricht, ſich um ſeine horizontale Achſe drehen, und wenn das Telephon T_2 anſpricht, eine Bewegung um ſeine ſenkrechte Achſe machen. Als Quelle für den Lichtpunkt dient ein feſtſtehendes Glühlämpchen mit 3—4 cm langem Glühfaden; es ſitzt im Innern eines hohlen, um ſeine Achſe drehbaren Zylinders, in deſſen Mantel ein Schlitz in Geſtalt eines ganzen Schraubenganges

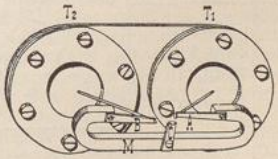


Fig. 33.

eingeſchnitten iſt. Der Zylinder wirkt als Blende, und nur durch den Schlitz fällt das Licht der Glühlampe auf den kleinen Hohlſpiegel. Durch die Drehung des Zylinders von rechts nach links wird alſo dieſelbe Wirkung erzielt, als wenn die Lichtquelle ſelbſt die nämliche Bewegung machte. Der von dem Hohlſpiegel zurückgeworfene Lichtſtrahl, welcher einen lichtempfindlichen Papierſtreifen trifft, wird deshalb eine Bewegung von links nach rechts quer über den Streifen machen. Da der Papierſtreifen mittels eines Motors langſam von oben nach unten bewegt wird, ſo iſt die Lichtlinie auf dem Streifen etwas geneigt. Spricht nun das Telephon T_1 an, ſo wird auf dem Streifen eine Linie nach oben und unten oder nach unten und oben erzeugt, während ein Anſprechen des Telephons T_2 einer Linie in wagerechter Richtung entſpricht. Sprechen beide Telephone gleichzeitig an, ſo wird die Lichtlinie eine Komponente aus beiden Linien bilden, welche beim Einzelanſprechen der Telephone entſtehen würden. Es kann deshalb, wenn beide Telephone gleichzeitig anſprechen, je nachdem das eine oder das andre Telephon länger beeinflußt wird, eine Kurve nach rechts oder links, d. h. jede beliebige, beſchrieben werden. Fig. 34 gibt eine Schriftprobe des Schnelltelegraphen. Das Schreiben des Lichtpunktes auf dem lichtempfindlichen Papierband geht in einer Art Dunkelkammer des Apparates vor ſich; durch eine rot abgeblendete Oeffnung dieſer Kammer kann man die Fertigſtellung des Telegramms in einem kleinen Spiegel als Flammenſchrift deutlich verfolgen. Nachdem der Lichtpunkt das Telegramm aufgeſchrieben hat, wird es ſelbſttätig durch einen mit dem Empfänger vereinigten photographiſchen Entwickler gezogen; es kommt wenige Sekunden nach der Aufnahme vollſtändig fertig aus dem Apparat.



Fig. 34. Verkleinerte Schriftprobe des Schnelltelegraphen von Pollak und Virág.

g) Der Schnelltelegraph von Siemens und Halske.

Mittels eines Stanzapparates in Form einer Schreibmaſchine werden die den einzelnen Buchſtaben und Zeichen eigentümlichen Lochkombinationen auf dem Senderſtreifen in elf feiner Richtung nach parallel zueinander verlaufenden Zeilen angeordnet. Jedes Zeichen wird durch zwei Löcher beſtimmt, die auf verſchiedenen Zeilen und auf einer zur Bewegungsrichtung des Streifens ſchrägen Linie ſtehen, ſo daß ſie nacheinander die in gerader Linie angeordnete Kontaktreihe des Senderapparates paſſieren. Die Löcher für den Buchſtaben *H* befinden ſich z. B. auf der 3. und 6. und die für den Buchſtaben *A* auf der 4. und 9. Zeile (Fig. 35). Die Fortbewegung des Streifens durch die Kontaktvorrichtung *K* des Senders (Fig. 36) bewirkt ein Elektromotor, mit dem eine als Generator dienende Maſchine *G* direkt gekuppelt iſt. Der von dieſer Maſchine gelieferte Strom wird zum Teil in einem Belaſtungswiderſtand *W* aufgezehrt, zum Teil als Telegraphierſtrom verwendet. Am Ende der Generatorwelle befindet ſich ein Kontaktarm *k*, deſſen Bürſte eine Kontaktſcheibe *S* überſchreitet, die in 24 voneinander iſolierte Felder geteilt iſt. Während der Kontaktarm eine Umdrehung ausführt, ſchreitet der gelochte Papierſtreifen in der Kontaktvorrichtung *K* um eine Buchſtabenbreite vorwärts, ſo daß bei jeder Umdrehung die Uebermittlung eines Zeichens ſtattfindet. Die Kontaktvorrichtung *K* beſteht aus elf nebeneinander auf einem Hartgummifockel angebrachten Federn f_1—f_{11}, den elf Zeilen des Lochſtreifens entſprechend. Jede dieſer Federn iſt mit dem entſprechenden Segment der Geberſcheibe *S* verbunden. Die Federn ſelbſt beſitzen am Ende kleine Stahlſchuhe *s*, die durch etwa vorhandene Löcher des Streifens hindurchfallen und damit die Schließung des zugehörigen Kontaktes *c* bewirken. Wird z. B. das Zeichen *R* (Kombination 2–8) übermittelt, ſo ſchließen die Federn f_2 und f_8 ihre Kontakte c_2 und c_8. Sobald der Kontaktarm *k* dann das Segment 2 der Kontaktſcheibe *S* berührt, fließt ein Strom von dem über den halben Abzweigungswiderſtand *w* geendeten +-Pol des Generators *G* über den linken Kontakt und die Zunge des Geberrelais *R*, Kontakt c_2 und Feder f_2, Segment 2, Kontaktarm *k* zum Kondenſator *C* und zur Erde. Der Kondenſator wird alſo geladen. Sobald im weiteren Verlauf der Umdrehung der Kontaktarm *k* das Segment 2′ berührt, entladet ſich der Kondenſator wieder. Der Entladungsſtrom

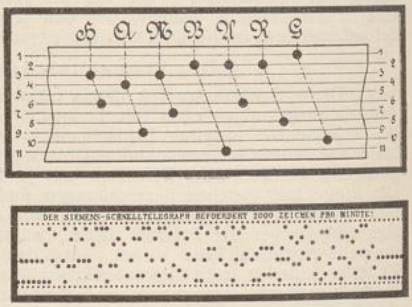


Fig. 35.

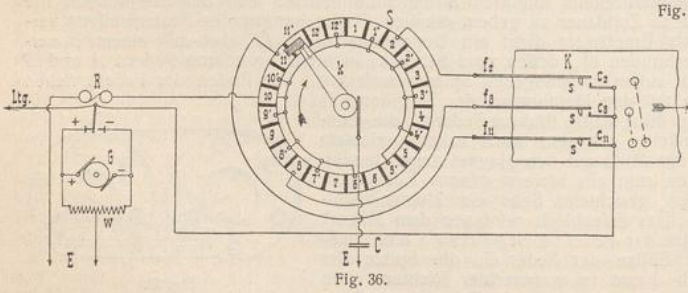


Fig. 36.

durchfließt die Umwindungen des polarisierten Geberrelais und legt dessen Zunge an den rechten Kontakt. Da an die Zunge des Geberrelais die Leitung angeschlossen ist, so wechselt in diesem Augenblicke der in die Leitung geschickte Strom seine Richtung. Sobald nunmehr der Kontaktarm k das Segment 8 berührt, findet wiederum eine Ladung des Kondensators C vom —-Pol des Generators über Feder f_8 statt; die darauffolgende Entladung über Segment 8′ führt die Zunge des Geberrelais wieder an den linken Kontakt zurück; demgemäß wird auch der in die Leitung fließende Strom seine Richtung zum zweitenmal ändern.

Der Empfangsapparat besteht aus einem Elektromotor, auf dessen einem Wellenende ein Kontaktarm mit mehreren Kontaktbürsten befestigt ist, die über konzentrisch angeordnete Kontaktscheiben hinweggleiten.

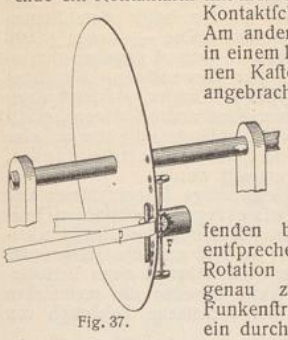


Fig. 37.

Am andern Ende der Welle ist in einem lichtdicht abgeschlossenen Kasten eine Typenscheibe angebracht, die, wie Fig. 37 zeigt, zwischen dem photographischen Papierbande P und einer kleinen Funkenstrecke F rotiert. Sobald das den betreffenden beiden Stromimpulsen entsprechende Zeichen bei der Rotation der Typenscheibe sich genau zwischen Papier und Funkenstrecke befindet, leuchtet ein durch die Stromimpulse auf der Empfangsstation ausgelöster elektrischer Funke auf und wirft das Bild des Buchstabens oder Satzzeichens, das schablonenartig in die Typenscheibe eingeschnitten ist, auf den lichtempfindlichen Papierstreifen.

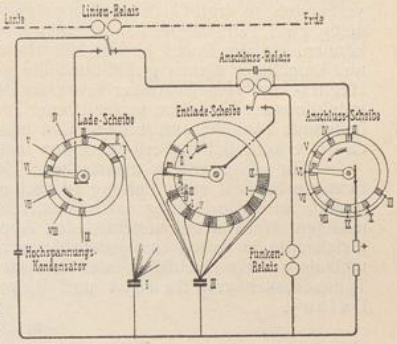


Fig. 38.

Die rechtzeitige Auslösung des Druckfunkens besorgen die Kontaktscheiben in Verbindung mit verschiedenen Kondensatoren und Relais. Die Ladescheibe (Fig. 38) besitzt zwölf voneinander isolierte Kontaktsegmente, von denen I—IX an je einen Kondensator (Gruppenkondensator) I—IX angeschlossen sind. Der Kontaktarm der Ladescheibe steht mit dem linksseitigen Kontakt des Linienrelais in Verbindung; von der Ankerzunge dieses Relais führt eine Verbindung nach einem Hochspannungskondensator, der vor Beginn jeder neuen Umdrehung mit einer Ladung von 110 Volt versehen wird. Wenn Synchronismus zwischen dem rotierenden Geber- und Empfängersystem herrscht, so ist beim Zustandekommen des ersten Stromwechsels der Kombination 2/8 für den Buchstaben R der Kontaktarm der Geberscheibe gerade von dem Segment 2 auf das Segment 3 übergegangen, und der Kontaktarm der Ladescheibe befindet sich dann zwischen den Kontaktsegmenten I und II. Der eintreffende Stromimpuls legt die Zunge des Linienrelais an den linksseitigen Kontakt und hält sie dort fest; inzwischen hat der Kontaktarm der Ladescheibe das Segment II berührt, und es entladet sich nunmehr der Hochspannungskondensator in den Gruppenkondensator II. Dem zeitlichen Eintritt des ersten zu jedem Zeichen gehörigen Telegraphierstroms entsprechend, wird also einer von den neun Gruppenkondensatoren mit einer Ladung versehen. Die endgültige Bestimmung des Zeichens geschieht dann durch den zweiten Stromimpuls unter Mitwirkung der Entlade- und Anschlußscheibe. Die Entladescheibe umfaßt zwölf Segmente mit Kontaktgruppen, von denen drei Segmente, XII, I und II, unbenutzt bleiben. Das erste Segment enthält ein kurzes Kontaktstück, das zweite deren zwei u. s. w. bis zum Segment XI, das mit neun Kontaktstücken ausgerüstet ist. Die Kontaktstücke mit gleichen Zahlen sind sämtlich untereinander und mit ihrem zugehörigen Gruppenkondensator verbunden. Der durch den ersten Stromstoß für das Zeichen R geladene Gruppenkondensator wird also an acht verschiedenen Stellen der Entladescheibe seine Ladung wieder abgeben können. Bedingung hierfür ist, daß der rechte Kontakt des Anschlußrelais geschlossen ist. Zur Erzielung des richtigen Buchstabens muß dieser Kontaktschluß in dem Augenblick erfolgen, in welchem sich der Kontaktarm der Entladescheibe gerade auf dem vor der betreffenden Kontaktgruppe befindlichen isolierten Zwischenstück befindet, also bei dem Buchstaben R vor der achten Gruppe. Zur Sicherstellung des rechtzeitigen Kontaktschlusses dient die Anschlußscheibe. Diese ist ebenfalls in zwölf Segmente eingeteilt, von denen XII, I und II unbenutzt sind, während die übrigen je ein kurzes, isoliert aufgesetztes Kontaktstück enthalten. Die neun Kontaktsegmente sind sämtlich untereinander und mit den Umwindungen des Anschlußrelais verbunden. Der über der Anschlußscheibe rotierende Arm ist mit dem positiven Pol der Stromquelle von 110 Volt verbunden; an deren negativen Pol ist die gemeinsame Rückleitung der Kondensatoren gelegt. Der zweite Stromimpuls für das Zeichen R setzt im achten Zwölftel der Umdrehung ein; er legt die Zunge des Linienrelais an den rechtsseitigen Kontakt. Der Kontaktarm der Anschlußscheibe befindet sich dann gerade zwischen den Segmenten VII und VIII. Sobald der Kontaktarm bei seiner Weiterbewegung das Segment VIII berührt, fließt ein Strom vom positiven Pole der 110-Volt-Stromquelle über den Kontaktarm, das Segment VIII der Anschlußscheibe, die Windungen des Anschlußrelais, den rechtsseitigen Kontakt und die Zunge des Linienrelais zum Hochspannungskondensator und auf der gemeinsamen Rückleitung zum negativen Pole zurück. Der Hochspannungskondensator wird hierdurch wieder geladen, und gleichzeitig wird durch den Ladestrom der rechte Kontakt des Anschlußrelais geschlossen. In diesem Augenblick befindet sich der Kontaktarm der Entladescheibe gerade in der Uebergangs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtelle von der VII. zur VIII. Gruppe. Sobald er bei ſeiner Weiterbewegung das zweite kurze Kontaktſtück dieſer Gruppe paſſiert, kann der Kondenſator II ſich entladen. Der Entladeſtrom geht über den rechten Kontakt des Anſchlußrelais und die Umwindungen des Funkenrelais; dieſes löſt den zur Durchleuchtung der Type erforderlichen elektriſchen Funken aus.

5. **Mehrfachtelegraphen** [1] ermöglichen die gleichzeitige Beförderung von zwei oder mehr Telegrammen auf derſelben Leitung. Bei der gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie ſteht die Leitung jedem mit ihr verbundenen Apparatſyſtem dauernd zur Verfügung. Die Einrichtung kann hierbei ſo getroffen werden, daß zwei Telegramme entweder in derſelben Richtung gleichzeitig Beförderung erhalten — Doppelſprechen oder Diplextelegraphie —, oder in entgegengeſetzter Richtung — Gegenſprechen, Duplextelegraphie. Werden beide Betriebsarten verbunden, ſo ergibt ſich das Doppelgegenſprechen — Quadruplextelegraphie —, wobei gleichzeitig zwei Telegramme von *A* nach *B* und zwei Telegramme von *B* nach *A* gegeben werden können. In der Praxis kommt hauptſächlich das Gegenſprechen zur Verwendung. Als Geber und Empfänger dienen gewöhnlich die gebräuchlichen Apparatſyſteme: Klopfer, Morſeſchreiber, Hughes- und Heberſchreiber ſowie als Betriebskraft Batterieſtröme. Eine andre Gattung benutzt Induktionswechſelſtröme verſchiedener Perioden und Telephone als Empfänger, die nur auf eine beſtimmte Tonhöhe anſprechen. Man bezeichnet dieſe Methode als Stimmgabeltelegraphie, da die erforderlichen Periodenzahlen meiſt durch Stimmgabeln erzeugt werden.

Zur gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie iſt auch das gleichzeitige Telegraphieren und Fernſprechen auf einer Leitung zu rechnen. — Bei der wechſelzeitigen mehrfachen Telegraphie wird die Leitung auf beiden Aemtern durch zwei ſynchron laufende Verteiler in regelmäßigem Wechſel mit verſchiedenen Apparatſyſtemen verbunden; es ſind mehrere Telegramme gleichzeitig in Arbeit (auf jedem Apparat eins), und von jedem wird während eines Verteilerumlaufs nur ein Buchſtabe oder Zeichen befördert. In dieſer Weiſe arbeiten die mehrfachen Typendrucker von Baudot und Rowland; ähnlich wirkt der ſechsfache Telegraph von Delany.

a) Gegenſprechen.

Es kommen die Brückenſchaltung für oberirdiſche und kurze unterirdiſche Leitungen ſowie in etwas veränderter Form für lange Seekabel zur Anwendung, die Differentialſchaltung für längere unterirdiſche Leitungen.

Brückenſchaltung. Sie beruht auf der Stromverzweigung der Wheatſtoneſchen Brücke. Die vier Seiten des Wheatſtoneſchen Vierecks (Fig. 39) ſind beim Amt I *m n* und *m p* mit den Widerſtänden *a* und *b*, ferner der Leitungsweg von *n* zum Amte II und durch deſſen Apparate zur Erde mit dem Widerſtande *c* ſowie von *p* durch den Widerſtand *d* zur Erde. Sind dieſe Widerſtände ſo abgeglichen, daß $a \cdot d = b \cdot c$ iſt, ſo fließt beim Niederdrücken der Taſte *T* kein Strom durch die Brückendiagonale *n p*, und der eigne Empfangsapparat bleibt in Ruhe. Ebenſowenig ſpricht im Amte II, wo dieſelbe Anordnung getroffen iſt, der Empfangsapparat an, wenn daſelbſt die Taſte gedrückt wird. Der im Amte II ankommende Strom teilt ſich bei *n'*; ein Teil fließt über den Brückenarm *n' m'* und die Taſte zur Erde, der andre Teil durchläuft, den Empfangsapparat in Tätigkeit ſetzend, die Brückendiagonale *n' p'* und findet von *p'* aus teils über *m'*, teils über *d'* Erde. Aehnlich verläuft im Amte I der von II ankommende Strom, nur hat dieſer entſprechend der Schaltung der Batterie *B'* die umgekehrte Richtung: er fließt aus der Erde von I über die Punkte *m* und *p* nach *n* und weiter nach II. Der Empfangsapparat ſpricht alſo bei jedem Amte nur auf den ankommenden, nicht auf den abgehenden Strom an. Hieran ändert ſich nichts, wenn gleichzeitig von beiden Aemtern Strom geſendet wird. Da in I der poſitive, in II der negative Batteriepol an Leitung liegt, ſo wirkt bei gleichzeitigem Drucke beider Taſten eine doppelt ſo große elektromotoriſche Kraft, der Strom iſt daher in der Leitung *L* zwiſchen den Punkten *n* und *n'*, wo keine Verzweigung ſtattfindet, doppelt ſo ſtark. Infolgedeſſen fließt durch beide Empfangsapparate Strom und zwar in II in der Richtung von *n'* nach *p'* und bei Amt I in der Richtung von *p* nach *n*. Auf den Empfänger in I wirkt immer nur ein beſtimmter Teil des von der Batterie *B'* erzeugten Stromes, gleichgültig, ob die Batterie *B* Strom ſendet oder nicht; ähnlich verhält es ſich hinſichtlich des Empfängers in II.

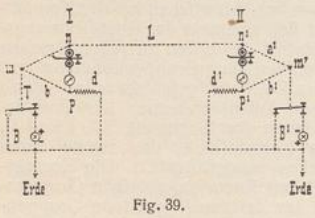


Fig. 39.

Differentialſchaltung. Sie beſteht darin, daß der abgehende Strom ſich in zwei Hälften ſpaltet, welche die beiden genau gleichen Drahtwicklungen eines Differentialrelais in entgegengeſetzten Richtungen durchfließen und es daher magnetiſch nicht beeinfluſſen, während der ankommende Strom nur eine Wicklung oder beide in derſelben Richtung durchläuft und daher magnetiſierend wirkt.

b) Der Stimmgabeltelegraph.

Mercadiers Stimmgabeltelegraph beruht auf der Verwendung von Stimmgabelunterbrechern in den Gebern und Monotelephonen als Empfänger. Das Monotelephon ſpricht auf die es durchfließenden Wechſelſtröme nur inſoweit an, als ſie den Eigenton ſeiner Membrane erzeugen. Es wird daher, wenn mehrere verſchieden abgeſtimmte Geber und Empfänger dieſer Art in eine Leitung eingeſchaltet ſind, jedes Telephon nur den Ton der mit ihm gleichtönenden Stimmgabel wiedergeben. Zwiſchen den Zinken der Stimmgabel *S* bezw. S_1, S_2 u. ſ. w. (Fig. 40) liegt der Elektromagnet *E* im Stromkreiſe der Batterie *B m*. Wird der Kreis geſchloſſen, indem die auf der einen Zinke ſitzende Stahlſpitze *t* die Platinplatte *P m* berührt, ſo zieht *E* beide Gabelzinken an und unterbricht dadurch ſeinen Stromkreis, worauf beide Zinken zurückſchwingen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hierbei wird der Strom wieder geſchloſſen und das Spiel wiederholt ſich. Die Stimmgabel gerät infolgedeſſen in Schwingungen und wird in dieſem Zuſtande durch die Motorbatterie *B m* dauernd erhalten; ſie macht in jeder Sekunde die ihrem Eigentone entſprechende Anzahl Schwingungen. Der auf die andre Zinke iſoliert aufgeſetzte Stahlſtift *t'* macht dieſelben Bewegungen wie *t* und ſchließt bei jeder Schwingung den Stromkreis der Senderbatterie *B s*, jedoch nur dann, wenn die Taſte *T* niedergedrückt iſt. In dieſem Falle gelangen die erzeugten Stromſtöße beim Amte I in die Wickelung 1 des Induktionsüberträgers J_1 und werden in die Leitung übertragen. Sie durchfließen die beiden Monotelephone M_1 und M_2, können aber nur in M_2, welches denſelben Eigenton wie die Stimmgabel S_1 hat, wahrgenommen werden. Erzeugt die Stimmgabel S_2 beim Amte II einen andern Ton wie S_1 und iſt der Empfänger M_1 auf ſie abgeſtimmt, ſo werden die gleichzeitig vom Amte II entſandten Ströme nur in M_1 wahrgenommen. Die gleichzeitig in die Leitung entſandten Stromwellen verſchiedener Periodenzahl verlaufen nebeneinander, ohne ſich gegenſeitig zu ſtören. Es ſteht nichts entgegen, an den Enden der Induktionsſpule bei jedem Amte mehrere Geberſtromkreiſe mit verſchieden geſtimmten Stimmgabeln anzulegen und die zugehörigen Monotelephone beim andern Amte in die Leitung einzuſchalten. Um die Empfänger der Einwirkung der abgehenden Ströme zu entziehen, verwendet Mercadier eine Art Differentialſchaltung.

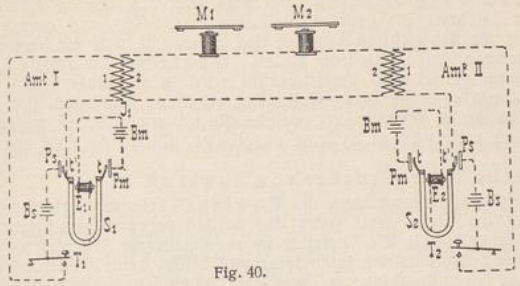


Fig. 40.

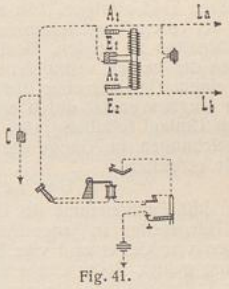


Fig. 41.

c) Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernſprechen.

Hierzu eignen ſich beſonders die Fernſprechdoppelleitungen. Die zur Anwendung kommende Schaltung (Fig. 41) beruht hinſichtlich des Verlaufs der Telegraphierſtröme auf dem Prinzip der Wheatſtoneſchen Brücke. Zwei Brückenarme beſtehen aus künſtlichen Widerſtänden mit Selbſtinduktion, die andern beiden aus den Leitungsdrähten *L a* und *L b*. In die Galvanometerdiagonale ſind die Fernſprechapparate, in die Batteriediagonale dagegen die Telegraphenapparate eingeſchaltet. Der Sprechverkehr vollzieht ſich in einer Doppelleitung unter Ausſchluß der Erde; für den Telegraphenbetrieb ſind beide Leitungsdrähte parallel verbunden, wobei die Rückleitung von der Erde gebildet wird. Die beiden künſtlichen Brückenarme beſtehen aus einer Art Transformator mit nebeneinander liegenden Wicklungen gleicher Windungszahl und gleichen Widerſtandes. Die von dem Fernſprechapparat ausgehenden Ströme müſſen beide Spulen hintereinander in dem Sinne durchlaufen, daß ſie in dem Eiſenkern an einem Ende einen Nordpol und am andern Ende einen Südpol hervorrufen, den Eiſenkern alſo richtig magnetiſieren. Dagegen müſſen die Telegraphierſtröme, für welche die Spulen nebeneinander geſchaltet ſind, an den Enden des Eiſenkerns gleichnamige Pole hervorrufen. Im erſten Falle iſt die Selbſtinduktion des Transformators ſehr hoch, ſo daß die Sprechſtröme vom Transformator abgedrängt werden und ungeſchwächt in die Leitung gehen; im zweiten Falle iſt die Selbſtinduktion noch hinreichend ſtark, um die Telegraphierſtröme ſo weit abzuflachen, daß ſie auch in benachbarten Leitungen ſtörende Geräuſche nicht hervorbringen können. Nach Erfordernis kann die abflachende Wirkung des Transformators auf die Telegraphierſtröme durch Anſchalten eines Kondenſators *C* bis zu 2 Mf. Kapazität unterſtützt werden. Die ankommenden Telegraphierſtröme durchfließen die Brücke mit den Sprechapparaten deshalb nicht, weil die beiden Abzweigungspunkte dieſer Brücke auch in bezug auf die ankommenden Ströme gleiche Spannung haben. Beim Telegraphieren können Morſe- oder Hughesapparate (vgl. die Figur) verwendet werden.

d) Der mehrfache Typendrucker von Baudot.

In Berlin und Hamburg wird zum Verkehr mit Paris ein vierfacher Typendrucker von Baudot benutzt, der die gleichzeitige Beförderung von vier Telegrammen auf einer Leitung geſtattet. Der vielfach in Frankreich gebräuchliche Telegraph kommt auch als zwei-, drei- und ſechsfacher Apparat zur Verwendung. Zu einem vierfachen Baudot-Syſtem gehören: der Verteiler, beſtehend aus zwei Kontaktſcheiben mit zahlreichen, in konzentriſchen Kreiſen angeordneten, voneinander iſolierten metallenen Kontaktſtücken, auf welchen mehrere an der Verteilerachſe ſitzende Bürſtenpaare in gleichmäßiger Umdrehung ſchleifen, ferner vier Geber, je beſtehend aus einer Klaviatur von fünf Taſten, vier Empfänger, fünf empfindliche Relais — Empfangs-, Druck- und Kontrollrelais, ſowie je ein weiteres Empfangs- und Druckrelais zur Aushilfe —, endlich ein Walzenumſchalter zum Wechſeln der Relais und ein Farbſchreiber zu Prüfungszwecken. Auf der einen Verteilerſcheibe ſind $4 \cdot 5 = 20$ Kontaktſtücke in einem Kreiſe angeordnet; ſie werden nacheinander bei jeder Umdrehung der Verteilerachſe durch das entſprechende Bürſtenpaar mit demjenigen Kontaktringe verbunden, an welchem die Leitung liegt. Je fünf Kontaktſtücke gehören zu einem der vier aus Geber und Empfänger beſtehenden Apparatſätze

und sind je mit einem der fünf Tastenhebel verbunden. An den Ruhekontakten sämtlicher Tasten liegt die negative, an den Arbeitskontakten die positive Telegraphierbatterie. Infolgedessen senden, während der Verteilerarm über die fünf Kontaktstücke eines Apparatsatzes hinweggleitet, die nicht gedrückten Tasten je einen negativen und die niedergedrückten Tasten je einen positiven Strom in die Leitung. Durch die verschiedenen Kombinationen der fünf Ströme werden die Buchstaben dargestellt, so z. B. der Buchstabe T durch die Stromkombination + — + — +. Durch Umstellen eines am Geber befindlichen Kurbelumschalters kann die negative Batterie abgeschaltet und an ihrer Stelle das Empfangsrelais mit den Ruhekontakten verbunden werden. Das Relais nimmt dann die ankommenden Ströme auf und überträgt sie unter Mitwirkung des Verteilers auf die fünf Elektromagnete des Empfängers oder Druckapparats. In diesem wird die aufgenommene Stromkombination mit Hilfe einer sinnreichen Vorrichtung, des Kombinators, in den entsprechenden Buchstaben übersetzt und letzterer auf den Papierstreifen gedruckt. Das hierzu dienende Typenrad läßt sich ähnlich wie beim Hughesapparat durch die Zeichen „Buchstabenweiß" und „Ziffernweiß" verstellen, in der einen Stellung druckt es Buchstaben, in der andern Ziffern und Satzzeichen. Beim Senden bildet das Kontrollrelais eine Abzweigung für die abgehenden Ströme und veranlaßt in gleicher Weise, wie das Empfangsrelais beim Empfangen, den Druck der übermittelten Zeichen auf dem eignen Empfänger. Das Geben muß genau im richtigen Takt erfolgen. Ein am Geber mittels Winkelarm befestigtes Telephon, der Taktschläger, gibt bei jedem Verteilerumlauf das Zeichen, die gedrückten Tasten loszulassen und eine neue Kombination zu greifen. Bedingung für das richtige Arbeiten des Baudot ist, daß die Verteilerachsen der beiden verbundenen Systeme genau synchron laufen. Die Drehgeschwindigkeit der von einem Gewicht oder Elektromotor getriebenen Verteilerachse wird in ähnlicher Weise wie beim Hughesapparat durch einen Zentrifugalregulator gleichmäßig erhalten. Außerdem tritt bei jedem Umlauf selbsttätig eine Korrektion in Wirksamkeit, welche die unvermeidlichen geringen Abweichungen im Gange der beiden verbundenen Systeme ausgleicht, sobald sie eine gewisse Größe erreichen.

e) Der achtfache Typendrucker von Rowland.

Mit Zuhilfenahme der Gegensprechschaltung kann der Rowland-Telegraph gleichzeitig vier Telegramme in jeder Richtung befördern. Auf jeder der beiden verbundenen Stationen werden vier Geber und vier Empfänger durch die Verteiler in regelmäßigem Wechsel an die Leitung gelegt. Jeder Geber hat eine Schreibmaschinenklaviatur und bildet beim Niederdrücken einer Taste selbsttätig die gewünschte Stromkombination, was das Geben sehr erleichtert. Der Empfänger druckt das ankommende Telegramm mit Typen in Zeilen unmittelbar auf die Ankunftsblätter, die der Breite nach zu einem Papierband aneinander gereiht sind. Der Telegraph benutzt Wechselströme, die auf jedem Amte von einem feststehenden Umformer und einem Kommutator erzeugt werden und ständig in regelmäßiger Folge in die Leitung fließen. Jedem Geber werden elf Stromstöße zugeteilt; die Zeichensendung erfolgt durch Unterdrückung einer oder mehrerer Wechselstromhalbwellen. Zum Betrieb des Apparatsystems ist es erforderlich, daß alle Sende- und Empfangsapparate auf beiden Aemtern mit der gleichen Geschwindigkeit laufen, und daß die Kommutatoren hinsichtlich ihrer Wirkung in festen Beziehungen zueinander stehen. Auf jedem Amte werden alle Kommutatoren, die für das Arbeiten der Leitung in Frage kommen, von einem Motor getrieben, der gleichzeitig als Synchronismusregler verwendet wird. Die ankommenden Stromstöße werden durch das Empfangsrelais mit Hilfe des Verteilers so auf die zu jedem Empfänger gehörenden elf Relais übertragen, daß jedes Relais den ihm entsprechenden Stromstoß erhält. Auf die regelmäßigen Stromwellen sprechen diese Relais nicht an, wohl aber wird ein Relaisanker umgelegt, wenn der zugehörige Linienstromstoß geändert wird. Bei jedem Zeichen sprechen also die zu den unterdrückten beiden Stromimpulsen gehörigen beiden Relais an. Das hierdurch ausgedrückte Zeichen wird durch einen Kombinator übersetzt, und der Abdruck erfolgt in dem Augenblick, in welchem die entsprechende Type sich in Druckstellung befindet.

f) Der sechsfache Telegraph von Delany.

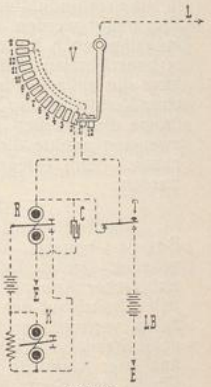


Fig. 42.

Der Verteiler legt die Leitung während eines Umlaufs nicht nur einmal, sondern zwölfmal auf die einzelnen Apparatsätze. Da der Verteilerarm drei Umdrehungen in der Sekunde macht, so wird jeder Apparat 36 mal während jeder Sekunde mit der Leitung verbunden. Infolgedessen kann jeder Apparatsatz — Morseschreiber oder Klopfer — so betrieben werden, als ob er dauernd mit der Leitung in Verbindung stände. Das Delany-System wird namentlich in England als sechsfacher Apparat verwendet, wobei Klopfer als Empfänger dienen. Von den 162 Kontaktstücken des Verteilers (Fig. 42) dienen 144 dem Anschluß der Apparate, 18 zu Korrektionszwecken. Jene sind in zwölf Gruppen zu 12 geteilt; von jeder Gruppe gehören die Kontaktstücke 1 und 2 zum ersten, 3 und 4 zum zweiten, 5 und 6 zum dritten Apparatsatz u. s. w. Das erste Kontaktstück ist mit der Taste *T*, das zweite mit dem Empfangsrelais *R* verbunden, und es stehen die gleichbezifferten Kontaktstücke der verschiedenen Gruppen untereinander in Verbindung. Drückt man die Taste, so fließt der Strom der Linienbatterie *L B* jedesmal dann in die Leitung, während der Verteilerarm über ein Kontaktstück 1 hinwegschleift, also zwölfmal bei jeder Umdrehung, 36 mal in der Sekunde und mindestens zweimal bei einem kurzen Morsepunkte. Beim Geben eines Morsestriches fließt die dreifache Anzahl Stromstöße in die Leitung. Die ankommenden Ströme können von beiden Kontaktstücken 1 und 2 zum Empfangsrelais *R* gelangen; bei längeren Leitungen werden sie wegen der Stromverzögerung infolge der Kapazität haupt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fächlich vom Kontaktſtück 2 abgenommen. Das Empfangsrelais hat hohe Selbſtinduktion, die im Verein mit der Kapazität des parallel geſchalteten Kondenſators *C* von 10 Mf. Kapazität die magnetiſierende Wirkung der ſehr kurzen Linienſtröme in dem Grade verlängert, daß das mit ſchwerem Anker verſehene Relais ebenſo anſpricht, als ob es während der ganzen Dauer des Taſtendrucks von einem konſtanten Strome durchfloſſen würde. Das Relais ſetzt beim Anſprechen den im Stromkreiſe der Batterie *O B* liegenden Klopfer *K* in Tätigkeit. Bedingung für das gute Arbeiten des Syſtems iſt, daß die Verteiler der verbundenen Aemter genau ſynochron laufen.

6. **Telautographen** [1]. Sie übermitteln Schriftſtücke und Zeichnungen formgetreu in zuſammenhängenden Zügen über eine Telegraphenleitung und unterſcheiden ſich dadurch von den alten Kopiertelegraphen von Bakewell und Hipp ſowie den Pantelegraphen von Caſelli, die die Schriftzüge und Linien nicht in ihrem vollen Zuſammenhange, ſondern mittels feiner, eng aneinander liegender weißer Striche auf farbigem Grunde wiedergeben. Eine praktiſche Bedeutung haben die Kopiertelegraphen nicht erlangt, dagegen beginnen die Telautographen von Gray, Cerebotani, Gruhn und Korn ſich in die Praxis einzuführen.

Das Konſtruktionsprinzip der alten Kopiertelegraphen, das zum Teil auch bei den neueren Telautographen Verwendung findet, iſt folgendes: Die in die Ferne zu übertragende Handſchrift oder Zeichnung wird mit iſolierender Tinte auf einer Metallplatte hergeſtellt. Ueber dieſer Metallplatte läßt man einen Metallſtift in dicht aufeinander folgenden Linien hin und her ſchleifen, ſo daß nach und nach alle Teile der Platte von dem Stifte berührt werden. Wird die Platte mit dem einen Pole einer galvaniſchen Batterie verbunden, deren andrer Pol an Erde liegt, und verbindet man den Metallſtift mit der Telegraphenleitung, ſo wird in dieſe ein elektriſcher Strom geſandt, der nur dann unterbrochen wird, wenn der Stift über eine mit der iſolierten Tinte bedeckte Stelle der Platte hinwegſtreicht. Auf der Empfangsſtation führt entweder ein Metallſtift gleichzeitige und gleichartige Bewegungen über chemiſch präpariertem Papier aus und fixiert durch elektrochemiſche Zerſetzung die Handſchrift oder Zeichnung in der Regel hell auf dunkelm Grunde, oder es erfolgt die Wiedergabe durch eine Glasfeder von der Form der Schreibvorrichtung des Heberſchreibers, die durch einen Elektromagnet betätigt wird.

a) Der Telautograph von Eliſha Gray.

Die Schreibſtiftbewegung wird in zwei Komponenten zerlegt. Zu dieſem Zwecke ſind auf der Senderſtation zwei Winkelhebel um zwei feſte Punkte drehbar angeordnet. Die Winkelhebel tragen an dem einen Ende je eine Kontaktrolle, die über einen elektriſchen Widerſtand ſchleift, und am andern Ende je einen leichten Stab. Die Stäbe ſtehen in feſter Verbindung mit dem Geberſchreibſtift, ſo daß bei einer Bewegung desſelben eine Verſchiebung der Kontaktrollen über den Widerſtänden eintritt. Die Widerſtände ſind als Spiralen in je einem Kreisbogen angeordnet, beide Kreisbogen ſind parallel geſchaltet und über eine Sammlerbatterie an Erde gelegt. Die beiden nach der Empfängerſtation führenden Leitungen ſind an die Drehzapfen der Winkelhebel angeſchloſſen. Auf der Empfangsſtation wird ein kräftiger Elektromagnet durch den Strom einer lokalen Sammlerbatterie erregt. Eine mit zwei Löchern verſehene Eiſenplatte, durch deren Mitte die Pole des Elektromagnets hindurchgehen, dient letzterem als magnetiſcher Schluß. In den Raum zwiſchen den Elektromagnetpolen und der Eiſenplatte ragen zwei kleine an Federn hängende Drahtſpulen hinein. Die Spulen ſind miteinander verbunden und an der Verbindungsſtelle an Erde gelegt; an ihren freien Enden ſind die beiden Leitungen angeſchloſſen. Die Zugfäden der Spule ſind durch ein ähnliches Hebelſyſtem wie beim Sender mit der Schreibvorrichtung verbunden. Durch die Bewegungen des Schreibſtiftes auf der Senderſtation werden Aenderungen der Stromſtärke in den Leitungen hervorgerufen. Die Aenderungen der die beweglichen Empfängerſpulen durchfließenden Ströme wirken auf die Elektromagnetpole ſo ein, daß ſie einen Zug auf die Spulen ausüben. Die Zugkräfte werden von den Aufhängeſpiralen aufgenommen und auf die Schreibhebelvorrichtung ſo übertragen, daß der Empfängerſtift die gleichen Bewegungen wie der Senderſtift ausführt.

b) Der Fakſimiletelegraph von Cerebotani.

Die zu übermittelnden Bewegungen, in welche die Bewegung des Senderſchreibſtiftes übergeht und aus welchen ſich die des Empfängerſchreibſtiftes ergibt, ſind derart, daß ſie ſtets eine gerade Linie beſchreiben und konſtant rechtwinklig zueinander bleiben. Die Schrift oder Zeichnung wird alſo Punkt für Punkt durch die Bewegung eines recktwinkligen Koordinatenſyſtems dargeſtellt, und in jeder Gegend des Schreibfeldes entſprechen den gleichen Bewegungen der Schreibfeder gleiche Bewegungen der Koordinatenachſen. Der Schreibſtift des Senders iſt mittels Führungsſtangen, die ſich innerhalb einer Anordnung von Walzen oder Rollen frei bewegen, ſo angebracht, daß er das ganze Schreibfeld befahren kann. Aus jeder Bewegung des Schreibſtiftes bilden ſich zwei verſchiedene geradlinige rechtwinklige Bewegungen. Der Empfangsapparat hat eine ähnliche Anordnung der Schreibfeder; ihren Führungsſtangen müſſen die Bewegungen der Führungsſtangen der Senderſchreibfeder übermittelt werden. Dies geſchieht auf elektriſchem Wege durch poſitive oder negative Ströme, die durch die Bewegung der Führungsſtangen in der einen oder andern Richtung in die beiden Telegraphenleitungen geſchickt werden. Auf der Empfangsſtation betätigen dieſe Ströme einen polariſierten und einen gewöhnlichen Elektromagnet und durch dieſe mittels verſchiedener Triebe und Zahnſtangen die Führungsſtangen der Schreibfeder in den der Bewegung der Senderfeder entſprechenden Richtungen.

c) Der Telautograph von Gruhn-Grzanna.

Er ſtellt eine geiſtreiche Verbindung des Uebertragungsprinzips der vorbeſchriebenen Telautographen mit der photographiſchen Niederſchrift des Schnelltelegraphen von Pollak-Virág dar. Die Schreibſtiftbewegung wird hier ebenfalls in zwei Komponenten zerlegt. Dieſe bedingen Schwankungen in der Stärke des durch die Leitungen fließenden kontinuierlichen Gleichſtroms. Die Bewegungskomponenten ſind damit in Stromkomponenten umgeſetzt, deren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

jeweilige Größe ſtets proportional der Entfernung der Schreibſtiftſpitze von je einer Kante der Schreibfläche iſt. Auf der Empfangsſtation müſſen wieder zwei Bewegungskomponenten erzeugt werden, deren Reſultante genau der Schreibbewegung am Geber entſpricht. Zur Erzeugung dieſer Reſultante wird ein photographiſch wirkſamer Lichtſtrahl benutzt. Eine kleine elektriſche Lampe (Fig. 43) wirft einen feinen Lichtſtrahl auf einen ſehr kleinen Spiegel; dieſer reflektiert ihn auf einen zweiten Spiegel, von dem er durch eine Linſe auf lichtempfindliches photographiſches Papier geworfen wird und auf dieſem einen feinen Lichtpunkt erzeugt. Die beiden kleinen Spiegel bewegen ſich unter dem Einfluſſe der elektriſchen Ströme in den beiden Fernleitungen. Sie ſitzen auf kleinen drehbaren Achſen, auf denen kleine Magnetſtäbchen befeſtigt ſind. Letztere ſtehen unter dem Einfluſſe der in die Fernleitungen eingeſchalteten Kupferdrahtſpulen *g* und *h*; entſprechend den durch die Spulen fließenden elektriſchen Strömen geraten ſie in ſchwingende Bewegungen. Der eine Spiegel ſchwingt von oben nach unten und der andre von rechts nach links, gemäß den Bewegungen der Schreibſtiftſpitze des Senders. Der reflektierte Lichtſtrahl führt genau dieſelben Bewegungen aus; indes vereinigen ſich beide Bewegungen zu einer reſultierenden derart, daß nun der Lichtſtrahl einen Schreibſtift vorſtellt, der ſich gleichzeitig und mit derſelben Geſchwindigkeit wie die Graphitſpitze des Senderſchreibſtiftes über das Papier bewegt und auf ihm eine getreue photographiſche Niederſchrift der telegraphiſch übermittelten Handſchrift oder Strichzeichnung bewirkt. Die Entwicklung des Photogramms erfolgt automatiſch innerhalb 10 Sekunden; es wird durch einen kleinen Motor ſelbſttätig aus der Dunkelkammer des Apparats herausbefördert.

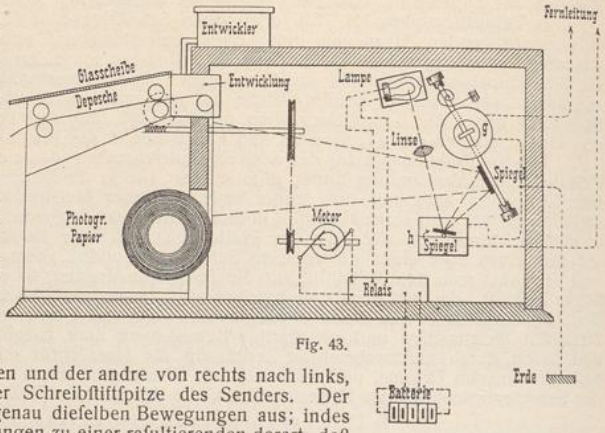


Fig. 43.

d) Der Telautograph von Korn [4]

ſtellt eine Vereinfachung des fernphotographiſchen Syſtems dar, das Korn zur telegraphiſchen Uebertragung von Bildern benutzt. Der Senderapparat iſt nach dem Prinzip der Kopiertelegraphen konſtruiert. Die zu übertragende Schrift oder Zeichnung wird auf einer Metallfolie mit nichtleitender Tinte aufgetragen und dieſe um einen Hartgummizylinder gelegt, der mit Hilfe eines Elektromotors und einer Schneckenradübertragung in gleichmäßige Umdrehung verſetzt wird. Der auf der Metallfolie wie der Stichel eines Phonographen auf der Phonographenwalze, aber mit viel geringerem Druck gleitende Stift verſchiebt ſich nach jeder Umdrehung um $^1/_4$ mm parallel zur Zylinderachſe. Eine galvaniſche Batterie ſendet über die Metallfolie und den Schreibſtift Strom in die Leitung. Der Strom wird unterbrochen, ſobald die Stiftſpitze auf eine nicht leitende Stelle der Metallfolie kommt. Der Hauptteil des Empfängers iſt eine Crookesſche Röhre (ſ. Geißlerſche Röhre), die vor einer der Senderwalze gleichen Hartgummiwalze mit photographiſchem Papierbelag ſo bewegt wird, daß nach jeder Umdrehung das Fenſter der Röhre um $^1/_4$ mm längs der Walzenachſe verſchoben wird. Die Röhre bewegt ſich dicht über dem photographiſchen Film, ſchleift aber nicht auf demſelben. Sobald der Geberſtift auf eine nichtleitende Stelle der Metallfolie trifft, ſtrahlt die Crookesſche Röhre des Empfängers auf; die Strahlung wird unterbrochen, wenn die Spitze auf eine leitende Stelle kommt. Zur Betätigung der Crookes-Röhre dienen hochgeſpannte Ströme, die ihr durch Vermittlung einer Relaisanordnung aus Hochſpannungsakkumulatoren zugeführt werden. Innerhalb einer Stunde können mit dem Telautographen von Korn 500 Wörter in gewöhnlicher Schrift oder 2000—2500 Wörter in Stenographie übertragen werden.

III. Der Telegraphenbau [1].

Die Telegraphenanlagen müſſen dauerhaft hergeſtellt werden und die nötige Widerſtandsfähigkeit gegen Witterungseinflüſſe und mechaniſche Beſchädigungen beſitzen. Sie müſſen überſichtlich angeordnet werden, damit Beſchädigungen leicht aufzufinden und ohne Störungen des Betriebs zu beſeitigen ſind. Die Leitungen müſſen den elektriſchen Strom gut und ſicher leiten; die Herſtellung der Verbindungsſtellen zwiſchen den einzelnen Drahtlängen hat daher beſonders ſorgfältig zu erfolgen. Ferner müſſen die Leitungen den Strom ungeſchwächt — ohne Verluſt — bis zum Beſtimmungsorte führen, d. h. ſie müſſen auf der ganzen Länge gut iſoliert ſein. Bei oberirdiſchen Leitungen muß zu dieſem Zwecke an den Stützpunkten zur Befeſtigung des Drahtes ein guter Nichtleiter — die Porzellandoppelglocke — angebracht werden, um Ableitungen zur Erde zu verhüten. Bei unterirdiſchen Anlagen müſſen die Leitungen vollſtändig in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen Nichtleiter — Guttapercha, Faserstoff oder Papier — eingehüllt sein, d. h. als Kabel zur Verlegung kommen.

1. **Materialien.** Für oberirdische Linien kommen an Hauptmaterialien hölzerne und eiserne Stangen, Mauerbügel, Querträger, Porzellandoppelglocken auf Stützen verschiedener Art sowie Eisen- und Bronzedraht in Betracht. Die Hauptmaterialien für versenkte Linien sind Guttapercha- und Faserstoffkabel. Für die Herstellung der Zimmerleitung, d. h. der Leitungsführung in den Telegraphenanstalten, kommen allgemein Bleirohrkabel zur Verwendung.

a) Hölzerne Telegraphenstangen.

Die in Europa zur Verwendung kommenden Telegraphenstangen sind meist Stammenden der Kiefer (Pinus silvestris). Weniger benutzt werden Fichten (Pinus abies), Lärchen (Larix decidua) und Tannen (Pinus picea), selten Eichen. In den Vereinigten Staaten von Amerika verwendet man fast nur das Stammende der gelben Zeder. Um die Nadelhölzer widerstandsfähiger gegen Fäulnis zu machen, werden sie entweder mit Kupfervitriol nach Boucherie, mit Zinkchlorid nach Burnett, kreosothaltigem Teeröl nach Bethell oder Quecksilbersublimat nach Kyan imprägniert (s. Holzkonservierung). Die durchschnittliche Gebrauchsdauer der Stange beträgt bei Zubereitung mit Kupfervitriol 11,7 Jahre, mit Zinkchlorid 12 Jahre, mit Teeröl 30 Jahre, mit Sublimat 13 Jahre. Die Längen der gewöhnlich zur Verwendung kommenden Stangen sind 7 m, 8,5 m, 10 m und 12 m. Die Zopfstärke beträgt 12 oder 15 cm. An Eisenbahnen werden für gewöhnlich 7 m lange Stangen mit 15 cm Zopfstärke, an Landstraßen solche von 8,5 m Länge verwendet. Die 10 und 12 m langen Stangen dienen für Wegeüberschreitungen. Die schwächeren Stangen kommen für gering belastete Nebenlinien zur Verwendung. Für Hauptlinien wird als gewöhnlicher Stangenabstand auf gerader Strecke eine Länge von 75 m angenommen, für Nebenlinien ein Abstand bis zu 100 m.

b) Eiserne Stangen.

Sie werden nur stellenweise verwendet, z. B. in größeren Städten oder an solchen Punkten, wo die Telegraphenanlage mit Rücksicht auf die Umgebung ein gefälligeres Aussehen erhalten soll; ferner da, wo es an Raum zur Aufstellung der stärkeren Holzstangen fehlt oder wo nach Lage der Bodenbeschaffenheit und der sonstigen örtlichen Verhältnisse die Verwendung eiserner Stangen trotz des höheren Preises vorteilhaft erscheint. Zu eisernen Telegraphenstangen können auch die Rohrständer für Fernsprecheinrichtungen benutzt werden. Für die Tropen empfiehlt sich die Verwendung von 6,5—8,5 m langen Röhren ohne Naht, die nach dem Mannesmannschen Walzverfahren aus bestem Siemens-Martinstahl hergestellt sind.

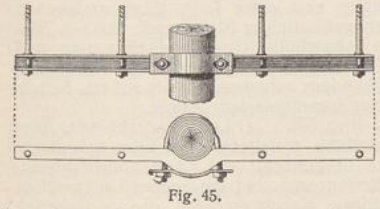


Fig. 45.

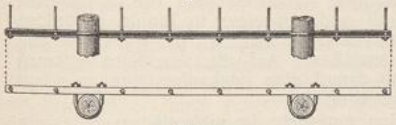


Fig. 46.

c) Mauerbügel (Fig. 44).

Sie werden an Stelle von Holzstangen verwendet, wenn es zu deren Aufstellung an Raum fehlt und die Isoliervorrichtungen daher an Mauerwerk, Felswänden, Brückengeländern u. s. w. angebracht werden müssen. Als Material dient vorzugsweise Schmiedeeisen und zwar Flacheisen von 1 cm Stärke und 4 cm Breite. Für das die Isolatoren tragende Bügelstück kommt ein schmiedeeisernes Rohr von 3—4 cm Durchmesser zur Verwendung.

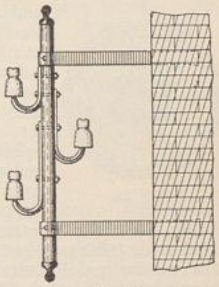


Fig. 44.

d) Querträger.

Sie sind aus Schmiedeeisen gefertigt und werden jetzt meist aus ⊏-förmigen Eisenprofilen hergestellt. Für Telegraphenzwecke sind gebräuchlich Querträger zu vier und acht Leitungen (Fig. 45 und 46). Zur Befestigung der Querträger an den Stangen und Rohren dienen ein bezw. zwei Ziehbänder in verschiedenen Weiten und Stärken aus Rundeisen. Vorlegeplatten sind nur für Querträger am einfachen Holzgestänge erforderlich. Als Isolatorstützen werden gerade Stützen verwendet.



Fig. 47.

e) Isoliervorrichtungen.

Als Isoliervorrichtung für Telegraphenleitungen wird die Porzellandoppelglocke auf hakenförmiger Schraubenstütze, gerader oder U-förmiger Stütze in meist drei verschiedenen Größen benutzt. Die Porzellandoppelglocken der deutschen Reichstelegraphenverwaltung haben die vom Generaltelegraphendirektor v. Chauvin 1858 angegebene Form (Fig. 47 und 48). Die Höhe der Doppelglocke Nr. I beträgt 14,1 cm, von Nr. II 10 cm und von Nr. III 8 cm. Bei letzterer fehlt das obere Drahtlager; sie ist oben glatt (Fig. 48). Die Doppelglocke ist die beste bisher zur Verwendung gelangte Form von Isolatoren für Telegraphen- und Fernsprechleitungen. Ihre tiefe doppelte Unterschneidung verlängert die schädliche Feuchtig-

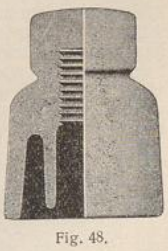


Fig. 48.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

keitsſchicht, falls ſich eine ſolche auf der Oberfläche des Iſolators bis zur Stütze bilden ſollte, ſo erheblich und vergrößert dadurch ihren Widerſtand ſo bedeutend, daß ſie viel an nachteiliger Wirkung verliert. Für gewöhnlich iſt jedoch die innere Höhlung nicht nur vollſtändig vor dem Eindringen des Regens und des Nebels geſichert, ſondern auch vor Taubildung geſchützt, da der äußere Mantel die Wärmeausſtrahlung der inneren Glocke bei ſinkender Temperatur ſo verzögert, daß ſich keine Feuchtigkeit aus der Luftſchicht der inneren Höhlung abſcheiden kann. Die durch Fig. 49—51 dargeſtellten hakenförmigen, geraden und U-förmigen Iſolatorſtützen werden in der Regel aus Schmiedeeiſen, gerade und U-förmige Stützen bei ſtarker Beanſpruchung auch aus Stahl gefertigt.

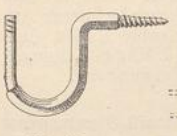


Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51.

f) Leitungsdraht (vgl. a. Drahtprüfungen, Bd. 3, S. 36).

Für Telegraphenleitungen wird in der Regel verzinkter Eiſendraht von 6, 5, 4 oder 3 mm Stärke benutzt, und zwar 5 mm (in Ausnahmefällen 6 mm) ſtarker Draht für die internationalen Leitungen oder die Leitungen des großen inländiſchen Verkehrs, 4 mm ſtarker Draht für die übrigen Leitungen in den Hauptlinien und 3 mm ſtarker Draht für die Nebenlinien. Als Bindedraht für die Befeſtigung an den Iſolatoren wird 2 mm ſtarker und als Wickeldraht für die Herſtellung der Lötſtellen 1,7 mm ſtarker verzinkter Eiſendraht benutzt. Der Bedarf an Leitungsdraht für 1 km Leitung beträgt 230 kg 6 mm, 159 kg 5 mm, 103 kg 4 mm und 58 kg 3 mm Draht. An Bindedraht ſind für 100 Bindungen 3,5 kg erforderlich. Der Leitungsdraht muß eine abſolute Feſtigkeit von mindeſtens 40 kg auf 1 qmm Querſchnitt haben und ſein Leitungsvermögen muß mindeſtens 14 % von demjenigen des reinen Kupfers betragen. Es darf z. B. 1 km 4 mm ſtarker Eiſendraht bei + 15° C. höchſtens einen Widerſtand von 10,74 Ohm haben. Neuerdings wird für beſonders wichtige Telegraphenleitungen, namentlich für ſolche, die mit Maſchinentelegraphen und Mehrfachtelegraphen betrieben werden, Hartkupfer- oder Bronzedraht benutzt.

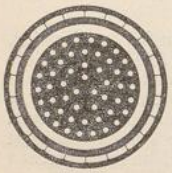


Fig. 52.

g) Telegraphenkabel [1] und [5]; vgl. a. Kabel, Bd. 5, S. 245.

1. Faſerſtofferdkabel (Fig. 52). Der Leiter beſteht meiſt aus einem maſſiven Kupferdrahte von 1,5 mm Stärke. Die Iſolierung der einzelnen Adern erfolgt durch imprägnierte Pflanzenfaſer, Jutegarn oder ſtark gepreßtes Papier. Die Kabelſeele wird in der Weiſe gebildet, daß die einzelnen Adern in der gewünſchten Anzahl miteinander in konzentriſchen Lagen verſeilt und zuſammen mit zwei Lagen Papier und einer Lage Band umſponnen werden. Darüber folgt ein einfacher waſſerdichter Bleimantel, der 3 % Zinn enthält. Der Bleimantel erhält als Schutzhülle eine Bandbeſpinnung und auf dieſe wird eine Bewehrung aus verzinkten Flacheiſendrähten von trapezförmigem Querſchnitt oder von Stahlbändern aufgebracht. Als äußerer Schutz dient dann noch eine Beſpinnung aus imprägniertem Bande.

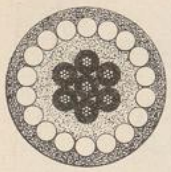


Fig. 53.

2. Guttaperchaerdkabel (Fig. 53). Der Leitungsdraht jeder Ader beſteht aus ſieben einzelnen Kupferdrähten, welche zu einer Litze zuſammengedreht ſind. Dieſe Kupferdrahtlitze iſt zunächſt mit Chattertoncompound, dann mit zwei oder drei durch Chattertoncompound getrennten Lagen reiner Guttapercha umhüllt. Bei mehradrigen Kabeln werden die ſo iſolierten Adern zu einem Ganzen — der Kabelſeele — verſeilt und mit einer in Tannin getränkten Jutehanfumſpinnung verſehen. Letztere muß den Zwiſchenraum zwiſchen der Kabelſeele und den nunmehr folgenden Schutzdrähten vollſtändig ausfüllen. Auf die verzinkten eiſernen Schutzdrähte iſt eine Aſphaltkompoſition aufgetragen, darauf eine Jutehanfumſpinnung gelegt und auf dieſe eine zweite Lage Aſphaltkompoſition aufgebracht.

3. Guttaperchaflußkabel. Die Konſtruktion entſpricht im weſentlichen derjenigen der Guttaperchaerdkabel; doch ſind die eiſernen Schutzdrähte erheblich ſtärker.

4. Unterſeekabel [6] (vgl. a. Seekabel). Während unterirdiſche Kabel meiſt eine größere Anzahl von Adern haben, iſt die Zahl der Adern bei kürzeren Unterſeekabeln auf wenige (drei bis vier) beſchränkt; lange Unterſeekabel dagegen ſind ſtets einadrig, weil bei mehradrigen Kabeln dieſer Art die gegenſeitige Induktion den Betrieb ſtören würde. Die Kupferleitung beſteht in der Regel aus einer Litze von gleichſtarken Kupferdrähten; es kommt jedoch auch eine Litze mit ſtärkerem Mitteldrahte zur Verwendung. Als Iſoliermittel für Seekabel wird nur Guttapercha benutzt, die in der Regel in drei konzentriſchen Schichten um die Kupferlitze gepreßt wird. Bei einem Kupfergewichte des Leiters bis 150 engliſche Pfund für eine Seemeile pflegt man ebenſoviel Guttapercha als Kupfer zu nehmen, bei ſchwererem Leiter überwiegt deſſen Gewicht das der Guttapercha. Die Schutzdrähte beſtehen bei den Tiefſeekabeln aus gehärtetem Stahl,

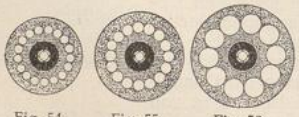


Fig. 54. Leichtes Tiefſeekabel. Fig. 55. Schweres Tiefſeekabel. Fig. 56. Leichtes Zwiſchenkabel.

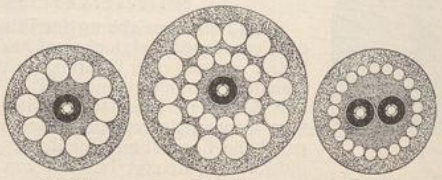


Fig. 57. Schweres Zwiſchenkabel. Fig. 58. Küſtenkabel. Fig. 59. Zweiadriges Endkabel.

bei den nicht in tiefer See liegenden Abfchnitten aus Eifen. Letzteres befitzt zwar eine geringere abfolute Feftigkeit, widerfteht aber einem feitlichen Zuge, dem es durch Schiffsanker u. f. w. ausgefetzt ift, beffer als gehärteter Stahl. Je nach der Bewehrung, welche den Unterfeekabeln im Hinblick auf die Tiefe und Befchaffenheit des Meeresbodens zu geben ift, unterfcheidet man verfchiedene Kabeltypen. Bei dem 1900 verlegten deutfch-atlantifchen Kabel find auf der Strecke Borkum—Fayal—New York die durch die Fig. 54—59 dargeftellten Kabeltypen verwendet worden.

h) Zimmerleitungskabel.

Zur Herftellung der Zimmerleitung von Telegraphenanftalten findet allgemein einadriges oder vieradriges Bleirohrkabel Verwendung. Jede Kabelader befteht aus einem 1 mm ftarken Kupferdraht, der zunächft mit einer Lage Papier, darüber mit einer Baumwollumfpinnung, dann wieder mit einer Lage Papier und endlich mit einer Zwirnumklöppelung umgeben ift. Bei dem vieradrigen Kabel find die derart hergeftellten Adern verfeilt und mit einer Juteumfpinnung verfehen. Die Ifolierhülle der Kabel wird mit guter Compoundmaffe getränkt und die Kabelfeele dann mit einem Bleimantel umpreßt.

2. **Herftellung der Telegraphenlinien.** Die Telegraphenlinien werden vorzugsweife an Eifenbahnen und Kunftftraßen geführt. Für die Herftellung der Linien an den Eifenbahnen find in Deutfchland die Beftimmungen des Bundesratsbefchluffes vom 21. Dezember 1868 fowie die von den Telegraphenverwaltungen mit den Eifenbahnverwaltungen abgefchloffenen Verträge und für die Benutzung der öffentliche Wege, Plätze, Brücken und Gewäffer nebft deren dem öffentlichen Gebrauche dienenden Ufern zu Telegraphen- und Fernfprechzwecken die Beftimmungen des Telegraphenwegegefetzes vom 18. Dezember 1899 nebft Ausführungsbeftimmungen vom 26. Januar 1900 maßgebend.

a) Die Herftellung des Geftänges.

Aufftellen der Stangen. Die Stangenlöcher müffen fo tief fein, daß die Stangen bei ebenem Boden auf ein Fünftel, in Böfchungen auf ein Viertel und in Felsboden auf ein Siebentel ihrer Länge in die Erde zu ftehen kommen. Die Löcher werden treppenartig gegraben (Fig. 60), damit fie nicht größer werden, als unbedingt nötig ift. Die Stange muß in einer Ecke des Loches gegen gewachfenen Boden ftehen. Im Felsboden werden die Löcher eingefprengt. Die Stangen müffen lotrecht ftehen. Vor der Aufftellung der Stangen hat ihre Ausrüftung mit Ifoliervorrichtungen zu erfolgen. Die oberfte Ifoliervorrichtung wird 6 cm unterhalb des tiefften Punktes der dachartigen Abfchrägung eingefchraubt und der Straßenfeite zugekehrt. Weitere Ifoliervorrichtungen find, wie Fig. 61 zeigt, wechfelftändig in der Regel mit 24 cm Abftand anzubringen. Querträger werden fämtlich an der gleichen Stangenfeite angebracht, der oberfte 10 cm unterhalb des tiefften Punktes der dachartigen Abfchrägung des Stangenzopfendes. Der fenkrechte Abftand der Querträger untereinander beträgt 30—50 cm. Zum Aufrichten der Stangen dient die Stangenfchere, beftehend aus zwei fchwachen, fcherenartig verbundenen Stangen mit eifernen Spitzen. Stangen in Winkelpunkten und Krümmungen find gegen den Drahtzug durch Strebenhölzer oder Drahtanker zu verftärken. Eiferne Stangen werden durch eine gußeiferne Erdfchraube mit Muffe, in welch letzterer fie mittels Einbleiens oder eiferner Keile befeftigt werden, in den Erdboden eingedreht.

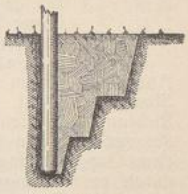


Fig. 60.

Streben. Eine Strebe ift innerhalb des von der Leitung in der Stange gebildeten Winkels anzubringen. Der Befeftigungspunkt an der Stange ift möglichft hoch und der Fußpunkt fo zu wählen, daß Strebe und Stange einen Winkel von wenigftens 30° bilden (Fig. 62). Das obere Ende der Strebe ift der Rundung der Stange entfprechend auszuhöhlen und durch zwei Schrauben, die etwas verfetzt untereinander ftehen, zu befeftigen. Damit der Fußpunkt feft liegt, ift er durch einen flachen Stein oder ein Stück Holz mit eingerammtem Pfahl zu ftützen. Durch eine Querverbindung zwifchen Stange und Strebe wird die Widerftandskraft der Strebe wefentlich verftärkt.

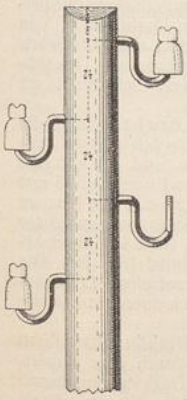


Fig. 61.

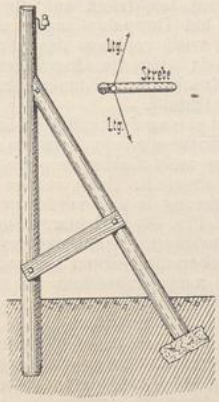


Fig. 62.

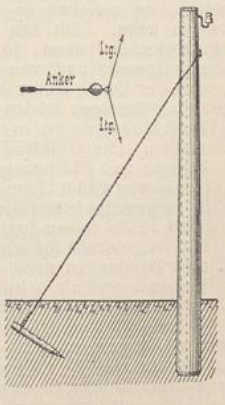


Fig. 63.

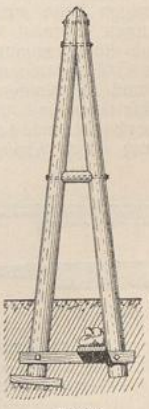


Fig. 64.



Fig. 65.

Anker. Ein Anker dient dazu, dem Drahtzug entgegenzuwirken, er ist deshalb außerhalb des von den Leitungsdrähten gebildeten Winkels anzubringen. In die Stange wird ein Ankerhaken eingeschraubt (Fig. 63) und auf denselben um die Stange herum der Ankerdraht gelegt. An dem Fußpunkt des Ankers wird ein starker Pfahl in einem Winkel von 90° gegen den Drahtanker in die Erde getrieben. Die Enden des Ankerdrahtes werden in einen Einschnitt des Pfahls gelegt, in entgegengesetzter Richtung um den Pfahl herumgeführt, straff gezogen und um den Anker spiralig herumgewickelt. Dann wird die Erde festgestampft und zwischen die beiden Einzeldrähte ein eiserner Knebel eingesetzt, der so lange nach einer Richtung zu drehen ist, bis die Drähte spiralig gewunden und ganz straff gespannt sind.

Doppelständer. Ist zur Anbringung von Strebe oder Anker kein Raum vorhanden, so wird an Stelle einer einfachen Stange ein Doppelständer (Fig. 64) aufgestellt. Er besteht aus zwei an den Zopfenden zusammengepaßten Stangen. In der Höhenmitte des über der Erde befindlichen Dreiecks wird ein Riegel zwischen beide Stangen eingepaßt, durch die Stangen und den Riegel hindurch wird ein eiserner Bolzen getrieben.

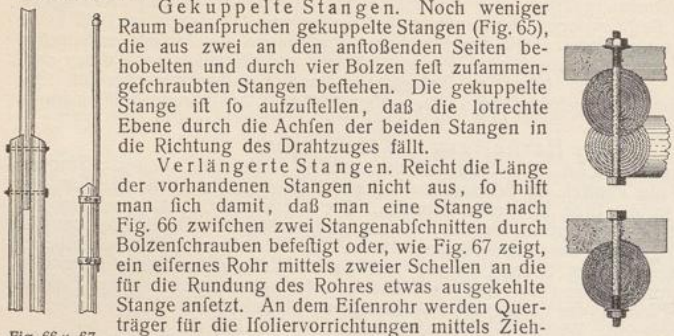


Fig. 66 u. 67.

Gekuppelte Stangen. Noch weniger Raum beanspruchen gekuppelte Stangen (Fig. 65), die aus zwei an den anstoßenden Seiten behobelten und durch vier Bolzen fest zusammengeschraubten Stangen bestehen. Die gekuppelte Stange ist so aufzustellen, daß die lotrechte Ebene durch die Achsen der beiden Stangen in die Richtung des Drahtzuges fällt.

Verlängerte Stangen. Reicht die Länge der vorhandenen Stangen nicht aus, so hilft man sich damit, daß man eine Stange nach Fig. 66 zwischen zwei Stangenabschnitten durch Bolzenschrauben befestigt oder, wie Fig. 67 zeigt, ein eisernes Rohr mittels zweier Schellen an die für die Rundung des Rohres etwas ausgekehlte Stange ansetzt. An dem Eisenrohr werden Querträger für die Isoliervorrichtungen mittels Ziehbändern befestigt.

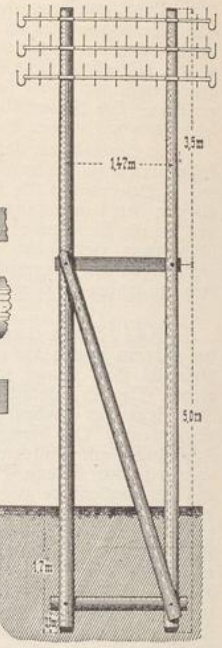


Fig. 68.

Doppelgestänge. Sie dienen zur Führung einer großen Anzahl Leitungen und werden nach Fig. 68 aus 7—12 m langen Stangen gefertigt. Die Diagonalstrebe, deren unteres Ende in der Richtung des Drahtzuges ausladen muß, und der Mittelriegel sind auf verschiedenen Seiten des Gestänges anzubringen. Bei Aufstellung eines Doppelgestänges in einem Winkelpunkte muß die lotrechte Ebene durch beide Stangen mit der Richtung des Drahtzuges zusammenfallen. Die Diagonalstrebe muß mit ihrem unteren Ende nach der Richtung des Drahtzuges ausladen.

Mauerbügel und einzelne Mauerstützen werden gewöhnlich in der Weise befestigt, daß für die Befestigungsschrauben zunächst ein Dübel aus hartem Holz eingemauert wird. Die Steinschrauben der Mauerbügel können auch in das Mauerwerk eingelassen und mit Blei, Zement oder Gips befestigt werden. In gerader Linie sind die Mauerbügel rechtwinklig zu den Drähten, in Winkelpunkten dagegen in die Richtung der Halbierungslinie des Winkels zu stellen.

b) Die Herstellung der oberirdischen Drahtleitungen.

Auslegen des Drahtes. Bei einfachen Gestängen wird der Draht neben den Stangen an derjenigen Seite ausgelegt, an welcher er am leichtesten auf die zugehörigen Isoliervorrichtungen gebracht werden kann. Läßt sich bei Doppelgestängen der Draht nicht von außen auf die Porzellandoppelglocken heben, so wird er längs des vorwärts oder rückwärts liegenden Gestängeabschnittes aufgerollt und von da über die Querträger gezogen. Das Abwickeln muß so erfolgen, daß der Draht weder Knicke noch Klanken bildet, sich nicht um seine Achse dreht und nicht über steinigen Boden schleift.

Verbinden der Drahtleitungen miteinander. Bei Eisendraht erfolgt die Verbindung durch Wickellötstellen. Die Drahtenden werden so kurz als möglich mittels Feilklobens und Flachzange rechtwinklig umgebogen und bis auf eine Nocke von 2 mm Höhe abgefeilt. Dann werden die Enden auf 75 mm in entgegengesetzter Richtung so aneinander gelegt, daß die Nocken nach außen stehen (vgl. Fig. 69) und hierauf in ihrer ganzen Länge mit Wickeldraht fest umwickelt. Der Wickeldraht wird in sieben bis acht Windungen noch über die Nocken hinausgeführt (Fig. 70). Die Verbindungsstelle wird nach Bestreichen mit säurefreiem Lötwasser ihrer ganzen Länge nach durch Eintauchen in geschmolzenes Lötzinn (2 Teile Zinn und 3 Teile Blei) verlötet.

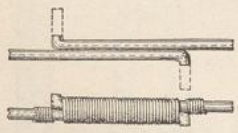


Fig. 69 und 70.

Bronzedrahtverbindungen werden nach dem Arldschen Drahtbundverfahren hergestellt. Die Enden der Drähte werden in entgegengesetzter Richtung durch eine Kupferhülse (Fig. 71) gesteckt, deren Querschnitt den dicht nebeneinander gelegten Drähten annähernd entspricht. Dann wird die Hülse mit den eingeschobenen Drähten an beiden Enden mittels

Kluppen feſtgeklemmt. Fig. 72 und 73 zeigen zwei verſchiedene Formen von Kluppen. Eine Kluppe wird in der Mitte der Hülſe feſtgelegt, dann wird mit einer zweiten Kluppe zunächſt das eine und ſpäter das andre Ende der Hülſe 10—15 mm weit vom Rande gefaßt und in beiden Fällen nach der gleichen Seite gedreht. Die leeren Enden der Hülſe werden hierauf in ſchräger Richtung abgekniffen.

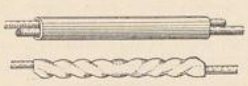


Fig. 71.

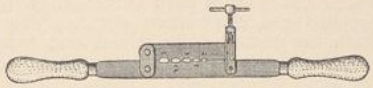


Fig. 72.



Fig. 73.

Ausrecken des Drahtes. Es hat den Zweck, die in dem Drahte vorhandenen Biegungen und Knicke zu beſeitigen und ihn einer Prüfung auf das Vorhandenſein fehlerhafter Stellen zu unterwerfen. Zum Ausrecken dient die Drahtwinde mit Froſchklemme oder Kniehebelklemme. Zum Feſtlegen des einen Drahtendes und zum Anlegen der Winde werden die Geſtänge oder ſonſt geeignete Fußpunkte benutzt. Die Anſpannung des Eiſendrahts darf nicht bis zur Grenze ſeiner abſoluten Feſtigkeit erfolgen; eine etwa eine Minute dauernde Spannung des Drahtes mit der hierzu gebräuchlichen Drahtwinde, bei der etwa eine Kraft von 400 kg entwickelt wird, genügt, um ſchlechte Stellen zum Reißen zu bringen und den Draht gut auszurecken. Bronzedraht wird meiſt bereits in den Fabriken gereckt; auf der Strecke genügt es, ihn zur Beſeitigung der Biegungen und Knicke dreimal hintereinander je eine Minute lang bis zur Hälfte ſeiner abſoluten Feſtigkeit anzuſpannen.

Leitungshang. Der Leitungsdraht bildet zwiſchen den beiden Aufhängepunkten eine Kettenlinie. Wird angenommen, daß die Aufhängepunkte in gleicher Höhe liegen und bezeichnet (Fig. 74) e die Entfernung der Aufhängepunkte A und B, alſo den Abſtand der beiden Telegraphenſtangen, d den Durchhang des Drahtes, g das Gewicht der Längeneinheit, ſo berechnet ſich die Spannung S des Drahtes am tiefſten Punkte der Kettenlinie nach folgender Näherungsformel: $S = g e^2/8 d$; $d = g e^2/8 S$. Mit Hilfe dieſer Formeln ſind Spannungs- und Durchhangstabellen für die einzelnen Drahtſorten, Spannweiten und Temperaturen aufgeſtellt worden. Die Herſtellung des richtigen Leitungshanges mit Hilfe der Spannungstabellen erfordert ein gutes Dynamometer, z. B. eine kräftige Federwage. Dieſe wird einerſeits am Iſolator des Geſtänges, von dem aus das Spannen der Leitung erfolgt, mit einem Haken befeſtigt und anderſeits mit einer Froſchklemme oder Kniehebelklemme verbunden. Zwiſchen Federwage und Haken wird eine Spannſchraube eingeſetzt, um die Abgleichung der Spannung noch in engen Grenzen vornehmen zu können. Iſt die Höhe der Stützpunkte verſchieden, ſo muß die Federwage an dem höher ſtehenden Geſtänge angelegt werden. In der Regel wird nicht die Spannung der Drähte abgeglichen, ſondern ihnen ein Durchhang gegeben, welcher der Spannung entſpricht, die bei der jeweilig herrſchenden Temperatur zuläſſig iſt. Liegen die Aufhängepunkte in gleicher Höhe, ſo erfolgt das Regulieren des Drahtdurchhanges in der Weiſe, daß man an einer leichten Stange oder Latte von dem einen Ende aus den der gerade obwaltenden Temperatur entſprechenden Durchhang abmißt und als Marke einen Nagel einſchlägt. Die Stangenſpitze wird in der Mitte zwiſchen zwei Stangen in die Viſierlinie der beiden Iſolatoren emporgehoben und der Draht nun ſo lange angezogen, bis er in ſeinem tiefſten Punkte den Markiernagel berührt. Bei größeren Niveauunterſchieden empfiehlt ſich die Verwendung von Regulierwinkeln, d. h. zwei Holzwinkeln, deren horizontale Arme gleich lang ſind. Der ſenkrechte Schenkel des an der niedriger gelegenen Stange angebrachten Regulierwinkels erhält die Länge des erforderlichen Drahtdurchhanges, der an der höher gelegenen Stange die Länge des Drahtdurchhanges vermehrt um die Niveaudifferenz. Die Regulierwinkel werden mit dem oberen horizontalen Arm ſo auf die Iſolatoren gelegt, daß die unteren Arme ſich gegen die Stange ſtützen. Der Draht wird ſo lange angezogen, bis ſein tiefſter Punkt gerade in die Viſierlinie über die unteren Horizontalarme eintritt. Iſt eine Leitung richtig reguliert, ſo werden die übrigen Leitungen parallel zu ihr nachgezogen.

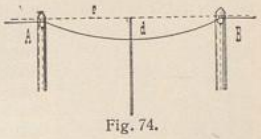


Fig. 74.

Feſtbinden der Leitung an den Iſolatoren. Es erfolgt entweder im oberen Drahtlager auf dem Kopfe des Iſolators oder im ſeitlichen Drahtlager, wobei der Draht in den Halseinſchnitt der Glocke zu liegen kommt. Bei ſtarken Drähten erfolgt die Bindung wegen des ſchweren Gewichts im oberen Drahtlager, ſo daß der Draht auf dem Iſolator ruht. Dies geſchieht jedoch nur in gerader Linie; in Winkelpunkten und Kurven wird der Draht im ſeitlichen Einſchnitt des Iſolators feſtgebunden, und zwar ſo, daß der Iſolator ſtets innerhalb des von der Leitung gebildeten Winkels liegt. Leitungen unter 3 mm Stärke werden im ſeitlichen Drahtlager befeſtigt.

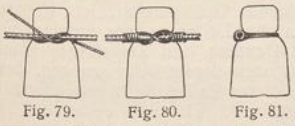


Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81.

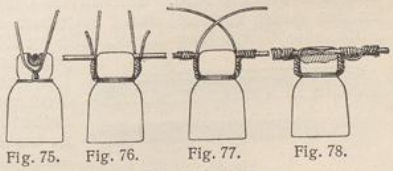


Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78.

Bei der Bindung im oberen Drahtlager werden zwei Bindedrähte von entgegengeſetzten Seiten ſo um den Hals des Iſolators gelegt, daß die Enden in verſchiedener Länge überſchießen (Fig. 75). Die Enden werden dann ſeilartig zuſammengedreht und nach oben gebogen (Fig. 76), hierauf die kürzeren Enden in fünf Windungen feſt um den Leitungsdraht gelegt (Fig. 77) und zuletzt jedes der längeren Enden über den Kopf der Glocke und die bereits

vorhandene Wickelung hinweggeführt und ebenfalls in fünf Windungen um den Leitungsdraht gewickelt (Fig. 78). Zur Bindung im seitlichen Drahtlager ist nur ein Bindedraht erforderlich. Er wird mit der Mitte über den Leitungsdraht und um den Hals des Isolators gelegt und dann mit beiden Enden nach vorn zurückgeführt (Fig. 79). Das von links herumkommende Ende wird parallel und dicht neben der über dem Leitungsdraht bereits vorhandenen Bindedrahtlage nach der rechten Seite geführt und hier in acht Windungen fest um den Leitungsdraht gewickelt. In gleicher Weise verfährt man mit dem rechts herumkommenden Ende (Fig. 80 und 81).

c) Die Verlegung von Erd- und Flußkabeln.

Erdkabelverlegung. Der Graben, in den ein Kabel verlegt werden soll, erhält gewöhnlich oben eine Breite von 60 cm, auf der Sohle eine solche von 20—30 cm; für Guttaperchakabel ist eine Tiefe von 1 m erforderlich, für Faserstoffkabel genügt eine solche von 60—75 cm. Die Kabel werden gewöhnlich auf festen Haspeln oder Trommeln aufgewickelt geliefert. Durch die Mitte des Haspels wird eine starke eiserne Welle gesteckt und diese auf Holzböcken oder eisernen Kopfwinden mit entsprechenden Achslagern frei drehbar eingehängt. Das Kabel wird mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen Rollwagen geladen, sofern kein besonderer Kabeltransportwagen zur Verfügung steht, während der Fortbewegung des Wagens neben dem Graben ausgerollt und darauf vorsichtig in diesen hinabgelassen. Ist der Graben nicht frei von kreuzenden Gasrohren u. s. w., so wird der Kabelhaspel mit der Drehvorrichtung am Anfange des Grabens aufgestellt, das vom Haspel abrollende Kabel im Graben fortgetragen und unter den Hindernissen durchgezogen. Das Kabel wird zunächst 3—4 cm hoch mit Sand oder steinfreier Erde bedeckt, hierauf folgt zum Schutze gegen Beschädigungen bei Erdarbeiten eine Abdeckung mit Ziegelsteinen oder auch mit Zementhalbrohren. Das weitere Zuschütten des Grabens geschieht in einzelnen Lagen von nicht über 30 cm Höhe, die mit Handrammen festgestampft werden.

Flußkabelverlegung. Bei Flüssen von geringer Breite und Wassergeschwindigkeit wird das Kabel, sofern es ohne Muffenschutz zur Verlegung kommt, mit dem Haspel und der Drehvorrichtuug an dem einen Ufer aufgestellt und von dort über den Fluß nach dem andern Ufer gezogen. Zu diesem Zwecke werden in der Richtung des Kabelüberganges einige leichte Boote im Flusse verankert. Mittels eines Taues wird das Kabel auf die Boote gezogen und hierauf von diesen stromabwärts in das Wasser versenkt. Muß das Kabel wegen des Untergrundes mit einem Schutz versehen werden, so kommen Flußkabelmuffen nach Fig. 82 zur Anwendung. Das Kabel wird dann, ebenso wenn der Fluß breit und die Strömung stark ist, mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen starken Ruderprahm verladen und bei dessen Ueberfahrt über den Fluß in das Wasser abgerollt. Die Umkleidung mit den Flußkabelmuffen erfolgt entweder auf dem Prahme an dem vom Haspel ablaufenden Kabel oder erst nach der Auslegung durch Wiederaufnahme des Kabels und Unterfahren desselben mittes eines Kahnes. Das unter Wasser liegende Kabel ist, soweit die Ufer flach sind, mittels Handbaggerschaufeln möglichst tief einzubaggern. Auf der übrigen Strecke genügt die allmähliche Versandung bezw. Verschlammung des Kabels durch den Strom. An den Ufern ist das Kabel auf 10—15 m Länge im festen Boden einzugraben; ist dies nicht angängig, so muß es durch einen sogenannten Kabelhalter (Fig. 83) festgelegt werden. Zur Verhütung von Beschädigungen durch den Schiffahrtsbetrieb wird die Kabellage durch am Lande stehende Baken oder im Wasser schwimmende Bojen deutlich erkennbar gemacht. Als Bake genügt in der Regel eine Stange mit einem kugelförmigen Korbgeflecht oder eine Tafel mit der Aufschrift „Telegraph". Als Bojen kommen meist birnen- oder tonnenförmige Eisenblechkörper zur Verwendung.

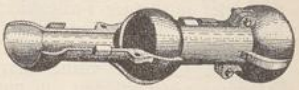


Fig. 82.

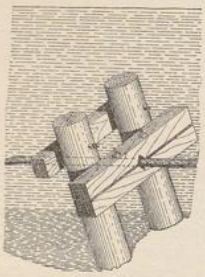


Fig. 83.

Guttaperchakabellötstelle. Um beide Kabelstücke wird 50 cm vom Ende entfernt ein Bindedrahtbund fest herumgelegt. Die Schutzdrähte werden nach Entfernung der Jutehanfumspinnung über die Bindedrahtbunde umgebogen und hinter diesen so abgeschnitten, daß die verbleibenden Enden einen die Bindedrahtbunde bedeckenden Kranz bilden. Die innere Jutehanfumspinnung der Kabelseele wird abgewickelt, sodann werden die Enden der auf 4—5 cm von der Guttaperchahülle befreiten Leitungsdrähte sorgfältig miteinander verlötet. Die glattgefeilte Lötstelle wird mit einer Umwicklung von 0,25 mm starkem Kupferdraht versehen, die ebenfalls verlötet wird. Eine zweite Umwicklung, die über die erste hinausgreift, wird nur an den Enden verlötet, damit bei einem etwaigen Nachgeben der Verlötung der Litzen immer noch eine Verbindung bleibt. Die verlöteten Kupferadern werden dann auf folgende Weise jede für sich mit einer dreifachen Guttaperchaschicht isoliert. Die Enden der Guttapercha der Leitungsadern werden auf 5 cm gut erwärmt und mit Daumen und Zeigefinger unter drehender Bewegung so weit nach der Lötstelle gezogen, daß sie bis zum Anfange der verlöteten Enden der zweiten Drahtumwicklung reicht. Hierauf wird Chattertoncompound in dünner Schicht auf die Guttapercha und die verlötete Kupferlitze gebracht. Der nunmehr folgende Guttaperchaüberzug wird durch eine abgepaßte Guttaperchaplatte gebildet, welche um die erwärmte Lötstelle gelegt und mit den Rändern zusammengepreßt wird. Hierauf folgt noch ein zweiter und dritter Guttaperchastreifen, nachdem jedesmal vorher eine Schicht Chattertoncompound aufgetragen worden ist. Sind sämtliche Adern isoliert,

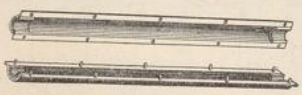


Fig. 84.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo wird die innere Hanfumwicklung wiederhergeſtellt und eine aus zwei halbzylindriſch gebogenen, verzinkten Eiſenblechen beſtehende Lötmuffe (Fig. 84) umgelegt.

Faſerſtoffkabellötſtelle. Die Schutzdrähte jedes Kabels werden auf eine der Größe der Lötmuffe entſprechende Länge mittels eines Drahtbundes aus 1 mm ſtarkem Draht abgebunden und hart am Drahtbund abgefeilt. Der Bleimantel wird bis auf eine Entfernung von 9 cm von den Enden der Schutzdrähte ſorgfältig abgeſchnitten, ebenſo das darüberliegende Iſolierband bis auf 1 cm vom Ende des Bleimantels gerechnet. Bei einem z. B. vierzehnadrigen Telegraphenkabel mit Papier- und Gewebeſtreifeniſolierung ſind hierauf die zehn äußeren Leiter aus ihren Falten zu heben und nach außen umzubiegen. Die gefalteten Bänder, welche die einzelnen Leiter trennen, ſind in einer Entfernung von 2 cm vom Bleimantel abzuſchneiden. Dasſelbe hat mit der Umhüllung des inneren Adernringes zu geſchehen. Dann ſind die vier inneren Leiter auseinander zu ſpreizen, damit das dazugehörige gefaltete Iſoliermaterial bis auf 3 cm vom Bleimantel entfernt werden kann. Bei Telegraphenkabeln mit Geſpinſtfäden- oder Faſeriſolierung werden die Enden der Kupferdrähte auf 2,5—3 cm von der iſolierenden Faſer befreit, nachdem dieſe mit Fäden abgebunden iſt. Die zu verbindenden Leiter werden in Stabilitſcheiben, die 4 cm Abſtand halten ſollen, eingezogen und mit Hilfe von aufgeſchlitzten Kupferröhrchen durch Verlötung verbunden (Fig. 85). Nach der Verlötung ſämtlicher Adern erfolgt die Abdämpfung bezw. Austrocknung der Lötſtelle durch Uebergießen mit einer auf 200° C. erwärmten Iſoliermaſſe ſo lange, bis keine Schaumbläschen mehr aufſteigen. Sodann wird die zweiteilige Lötmuffe umgelegt; ihre beiden Hälften werden unter Zwiſchenlage von Gummiſtreifen miteinander verſchraubt. Die äußeren Muffenkammern werden mit Aſphalt ausgegoſſen, die innere Kammer mit Iſoliermaſſe.

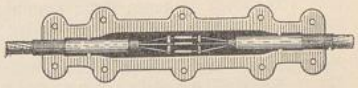


Fig. 85.

Ueberführungsſäulen (Fig. 86). Sie dienen zur Verbindung oberirdiſcher Linien mit Kabellinien. Zwei ſtarke, imprägnierte Kiefernhölzer von 7 oder 8,5 m Länge werden ſo in die Erde eingeſtellt, daß ſie an ihren oberen Enden 8 cm voneinander abſtehen und nach unten auf je 1 m Länge um 2 cm weiter auseinander gehen. Am oberen Ende ſind die Hölzer an der inneren Seite auf je 8 cm ſo auszuſchneiden, daß ein kaſtenartiger Raum von 24 cm Weite entſteht. Die Tiefe der Ausſchneidung hängt von der Kabeladerzahl ab. Der Zwiſchenraum zwiſchen den Hölzern wird bis auf den oberen Teil der Vorderſeite durch ſtarke, aſtfreie Bretter, die in Falze der Hölzer eingreifen, geſchloſſen. Die Vorderſeite des kaſtenartigen Raumes wird durch eine mit Gummiliderung verſehene Tür abgeſchloſſen. Im Innern des oberen Raumes befinden ſich an den Seitenwänden Meſſingklemmen auf Ebonitunterlagen. Oberhalb dieſer Klemmen greifen durch die Seitenwände Ebonitrohre mit Glocken, und unterhalb derſelben ſind an den Außenwänden der Ueberführungsſäule kleine Doppelglocken auf hakenförmigen Schraubenſtützen angebracht. Eine Zinkblechabdachung ſchließt die Säule nach oben ab. — Guttaperchakabel werden in der Säule hochgeführt und im oberen Teile mit einem Drahtbunde verſehen. Von dem Drahtbunde ab werden die Guttaperchaenden freigelegt, und nachdem die metallblank geſchabten Litzenenden zu einem Ganzen verlötet ſind, in den Klemmen feſtgelegt. Von den Klemmen führen Guttaperchadrähte mit geteerter Hanfumſpinnung durch die Ebonitrohre nach den Iſolatoren; um deren Hals werden die blanken Enden einmal herumgeführt und ſodann in fünf bis ſechs Wicklungen um den oberirdiſchen Leitungsdraht herumgelegt. Die Wickelſtelle iſt gut zu verlöten. An Faſerſtoffkabel iſt vor ihrer Verbindung mit den oberirdiſchen Leitungen ein Stück wetterbeſtändiges Kabel anzulöten. Die Lötſtelle wird in derſelben Weiſe gefertigt wie die Lötſtelle zwiſchen zwei Faſerſtoffkabeln. Die Lötmuffe und das Faſerſtoffkabel werden an der Rückwand der Ueberführungsſäule durch Drahtbunde oder Flacheiſenbänder befeſtigt. Das Gummikabel wird bis zum kaſtenartigen Raum der Ueberführungsſäule in die Höhe geführt, hier vom Bleimantel befreit, und die einzelnen Adern werden in der vorbeſchriebenen Weiſe mit den Klemmen und der oberirdiſchen Leitung verbunden.



Fig. 86.

d) Die Verlegung von Unterſeekabeln (ſ. Seekabel).

3. **Techniſche Einrichtung der Telegraphenanſtalten.** Sie umfaßt die Leitungseinführung, die Zimmerleitung, die Apparate, die Batterie und die Erdleitung ſowie den Schutz gegen das Eindringen elektriſcher Starkſtröme.

Leitungseinführung. Oberirdiſche Leitungen endigen an einer in der Nähe der Telegraphenanſtalt aufzuſtellenden Abſpannſtange; von dieſer werden ſie mittels ſogenannter leichter Leitung (dünner Draht) bis zu den an der Außenwand des Hauſes anzubringenden Iſoliervorrichtungen kleiner Form geführt. An letzteren erfolgt die Verbindung mit den Drähten der Bleirohrkabel, welche durch das Mauerwerk führen, in der Weiſe, daß die Bleirohrkabeldrähte auf eine hinreichende Länge von der iſolierenden Hülle befreit und die blanken Enden in je einer feſten Schlinge um die Iſolatoren, ſodann in mehreren Windungen um die leichte Leitung gelegt und an der Wickelſtelle ſorgſam verlötet werden. Zur Durchführung der Blei-

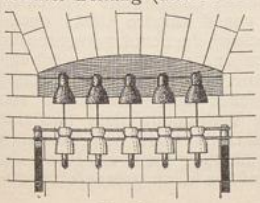


Fig. 88.

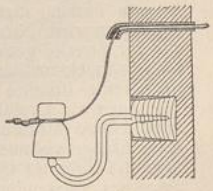


Fig. 87.

rohrkabel durch das Mauerwerk werden bei einadrigen Kabeln Ebonitrohre (Fig. 87) verwendet; an das äußere Rohrende iſt zum Schutze der Iſolierhülle gegen Naßwerden eine Ebonitglocke angeſchraubt. Sollen mehrere oberirdiſche Leitungen eingeführt werden, ſo iſt die durch Fig. 88 veranſchaulichte Einrichtung zweckmäßig. In dem Mauerwerk wird eine Oeffnung angebracht und in dieſe ein aus zwei Teilen beſtehendes Bohlſtück eingeſetzt, in welches aufeinander paſſende halbzylindriſche Einſchnitte für Ebonitrohre mit Glocken gemacht werden. Die Leitungen werden dann von der Abſpannſtange aus zu den Iſolatoren auf U-förmigen Stützen an einen Mauerbügel und von hier aus mittels Bleirohrkabel in das Gebäude geführt. Zur Einführung der unterirdiſchen Leitungen in die Dienſtgebäude iſt nötigenfalls die Grundmauer zu durchbrechen; in die entſtandene Oeffnung wird ein eiſernes Rohr geſetzt, durch dieſes das Kabel gezogen und in einem gleichen Rohr oder einem Holzkaſten bis zum Apparatzimmer hochgeführt.

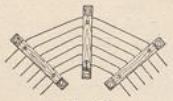


Fig. 90.



Fig. 89.

Zimmerleitung. Sie wird aus ein- oder vieradrigen Bleirohrkabeln hergeſtellt, die entweder unter der Bedielung, auf derſelben oder an den Wänden entlang zu führen ſind. Im letzteren Falle kommen Wandleiſten nach Fig. 89 aus trockenem, gut gefirnißtem Holze zur Verwendung. Aendert ſich die Richtung der Kabel, ſo iſt der Uebergang nach Fig. 90 herzuſtellen. Zur Verbindung der Apparate auf den Tiſchen dient blanker Kupferdraht von 1,5 mm Stärke.

Aufſtellung der Apparate. Bei kleineren Telegraphenanſtalten werden die Blitzableiter auf den zugehörigen Apparattiſchen aufgeſtellt; bei größeren Anſtalten werden ſie zuſammen mit den Linienumſchaltern auf einem gemeinſamen Pulte angeordnet. Die Apparattiſche ſind gewöhnlich zur Aufnahme von einem Morſe- bezw. Klopferſyſtem, oder für vier Syſteme eingerichtet. Bei den Tiſchen für ein Syſtem erhält ein Tiſchfuß der hinteren Seite an der Innenſeite eine mit einer Leiſte zu bedeckende Auskehlung zur Aufnahme des Bleirohrkabels. In der Nähe der Auskehlung iſt an der inneren Seite der Tiſchzarge eine Leiſte mit Doppelklemmen befeſtigt, die zur Verbindung des Bleirohrkabels mit den blanken Tiſchleitungsdrähten dienen. Bei den vierteiligen Apparattiſchen dienen die zwei hohlen Mittelfüße außer zur Unterſtützung der Tiſchplatte auch zur Aufnahme der Bleirohrkabel. An den zwiſchen den Mittelfüßen und der Tiſchplatte befindlichen Leiſten ſind je vier Doppelklemmen angebracht, die zur Verbindung der Bleirohrkabel mit den Tiſchleitungsdrähten dienen. Zwiſchen den Mittelfüßen iſt an der unteren Fläche der Tiſchplatte ein mit zwei Schrauben mit Muttern verſehener Winkel aus verzinktem Eiſen als Erdklemme befeſtigt. Eine Schraube dient zum Anlegen der von außen eingeführten Erdleitung, die andre zur Aufnahme der Erdzuleitungsdrähte für die Apparate.

Aufſtellung der Batterie. Bei kleineren Anſtalten werden die Batterieelemente gewöhnlich in einem flachen Holzſchrank mit Glastüren aufgeſtellt; bei großen Anſtalten werden die Elemente in einem beſonderen Batterieraume auf freiſtehenden Fachwerken untergebracht. Die Batterie darf weder in einem kalten Raume, wo die Flüſſigkeit gefrieren kann, noch in unmittelbarer Nähe von Heizkörpern u. ſ. w. untergebracht werden, weil dadurch die Verdunſtung der Flüſſigkeit zu raſch vor ſich gehen würde. Die Räume für Sammlerbatterien erhalten einen Bodenbelag aus Gußaſphalt, der 6—10 cm an den Wänden emporzuführen iſt. Die Wände und die Decke ſind mit ſäurefeſter Farbe zu ſtreichen. Die Füße der Batteriegeſtelle werden nicht auf den Aſphaltbelag geſtellt; ſondern es werden in letzteren ſäurefeſte Platten (Mettlacher Fliefen) eingelaſſen und auf dieſe zur Iſolation noch Glasplatten mit einer Bleiunterlage gelegt.

Die Erdleitung. Sie ſoll dem Strom für die Rückleitung den Weg bieten und die ſich in die Leitung entladende atmoſphäriſche Elektrizität ohne Beſchädigung der Apparate zur Erde ableiten. Es muß zur Erfüllung dieſer Aufgabe die Elektrizität aus der Erdleitung unmittelbar in ſtets feuchtes Erdreich übergehen können und der Weg dafür nur geringen Widerſtand haben. Für kleine Telegraphenanſtalten genügt eine Erdleitung aus einem Drahtſeil von 4 mm ſtarken verzinkten Eiſendrähten, das in der Erde zu mehreren Ringen aufgeſchoſſen wird. Größere Anſtalten erhalten Erdleitungen aus Gasrohr von etwa 3 cm Durchmeſſer und 5 mm Wandſtärke, die für den Hughesbetrieb noch mit zwei Bleiblecherdplatten von 1 m Höhe, 0,5 m Breite und 5 mm Stärke verbunden werden. Drahtring, Rohrende und Bleiblecherdplatten müſſen ſo tief eingegraben werden, daß ſie auch in der trockenſten Jahreszeit noch vom Grundwaſſer bedeckt bleiben. Neuerdings werden vielfach Kokserden verwendet; Bleidraht von 8—10 mm Durchmeſſer wird möglichſt tief in die feuchten Erdſchichten hinabgeführt und daſelbſt in einem Ringe von fünf bis ſechs Lagen und etwa 1 m Durchmeſſer aufgeſchoſſen. Der Ring wird von allen Seiten mit Koks umgeben.

Schutz gegen das Eindringen elektriſchen Starkſtromes [7]. Hierzu dienen Schmelzſicherungen, die in ſämtliche Telegraphenleitungen einzuſchalten ſind, welche Stromleiter elektriſcher Bahnen, Kraftübertragungs- oder Lichtanlagen kreuzen oder ſich ihnen bis zur Berührungsgefahr nähern oder auch mit derart unmittelbar gefährdeten Leitungen auf Teilſtrecken zuſammenlaufen. Die Schmelzſicherung beſteht aus einer Glaspatrone mit einem 0,3 mm ſtarkem Schmelzdraht aus Rheotan, der durch Ströme von 6 Ampère Stärke durchſchmolzen wird. Neben dieſem elektriſchen Schutze müſſen noch mechaniſche Schutzvorkehrungen auf der Strecke getroffen werden. So müſſen z. B. bei Kreuzungen und wo die Schwachſtromleitung in einem kürzeren Abſtande als 10 m neben der Starkſtromleitung verläuft, fabrikmäßig hergeſtellte iſolierte Drähte verwendet werden, oder es iſt zwiſchen beide Gattungen von Leitungen ein Drahtſchutznetz anzubringen, das mit der Erde in Verbindung ſteht und eine unmittelbare Berührung der Leitungen beider Art beim Reißen eines Drahtes oder beim Umbruch einer Stange verhindert. Beträgt die Spannung in einer Starkſtromleitung mehr als 1000 Volt, ſo bietet iſolierter Draht keinen ausreichenden Schutz mehr; es müſſen dann geerdete Schutznetze zur Verwendung kommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Telegraphie ohne Draht.

Zur Uebermittlung der telegraphiſchen Zeichen dienen elektromagnetiſche Wellen oder Strahlen, die zu ihrer Fortleitung einer metalliſchen Drahtverbindung zwiſchen Geber und Empfänger nicht bedürfen, ſondern ſich mit der Geſchwindigkeit des Lichts in den Raum verbreiten, die dieſelben Grundgeſetze befolgen wie die Lichtwellen, und deren Träger derſelbe unwägbare Aether iſt, der die Fortpflanzung des Lichts vermittelt. Man bezeichnet das neue Verkehrsmittel auch als Telegraphie mit Hertzſchen Wellen, Wellentelegraphie, Radiotelegraphie und (in Deutſchland nach Slaby) Funkentelegraphie. Die übrigen Beſtrebungen, drahtloſe Telegraphen zu ſchaffen, haben nennenswerte Erfolge für die Praxis nicht gehabt [8].

Die Verſuche von Hertz gaben die experimentelle Beſtätigung der von Maxwell nur auf mathematiſcher Grundlage aufgebauten elektromagnetiſchen Lichttheorie. Das elektriſche Feld der Funkenwellen iſt ſtets von einem entſprechend ſchwingenden Magnetfeld begleitet [9]. Man bezeichnet die Funkenwellen daher als elektromagnetiſche Wellen, abgekürzt elektriſche Wellen. Grundlegend war der nachſtehend beſchriebene Spiegelverſuch von Hertz. In der Brennlinie eines paraboliſch gebogenen Blechzylinders erregte Hertz elektromagnetiſche Wellen durch einen elektriſchen Funkenerzeuger oder Oſzillator. Als Oſzillator nahm er zwei Metallſtäbe von 26 cm Länge und 3 cm Durchmeſſer, deren halbkugelige Enden ſo weit einander genähert wurden, bis die ihnen durch einen Ruhmkorffſchen Funkeninduktor erteilten Ladungen ſich in elektriſchen Funken ausglichen. Die von dieſen elektriſchen Funken ausgehenden elektromagnetiſchen Wellen breiten ſich nach allen Richtungen aus. Ein Teil trifft auf die ſpiegelnde Fläche des Blechzylinders, wird dort nach dem Geſetz über die Reflexion der Lichtſtrahlen reflektiert und tritt, wie Hertz es bezeichnet, als ein Bündel paralleler elektriſcher Strahlen in den Raum. Die elektromagnetiſche Energie der Welle iſt jetzt zum größten Teile in dieſem Strahlenbündel konzentriert; trifft dieſes in einigem Abſtand einen dem erſten gleichen und parallel aufgeſtellten Spiegel, ſo wird durch die Reflexion die Energie des Strahlenbündels wieder in der Brennlinie des zweiten Spiegels zuſammengedrängt. In dieſer Brennlinie ordnete Hertz einen „Reſonator“ in Geſtalt von zwei Metallſtäben, ähnlich denen des Oſzillators an, und er konnte jetzt durch die zwiſchen den Stäben überſpringenden kleinen elektriſchen Funken die Ankunft der elektriſchen Wellen nachweiſen. Einen weiteren Fortſchritt bot die Erfindung eines empfindlicheren Reſonators 1890 durch Branly in Paris. Seine Vorrichtung zur Wahrnehmung elektriſcher Wellen ſtellt gewiſſermaßen ein elektriſches Auge dar, das die Ankunft elektriſcher Strahlen in ähnlicher Weiſe anzeigt, wie das menſchliche Auge die Ankunft von Lichtſtrahlen. Der Branlyſche Wellenanzeiger beſteht aus einer Glasröhre, die an beiden Enden durch Metallelektroden abgeſchloſſen und zwiſchen ihnen mit Metallfeilicht gefüllt iſt. Dieſe Vorrichtung wird an Stelle der Funkenſtrecke des Reſonators eingeſchaltet, und der Reſonator wird mit einem empfindlichen Galvanometer und einem galvaniſchen Element zu einem Stromkreis vereinigt. Für gewöhnlich iſt die Nadel des Galvanometers nicht abgelenkt, weil die zahlreichen Berührungsſtellen der mit unreiner Oberfläche behafteten Feilſpäne dem Batterieſtrom einen faſt ſo großen Widerſtand darbieten, als ob der Stromkreis völlig unterbrochen wäre. Gelangen aber elektriſche Wellen zu der Röhre, ſo werden die Metallſpäne leitend und die Nadel des Galvanometers ſchlägt aus. Damit wäre auf kurze Entfernungen, bis etwa 800 m, auch ohne Anwendung von Hohlſpiegeln eine drahtloſe Telegraphie bereits möglich geweſen. Erſt 1895 brachten die Verſuche von Popoff das Problem der drahtloſen Telegraphie auf weitere Entfernungen ſeiner Löſung näher. Popoff benutzte, um luftelektriſche Entladungen nachzuweiſen, einen in vertikaler Lage befeſtigten langen, in die Luft reichenden Draht, deſſen unteres Ende mit Erde verbunden war, unter anderm die Auffangſtange eines Gebäudeblitzableiters, um die luftelektriſchen Erregungen der Branly-Röhre zuzuführen. Der Popoffſche Auffangdraht iſt die ſpäterhin mit der Bezeichnung „Antenne“ belegte Luftleitung der drahtloſen Telegraphie. Die Branly-Röhre hat ſpäter die Bezeichnungen „Kohärer“ und „Fritter“ erhalten. Der Italiener Marconi verwendete 1896 die Popoffſche Empfängerantenne auch bei der Senderſtation als Luftleitung zur Ausſtrahlung der elektriſchen Wellen. Die praktiſche Erprobung nahm Marconi im Mai 1897 in Gegenwart von Preece und Slaby zwiſchen Lavernock Point einerſeits ſowie Flat Holm (5,5 km) und Brean Down (14 km) anderſeits vor [10], [12].

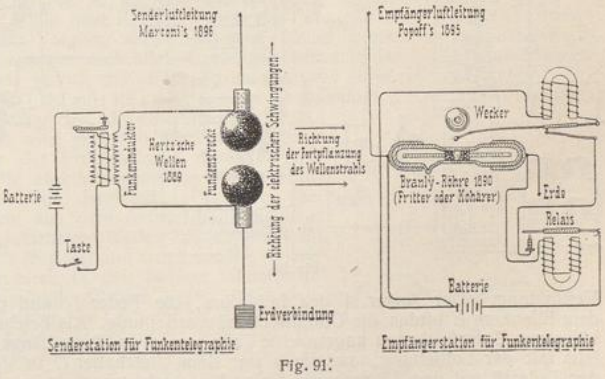


Fig. 91.

Die Fig. 91 gibt außer einer ſymmetriſchen Darſtellung des Entwicklungsganges der drahtloſen Telegraphie auch die allgemeine Schaltung für eine ſolche Anlage. Mit der Taſte der Senderſtation werden die zu telegraphierenden Morſezeichen gegeben; ſie ſchließt und öffnet den Stromkreis der primären Rolle des Funkeninduktors. In dieſer erzeugt während jeder Schließung der Selbſtunterbrecher des Funkeninduktors eine Reihe kurzer Stromſtöße, die in der ſekundären Spule hochgeſpannte Wechſelſtröme induzieren. Dieſe durchlaufen den Hertzſchen Oſzillator, der aus zwei Metallkugeln mit einer Funkenſtrecke beſteht. Der Abſtand der beiden Metallkugeln, d. h. die Funkenſtrecke, läßt ſich verändern. Der Oſzillator iſt einerſeits mit der Erde und anderſeits mit einem iſoliert möglichſt hoch in die Luft geführten Drahte (der Luftleitung) verbunden. Die in der Funkenſtrecke erzeugten Wechſelſpannungen verbreiten ſich über den Luftdraht, der gewiſſermaßen eine Verlängerung der Entladungsdrähte bildet. Der Luftdraht ſchwingt elektriſch mit, er wirkt daher ebenſo wie der Stromkreis der Funkenſtrecke wellenerregend auf den Aether und ſendet in ſeiner ganzen Länge vertikal polariſierte Strahlen aus. Die ſo in ihr entſtehenden Wechſelſpannungen werden dem Kohärer oder Fritter zugeführt, der am andern Ende geerdet iſt. Die Fritterröhre iſt mit einer kleinen galvaniſchen Batterie und einem empfindlichen Relais zu einem geſchloſſenen Stromkreiſe geſchaltet. Für die Dauer jeder Beſtrahlung durch elektriſche Wellen wird der Fritter leitend und der Anker des Relais infolgedeſſen angezogen. Das Relais kann unmittelbar zum Abhören der Morſezeichen benutzt werden; gewöhnlich wird aber an dasſelbe noch ein Morſefarbſchreiber angeſchaltet. Außerdem betätigt das Relais einen Wecker, deſſen Klöppel die Aufgabe hat, durch leichte Schläge auf die Glasröhre des Fritters deſſen metalliſche Füllung zu erſchüttern und wieder elektriſch nichtleitend zu machen. Man unterſcheidet gegenwärtig eine drahtloſe Telegraphie mittels ſtarkgedämpfter, mittels ſchwachgedämpfter und mittels ungedämpfter Wellen.

I. Drahtloſe Telegraphie mittels ſtarkgedämpfter Wellen.

Der Urtypus aller mit ſtarkgedämpften Wellen arbeitenden Funkentelegraphenſyſteme iſt die erſte Marconianordnung, bei welcher der eine Pol der Funkenſtrecke mit dem vertikal aufgehängten Senderdrahte und der andre Pol mit der Erde verbunden iſt. Der Senderdraht wird alſo von der Funkenſtrecke unmittelbar in elektriſche Schwingungen verſetzt; es findet eine direkte Sendererregung ſtatt. Die erſte Erregung erfolgt ſehr heftig. Infolge der durch die offene Strombahn begünſtigten Ausſtrahlung in den Raum klingt aber, da eine genügende Energiezufuhr nicht ſofort erfolgt, die elektriſche Schwingung (Fig. 92) bald ab; ſie hört nach fünf bis ſechs Schwingungen auf, und man nennt ſie deshalb ſtarkgedämpft.

Marconi-Syſtem. Die Schaltung der erſten Marconi-Anlagen, wie ſie mit geringen Abänderungen auch bei der erſten deutſchen Funkentelegraphenanlage für den allgemeinen Verkehr zwiſchen Borkum Leuchtturm und dem Feuerſchiff Borkum Riff (eröffnet am 15. Mai 1900) zur Anwendung gekommen iſt, veranſchaulicht Fig. 93. Ein großer Ruhmkorffſcher Induktor, deſſen Umwindungen nach außen durch einen Ebonitmantel geſchützt ſind, dient als Funken-

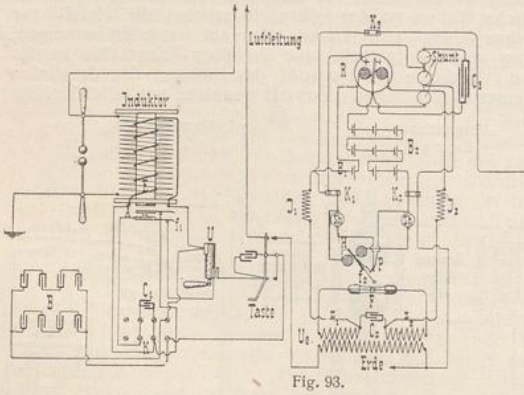


Fig. 93.

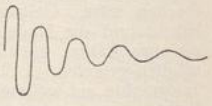


Fig. 92. Starkgedämpfte Welle des Marconi-Senders.

erzeuger. Die Enden der ſekundären Induktorſpule ſtehen mit zwei Metallſtangen in Verbindung, die an ihrem andern Ende je einen beweglichen Meſſinghebel mit Meſſingkugel von etwa 2,5 cm Durchmeſſer tragen. Der eine Meſſinghebel ſteht mit der Luftleitung, der andre mit der Erde in Verbindung. Der Anker *A* des Induktors, die Feder f_1 und die primäre Induktorſpule mit dem Eiſenkern *E* bilden die Unterbrechungsvorrichtung. Als Zeichengeber dient eine auf einem hölzernen Unterſatzkaſten angebrachte Taſte von etwa 30 cm Länge; der Taſtenhebel ſteht einerſeits mit der Luftleitung, anderſeits mit dem Umſchalter *U* in Verbindung. Der Ruhekontakt der Taſte iſt mit dem Uebertrager *Ue* und der Arbeitskontakt mit dem einen Pol der Batterie *B* verbunden. Der Empfänger beſteht aus dem Uebertrager *Ue* — von Marconi Jigger genannt —, dem Fritter *F*, den beiden Induktanzrollen J_1 und J_2, dem polariſierten Relais *R*, dem Hammer *H*, dem Morſefarbſchreiber *M*, dem Wecker *W* ſowie mehreren Zweigwiderſtänden *Sh* und den Kondenſatoren C_2 und C_3. Der Uebertrager *Ue* hat eine primäre und zwei ſekundäre Rollen.

Die primäre Wicklung ist einerseits über den Ruhekontakt der Taste mit der Luftleitung und anderseits mit der Erde verbunden. Die sekundären Wicklungen sind an einem Ende mit dem kleinen Kondensator C_2 und gleichzeitig mit den Induktanzspulen J_1 bezw. J_2 verbunden; zwischen die andern Enden ist der Fritter F eingeschaltet. Der Fritter besteht aus einer etwa 10 cm langen, fast luftleeren Glasröhre, die mit einer Mischung aus Nickel- und Silberfeile gefüllt ist. Diese Mischung der Frittermasse wird durch zwei Silberplättchen abgeschlossen, die mit Platindrähten in Verbindung stehen, welche in das Glas eingeschmolzen sind. Der Fritter wird in eine besondere Einstellvorrichtung eingesetzt, in welcher die Platindrähte mit den sekundären Wicklungen des Induktionsübertragers verbunden werden. Die nach dem Aufhören der jeweiligen elektrischen Bestrahlung der Frittröhre erforderliche Dekohärierung oder Entfrittung der die leitende Brücke bildenden Masse wird durch den Klöppel des Hammers H bewirkt, welcher bei Stromschluß gegen die Frittröhre schlägt. Die Einrichtung des Hammers entspricht im allgemeinen der eines gewöhnlichen Weckers; er arbeitet, indem er selbsttätig den Strom abwechselnd schwächt und verstärkt. Der Morseschreiber M ist parallel zum Hammer eingeschaltet; er schließt beim Arbeiten einen Ortsstromkreis, wodurch der Wecker W in Tätigkeit gesetzt wird. Durch die Klingelzeichen des Weckers wird der Anruf bewirkt.

Der Sender wirkt folgendermaßen: Bei Tastendruck fließt ein Strom aus der Batterie B über den Arbeitskontakt zum Umschalter U, von diesem über die Feder f_1 zum Anker A, weiter zur Klemme K, durch die primäre Wicklung des Induktors zum Umschalter U und zur Batterie zurück. Der durch den Stromschluß magnetisierte Eisenkern des Induktors zieht den Anker A an, hierdurch wird der Stromkreis unterbrochen, und das Spiel beginnt von neuem. Der zwischen dem Anker A und die Feder f_1 eingeschaltete Kondensator C_1 wird bei jeder Stromunterbrechung geladen; hierdurch wird der Oeffnungsfunke zwischen A und f_1 erheblich geschwächt und bewirkt, daß die Stromunterbrechung schnell vonstatten geht.

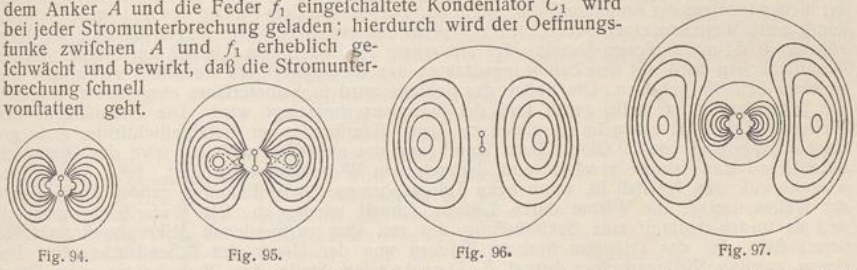


Fig. 94. Fig. 95. Fig. 96. Fig. 97.

Die durch den Tastendruck und das Spiel des Selbstunterbrechers in der aus wenig dicken Drahtwindungen bestehenden primären Rolle erzeugten, sehr schnell aufeinander folgenden kurzen Stromstöße rufen in der sekundären Rolle, die aus sehr vielen Windungen besteht (30 km Drahtlänge), durch Induktion so hohe elektrische Spannungen hervor, daß bei gehöriger Einstellung der Messingkugeln des Induktoriums zwischen diesen zahlreiche Funken überspringen. Die bei diesen Entladungen entstehenden elektrischen Schwingungen strahlen von der Luftleitung in den Raum aus. Von der offenen Strombahn des Luftleiters schnüren sich, wenn sie in elektrische Schwingungen versetzt wird, nach Hertz Kraftlinien ab; sie wandern als elektromagnetische Wellen in den Raum hinaus und kehren nicht mehr zurück, sobald sie einen gewissen Abstand erreicht haben. Diese Wanderung der Kraftlinien veranschaulichen die Fig. 94—97. In Fig 94 kehren die Kraftlinien noch zur Ausgangsstelle, d. h. der Funkenstrecke oder der mit ihr verbundenen Luftleitung, zurück; in Fig. 95 sind sie bereits im Begriff, sich von der Funkenstrecke und der Luftleitung zu trennen; man erkennt deutlich die Einschnürung und die Stellen, wo die Trennung erfolgen wird. In Fig. 96 hat sich die Trennung vollzogen; Fig. 97 zeigt die nächste Ladung bezw. Erregung, die neue Kraftlinien aus der Funkenstrecke und der Luftleitung in den Raum hinaustreibt. Der Vorgang wiederholt sich; immer wieder werden neue Kraftlinien abgeschnürt, die ihre Vorgänger nach allen Richtungen weiter in den Raum hinausdrängen. Durch die Ausstrahlung verliert jedoch die offene Strombahn von ihrer eignen Energie; ihre elektrische Schwingung hört also bald auf; sie klingt in etwa einem halben Dutzend Schwingungen schnell ab. Da die Funkenstrecke, d. h. die eine Ofzillatorhälfte, mit der Erde verbunden ist, so wird man sich die Fortpflanzung der elektrischen Wellen über der Erdoberfläche durch Fig. 98 veranschaulichen können. Die elektromagnetische Welle selbst wird durch die ausgezogene Linie dargestellt. Die durch die Luftleitung der Empfangsstation aus dem Aether aufgefangenen oder gleichsam aufgesaugten elektrischen Wellen fließen über den Tastenhebel zum Uebertrager *Ue* (Fig. 93) und durch dessen primäre Wicklung zur Erde. Die hierdurch in den beiden sekundären Rollen z_1 und z_2 erzeugten Induktionsströme gehen durch den Fritter F. Die Frittermasse wird unter dem Einflusse der elektrischen Wellen leitend; hierdurch wird das Relais R mittels der Batterie B_1 und durch dieses der Morseschreiber M sowie der Hammer H mittels der Batterie B_2 in Tätigkeit gesetzt. Der Klöppel des Hammers schnellt auf und ab und berührt hierbei die Glasröhre des Fritters. Dadurch wird bewirkt, daß die durch die elektrische Bestrahlung gerichteten und gewissermaßen zu einer Brücke zusammengeschweißten Metallfeilen nach Aufhören der Bestrahlung wieder auseinander fallen und der Relaisstromkreis unterbrochen wird. — Der Betrieb der Borkumer Anlage hat vielfach unter den elektrischen Ladungen und Entladungen der Atmosphäre zu leiden gehabt; ferner sprachen die Apparate auf alle Wellen-

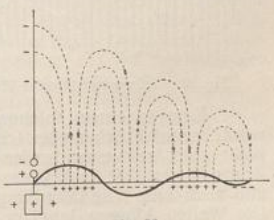


Fig. 98.

längen an. Letzterer Mangel ist inzwischen durch die Auswechslung der Einrichtung gegen das Telefunkensystem beseitigt worden.

Andre Systeme. Von den übrigen Systemen, die mit stark gedämpften Wellen arbeiten, sind zu nennen: Das Slaby-Arco-System und das System Lodge-Muirhead in seiner ersten Ausführung sowie das System Fessenden.

Das Slaby-Arco-System, das zuerst auf den deutschen Kriegsschiffen eingeführt war, benutzte zur Speisung des Funkenstenders eine Wechselstrommaschine, wodurch viel größere Energiewerte in Strahlung umgesetzt werden konnten als durch den Ruhmkorffschen Induktor. Lodge-Muirhead fügten der offenen Strombahn des Marconi-Senders große Kapazitäten in Gestalt metallener Kegel und regulierbare Selbstinduktionsspulen ein, um dadurch die Abstimmung des Senders auf Wellen einer bestimmten Periode zu erleichtern und größere Reichweiten zu erzielen. Der bei diesem System verwendete einkontaktige Fritter besteht aus einer Eisen- oder Platinspitze, die auf einer Aluminiumfeder leicht aufliegt. Die Feder wird durch ein rotierendes Zahnrad in dauernde Vibration versetzt, wodurch die unter der Einwirkung der elektromagnetischen Wellen eintretende leitende Verbindung zwischen Spitze und Feder wieder aufgehoben wird.

Bei dem Fessenden-System findet während des Gebens auf der Senderstation eine dauernde Wellensendung statt. Die Telegraphenzeichen werden dadurch übermittelt, daß sich durch Niederdrücken der Zeichentaste, mittels welcher eine regulierbare, in den Senderdraht eingeschaltete Induktanz geändert wird, auch die Wellenlänge ändert, und die beiden Stationen also außer Abstimmung gebracht werden. Für die Zeit, in welcher Abstimmung herrscht, spricht der Wellenanzeiger der Empfangsstation nicht an. Dieser nach dem Prinzip des Bolometers (s. d.) konstruierte Wellenanzeiger oder Detektor besteht aus einem 0,25 mm langen Stück Silberdraht von nur 0,051 mm äußerem Durchmesser mit einem Platinkern von 0,00152 mm Stärke. Dieses Drahtstückchen wird mit den Zuführungsdrähten des Wellenanzeigers metallisch verbunden und zu einer Schleife gebogen. Die Spitze der Schleife wird in Salpetersäure eingetaucht, wodurch das Silber an dieser Stelle gelöst und der Platinkern freigelegt wird. Die Drahtschleife des Wellenanzeigers hat einen im Vergleich zu dem Widerstande der Metallfeilichtfritter recht geringen Widerstand von 30 Ohm. Beim Durchgang der elektrischen Wellen wird das Drahtstück hinreichend und schnell erwärmt und dadurch sein Widerstand vergrößert. Hört die Wellenwirkung auf, was der Fall ist, wenn beim Telegraphieren die Abstimmung gestört wird, so gibt der Wellenanzeiger die Wärme durch Leitung schnell wieder ab, sein Widerstand nimmt ab und es findet dadurch eine Beeinflussung des mit ihm verbundenen Mikrophonstromkreises derart statt, daß das Telephon hörbare Zeichen von der Dauer des Tastendrucks gibt. Bei einem zweiten Wellenanzeiger bringt Fessenden an Stelle des Platindrahtes eine kleine Flüssigkeitssäule; er nennt ihn „Barretter". Dieser Barretter ist eine Art elektrolytischer Wellenanzeiger wie der Polarisationszellendetektor von Schlömilch.

II. Drahtlose Telegraphie mittels schwachgedämpfter Wellen.

Die Grundlage sämtlicher mit schwachgedämpften Wellen arbeitenden Funkentelegraphensysteme bildet der geschlossene Schwingungskreis von Braun; das ihm hierauf erteilte deutsche Patent vom 14. Oktober 1898 lautet: „Schaltungsweise des mit einer Luftleitung verbundenen Gebers für Funkentelegraphie, gekennzeichnet durch einen eine Leidener Flasche und eine Funkenstrecke enthaltenden Schwingungskreis, an den die die Wellen ausendende Luftleitung entweder unmittelbar oder unter Vermittlung eines Transformators angeschlossen ist, zum Zwecke, mittels dieser Anordnung größere Energiemengen in Wirkung zu bringen" [11].

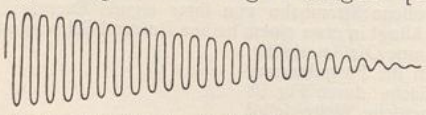


Fig. 99. Schwachgedämpfte Welle des Braun-Senders.

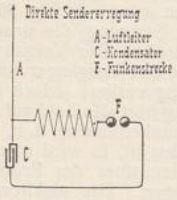


Fig. 100.

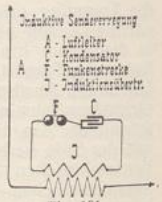


Fig. 101.

Eine in einem solchen Flaschenstromkreise einmal eingeleitete elektrische Schwingung würde unaufhörlich weiter schwingen, wenn nicht ihre Energie infolge des zwar kleinen, indes nicht ganz zu vermeidenden Widerstandes in den Drahtverbindungen und der Funkenstrecke sich mit der Zeit in Wärme umsetzte. Eine Abnahme der elektrischen Schwingungen erfolgt also auch hier. Die Dämpfung ist nicht vollständig zu vermeiden; sie ist aber nur eine schwache. Die Wellen klingen langsam ab; sie hören erst nach 20—30 und noch mehr Schwingungen auf (Fig. 99). Braun benutzt bei seinem System die geschlossene Strombahn in Verbindung mit der offenen. Der schwachgedämpfte Leidener Flaschenstromkreis, der große Energiemengen aufnehmen kann, dient zur Erzeugung der elektrischen Wellen und gleichzeitig als Energiereservoir. Die offene Strombahn des vertikalen Luftleiters dient zum Ausenden der Wellen. Da ihr aus dem geschlossenen Erregerkreise immer neue Energie nachgeliefert wird, so werden die Schwingungen dieser offenen Strombahn erheblich nachhaltiger und andauernder als die der offenen Strombahn des Marconisenders. Die Verbindung des geschlossenen Schwingungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kreiſes mit dem Luftleiter erfolgt entweder durch direkten Anſchluß des Luftleiters an einen Punkt der geſchloſſenen Strombahn, z. B. nach Fig. 100, oder durch induktive Uebertragung, z. B. nach Fig. 101. Braun erkannte auch, daß zur Erzielung beſter Wirkungen der geſchloſſene Erregerkreis und die offene Senderbahn in gleicher Periode ſchwingen müſſen; ſie müſſen aufeinander abgeſtimmt ſein, ebenſo wie der Empfänger auf den Sender.

Das Telefunkenſyſtem. Das aus der Verſchmelzung der beiden deutſchen Syſteme Braun-Siemens und Slaby-Arco 1903 [12] hervorgegangene Syſtem „Telefunken“ iſt zurzeit das leiſtungsfähigſte und in der Praxis am meiſten verbreitete. Das hauptſächlichſte Anwendungsgebiet für die drahtloſe Telegraphie bietet die Schiffahrt; hier handelt es ſich um Stationen mit einigen hundert Kilometern Reichweite. Bei einer ſolchen Station beſteht der Braunſche Schwingungskreis (Fig. 102) aus einer auf einem Hartgummizylinder aufgewickelten Selbſtinduktion *Si*, einer in dieſen Zylinder eingebauten Leidenerflaſchenbatterie *LF* von ſieben Leidener Flaſchen von je 1800 cm Kapazität und einer auf dem abnehmbaren Deckel des Zylinders aufgebauten, dreifach unterteilten, mit tellerförmigen Zinkelektroden und Hartgummiſpannungsteilern *e* verſehenen Funkenſtrecke *F*. Selbſtinduktion, Flaſchenzahl, Funkenlänge und Zahl der Funkenſtrecken ſind veränderlich; es kann alſo mit beliebigen Wellenlängen gearbeitet werden. Die Selbſtinduktion *Si* beſteht aus einem ſpiralförmig in den Hartgummizylinder eingelaſſenen, etwa 4 mm dicken verzinnten Kupferdraht, deſſen oberes Ende freiliegt und deſſen unteres Ende an die äußere Flaſchenbelegung bei *b* feſt angeſchloſſen iſt. Verſchiebbar auf den Windungen befinden ſich zehn Schiebekontakte mit Steckſtöpſelanſchlüſſen. Die Funkenſtrecke *F* beſteht aus zwei Teilen; einem Sockel mit Mikanitzylinder und dem Deckel mit den Einzelfunkenſtrecken *d*, nebſt Hartgummiſpannungsteilern *e*. Durch die Unterteilung der Funkenſtrecke wird nach Braun die Entladeſpannung erhöht. Von dem Steckſtifte des Kontaktringes der Funkenſtrecke führt eine Verbindungsſchnur *f* nach der Selbſtinduktion und ſchließt damit den Schwingungskreis. Der Funkeninduktor wird einerſeits mit dem Sockel der Funkenſtrecke bei *k* und anderſeits mit der auf dem Deckel der Funkenſtrecke angebrachten Klemme k_1 verbunden. Der Luftleiter *L* wird mittels eines Kontaktſtöpfels *h*, der zu gleicher Zeit eine kleine Abſchaltefunkenſtrecke *i* enthält, mit der einen Funkenſtrecke und durch dieſe über den Kontaktring der Funkenſtrecke mit dem Erregerkreiſe in Verbindung gebracht. Die offene Strombahn des Senders findet ſodann ihre Fortſetzung über die Verbindungsſchnur *f* und die Schnur *g* zur Erde oder einem die Erde erſetzenden elektriſchen Gleichgewicht zur Luftleitung. Je nachdem durch die Stöpfelſchnur *g* mehr oder weniger Windungen der Selbſtinduktion in die offene Strombahn des Senders eingeſchaltet werden, iſt dieſe mit dem Braunſchen Schwingungskreiſe mehr oder minder feſt gekoppelt. Die hier verwendete und bei den Telefunkenſendern allgemein übliche Koppelung nennt man eine galvaniſche Koppelung, da ſie unmittelbar durch Stromübergang erfolgt. Bei dem Empfangsſyſtem wird die Uebertragung meiſt durch zwei übereinander gewickelte Spulen bewirkt; ſie heißt magnetiſche Koppelung, da auf beide Spulen dasſelbe Magnetfeld der eintreffenden elektromagnetiſchen Schwingungen einwirkt.

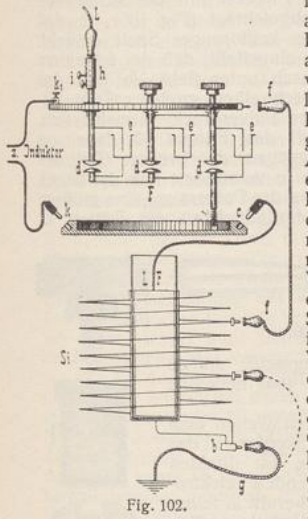


Fig. 102.

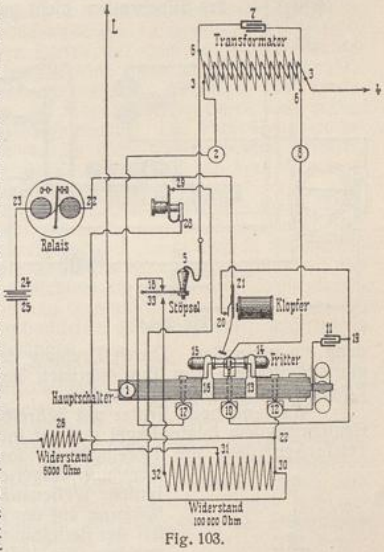


Fig. 103.

Die Empfangsſyſteme werden entweder für Schreibempfänger unter Benutzung eines Körnerfritters als Wellenanzeiger oder für Hörempfänger (Telephon) unter Benutzung einer elektrolytiſchen Zelle als Wellenanzeiger eingerichtet. Bei der Schaltung für Schreibempfänger (Fig. 103) wird der Luftleiter *L* an das linke Ende des Hauptſchalters bei Stöpfel 1 angelegt. Dieſer iſt über den Schalter mit Klemme 2 verbunden. Mit 2 wird das eine Ende der Primärwickelung des Empfangstransformators verbunden, während das andre Ende 4 desſelben entweder direkt oder durch einen regelbaren Kondenſator von 12—24 Platten mit der Erde oder dem dieſe erſetzenden Gegengewicht verbunden iſt. Beim Senden wird durch Oeffnen des Hauptſchalters der Luftleiter bei 1 iſoliert und die Leitung der Primärſpule des Empfangstransformators unterbrochen. Beim Empfangen fließt der Hochfrequenzſtrom, von der Sekundärklemme des Schreibtransformators ausgehend, über den Stöpfel 5, Kontakt 18, Schalter 17, Feder 16 zum einen Fritterende. Vom Fritter bei 14 geht er über Feder 13, Schalter 12 zum Kondenſator 11. Dieſer Kondenſator hat 0,01 Mikrofarad; er iſt alſo im Vergleich zur Fritterkapazität unendlich groß und dient lediglich dazu, den Schwachſtrom zu blockieren, ohne den

Hochfrequenzſtrömen einen Widerſtand entgegenzuſetzen. Vom Kondenſator 11 führt der Stromweg weiter über 19, Schalter 10/9 und Klemme 8 zum Transformator zurück. Der Fritterſtrom verläuft vom Element 24/25 zu dem bifilar gewickelten Widerſtand 26 von 6000 Ohm, über 27 zum Schalter 12, der Feder 13 und dem Fritter bei 14. Von letzterem geht er von 15 über 16, Schalter 17, Kontakt 18, Stöpfel 5, Sekundärſpule des Transformators 6, Klemme 8, Schalter 9/10 über 19 zur Schwachſtromunterbrechung am Klopfer bei 20. Vom Klopfer bei 21 geht dann der Strom zum Relais bei 22 und ſchließlich von 23 zum Element zurück. 30, 31, 32 iſt ein Widerſtand von 100000 Ohm, deſſen Hälfte ſich durch den Schalter 28/29 kurzſchließen läßt; er dient dazu, das Relais jederzeit auf ſeine Empfindlichkeit kontrollieren zu können. Dies wird durch Niederdrücken des Stöpfels 5 erreicht, wodurch der Fritter und gleichzeitig der Prüfwiderſtand eingeſchaltet wird. Wird infolge der elektriſchen Beſtrahlung des Fritters die Relaiszunge (Fig. 104) angezogen, ſo fließt ein Strom von der Batterie 40/41 über einen Widerſtand von 20 Ohm, den Schalter 42/43, Relaiskörper 44, Relaiskontaktſchraube 34, Schalter 35/36 zum Verteilungspunkt 48. Von hier fließt der Strom erſtens durch die Windungen des Klopfers 37, zweitens durch die Windungen des Farbſchreibers 46 und dann zur Batterie zurück. Die zu den Spulen des Klopfers und des Farbſchreibers parallel geſchalteten Polariſationsbatterien 47 und 38/39 haben den Zweck, dem beim Oeffnen des Stromkreiſes in den Spulen entſtehenden Extraſtrom entgegenzuwirken, ſo daß ſich am Relaiskontakt kein Funken bilden kann. Zum Zwecke der Blockierung des Gebers bei der Empfangsſtellung iſt der Niederſpannungskreis des Gebers durch die Stöpfelleitung 49/52 und die Kontakte 50/51 mit dem Hauptſchalter des Empfangsapparates derart in Verbindung gebracht, daß nur bei Vertikalſtellung des Empfangsſchalters die letztgenannten Kontakte und damit der primäre Strom des Senders geſchloſſen ſind. Der Fritter des Telefunkenſyſtems iſt ein Vakuumfritter. Die Elektroden beſtehen aus Silber. Trotz des luftdichten Abſchluſſes geſtattet die Konſtruktion des Fritters eine Regulierung der Empfindlichkeit. Zu dieſem Zwecke ſind die Stirnwände der Silberkolben nicht parallel geſtellt, ſondern abgeſchrägt (Fig. 105), ſo daß zwiſchen ihnen ein keilförmiger Spalt entſteht. Wird der Fritter ſo eingeſtellt, daß der ſchmälere Teil des Spaltes nach unten ſteht, ſo füllt das Pulver der Höhe nach einen größeren Teil desſelben aus und der Pulverdruck vermehrt ſich. Die Empfindlichkeit des Fritters iſt dann am größten. Steht dagegen der breitere Teil des Spaltes nach unten, ſo vermindert ſich der Druck infolge der Verteilung des Pulvers auf eine größere Fläche, und die Empfindlichkeit des Fritters iſt

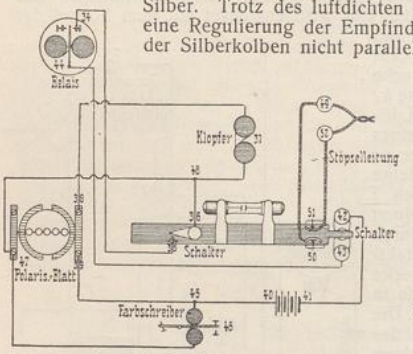


Fig. 104.

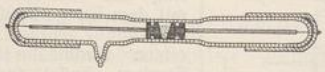

Fig. 105.






Fig. 106.

dann am geringſten. Durch Drehung des Fritters um ſeine Längsachſe mittels eines Stellrades kann ihm hiernach innerhalb gewiſſer Grenzen jede beliebige Empfindlichkeit gegeben werden.

Während beim Fritter mit Schreibempfänger die elektriſchen Wellen dem Empfangsſyſtem in der Regel nur auf induktivem Wege zugeführt werden, iſt das Telefunkenſyſtem mit Hörempfänger ſowohl für induktiven wie für direkten Empfang eingerichtet. Der hierbei verwendete elektrolytiſche Wellenanzeiger von Schlömilch beruht in ſeiner Wirkung auf der ſtärkeren Aktivität von Polariſationszellen bei der Beſtrahlung durch elektriſche Wellen. Der Wellenanzeiger (Fig. 106) hat Platinelektroden; die poſitive Elektrode von etwa 0,01 mm Durchmeſſer iſt in eine Glasröhre *R* eingeſchmolzen, deren gebogenes Ende in eine ſtumpfgeſchliffene Spitze ausläuft, die von der Elektrode durchfetzt wird. Die negative Elektrode iſt als 0,5 mm ſtarke Drahtſchleife um die Glasröhre gewunden. Die Elektroden reichen durch den Deckel eines Porzellan- oder Hartgummigefäßes *P* in die aus verdünnter Schwefelſäure beſtehende elektrolytiſche Flüſſigkeit. An die Zelle wird eine Batterie von 3—4,5 Volt Spannung gelegt, wodurch in der Zelle eine Waſſerzerſetzung hervorgerufen wird. An der poſitiven Spitzenelektrode tritt Sauerſtoff auf, während die negative Schleifenelektrode von Waſſerſtoffbläschen umgeben wird. Dieſer Vorgang iſt kein gleichmäßiger, ſondern ein ruckweiſer, ſo daß ein mit der Zelle in Reihe geſchaltetes Telephon ein knackendes Rauſchen hören läßt. Dieſes Geräuſch wird dadurch verurſacht, daß die Gasblaſen, welche die Elektroden, insbeſondere die poſitiven, einhüllen, den elelektriſchen Widerſtand der Zelle wegen ihrer ſchlechten Leitfähigkeit ſtark erhöhen und dadurch den Strom ſchwächen. Um einen ſolchen elektrolytiſchen Wellenanzeiger möglichſt empfindlich zu machen, muß die Gegenſpannung in einer Stärke angelegt werden, daß das Geräuſch im Telephon gerade verſchwindet. Wirken jetzt elektromagnetiſche Wellen auf die Zelle, ſo reißen ſie gewiſſermaßen die Gasblaſen von den Elektroden ab und verſtärken dadurch den Strom derart, daß im Telephon ein ſcharfes Knacken entſteht. Die Einſchaltung erfolgt

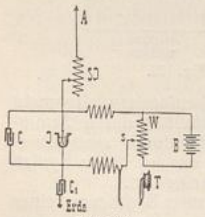


Fig. 107

allgemein nach der durch Fig. 107 dargeſtellten Prinzipſchaltung. Zunächſt wird der Luftleiter *A* nach Anſchluß des Apparats und Erdung desſelben durch einige Windungen Selbſtinduktion *SJ* und einen regelbaren Kondenſator *C*, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Hilfskondenſators C_1 ſo lange abgeſtimmt, bis ſich im Telephon *T* ein Maximum der Lautſtärke ergeben hat. Die Batterie *B* beſteht aus vier Trockenelementen oder Sammlerzellen, deren Stromkreis durch einen regulierbaren Ohmſchen Widerſtand *W* dauernd geſchloſſen iſt. Iſt die Empfangsintenſität eine ſehr geringe, ſo kann man nach erfolgter Abſtimmung in der Regel noch dadurch eine erhebliche Verbeſſerung der telephoniſchen Wiedergabe erzielen, daß man durch geringes Verſchieben des Gleitkontaktes *s* eine noch feinere Spannungsabſtufung herſtellt. Die Schlömilch-Zelle iſt weit empfindlicher als der Fritter; ſie ermöglicht um 50% größere Reichweiten. Für die Zwecke des Heeres und der Kriegsmarine ſcheidet ſie jedoch aus, da ſie den Schreibtelegraphen nicht ſicher genug betätigen kann.

In ähnlicher Weiſe wirkt der Thermodetektor der Telefunkengeſellſchaft. Dieſer erzeugt den zur Erregung des Telephons erforderlichen Strom in einer als Thermoelement wirkenden Kontaktſtelle zwiſchen einem Platindraht und einer Kupferſcheibe. Durch Einwirkung der Wellenimpulſe ändert ſich der innere Widerſtand bezw. die elektromotoriſche Kraft dieſes Thermoelementes, wodurch Geräuſche im Telephon hervorgerufen werden. Anfänglich erwärmte man die Kontaktſtelle durch eine kleine Spiritusflamme; man erkannte jedoch bald, daß dieſe Flamme wegfallen konnte, da ſich die Kontaktſtelle infolge des Widerſtandes, der ſich dem Strome beim Uebergange von dem einen auf den andern Leiter bietet, bereits genügend erwärmt.

Andre Syſteme. Das gegenwärtige Marconi-Syſtem für ſchwachgedämpfte Wellen unterſcheidet ſich von dem Telefunkenſyſtem nicht weſentlich. Marconi benutzt ebenfalls den Braunſchen Schwingungskreis mit direkter und indirekter Sendererregung. Als Eigentümlichkeit des Syſtems iſt ein magnetiſcher Wellenempfänger anzuführen. Ein Stahlband ohne Ende iſt über zwei Scheiben geführt, die durch ein Uhrwerk gedreht werden. Zwei feſtſtehende Hufeiſenmagnete, die mit gleichnamigen Polen einander zugekehrt ſind, magnetiſieren nacheinander die an ihnen vorübergeführten Teile des Stahlbandes. Zwiſchen den beiden Hufeiſenmagneten iſt eine aus dickem iſoliertem Kupferdrahte beſtehende Spule angeordnet, durch deren Hohlraum das Stahlband hindurchgeführt iſt und deren Enden mit dem Luftleiter bezw. der Erde verbunden ſind. Den mittleren Teil der Spule umgibt eine Spule aus dünnem Drahte, in die ein Telephon eingeſchaltet iſt. Sobald ein elektromagnetiſcher Wellenzug die Primärſpule durchfließt, vernichtet oder ſchwächt er den von der Magnetiſierung durch den vorher paſſierten Hufeiſenmagneten herrührenden permanenten Magnetismus. Die Veränderungen induzieren im Sekundärkreiſe Stromſtöße, die im Fernhörer als Töne wahrgenommen werden. Beim Paſſieren des zweiten Hufeiſenmagneten wird die durch die elektriſchen Wellen hervorgerufene Ungleichheit in der Magnetiſierung des Stahlbandes wieder beſeitigt.

Das Syſtem von Lodge-Muirhead verwendet als Wellenanzeiger eine Queckſilberſäule, über der ſich, von ihr durch eine Mineralölſchicht getrennt, eine Stahlſcheibe dauernd um ihre Achſe dreht. Die eine Elektrode des Wellenanzeigers wird durch eine in die Queckſilberſäule tauchende Platinſpirale, die andre durch die Achſe der Stahlſcheibe gebildet. Bei elektriſcher Beſtrahlung des Wellenanzeigers wird die Oelſchicht für einen Augenblick durchbrochen und eine leitende Verbindung zwiſchen Scheibe und Queckſilber hergeſtellt; ſie genügt, um einen parallel zum Wellenanzeiger geſchalteten empfindlichen Schreibapparat, wie den in der Kabeltelegraphie verwendeten Heberſchreiber, zu betätigen.

Lee de Foreſt benutzt einen elektrolytiſchen Wellenanzeiger, den er Reſponder nennt, und deſſen Widerſtand durch die elektriſche Beſtrahlung vergrößert wird. Er beſteht aus zwei in einer Glas- oder Ebonitröhre eingeſchloſſenen Metallelektroden, zwiſchen denen ſich eine Paſte aus Metallſpänen, Glyzerin oder Vaſeline, ferner Bleioxyd mit Spuren von Waſſer und Alkohol befindet. Unter der Einwirkung einer kleinen Batterie von 0,1—1 Milliampère bilden die durch die ganze Paſte verteilten Feilſpäne eine leitende Brücke von Elektrode zu Elektrode von verhältnismäßig geringem Widerſtande. Sobald elektriſche Wellen dieſe Brücke beſtrahlen, fällt ſie in ſich zuſammen, indem der Widerſtand infolge Ablagerung großer Mengen winziger Bläschen von Waſſerſtoff an der Kathode erheblich zunimmt. Nach Aufhören der elektriſchen Beſtrahlung tritt augenblicklich der urſprüngliche Zuſtand wieder ein.

III. Drahtloſe Telegraphie mittels ungedämpfter Wellen.

Die neueſten Beſtrebungen zur Vervollkommnung der drahtloſen Nachrichtenübermittlung nehmen ihren Ausgangspunkt in der Erwägung, daß der Braunſche Sender, da er mit zwar ſchwachgedämpften, immerhin aber gedämpften Wellen arbeitet, eine vollkommen ſcharfe reſonanzfähige Strahlung, wie ſie für die Abſtimmung erforderlich iſt, nicht zu liefern vermag. Dieſer Mangel ſoll durch Anwendung dauernder ungedämpfter Schwingungen (Fig. 108), deren Schwingungsamplitude gleichbleibt, beſeitigt werden.

Anregung hierzu gaben die Arbeiten und Verſuche von Simon und Reich, Duddell und Nicola Tesla. Letzterer hat bereits 1894 die Gleichſtromſpeiſung eines elektriſchen Lichtbogens, den er der Einwirkung eines kräftigen Elektromagneten — Blasmagneten — zur Auslöſchung des Lichtbogens ausſetzte, für die Erzeugung von Hochfrequenzſchwingungen benutzt. Valdemar Poulſen gelang es, aus den vor-

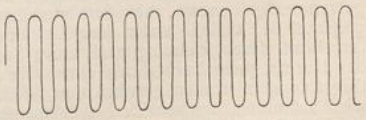


Fig. 108. Ungedämpfte Welle des Lichtbogenſenders.

bezeichneten Arbeiten und Erfindungen die praktiſchen Konſequenzen zu ziehen und die alte Tesla-Anordnung in verbeſſerter Form wieder aufleben zu laſſen. Es gelang Poulſen, Wechſelſtröme mit 1 000 000 Schwingungen und mehr in der Sekunde dadurch zu erzielen und 1906 für die drahtloſe Telegraphie nutzbar zu machen, daß er 1. den elektriſchen Lichtbogen, der unter Einfluß eines durch einen Elektromagneten erzeugten ſtarken Magnetfeldes ſteht, in Waſſerſtoff oder in einer waſſerſtoffhaltigen Atmoſphäre brennen läßt; 2. den elektriſchen Lichtbogen abkühlt, indem er nach dem Vorgange von Elihu Thomſon als Anode Kupfer ſtatt Kohle nimmt und die Anode durch fließendes Waſſer kühlt.

Die Telefunkengeſellſchaft, die zu derſelben Zeit und unabhängig von Poulſen in gleicher Richtung Verſuche mit dem Bogenlampenſchwingungskreiſe angeſtellt hat, iſt zu dem Ergebnis gekommen, daß man den elektriſchen Lichtbogen auch ohne eine Atmoſphäre von Waſſerſtoff (oder von einem Waſſerſtoff enthaltenden Gaſe) zur Erzeugung ungedämpfter Wellen benutzen kann; es bedarf dazu nur der Kühlung der Anode und der richtigen Wahl des Elektrodenmaterials, wie z. B. Kupfer und Kohle.

Dieffelhorſt hat durch Aufnahmen der elektriſchen Lichtbogenſchwingungen mit dem Glimmlichtoſzillographen von Gehrcke nachgewieſen, daß dieſe ſogenannten ungedämpften kontinuierlichen Schwingungen tatſächlich ebenfalls unterbrochene und in geringem Maße gedämpfte Schwingungen ſind. Bei einigermaßen großer Erregerkapazität ſtellt das Spektrum des Bogenlampenſenders ein Funkenſpektrum dar. Der Erregerkreis des Bogenlampenſenders unterſcheidet ſich hiernach in keiner Weiſe qualitativ von dem Braunſchen Schwingungskreiſe; an die Stelle der Funkenſtrecke iſt lediglich der Lichtbogen zwiſchen den Elektroden der Bogenlampe getreten. Die in Deutſchland populär gewordene Bezeichnung „Funkentelegraphie“ kann man alſo auch auf die Bogenlampenmethode noch mit Recht anwenden; wiſſenſchaftlich wird man ſie als drahtloſe Telegraphie mittels nahezu ungedämpfter Wellen zu bezeichnen haben. Vollkommen ungedämpfte und kontinuierliche Schwingungen können mit dem Hochfrequenzſchwingungskreiſe der Bogenlampe nur dann erhalten werden, wenn man dieſem Schwingungskreiſe faſt gar keine Energie entzieht. In der drahtloſen Telegraphie der Praxis kommt es aber gerade darauf an, dem Schwingungskreiſe möglichſt viel Energie zu entziehen und durch die Antenne zur Ausſtrahlung zu bringen.

Syſtem Poulſen. Die zur Erzeugung der ungedämpften Wellen benutzte Bogenlampe brennt in Waſſerſtoff oder in einer waſſerſtoffhaltigen Atmoſphäre; die negative Elektrode der Lampe beſteht aus harter Kohle, die poſitive aus einem kupfernen Hohlzylinder, der durch Waſſer gekühlt wird. Der Lichtbogen ſteht unter der Einwirkung eines magnetiſchen Feldes. Die Elektroden ſind in einer Kammer angeordnet, in welche das Waſſerſtoff enthaltende Gas eingeleitet wird. Die Kohlenelektrode wird in langſame Umdrehung verſetzt, um eine möglichſt gleichmäßige Bogenlänge zu erzielen. Neuerdings wird das Kühlgas dadurch erzeugt, daß man Spiritus, der einen hohen Waſſerſtoffgehalt beſitzt, tropfenweiſe in die Lichtbogenkammer einfließen läßt. Poulſen koppelt den Erregerkreis entweder ganz feſt oder ganz loſe mit der Luftleitung; die Reſonanz iſt dann in beiden Fällen gleichſtark. Durch Verſchiebung der Kontakte auf der regulierbaren Selbſtinduktionsſpule des Senders (Fig. 109) kann die Wellenlänge und der Kopplungsgrad verändert werden. Der in die Speiſeleitung der Bogenlampe eingeſchaltete regelbare Widerſtand dient zur Regulierung der Stromſtärke, und die Droſſelſpule verhindert vermöge ihrer hohen Induktanz, daß der Ausgleich der Hochfrequenzſchwingungen über die Stromquelle vor ſich geht. Die Zeichengebung erfolgt meiſt in der Weiſe, daß mit der Telegraphiertaſte der Luftleiter und deſſen Gegengewicht in und außer Verbindung mit dem übrigen Teil des Syſtems geſetzt wird, in welchem man die Schwingungen unausgeſetzt verlaufen läßt. Man kann auch durch die Taſte periodiſch einen im Hochfrequenzkreiſe oder im Luftleiter angeordneten Widerſtand kurzſchließen. Der Widerſtand muß ſo groß bemeſſen ſein, daß er in der Ruhelage der Telegraphiertaſte das Auftreten der Hochfrequenzſchwingungen verhindert. Da die Wellen auf der Empfangsſtation in unaufhörlicher Folge eintreffen, ſo wird der Wellenanzeiger nicht dauernd, ſondern nur intermittierend in den Empfangsſchwingungskreis eingeſchaltet. Durch die unaufhörliche Folge der Wellen gerät der Empfängerkreis gut in Schwingungen; hierauf wird plötzlich der Wellenanzeiger eingeſchaltet und in ihm die während einer kleinen Spanne Zeit angeſammelte Energie zur Wirkung gebracht. Der Wellenanzeiger ſchaltet ſich alsdann ſelbſttätig aus, und das Spiel beginnt von neuem. Als Wellenanzeiger kommt gewöhnlich eine elektrolytiſche Zelle in Verbindung mit einem Fernhörer zur Verwendung. Dem Apparat für die Herſtellung des intermittierenden Kontaktes gibt Poulſen den Namen „Tikker“; er beſteht aus einem gewöhnlichen elektromagnetiſchen Unterbrecher. Soll eine ſichtbare Zeichenaufnahme erfolgen, ſo wird als Empfänger ein empfindliches Fadengalvanometer benutzt, bei dem eine feine Saite zwiſchen zwei kräftigen Magnetpolen ſo ausgeſpannt iſt, daß ſie unter dem Einfluſſe einer durch ſie gehenden elektriſchen Strömung entſprechend deren Richtung nach einer Seite ausſchlagen kann. Dieſe Anordnung bedingt, daß der Hochfrequenzſtrom durch einen Gleichrichter, wozu ſich ein Thermoelement eignet, für das Galvanometer in der gewünſchten Weiſe wirkſam gemacht wird. Die Ablenkung der Saite wird auf einem mechaniſch bewegten, photographiſchen Papierband dadurch aufgezeichnet, daß ein Lichtſtrahl durch einen feinen Spalt, den die Saite je nach ihrer Lage verdunkelt, auf das Papier fällt. Die Morſezeichen, z. B. ein aus drei Punkten und einem Strich gebildetes V, ent-

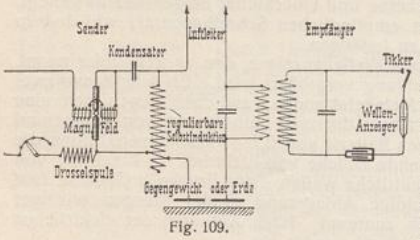


Fig. 109.

ſtehen dann dadurch, daß die Saite dreimal kurz hintereinander und einmal länger ihre Ruhelage verläßt und ihren Schatten dementſprechend auf den Streifen fixiert.

Syſtem Telefunken. Zur Erzeugung der ungedämpften Schwingungen wird ein in gewöhnlicher Zimmerluft brennender elektriſcher Lichtbogen mit Kupfer als Anode und Kohle als Kathode benutzt. Die Kupferanode beſteht aus einem oben offenen Gefäß *H* (Fig. 110) mit nach innen gewölbtem Boden *A*. In die Höhlung *A* ragt die Kohlenelektrode *B*. Das Gefäß *H* iſt mit Waſſer gefüllt, das eine höhere Temperatur als 100° C. nicht annehmen kann; es entzieht dem Lichtbogen einen großen Teil ſeiner Hitze. Bei einer ſolchen Anordnung iſt zwar die im Hochfrequenzſchwingungskreiſe auftretende elektriſche Energie geringer als bei der Poulſenanordnung; indes hat ſie den Vorzug größerer Einfachheit. Das Abbrennen der Kohlenelektrode geht auch nicht ſo ſchnell vor ſich wie bei der Anordnung des Lichtbogens in waſſerſtoffhaltigen Gaſen. Die Schwingungsenergie ſelbſt kann durch geeignete Zuſammenſtellung mehrerer Bogen erhöht werden. Es hat dies den Vorteil, daß bei Verwendung mehrerer Bogen der Einfluß von Unregelmäßigkeiten im Abbrande der Kohlenelektroden ſich erheblich weniger bemerkbar macht als bei einem Lichtbogen. Bei Verſuchen auf der Großſtation Nauen der Telefunkengeſellſchaft wurde das Luftleitungsgebilde nach Maßgabe des Schemas (Fig. 111) durch den Lichtbogen unmittelbar in elektriſche Schwingungen verſetzt. In richtiger Erkenntnis des Umſtandes, daß die Lichtbogentelegraphie in der Praxis der alten Funkentelegraphie nicht überlegen iſt, hat die Telefunkengeſellſchaft ſich auf die erwähnten Verſuche beſchränkt und von der Einführung ihres Syſtems Abſtand genommen. Die Geſellſchaft iſt gegenwärtig mit der Einführung eines neuen Syſtems in die Praxis beſchäftigt, bei welchem durch die Hochfrequenzſchwingungen ein beſtimmter muſikaliſcher Ton übertragen wird, der aus den durch atmoſphäriſche Störungen hervorgerufenen Geräuſchen ſtets herausgehört werden kann. Damit wären die Störungen der Atmoſphäre, die auch die Lichtbogenmethode nicht beſeitigen konnte, für die drahtloſe Telegraphie unwirkſam gemacht. Die Anordnung wird von der Telefunkengeſellſchaft als Syſtem der „tönenden Funken“ bezeichnet.



Fig. 110.

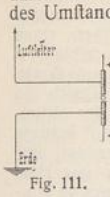


Fig. 111.

Syſtem „Tönende Funken“. Es gründet ſich auf den Wienſchen Sender für Stoßerregung. Bei dieſem dient das Primärſyſtem (Stoßkreis), das ſehr viel ſtärker gedämpft iſt als das ſekundäre, nur dazu, die Eigenſchwingungen des Sekundärkreiſes anzuſtoßen (Stoßerregung). Das Primärſyſtem iſt ſo angeordnet, daß der Primärſtrom ſchon nach wenigen Perioden unmerklich klein wird und die Funkenſtrecke nicht mehr leitend iſt. Das Primärſyſtem iſt dann offen, und eine Rückwirkung des Sekundärſyſtems auf dasſelbe kann nicht ſtattfinden; es verlaufen die Schwingungen im Sekundärſyſtem ſo, als ob das Primärſyſtem überhaupt nicht vorhanden wäre. Man erhält alſo im Sekundärſyſtem ſelbſt bei feſter Kopplung praktiſch nur die ſchwachgedämpften Eigenſchwingungen desſelben [13]. Man hat es alſo hier mit einem einwelligen Sender zu tun; bei dem Braun-Sender erhält man dagegen ſtatt der Grundſchwingung, auf die Primär- und Sekundärſyſtem abgeſtimmt ſind, in der Regel zwei davon abweichende neue Frequenzen, die ſogenannten Kopplungswellen. Zur Erzielung der Stoßerregung wendet die Telefunkengeſellſchaft bei ihrem neuen Sender eine ſehr ſchnelle Funkenfolge an, bei der die Impulſe ganz regelmäßig folgen, ſo daß an der Empfangsſtelle bei Anwendung eines quantitativ arbeitenden Detektors rhythmiſche Bewegungen einer Telephonmembran oder eines Ankers und dadurch ein muſikaliſch reiner Ton erzeugt wird. Der wichtigſte Teil des neuen Senders iſt die Funkenſtrecke, die eine ganz regelmäßige Funkenfolge liefern muß. Wien bezeichnet eine ſolche Funkenſtrecke als Ziſchfunkenſtrecke, weil bei ihrer Anordnung die kleinen Funken ganz leiſe ziſchten; Rendahl von der Telefunkengeſellſchaft wendet die Bezeichnung Löſchfunkenſtrecke an, weil bei geeigneter Anordnung auch das Ziſchgeräuſch beſeitigt werden kann. Jedenfalls arbeitet die neue Funkenſtrecke faſt geräuſchlos im Gegenſatz zu der Knallfunkenſtrecke der alten Anordnungen. Telefunken [14] hat für die neue Löſchfunkenſtrecke die Ringform gewählt; die Fläche der Ringe, auf denen der Funkenübergang ſtattfindet, iſt planiert; als Material kommt Kupfer oder Silber zur Verwendung; der Funke ſetzt an irgend einer Stelle, aber niemals im Mittelpunkt, ein und wird dann in radialer Richtung durch das entſtehende elektromagnetiſche Feld ähnlich wie beim Hörnerblitzableiter nach dem äußeren Umfang getrieben. Auf dem Wege dorthin erliſcht er ſchließlich. Um die Elektroden genau auf kleinen Abſtand zu halten, werden ſie durch eine Randzwiſchenlage aus Glimmer getrennt. Mehrere ſolcher Funkenſtrecken ſind zu einer Serienfunkenſtrecke vereinigt; je größer die umzuſetzende Energie iſt, um ſo mehr Teilfunkenſtrecken werden in Serien zuſammengeſchaltet. Die Geſamtenergie wird gleichmäßig ſo verteilt, daß jede einzelne Funkenſtrecke nur in der für ſie zuläſſigen Weiſe beanſprucht wird. Als Wellenempfänger werden Unipolardetektoren benutzt, die aus einer Berührungsſtelle zwiſchen einem Mineral und Graphit oder einem Metall beſtehen; meiſt Bleiglanz, auf den als Gegenkontakt eine feine Graphitſpitze mit leiſem, aber konſtantem Druck wirkt. Der Kontakt hat mehrere tauſend Ohm Widerſtand. Ein ſolcher Detektor arbeitet als Gleichrichter; er formt ohne Hilfsbatterie die ihm zugeführten Wechſelſtröme in abklingende Züge pulſierenden Gleichſtroms um. 1000 ſolcher Wellenzüge pro Sekunde, vom Sender abgeſandt, endigen als 1000 Gleichſtromzüge im Empfänger und werden dem Empfangshörer zugeführt. Sobald die Impulsreihe genügende Regelmäßigkeit beſitzt, rufen die Gleichſtromſtöße Membranbewegungen hervor, die als muſikaliſcher Ton gehört werden. Durch Einſchaltung eines Reſonanzrelais, beſtehend aus einem mit einer Wicklung von hohem Widerſtande verſehenen Elektromagneten und einem kleinen leichten Anker, der eine ausgeſprochene, mit der Schwingungszahl des zu erwartenden Tons übereinſtimmende Eigenſchwingung beſitzt, wird eine bedeutende Lautverſtärkung erzielt. Gegen den Relaisanker liegen Mikrophonkontakte, die den Stromkreis eines zweiten gleichartigen Relais ſchließen. Bei Verwendung von drei ſolchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reſonanzrelais kann man ein lautſprechendes Telephon oder ein Telegraphenrelais mit einem Morſeſchreiber in Tätigkeit ſetzen. Die Reſonanzrelais werden durch Geräuſche andrer Art oder durch Töne, die von der Eigenſchwingung des Ankers abweichen, nicht betätigt. Sie tragen alſo nicht nur zur Erhöhung der Empfindlichkeit, ſondern auch zur Verſchärfung der Abſtimmung und zur Vergrößerung der Störungsfreiheit bei. Die Ausnutzung der zum Betriebe aufzuwendenden Energie iſt weſentlich höher als bei den übrigen Syſtemen; es ſind mit ihm bei Verwendung von 1,5 Kilowatt Primärenergie folgende Leiſtungen erzielt worden: bei Maſthöhen von 20 m über Land 200 km, von 30 m desgleichen 350 km, von 45 m desgleichen mit viel Gebirge 550 km, von 35 m über See 600 km. Für Reichweiten von 2500—3000 km über flaches Land oder See ſind Maſthöhen von 60 m und 8 Kilowatt Primärenergie, für Entfernungen von 3500—4500 km 20 Kilowatt und 85 m hohe Maſten erforderlich.

Marconi-Syſtem [13]. Die transatlantiſchen Marconi-Stationen in Poldhu und Glace Bay arbeiten ebenfalls mit nahezu ungedämpften Schwingungen. Eine gegen Erde gut iſolierte Metallſcheibe *A* (Fig. 112) wird durch einen Motor in ſehr raſche Umdrehung verſetzt. Nahe dieſer Mittelſcheibe *A* ſind zwei langſam rotierende Polarſcheiben C_1 C_2 angeordnet. Durch Schleifbürſten ſind die Polarſcheiben mit den äußeren Belegungen der hintereinander geſchalteten Kondenſatoren *K* verbunden und über induktive Widerſtände an eine Gleichſtromdynamo *G* von hoher Spannung gelegt. Die Mittelſcheibe bildet über einen Bürſtenkontakt mit der Kapazität *C*, der Selbſtinduktion *F* und dem Kondenſator *K* den Hochfrequenzſchwingungskreis, der induktiv mit dem Luftleiter *A* gekoppelt iſt. Durch die Entladungen zwiſchen den Polarſcheiben und der Mittelſcheibe werden in dem Schwingungskreiſe kräftige Schwingungen bis zu 200000 in der Sekunde erzeugt. Für den Marconiſchen magnetiſchen Wellenanzeiger mit Hörempfänger müſſen die unaufhörlichen Schwingungen in ähnlicher Weiſe wie beim Poulſen-Syſtem durch den Tikker unterbrochen werden, damit im Telephon ein hörbarer Ton entſteht. Marconi ordnet jedoch den Unterbrecher nicht beim Empfänger, ſondern beim Sender an, indem er die Mittelſcheibe des Senders nahe der Peripherie mit einer Anzahl Naſen *N* verſieht, über welche die Entladungen in regelmäßigen Zwiſchenräumen vor ſich gehen.

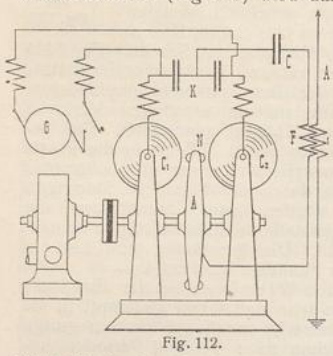


Fig. 112.

IV. Die Wellenanzeiger.

In der Praxis der Funkentelegraphie kommen als Wellenanzeiger hauptſächlich die folgenden, bereits beſchriebenen, zur Verwendung: der Feilſpänefritter oder Kohärer in verſchiedenen Ausführungsformen, der magnetiſche Wellenanzeiger von Marconi, der elektrolytiſche Wellenanzeiger von Schlömilch, der Unipolardetektor und der Reſponder von De Foreſt. Von den übrigen recht zahlreichen Wellenanzeigern haben einige wiſſenſchaftliches Intereſſe, andre haben auch in mäßigem Umfange praktiſche Verwendung gefunden, während die meiſten Papiererfindungen geblieben ſind. Die wichtigſten ſind folgende:

1. Der Mikrophonfritter von Köpfel beſteht aus einem Mikrophon einfachſter Bauart, und zwar einem an einer Blattfeder befeſtigten harten Stahlplättchen, gegen das eine zu einer Spitze ausgebildete Kohlen- oder Stahlelektrode durch eine Mikrometerſchraube gepreßt wird. Das Mikrophon wird mit einem Trockenelement und einem Mikrophon in Reihe geſchaltet.

2. Der Queckſilberkohärer von Caſtelli-Solari-Marconi beſteht aus einer Glasröhre, in die zwei regulierbare Elektroden aus Kohle und Stahl oder Kohle und Eiſen eingelaſſen ſind. Zwiſchen den Elektroden befindet ſich ein Tropfen Queckſilber oder auch eine leitende Flüſſigkeit.

3. Der Kohärer von Tiffot. Die Elektroden beſtehen aus magnetiſierbarem Metall; zwiſchen ihnen liegen Feilſpäne von Eiſen oder Nickel in einer luftleer gemachten Röhre. Der Kohärer ſteht unter dem Einfluß eines magnetiſchen Feldes, deſſen Kraftlinien parallel zur Achſe der Glasröhre gehen. Das magnetiſche Feld wird durch einen permanenten Magneten oder durch über die Röhre gelagerte ſtromdurchfloſſene Drahtwindungen gebildet.

4. Der Kohärer von Blondel (Fig. 113) beſteht aus einem Metallfeilichtkohärer mit beſonderer Reguliervorrichtung in Geſtalt eines U-förmigen Anſatzes der Glasröhre über dem Zwiſchenraum zwiſchen den Elektroden. In dem nach abwärts gebogenen Schenkel des Anſatzrohres befindet ſich ein Vorrat von Feilſpänen. Durch Drehung der Röhre kann man alſo die Feilſpäne zwiſchen den Elektroden vermehren.


Fig. 113.

5. Der Karborundumfritter. An Stelle der Feilſpäne wird pulveriſiertes Karborundum benutzt.

6. Der Unipolardetektor von Braun beſteht aus einem Stück poliertem Piſilomelan, an welches plattenförmige Metallelektroden unter Einlage von Metallfolie nach Art der Tiſchlerzwingen angeſchraubt werden. Er läßt die Wechſelſtröme nur einſeitig durch; Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Arſenkies und Pyroluſit zeigen eine ſolche Abweichung vom Ohmſchen Geſetz.

7. Der Dreifußkohärer von Branly beſteht aus einem auf einer polierten Stahlplatte ruhenden ſtählernen Dreifuß (Fig. 114), deſſen Füße oxydiert ſind. Die Berührungspunkte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwiſchen den oxydierten ſtumpfen Fußſpitzen und der polierten Platte bilden die Kohärerkontakte.

8. Der Metallſtabkohärer von Popoff-Ducretet beſteht aus zwei ſtabförmigen, nicht polierten Metallelektroden, über die eine Anzahl polierter Stäbe aus hartem Stahl gelegt ſind.

9. Der Drahtgazefritter von Schniewindt beſteht aus feiner Drahtgaze von gut leitendem Metall. Die Drähte des Gewebes ſind ſo durchſchnitten, daß kein Draht von zuſammenhängender Länge von einem Ende zum andern läuft, ſondern jeder aus vielen kurzen Drahtſtücken gebildet wird.

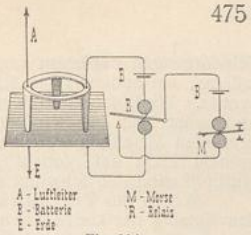
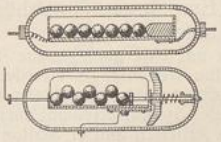


Fig. 114.

10. Der Kugelkohärer von Orling und Brauner-hjelm beſteht aus einer Anzahl Metallkugeln, die nach der Anordnung von Fig. 115 oder 116 zwiſchen zwei Metallelektroden in einer teilweiſe luftleer gemachten Röhre untergebracht ſind.

11. Der Kapillardetektor von Plecher. Seine Konſtruktion beruht auf dem Prinzip des Kapillarelektrometers. Wenn in einer ſehr eng ausgezogenen Glasröhre ſich Queckſilber und verdünnte Schwefelſäure berühren, ſo verſchiebt ſich die Berührungsſtelle proportional der Aenderungen der elektriſchen Spannung zwiſchen den beiden Flüſſigkeiten.


Fig. 115 und 116.

12. Der Mikrophonfritter von Elihu Thomſon beſteht aus einem Metallringe, der auf zwei Metallkeilen und einem Kohlenkeile ruht (Fig. 117).

13. Der Kohlenkohärer von Tommaſina. Zwei Neuſilberdrähte ragen in Mikrophonpulver hinein, das ſich zwiſchen zwei Glimmerſcheiben in einer 2 mm im Durchmeſſer haltenden Durchbohrung einer 2,5 mm ſtarken Ebonitplatte befindet.

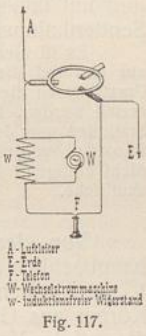


Fig. 117.

14. Die Schäferſche Platte und die Antikohärer von Righi, Neugſchwender und Afchkinaß ſind Wellenanzeiger, deren Widerſtand durch die elektriſche Beſtrahlung erhöht wird. Nach Aufhören der elektriſchen Beſtrahlung ſinkt der Widerſtand wieder auf ſeinen urſprünglichen Wert. Den Urtypus dieſer Wellenanzeiger bildet der Righiſche Reſonator, der aus einem gewöhnlichen Stück Spiegelglas mit Silberbelag beſteht. Durch den Silberbelag iſt mit der Spitze eines Gravierdiamanten eine feine Linie gezogen

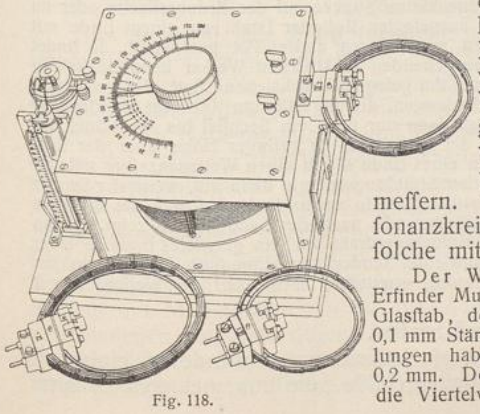
15. Der magnetiſche Wellenanzeiger von Ewing und Walter iſt nach dem Prinzip des Marconiſchen konſtruiert; ſeine Wirkung beruht auf der Aenderung der Hyſtereſis durch elektriſche Oſzillationen.

16. Der Wellenanzeiger von Arno. Seine Wirkung beruht ebenfalls auf der Veränderung der Hyſtereſis beim Auftreffen elektriſcher Wellen und auf dem Ferrariſchen Prinzip, nach welchem ein rotierendes Magnetfeld einen Eiſenkörper ſelbſt dann in Rotation verſetzt, wenn dieſer ſo fein unterteilt iſt, daß die Wirbelſtröme nicht mehr in Betracht kommen.

17. Der Wellenanzeiger von Vaſilesco Karpen. Mit ihm werden die Wechſelſpannungen der elektriſchen Wellen in ähnlicher Weiſe wie bei dem Quadrantenelektrometer regiſtriert.

V. Die Wellenmeſſer.

Die Wellenmeſſer dienen: 1. zur Beſtimmung der Periode eines gegebenen Schwingungsſyſtems, 2. zur Abſtimmung eines Schwingungsſyſtems auf eine gegebene Periode, 3. zur Beſtimmung der Dämpfung eines Schwingungsſyſtems. Der Wellenmeſſer beſteht aus einem Schwingungskreis, deſſen Konſtanten bekannt und regelbar ſind; er wird mit dem zu unterſuchenden Schwingungsſyſtem durch entſprechende Regelung dieſer Konſtanten in Reſonanz gebracht. Der Reſonanzſchwingungskreis iſt entweder ein offener, wie z. B. bei dem Wellenmeſſer von Slaby, oder ein geſchloſſener wie beim Telefunkenwellenmeſſer von Franke-Dönitz und bei den meiſten übrigen Wellenmeſſern. Wellenmeſſer mit geſchloſſenen Reſonanzkreiſen geben genauere Reſultate als ſolche mit offenen.


Fig. 118.

Der Wellenmeſſer von Slaby (von ſeinem Erfinder Multiplikationsſtab genannt) beſteht aus einem Glasſtab, der mit ſeideumſponnenem Kupferdraht von 0,1 mm Stärke in einer Lage bewickelt iſt. Die Wicklungen haben eine durchſchnittliche Ganghöhe von 0,2 mm. Der Stab iſt mit einer Skala verſehen, welche die Viertelwellenlänge der zu meſſenden elektriſchen

Schwingungen in Metern angibt. An dem einen Ende trägt der Multiplikationsſtab eine Metallfaſſung, am andern Ende ſchirmförmig aufgeklebte Blättchen mit Kriſtallen von Baryumplatincyanür. Wird der Multiplikationsſtab in das Kraftlinienfeld des Schwingungsſyſtems gebracht und ändert man die Selbſtinduktion und Kapazität ſeiner Wicklungsſpule durch Anhalten eines geerdeten Metallſtiftes an die Windungen, ſo glüht das Baryumplatincyanür mit intenſiv hellgrünem Licht auf, ſobald zwiſchen Stab und Schwingungsſyſtem Reſonanz herrſcht. Der Multiplikationsſtab ſchwingt dann in einer Viertelwelle des zu meſſenden Schwingungskreiſes.

Wegen des Telefunkenwellenmeſſers von Franke-Dönitz (Fig. 118) ſei auf den Katalog der Geſellſchaft für drahtloſe Telegraphie, Berlin SW., verwieſen. — Von den übrigen Wellenmeſſern ſeien noch erwähnt: der Wellenmeſſer von Fleming (Cymometer genannt), der Wellenmeſſer von Tiſſot und der Wellenmeſſer von Drude.

VI. Mehrfache Wellentelegraphie.

Man verſteht hierunter im allgemeinen Anordnungen, die es ermöglichen, mehrere Empfangsapparate an eine gemeinſchaftliche Luftleitung anzuſchalten und mit dieſen Empfängern unabhängig voneinander Telegramme verſchiedener Senderſtationen aufzunehmen.

Es iſt hierzu nur eine ganz genaue Abſtimmung der beiden korreſpondierenden Apparate auf ein und dieſelbe Wellenlänge erforderlich. Theoretiſch iſt dieſe Aufgabe gelöſt, in der Praxis waren die Erfolge noch mangelhaft; beſſere dürften mit dem Syſtem der tönenden Funken erzielt werden. Dieſes Syſtem erſcheint auch geeignet, die Unabhängigkeit der telegraphierenden Stationen von dem Arbeiten andrer Stationen ſicherzuſtellen. Die von Anders Bull und von Blondel vorgeſchlagenen Syſteme einer mehrfachen Telegraphie dürften praktiſche Erfolge nicht zeitigen. Bull ſieht eine rein mechaniſche Abſtimmung vor, Blondel eine mechaniſch akuſtiſche.

VII. Gerichtete Wellentelegraphie.

Von den vielfachen Verſuchen und Methoden, die elektriſchen Wellen hauptſächlich in einer beſtimmten Richtung ausſtrahlen zu laſſen, ſind anzuführen: 1. die Verſuche von Blochmann, der an Stelle der Antennen linſenförmige Körper aus Glas, Harz oder Paraffin benutzt; 2. die Anordnungen von Braun, die auf der Verwendung von Reflektoren beruhen, welche aus einem metalliſchen Gitter paraboliſcher Form beſtehen. Die Antenne der Empfängerſtation wird nicht vertikal in die Höhe geführt, ſondern in einem Winkel von etwa 5° gegen den Erdboden. Bei einer zweiten Anordnung werden zwei vertikal geführte Antennen von je ein Viertel Wellenlänge des Senders durch einen horizontalen Draht von einer halben Wellenlänge verbunden. In der Mitte des Horizontaldrahtes iſt der Wellenanzeiger eingeſchaltet. Der Wellenanzeiger ſpricht um ſo beſſer an, je mehr die Anordnung in der Richtung der eintreffenden Strahlen liegt; 3. das Syſtem von Artom, das an Stelle gewöhnlicher Hertzſcher Wellen zirkular oder elliptiſch polariſierte Wellen anwendet, die in einer beſtimmten Richtung ausgeſandt werden können; 4. die Verſuche von Marconi, die ſich in gleicher Richtung wie die Braunſchen Anordnungen bewegen und die bisher wohl den größten praktiſchen Erfolg erzielt haben. — Zu erwähnen ſind endlich noch die Verſuche von De Foreſt und die Arbeiten von Bellini und Toſi zur Erzielung einer richtungsfähigen drahtloſen Telegraphie.

Gerichtete Telegraphie Marconis. Die gewöhnliche Vertikalantenne wird durch einen wagerechten Luftleiter erſetzt, der auf eine kleine Strecke auf der Erdoberfläche oder im Waſſer ausgelegt wird. Wenn ein horizontal ausgelegter iſolierter Draht an einem Ende mit dem einen Pole einer Funkenſtrecke verbunden wird, deren andrer Pol geerdet iſt, ſo findet die Ausſtrahlung der von der Funkenſtrecke ausgehenden elektriſchen Wellen hauptſächlich in der Richtung des Drahtes, und zwar in der durch ihn gelegten Vertikalebene ſtatt. Am geringſten iſt nach Marconi die Ausſtrahlung in den Richtungen, die ungefähr um 100° von der Richtung der größten Ausſtrahlung abweichen; ſie beträgt dann nur noch ein Sechſtel bis ein Achtel des Höchſtwertes. Gleicherweiſe nimmt ein auf der Erde oder in geringer Höhe über der Erdoberfläche horizontal ausgelegter Leiter, deſſen eines Ende durch einen Wellenanzeiger mit der Erde verbunden iſt, die größte Menge elektriſcher Strahlungsenergie dann auf, wenn der Sender in der durch den Horizontalleiter gelegten Vertikalebene ſo angeordnet wird, daß das mit dem Wellenanzeiger und der Erde verbundene Luftleiterende nach der Senderſtation zeigt. Wenn man daher einen ſolchen horizontal geführten Empfängerdraht um ſein geerdetes Ende in einer horizontalen Ebene dreht, ſo kann man die Lage einer Senderſtation innerhalb des Bereichs der Empfängerſtation durch Einſtellung in die Richtung ermitteln, in welcher der Wellenanzeiger der Empfängerſtation am ſtärkſten anſpricht.

VIII. Luftleiter.

An Stelle des bei den erſten Verſuchsſtationen verwendeten einfachen Leitungsdrahtes benutzt man jetzt Luftleitergebilde, die aus mehreren Drähten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zuſammengeſetzt ſind. Man gibt dadurch dem Luftleiter eine größere Kapazität und vermehrt infolgedeſſen ſeine Strahlungsfähigkeit.

Als Material dient allgemein Bronzelitzendraht, der an Hartgummiiſolatoren befeſtigt wird. In der Praxis bevorzugt man für Schiffsſtationen die T-form (Fig. 119), für Landſtationen mittlerer Reichweite die Schirmform (Fig. 120) und für Großſtationen die Trichterform (Fig. 121) oder die Dachform (Fig. 122). Durch Einſchaltung von Selbſtinduktionsrollen kann man die Wellenlänge eines Luftleiters vergrößern und durch Einſchaltung von Kondenſatoren (Kapazitäten) verkürzen.



Fig. 119.

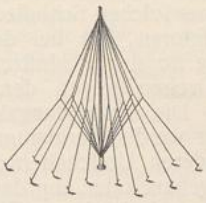


Fig. 120.



Fig. 121.

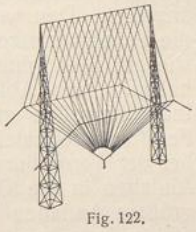


Fig. 122.

Literatur: [1] Handbuch der Elektrotechnik von Heinke, Bd. 12; Telegraphie und Telephonie von Nöbels, Schluckebier und Jentſch, Leipzig 1907. — [2] Karraß, Th., Geſchichte der Telegraphie, Braunſchweig 1909. — [3] Kraatz, Maſchinentelegraphen, Braunſchweig 1906. — [4] Phyſikaliſche Zeitſchrift, Leipzig 1904. — [5] Bauer, C., Das elektriſche Kabel, Berlin 1903. — [6] Jentſch, Unter dem Zeichen des Verkehrs, Stuttgart 1904. — [7] Elektrotechn. Zeitſchr. 1908. — [8] Jentſch, Telegraphie und Telephonie ohne Draht, Berlin 1905. — [9] Zenneck, J., Elektromagnetiſche Schwingungen und drahtloſe Telegraphie, Stuttgart 1905; Leitfaden der drahtloſen Telegraphie, Stuttgart 1909. — [10] Righi und Deſſau, Telegraphie ohne Draht, Braunſchweig 1907. — [11] Braun, F., Drahtloſe Telegraphie durch Waſſer und Luft, Leipzig 1901. — [12] Slaby, Die Funkentelegraphie, Berlin 1901. — [13] Eichhorn, Jahrbuch der drahtloſen Telegraphie und Telephonie, Leipzig 1905. — [14] Elektrotechn. Zeitſchr. 1909.

Otto Jentſch.

Telemeter, ſ. Diſtanzmeſſer, Bd. 2, S. 788.

Telemotor, ſ. Dampfſteuerapparate, Bd. 2, S. 622.

Teleobjektive (Fernobjektive), photographiſche Objektive, die zur Aufnahme weit entfernter Gegenſtände in genügender Bildgröße dienen.

Die modernen Teleobjektive beſtehen aus einem lichtſtarken Objektiv (poſitives Element) und einer beſonders konſtruierten Zerſtreuungslinſe (negatives Element). Dieſe Linſen ſind durch einen Tubus (Metallrohr) miteinander verbunden. Die poſitive Linſe läßt ſich gegen die negative Linſe durch Zahn und Trieb verſchieben, wodurch die Geſamtbrennweite des Syſtems reſpektive die Bildgröße verändert werden kann. Die Teleobjektive beſitzen einen Bildfeldwinkel von 10—12° und eine Lichtſtärke von annähernd einem Zehntel des dazu benutzten poſitiven Elementes. Teleobjektive erzeugen die Firmen Voigtländer in Braunſchweig, Goerz in Berlin-Friedenau, Reichert in Wien, Steinheil in München, Zeiß in Jena u. ſ. w.

Literatur. Eder, Handbuch der Photographie, Halle a. S., Bd. 2, 1. Hälfte; Miethe, Photographiſche Optik, Berlin 1893; Holm, Das Objektiv im Dienſte der Photographie, Berlin; Schmidt, Das Fernobjektiv, Berlin 1898.

Novak.

Telephon (Fernſprecher), Apparat zur Uebermittlung des geſprochenen Wortes in die Ferne mit und ohne Draht, auf elektriſchem Wege. Geſchichtliches darüber ſ. [1].

A. Die Drahttelephonie.

Bei dieſer iſt jede Fernſprechſtelle mit einem Mikrophon zum Geben und einem Fernhörer zum Aufnehmen des Geſprächs ausgerüſtet. Dazu tritt eine Weckvorrichtung, die den ankommenden Weckruf als Aufforderung zum Geſpräch zu Gehör bringt, und ein Magnetinduktor zum Entſenden von Weckſtrömen. An Nebenapparaten ſind erforderlich: ein ſelbſttätiger Umſchalter, der die in der Ruhe auf den Wecker geſchaltete Leitung bei Beginn eines Geſprächs auf die Sprechapparate umlegt, und eine Vorrichtung zum Schutze der Sprechſtelle gegen atmoſphäriſche Elektrizität oder Starkſtrom. Zur Aufnahme der zuſammengehörigen Sprech- und Weckapparate ſowie des Umſchalters dient ein Fernſprechgehäuſe, entweder in Schrank- oder Pultform zum Aufhängen an der Wand (Wandgehäuſe) oder zum Aufſtellen auf Tiſchen (Tiſchgehäuſe) eingerichtet. In dem mit Meſſingklemmen für die Zuleitungen verſehenen Gehäuſe ſind die verſchiedenen Apparate durch iſolierte Drähte feſt miteinander verbunden. Die Fernſprechſtellen ſind durch meiſt doppeldrähtige, ſeltener einfachdrähtige Leitungen an eine Vermittlungsanſtalt oder Zentralſtelle angeſchloſſen. Dieſe iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

außer mit ihren Sprech-, Weck- und Schutzapparaten mit Umſchaltern ausgerüſtet, an denen die Fernſprechleitungen endigen, und mit deren Hilfe zwei beliebige Leitungen in einfacher Weiſe zum Geſpräch verbunden und ſpäter wieder getrennt werden können. Kleinere Vermittlungsanſtalten mit etwa bis zu hundert Anſchlüſſen erhalten als Umſchalter Klappenſchränke, größere Zentralen dagegen Vielfachumſchalter. Bei Aemtern mit Vielfachumſchaltern ſind in der Regel beſondere Einrichtungen getroffen, die den Schluß eines Geſprächs ſelbſttätig anzeigen. Den weſentlichſten Teil einer ſolchen Schlußzeicheneinrichtung bilden die Polariſationszellen oder Kondenſatoren, die bei den Sprechſtellen ſowohl wie auf dem Amte gewiſſe Stromwege für den Schlußzeichenſtrom zu verriegeln haben. Zum Abſperren von Stromwegen gegen den Sprechſtrom kommen Induktanzrollen zur Verwendung. — Die Verbindungsleitungen zwiſchen den Fernſprechzentralen verſchiedener Orte werden Fernleitungen genannt; ſie liegen bei der Vermittlungsanſtalt an beſonderen Umſchaltern; dieſe ſind bei kleineren Anſtalten in die Klappenſchränke eingebaut oder eng damit verbunden, während größere Anſtalten ihre Fernleitungen an beſonderen Fernſchränken oder Ferntiſchen betreiben. Sämtliche Fernleitungen ſind doppeldrähtig. Damit bei Verbindung einer eindrähtigen Anſchlußleitung mit einer Ferndoppelleitung letztere nicht aufgelöſt und ihre Rückleitung nicht an Erde gelegt zu werden braucht, wird zwiſchen beide Leitungen ein Fernſprechübertrager eingeſchaltet. Wenn an eine Teilnehmerſprechſtelle noch Nebenſprechſtellen angeſchloſſen ſind, ſo erhält die Hauptſtelle einen beſonderen Umſchalter, um ſich mit den Nebenſtellen und dieſe untereinander und mit der Vermittlungsanſtalt verbinden zu können. — Beſtehen zwiſchen zwei Orten zwei Fernleitungen, ſo können ſie zum Doppelſprechen zuſammengeſchaltet werden, indem die eine Doppelleitung als Hinleitung, die andre als Rückleitung für die dritte Sprechverbindung benutzt wird.

I. Sprechapparate.

1. **Mikrophone.** Im Mikrophon werden die beim Sprechen erregten Schallwellen in Stromwellen umgeſetzt, und zwar durch die Schwankungen des Uebergangswiderſtandes der Kohlenkontakte, der beim Schwingen der Sprechplatte periodiſch zu- und abnimmt. Zur Speiſung des Mikrophons mit Strom dient die Mikrophonbatterie, die bei den Sprechſtellen aus einem oder zwei Trockenelementen, zuweilen auch aus einer Sammlerzelle beſteht, während für die Mikrophone der Vermittlungsanſtalten entweder Einzelbatterien aus Kupferelementen oder eine gemeinſame Sammlerbatterie Verwendung finden. In Fernſprechnetzen mit Zentralbatterie erhalten auch die Sprechſtellen ihren Mikrophonſpeiſeſtrom aus der gemeinſamen Zentralbatterie des Amtes. Die älteſten Mikrophone hatten nur einen oder wenige Kontakte. Jetzt verwendet man Mikrophone mit ſehr vielen Kontakten, indem der Raum zwiſchen zwei Kohlenplatten mit Kohlenklein in Form von Kugeln, Körnern, Grus oder Pulver ausgefüllt wird. Die hierzu verwendeten Körner beſtehen meiſtens aus Graphit und ſind mit einem Stoffe getränkt, der die mikroſkopiſchen Poren ausfüllt. Die Körner ſind daher nicht mehr hygroſkopiſch; ſie bleiben leicht beweglich und kleben nicht leicht aneinander feſt.

Von den älteren Mikrophonen ſind zu nennen: das Mikrophon von Berliner (Kohlenſcheibe mit aufliegendem Kohlenhammer), das Mikrophon von Blake (Platinkügelchen und Kohlenſcheibe, an je einer Blattfeder ſitzend) und die nach der Anordnung von Hughes hergeſtellten Kohlenwalzenmikrophone von Ader, Gower und Croßley. Das Mikrophon von Ader enthält fünf parallele Reihen von je zwei Kohlenſtäbchen, das von Gower acht ſternförmig von einem Kohlenklotz auf der Membranmitte ausgehende Kohlenwalzen, von denen je vier am Ende untereinander verbunden ſind. Im Croßleyſchen Mikrophon ſind vier Walzen in Form eines Rhombus verbunden. Das früher viel gebräuchliche Kohlenwalzenmikrophon der deutſchen Reichstelegraphie gehört ebenfalls hierher; es hat drei parallele Kohlenzylinder, die mit Zapfen loſe in zwei an der Sprechplatte befeſtigten Kohlenhaltern gelagert ſind.

Die mehrkontaktigen Mikrophone bezeichnet man als Körner-, Pulver-, Kugel-, Grus- u. ſ. w. Mikrophone. Von den recht zahlreichen Ausführungsformen ſeien genannt: das Kohlenkugelmikrophon von Vielhaben-Lewert, das Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner, von Siemens & Halske, von Mix & Geneſt, das Kohlenkörnermikrophon der Deutſchen Telephonwerke in Berlin, das Kohlengrusmikrophon von Lewert, das in Bayern allgemein gebräuchliche Kohlentropfenmikrophon von Friedrich Reiner in München, das Mikrophon von Deckert & Homolka in Wien und von Czeija & Niſſl, das Mikrophon von Hipp und das Solid-back-Mikrophon, das hauptſächlich in Amerika Verwendung findet [1]—[3].

Das Kohlenkugelmikrophon von Vielhaben-Lewert (Fig. 1 und 2) beſteht aus Mikrophonkapſel, Kapſelbehälter und Deckel. In der aus Meſſingblech gefertigten Mikrophonkapſel *K* iſt auf der Bodenfläche unter Hartgummiiſolierung eine Kohlenſcheibe (Fig. 2) aufgeſchraubt, die auf der oberen Fläche ſieben runde Mulden zur Aufnahme von je acht oder neun kugelförmigen Kohlenkörnern enthält. Die Muldenränder treten über die Oberfläche hervor, damit herausfallende Kohlenkörner ſich nicht zwiſchen Scheibe und Membran feſtklemmen. Den

Abſchluß der Kapſel bildet die außen lackierte, durch einen Sprengring befeſtigte Kohlenmembran. Auf der Rückſeite der Kapſel ſitzt, gegen dieſe iſoliert, die Ringfeder r^1, die mit der Kohlenſcheibe durch die Befeſtigungsſchraube in leitender Verbindung ſteht. Gegen die Feder r^1 legt ſich die am Behälter *B* iſoliert angebrachte Ringfeder r^2, an deren Klemme *a* ein Zuführungsdraht endigt. Die zweite Zuführungsklemme *b* ſitzt an dem aus vernickeltem Meſſingblech hergeſtellten Behälter *B*. Mit dieſem iſt die Mikrophonkapſel in leitender Verbindung, wenn der Deckel mit Bajonettverſchluß auf den Behälter geſetzt und die Kapſel von den Ringfedern dagegen gepreßt wird. Der Stromweg führt von Klemme *a* über die Federn r^2 und r^1 zur Kohlenſcheibe, über die Kohlenkörner, die Kohlenmembran und die Kapſel *K* ſowie den Behälter *B* zur Schraube *b*. Das Mikrophon beſitzt keine Reguliervorrichtung, da der Druck an den Kontaktſtellen durch das Gewicht der Kohlenkugeln, die zwiſchen der geneigten Muldenfläche und der Membran liegen, ein für allemal beſtimmt iſt.



Fig. 2.

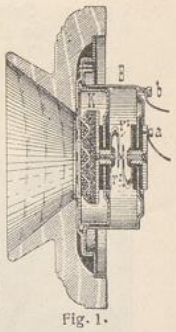
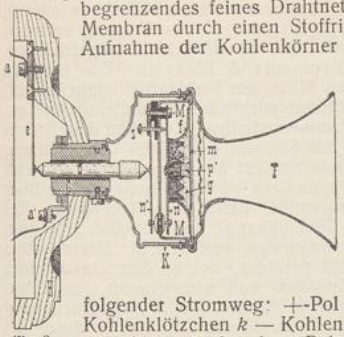


Fig. 1.

Das Kohlenkörnermikrophon von Mix & Geneſt (Fig. 3) beſteht aus einer durch die Membran geſchloſſenen Blechkapſel *M*, die nach dem Abnehmen des Schalltrichters *T* von dem metallenen Behälter *K* leicht ausgewechſelt werden kann. Die Membran *m*, aus Kohle, iſt auf der vorderen Seite in ihrem mittleren Teile zum Schutz gegen Feuchtigkeit mit Nickelpapier beklebt und vor Beſchädigungen durch ein die hintere Oeffnung des Schalltrichters begrenzendes feines Drahtnetz geſchützt. Mit dem gerillten Kohlenklötzchen *k* iſt die Membran durch einen Stoffring *f* ſo verbunden, daß ein geſchloſſener Behälter *g* zur Aufnahme der Kohlenkörner entſteht. Zur Dämpfung der Eigenſchwingungen der Membran dient der Pfropfen *p'* aus Wollſtoff, der in der Mitte des Kohlenklötzchens befeſtigt iſt und ſich leicht gegen die Membran anlegt. Die Regulierung dieſer Dämpfung erfolgt durch die Blattfeder *n*, auf welcher das Kohlenklötzchen *k* aufgeſchraubt iſt; die Blattfeder kann mittels der Schraube *s* nach Bedarf geſpannt werden. Die Feder n^1 iſt durch iſolierte Bolzen an dem Boden der Mikrophonkapſel *M* befeſtigt; durch dieſe Bolzen ſteht ſie aber mit der ebenfalls von der Kapſel iſolierten äußeren Feder *n* in leitender Verbindung. Nach Einſetzen der Mikrophonkapſel in den metallenen Behälter *K*, der in der Holzroſette *H* drehbar gelagert iſt, ergibt ſich für den Mikrophonſtrom folgender Stromweg: +-Pol — Klemme *a* — Feder *e* — Bolzen *o* — Federn *n'* und *n* — Kohlenklötzchen *k* — Kohlenkörner — Membran — Kapſel *M* — Behälter *K* — Zuführungsklemme *a'* und —-Pol. Durch Drehung des Mikrophons kann man die Lage der Kohlenkörner von Zeit zu Zeit ändern und hierdurch einem Feſtbacken vorbeugen.


Fig 3.

Das Kohlengrusmikrophon von Lewert hat die äußere Form des Kohlenkugelmikrophons von Vielhaben-Lewert. Die auf der Bodenfläche der Mikrophonkapſel iſoliert aufgeſchraubte Kohlenſcheibe *S* (Fig. 4) hat oben in der Mitte einen kreisrunden Kohlenſtempel und um dieſen herum eine ringartige Vertiefung. In letztere wird ein Filzring *F* eingeſetzt, der die Kohlenſcheibe überragt und ſich dämpfend gegen die Sprechplatte legt. Der freie Raum zwiſchen Kohlenſtempel, Filzring und Sprechplatte wird mit Kohlengrus gefüllt. Das Mikrophon wird in Netzen mit Zentralbatterie verwendet und unmittelbar in den Linienſtromkreis eingeſchaltet; ſein Widerſtand beträgt 200—300 Ohm.

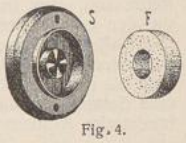


Fig. 4.

Das Mikrophon von Egnér und Holmſtröm verwendet erheblich größere Stromſtärken, als ſie bei den übrigen Mikrophonen anwendbar ſind; es ermöglicht bei 1 bis 1,5 Ampère Stromſtärke einen Sprechverkehr über 4,5 bis 5 mm ſtarke Bronzeleitungen auf 4000 km. Die Konſtruktion wird aus patentrechtlichen Gründen noch geheimgehalten.

Das Bruſtmikrophon dient zum Gebrauch bei den Vermittlungsanſtalten und wird von den Beamten auf der Bruſt getragen. Es beſteht aus einem die Mikrophonkapſel aufnehmenden Behälter mit ſeitlich angebrachtem Schallrohr und Schalltrichter, ferner dem Trägergeſtell und einem ledernen Bruſtſchild mit Halsriemen und Knopfband. Auf der Seitenwand der Mikrophonkapſel ſchleift eine an der inneren Seitenwand des Behälters iſoliert angebrachte Feder. Dieſe Feder iſt durch Metallſtifte mit einem Metallſtreifen leitend verbunden, der an der Außenſeite des Behälters auf einem Hartgummiſtück befeſtigt iſt. Der Behälter iſt in den beiden Armen des Trägergeſtells drehbar gelagert. Wenn er ſo geſtellt iſt, daß der Schalltrichter die für das Sprechen günſtigſte Stellung zum Munde hat, ſchleift eine an dem Trägergeſtell iſoliert angeſchraubte Feder auf dem Metallſtreifen des Hartgummiſtücks und ſchaltet das Mikrophon ein. Wird dagegen der Mikrophonbehälter ſo gedreht, daß der Schalltrichter entweder vom Munde abgewendet oder ganz der Bruſt zugedreht wird, ſo gleitet die Feder des Trägergeſtells von dem Metallſtreifen herunter und ſchleift auf dem Hartgummiſtück; der Mikrophonſtromkreis iſt dann unterbrochen.

Mikrophonelemente.

Es kommen für den Mikrophonbetrieb naſſe Elemente wie das Kupferelement (vgl. S. 431) und das Kohlenelement, ferner Trockenelemente wie das von Gaßner, das Hellefen-Trockenelement von Siemens & Halske, das Hydra-Patenttrockenelement, das Trockenelement von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eggert, Schneeweiß, das Duratrockenelement und viele andre Trockenelemente ähnlicher Konſtruktion ſowie endlich auch Sammlerzellen zur Verwendung.

a) Das Kohlenelement (Fig. 5) iſt eine Ausführungsform des Leclanché-Elements. In dem Glaſe hängt ein Ring aus Zinkblech oder aus gegoſſenem Zink. Auf dem Boden des Glaſes ſteht ein Kohlen-Braunſteinzylinder, der unten in einem ſtärkeren Fuß ausläuft und oben einen prismatiſchen Anſatz trägt; auf letzteren iſt ein Meſſingbügel mit Polklemme geſchraubt. Der Fuß iſt ausgehöhlt; eine ſeitliche Durchbohrung des Zylinders ermöglicht beim Einſetzen in die Flüſſigkeit der Luft den Austritt aus der Höhlung. Gefüllt wird das Element mit einer Löſung von 20—25 g chemiſch reinem Salmiak in Waſſer bis zu $1^1/_2$ cm unterhalb des oberen Glasrandes. Die volle Wirkſamkeit des Elements tritt erſt 12 Stunden nach dem Anſetzen ein.



Fig. 5.



Fig. 6.

b) Das Trockenelement von Gaßner (Fig. 6) beſteht aus einem zylindriſchen Zinkgefäße von 2 mm Wandſtärke mit angelötetem Poldraht und aus einem darin auf einer Paraffinſchicht ſtehenden hohlen Kohlenzylinder mit aufgeſetzter Polklemme. In den 8 mm weiten Raum zwiſchen Gefäßwand und Kohle iſt eine poröſe Füllmaſſe, aus einer mit Salmiak angerührten Gipsmiſchung beſtehend, eingetragen. Die Kohle iſt mit Eiſenhydroxyd getränkt, das depolariſierend wirkt und dabei in Eiſenhydroxydul umgewandelt wird. Letzteres kann ſich durch Aufnahme von Sauerſtoff und Waſſer wieder in Eiſenhydroxyd zurückbilden, wodurch ſich das Element regeneriert. Dieſer Vorgang erfordert jedoch längere Ruhepauſen. Die Füllmaſſe iſt oben durch eine Paraffinſchicht abgeſchloſſen.

c) Das Helleſen-Trockenelement von Siemens & Halske. Die negative Elektrode beſteht aus einem Zinkblechzylinder, in deſſen Mitte ein Kohlenſtab eingeſetzt iſt, der bis zu drei Viertel ſeiner Höhe mit einer als Depolariſator wirkenden Braunſteinmaſſe umgeben wird; ſie wird durch eine Hülle aus Neſſelgaze zuſammengehalten. Zwiſchen dem Braunſtein und dem Zinkzylinder befindet ſich die aus einer mit Salmiak getränkten Gipsmiſchung beſtehende Erregermaſſe. Letztere iſt oben mit einer dünnen Schicht aus Vergußmaſſe bedeckt. Ueber dem Braunſtein und der Vergußmaſſe befindet ſich eine Lage von Reißſpreu und darüber liegt auf einer Papierſcheibe die aus Aſphalt und Wachsgemiſch beſtehende Deckmaſſe. Auf das obere etwas verjüngte Ende des Kohlenſtabs iſt eine Meſſingkappe aufgeſchoben, die zum Anlegen des poſitiven Poldrahtes mit Gewindeſtift und Meſſingmutter verſehen iſt. Der negative Pol wird durch einen umklöppelten verzinnten Kupferdraht gebildet, der an den Zinkzylinder angelötet iſt. Das ſo gebildete Element iſt in einen Pappkaſten von viereckigem Querſchnitt eingeſetzt, in die auf dem Boden des Pappkaſtens befindliche Aſphaltſchicht eingedrückt und um den Zinkzylinder herum mit Sägeſpänen feſtgeſtopft. Oben iſt der Pappkaſten durch die Deckmaſſe abgeſchloſſen. In einer Ecke des Kaſtens befindet ſich ein Lüftungsrohr, das durch die Vergußmaſſe hindurch in die Sägeſpäne hineinreicht. Zur Verbindung zwiſchen dieſem Raum und dem Innern des Elements ſind oben in dem Zinkzylinder vier Löcher angebracht, die den entwickelten Gaſen den Weg zum Lüftungsrohr und ſo den Austritt ins Freie geſtatten.

d) Das Hydra-Patenttrockenelement. Es enthält, in einer becherförmigen amalgamierten Zinkelektrode zentriſch eingeſetzt, eine mit einem Gemenge aus Graphit und Braunſtein als Depolariſator umgebene zylinderförmige Kohlenelektrode. Beide Elektroden ſind durch eine Salmiak enthaltende plaſtiſche Maſſe getrennt, welche als Elektrolyt dient. Das hohle Innere des Kohlenzylinders enthält einen Vorrat ebenſolchen Elektrolyts.

e) Das Trockenelement von Eggert. Die negative Elektrode beſteht aus einem Zinkblechbecher von quadratiſchem Querſchnitt, die poſitive aus einem homogenen Kohlenſtab. Um den in der Mitte des Bechers auf einer Glasplatte ſtehenden Kohlenſtab iſt die Depolariſationsmaſſe zylindriſch herumgepreßt. Sie beſteht aus einer mit Salmiaklöſung angerührten Miſchung von Braunſtein und Graphit und wird durch einen feſtumſchnürten Leinwandbeutel zuſammengehalten. Der Raum zwiſchen dem Depolariſator und dem Zinkgefäß iſt mit dem Elektrolyt, aus Salmiakloſung und einer plaſtiſchen Maſſe beſtehend, ausgefüllt. Das Element iſt in einen viereckigen Iſolitbecher eingebaut.

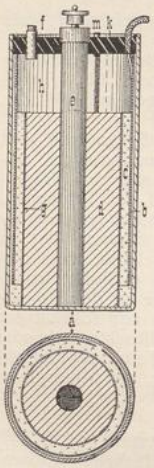


Fig. 7

f) Das Trockenelement von Schneeweiß. Es hat als negative Elektrode einen runden Zinkzylinder, im übrigen eine dem Trockenelement von Eggert ganz ähnliche Zuſammenſetzung.

g) Das Dura-Trockenelement (Fig. 7). Die negative Elektrode wird durch einen oben und unten offenen Zinkblechzylinder *h* gebildet, der mit einem durchgehenden Längsſchnitt verſehen iſt. An den Zinkzylinder iſt ein iſolierter Elektrodendraht angelötet. Die poſitive Elektrode beſteht aus einem homogenen runden Kohlenſtab *e*, der oben mit Gewindeſtift und Mutter zum Anlegen des Poldrahtes verſehen iſt. Um den unteren Teil des Kohlenſtabs iſt bis etwa zu drei Viertel der aus einer Miſchung von Braunſtein und Graphit beſtehende Depolariſator *d* gepreßt; er wird durch eine feſtumſchnürte Umhüllung *g* von Gaze zuſammengehalten. Der Elektrolyt *c* ſetzt ſich zuſammen aus Chlorammonium (Salmiak), Queckſilberoxyd und Zinkchlorid. Das Gemiſch iſt zunächſt unwirkſam; es wird vor Ingebrauchnahme des Elements durch Nachfüllen von Waſſer mittels des durch einen Korkſtöpfel verſchließbaren Füllröhrchens *f* wirkſam gemacht. Die entſtehenden Gaſe entweichen durch das Luftröhrchen *m*.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Element wird in ein Zinkgefäß *b* eingefetzt und durch Vergießen mit Iſoliermaſſe *k* oben geſchloſſen. Um bei einer Zerſtörung des Zinkringes infolge der Elektrolyſe ein Austrocknen des Elements zu verhüten, erhält es noch eine Umhüllung aus Celluloid.

h) Kupferelemente für Mikrophonbetrieb. Kupferelemente von der im Art. Telegraph durch Fig. 1 dargeſtellten Form kommen für den Mikrophonbetrieb kleinerer Vermittlungsanſtalten zur Verwendung. Gewöhnlich werden zwei oder drei Reihen von je zwei Elementen nebeneinander geſchaltet (Fig. 8). Die Spannung bleibt dabei 2 Volt, der Widerſtand wird aber auf die Hälfte bezw. ein Drittel vermindert. Für jedes Mikrophon iſt eine beſondere Batterie erforderlich.

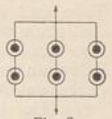


Fig. 8.

i) Mikrophonſammler für Sprechſtellen. In manchen Fernſprechnetzen dient zum Betriebe des Mikrophons bei den Sprechſtellen eine in einen hölzernen Kaſten eingebaute Sammlerzelle. An dem gewöhnlich mit Einſchiebedeckel verſehenen Kaſten iſt ein umlegbarer eiſerner Tragbügel angebracht. Die Pole der Zelle ſind mit zwei Meſſingklemmen verbunden, die an der Außenſeite des Kaſtens auf Ebonitunterlagen ſitzen. Der Deckel des Glasgefäßes iſt im Kaſten mit ſäurebeſtändiger Kitt- oder Vergußmaſſe ſorgfältig abgedichtet. Die Kapazität der Zellen beträgt 30—40 Ampèreſtunden; ſie müſſen von Zeit zu Zeit gegen vollgeladene ausgewechſelt werden.

k) Sammler für Fernſprechämter. Es kommen große Sammler mit einer Kapazität bis zu 3000 Ampèreſtunden zur Verwendung; von den Telegraphenſammlern (S. 432) unterſcheiden ſie ſich durch die größere Zahl und die größeren Abmeſſungen der Platten. Die oben offenen Zellengefäße beſtehen entweder aus Glas oder bei Kapazitäten von mehr als 500 Ampèreſtunden aus mit Blei ausgeſchlagenen Holzkäſten.

Der Mikrophonſtromkreis.

Eine direkte Einſchaltung des Mikrophons in die Leitung findet in der Regel nur bei Hausfernſprechanlagen von geringer Ausdehnung ſtatt (vgl. Haustelegraphen). Bei andern Anlagen bildet man für das Mikrophon einen ganz kurzen Ortsſtromkreis und verbindet dieſen nach Fig. 9 mittels einer Induktionsrolle *J*, d. h. eines kleinen Transformators, mit der Leitung. Zwiſchen den beiden Ortsſtromkreiſen der Sprechſtellen I und II, beſtehend aus dem Mikrophon *M*, dem Fernhörer *F* und der primären Wicklung der Induktionsrolle *J* und der aus einem oder zwei Elementen beſtehenden Batterie *B*, befindet ſich ein dritter Stromkreis. Dieſer enthält die Hin- und Rückleitung, die beiden Fernhörer und die ſekundären Wicklungen der Induktionsrolle. Aus der Primärſpule der Rolle *J* werden die vom Mikrophon erzeugten Stromundulationen durch Induktion auf die in der äußeren Leitung liegende Sekundärſpule in Form von Wechſelſtrömen übertragen. Die Spulenwicklungen ſind ſo bemeſſen, daß die induzierten Wechſelſtröme höhere Spannung erhalten als die primären Stromwellen, und daher viel beſſer als dieſe auch hohe Leitungswiderſtände zu überwinden vermögen. Die primäre Wicklung der Induktionsrolle erhält zu dieſem Zwecke nur wenig, die ſekundäre aber ſehr viele (2600—5300) Windungen. Der Widerſtand des primären Mikrophonſtromkreiſes geht in der Regel nicht über 10 Ohm hinaus.

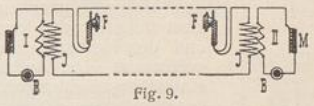


Fig. 9.

2. **Telephone.** Das Telephon oder der Fernhörer dient als Empfangsapparat beim Betriebe der Fernſprechanlagen. Es enthält als Hauptbeſtandteil einen polariſierten Elektromagnet, deſſen Anker eine geſpannte Eiſenmembran bildet. Der Fernhörer bewirkt die Umwandlung der ankommenden Sprechwechſelſtröme in Schallwellen dadurch, daß der Magnetismus durch die Wechſelſtröme in ſchneller Folge abwechſelnd verſtärkt und geſchwächt wird und damit im gleichen Takt die auf die Membran ausgeübte Anziehung zu- und abnimmt. Die Membran gerät daher in ähnliche Schwingungen wie die Sprechplatte des gebenden Mikrophons, und dieſe Schwingungen übertragen ſich durch die Luft als Schallwellen auf das Ohr des Hörenden.

Die im Telephon *A* (Fig. 10), dem Fernſprecher, induzierten Wechſelſtröme fließen durch die Leitung zum Telephon *B*, dem Empfänger oder Fernhörer. Letzteres wirkt wie ein polariſierter Elektromagnet; die Ströme der einen Richtung verſtärken beim Durchlaufen der Drahtſpule den Magnetismus des Polſchuhes des Elektromagneten *N S*, die Ströme der andern Richtung ſchwächen ihn. Bei jeder Verſtärkung wird die Membrane kräftiger angezogen und nähert ſich dem Pole etwas, bei jeder Schwächung ſchnellt ſie vermöge ihrer Elaſtizität zurück und geht noch über die Ruhelage hinaus. Der Wechſelſtrom überträgt die Bewegungen der Membrane *a* in *A* getreu auf die Membrane *a* in *B*. Die Transverſalſchwingungen der Eiſenplatte im Telephon *B* teilen ſich der umgebenden Luft mit, indem ſie in ihr abwechſelnd Verdichtungen und Verdünnungen erzeugen, und die ſo entſtandenen longitudinalen Schallwellen der Luft gelangen durch die Oeffnung der Hörmuſchel zum Ohre des Hörenden. Die in *B* erzeugten Schallwellen ſtehen an Schwingungsweite oder Stärke hinter den in *A* geſprochenen erheblich zurück, da die vom Sprechorgan des Sprechenden aufgewendete Energie zum weitaus größten Teile infolge der mehrmaligen Umſetzung, ferner bei Ueberwindung des Leitungswiderſtandes, der Selbſtinduktion und Kapazität und durch unvollkommene Iſolation der Leitung nutzlos verloren geht. Gleichwohl ſind die ankommenden Schallwellen den abgehenden ähnlich, d. h. beide ſtehen zueinander in einem beſtimmten feſten Verhältniſſe: jede ankommende Welle iſt in der Amplitude um einen konſtanten Faktor kleiner als die ihr entſprechende abgehende Welle. Die in *B* erzeugten Luftſchwingungen müſſen daher auf das Ohr des Hörenden, abgeſehen von der Stärke, genau denſelben Eindruck

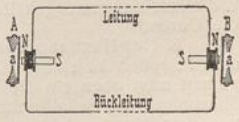


Fig. 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

machen, wie die ſie verurſachenden Luftſchwingungen in *A*. Die Telephone haben Drahtſpulen von 20—200 Ohm Widerſtand; ihre Selbſtinduktion beträgt für 100 Ohm Widerſtand etwa 0,1 Henry. Der Abſtand zwiſchen der Telephonmembran und den Polſchuhen muß regulierbar ſein; beide Teile ſind ſo einzuſtellen, daß die Membran eben nicht mehr ſoweit von der magnetiſchen Anziehungskraft durchgebogen wird, um an den Polen zu kleben, ſondern noch Spielraum für ihre Schwingungen hat. Der Abſtand beträgt dabei $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ mm. Als Geber kommt das Telephon nur noch in kleineren Hausfernſprechanlagen zur Verwendung; es iſt verdrängt worden durch das Mikrophon, das kräftigere Sprechſtröme liefert.

Der früher in Deutſchland allgemein benutzte Fernhörer und Fernſprecher gerader Form von Siemens & Halske iſt ein zweipoliger Fernhörer im Gewicht von etwa 1 kg. Die gegenwärtig gebräuchlichen Fernhörer ſind ebenfalls zweipolig, die Polſchuhe ſtehen jedoch nicht in der Verlängerung, ſondern ſenkrecht zu den Schenkeln des Magnets. Die Schallöffnung konnte infolgedeſſen ſeitlich angebracht werden, wodurch das Halten des Fernhörers beim Gebrauch erleichtert wird. Bei den neueren Formen iſt der Hufeiſenmagnet durch einen Ringmagnet in Form zweier flachen halbkreisförmigen Magnete erſetzt und das Gewicht bis auf 455 g herabgemindert worden.

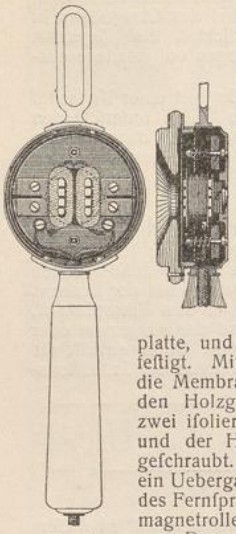


Fig. 11.

Der Fernhörer mit Ringmagnet (Fig. 11). Das Magnetſyſtem dieſes in der deutſchen Reichstelegraphie vorwiegend zur Verwendung kommenden Fernhörers iſt in einer Kapſel von vernickeltem Meſſing untergebracht, die vorn durch einen als Hörrohr dienenden Holzring abgeſchloſſen iſt. Zwei halbkreisförmige magnetiſche Ringſcheiben aus beſtem Wolframſtahl ſind, mit ihren gleichnamigen Polen zuſammenſtoßend, zu einem Ringe zuſammengelegt und durch die Unterlageplatte der Polſchuhe verbunden. Die Polſchuhe aus weichem Eiſen haben eine elliptiſche Form und ſind zur Verhütung von Wirbelſtrömen in vier Teile geſpalten. Die Umwindungen der Elektromagnete beſtehen aus 0,1 mm ſtarkem iſolierten Kupferdraht mit einem Geſamtwiderſtande von etwa 200 Ohm und ſind durch einen grünen Seidenüberzug geſchützt. Die einzelnen Teile des Magnetſyſtems ſind derart miteinander verſchraubt, daß das ganze Syſtem in einem Stück aus dem Gehäuſe herausgenommen werden kann. Die Membran, eine verzinnte, $^1/_4$ mm ſtarke Eiſenblechplatte, und die Hörmuſchel ſind durch Bajonettverſchluß auf der Meſſingkapſel befeſtigt. Mittels einer einfachen Reguliervorrichtung kann das Magnetſyſtem gegen die Membran hin oder von ihr weg bewegt werden. Zur Verbindung der durch den Holzgriff gezogenen Leitungsſchnüre mit den Enden der Drahtrollen dienen zwei iſoliert in den Ringmagnet eingelaſſene Schraubenklemmen. Der Aufhängebügel und der Holzgriff ſind einander gegenüber an der Seitenwand der Kapſel feſtgeſchraubt. Der Aufhängebügel wird iſoliert an der Metallkapſel befeſtigt, damit ein Uebergang atmoſphäriſcher Elektrizität aus der Leitung über den Hakenumſchalter des Fernſprechgehäuſes, den Aufhängebügel und die Fernhörerkapſel auf die Elektromagnetrollen des Fernhörers erſchwert wird.

Das elektrodynamiſche Telephon von Simon. Zwiſchen den Polſchuhen eines permanenten Magneten befindet ſich eine auf ein Hartgummirähmchen gewickelte Drahtſpule. Die parallel liegenden Drähte, die von den ankommenden Strömen durchfloſſen werden, bilden eine Membran, welche durch Beſtreichen mit Schellacklöſung und Aufkleben eines dünnen Glimmerblättchens zuſammengehalten wird.

Andre Fernhörertypen. Es ſind anzuführen die Fernhörer mit ſeitlicher Schallöffnung und Hufeiſenmagnet der Reichstelegraphenverwaltung, die in Bayern gebräuchlichen Fernhörer gerader Form mit Hufeiſenmagnet, Modell Reiner und Modell Heller mit Hufeiſenmagnet und ſeitlicher Schallöffnung, das öſterreichiſche Löffeltelephon mit Hufeiſenmagnet, das zweipolige Telephon von Ader, deſſen ringförmiger gebogener Magnet zugleich als Handgriff dient, und das zweipolige Telephon D'Arſonval [1].

Der Kopffernhörer iſt für Beamte der Vermittlungsanſtalten beſtimmt und wird mittels des an ſeiner Rückſeite durch ein Gelenk befeſtigten federnden Stahlbügels über den Kopf gelegt und am Ohr feſtgehalten. Der Ringmagnet mit dem Elektromagnet befindet ſich in einer vernickelten Meſſingdoſe; auf dieſe iſt der Deckel mit der Eiſenblechmembran und der Hörmuſchel von Hartgummi aufgeſchraubt. Der Spulenwiderſtand beträgt etwa 130 Ohm; die Enden der Drahtrollen ſind mit einer doppeladrigen Leitungsſchnur verbunden; je nach Erfordernis erhält auch der Fernhörer zwei getrennte Wicklungen und vier Zuleitungen oder es wird an die Mitte zwiſchen den beiden Rollen eine dritte Leitung zu Prüfzwecken gelegt. In Gebrauch ſind auch Doppelfernhörer; bei dieſen ſitzt jeder Hörer an einem beſonderen Bügel. Die freien Bügelenden legen ſich übereinander und werden durch zwei Schrauben verſtellbar zuſammengehalten. Bei richtiger Einſtellung legen ſich beide Fernhörer feſt gegen die Ohren.

3. **Der Handapparat oder das Mikrotelephon.** Für manche Zwecke werden Mikrophon und Telephon zu einem Mikrotelephon oder Handapparat vereinigt. Eine Handhabe von Hartgummi trägt oben ein Doſentelephon von derſelben Art wie beim Kopffernhörer und unten ein Mikrophon mit Schalltrichter. Man hält den Apparat mit der Hand ſo, daß der Schalltrichter vor dem Munde ſteht und der Fernhörer dicht am Ohr liegt. In dem Griff des Apparates befindet ſich gewöhnlich ein Umſchalter, der durch Niederdrücken eines herausſtehenden Knopfes oder Schalthebels betätigt wird. Hierdurch wird entweder die Mikrophonbatterie geſchloſſen oder die Induktionsrolle des Mikrophons beim Hören ausgeſchaltet. Fernſprechtiſchgehäuſe ſind in der Regel mit Mikrotelephonen ausgeſtattet (vgl. Fig. 41).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Signalapparate.

Da die vom Fernhörer wiedergegebenen Schallwellen nur in der Nähe vernehmbar sind, so bedarf es eines besonderen Signalapparats, um zwecks Einleitung eines Gesprächs ein lautes, im ganzen Zimmer und darüber hinaus hörbares Zeichen zu geben. Dazu werden bei den Sprechstellen allgemein Klingelwecker, zuweilen mit Fallscheibe, benutzt. Bei den Vermittlungsanstalten, wo die Signalapparate möglichst geräuschlos arbeiten müssen, kommen in der Regel Fallklappen oder Relais mit Glühlampen zur Verwendung. Bei den Sprechstellen wird der Weckstrom im allgemeinen mit kleinen Magnet- oder Kurbelinduktoren erzeugt. Er betätigt polarisierte Wecker, deren Klöppel vom positiven Stromstoß nach der einen und vom negativen Stromstoß nach der andern Seite bewegt wird, und die deshalb so eingerichtet sind, daß der Weckerklöppel nach beiden Seiten anschlägt (Wechselstromwecker). Bei kleineren Vermittlungsanstalten wird zum Anrufen der Sprechstellen ebenfalls ein Kurbelinduktor benutzt, bei größeren sind entweder von Elektromotoren getriebene Magnetinduktoren aufgestellt oder es ist ein Polwechsler vorhanden, der den Gleichstrom der Weckbatterie in Wechselstrom umwandelt.

1. **Die Kurbelinduktoren** stellen kleine magnetelektrische Maschinen dar, bei welchen in dem von einem Hufeisenelektromagneten gebildeten magnetischen Felde ein aus weichem Eisen bestehender Anker mit isolierter Kupferdrahtwicklung bewegt wird. — Zwischen den Schenkeln des kräftigen Hufeisenmagneten *N S* (Fig. 12) sind zwei etwas ausgehöhlte Eisenplatten als Polschuhe befestigt. Den so zwischen den Polen gebildeten zylinderförmigen Raum füllt nahezu ganz ein eiserner Anker aus, dessen rinnenartige Ausschnitte der Länge nach mit vielen Windungen isolierten Kupferdrahtes bewickelt sind. Der Anker kann mittels einer Kurbel und eines Zahnradgetriebs in rasche Umdrehung versetzt werden. Die beiden Enden der Drahtwicklung stehen mit zwei auf der Ankerachse sitzenden gegeneinander isolierten Messinghülsen in Verbindung, an welchen Blattfedern schleifen. Bei jeder Drehung des Ankers werden in der Drahtwicklung Ströme induziert, welche über die Schleiffedern in die Leitung fließen. Bei der gezeichneten Ankerstellung werden die Drahtwindungen von allen Kraftlinien durchsetzt, ebenso bei der Stellung nach einer halben Umdrehung; dagegen liegen nach ein Viertel bis drei Viertel Umdrehung die Ebenen der Drahtwindungen parallel zur Richtung der Kraftlinien, letztere gehen also nicht durch die Drahtkreise hindurch. Bei der Ankerdrehung erstrecken sich also die Kraftlinien abwechselnd durch die Drahtkreise der Wicklung hindurch und verschwinden daraus wieder. Der Vorgang findet bei jeder Umdrehung zweimal statt; dabei wechselt auch zweimal — bei Beginn des zweiten und vierten Viertels — die Seite, von welcher aus die Kraftlinien in die Drahtkreise eintreten. Infolgedessen werden bei jeder Umdrehung zwei Stromstöße in der Drahtwicklung induziert, und zwar nach entgegengesetzten Richtungen.



Fig. 12.

Diese Wechselströme haben je nach Stärke des magnetischen Feldes, der Zahl der Drahtwindungen und der Drehgeschwindigkeit in den gebräuchlichen Magnetinduktoren Spannungen von 30—60 Volt.

Ein recht brauchbarer Typ ist der nachfolgend erklärte dreilamellige Kurbelinduktor (Fig. 13). — Die drei Hufeisenmagnete *M* sind durch die Polschuhe *N* und *S* zu einem magnetischen Magazin verbunden. Der zylindrische Raum zwischen den Polschuhen wird durch die Messingplatten m^1 und m^2 begrenzt, die zugleich die Lager für die Zapfen des Ankers bilden. Letzterer besteht aus weichem Eisen und ist mit dünnem isoliertem Kupferdraht von etwa 200 Ohm Widerstand bewickelt. Das eine Ende der Ankerwindungen ist bei x^1 unmittelbar an den Anker festgeschraubt und steht also über die Ankerzapfen mit dem Körper des Induktors in Verbindung. Die andre Windung steht über die Schraube x^2 mit dem isoliert in den Ankerzapfen eingelassenen Dorn *u* in Verbindung. Die Messingwange m^2 trägt zwei von ihr durch Ebonitscheiben isolierte Klemmschienen k^0 und k^2, ferner die nicht isolierte Klemmschraube k^1. An der Schiene k^2 ist eine zweiarmige Blattfeder angeschraubt, die sich mit dem einen gebogenen Arme gegen den Dorn *u* legt, während der gerade Arm die Kurbelachse *A* berührt. Die Drahtwindungen des Ankers sind also durch diese Feder kurz geschlossen. Auf dem rechtsseitigen Ankerzapfen ist ein mit dem Zahnrad *R* in Eingriff stehender Trieb *Q* aufgesetzt. Die stählerne Buchse des Zahnrads ist mit ihrem linksseitigen Ende durch die Messingbacke L^2 leicht drehbar hindurchgeführt und wird an einer etwaigen seitlichen Verschiebung durch den auf der Buchse aufgeschraubten Stellring *w* gehindert. Bei Ruhestellung der Kurbel befindet sich ein in die Kurbelachse eingeschraubter Stahlstift *t* im Scheitel des am rechtsseitigen Ende der Zahnradbuchse angebrachten dreieckigen Ausschnitts. Wird die Achse gedreht, so gleitet der Stift in dem dreieckigen Ausschnitt entlang, bis er schließlich — je nach der Drehungsrichtung — die obere oder untere Ecke des Ausschnitts erreicht und nunmehr Buchse und Zahnrad zwingt, an der drehenden Bewegung teilzunehmen. Bei dem Gleiten des Stiftes *t* erfährt die Kurbelachse eine Verschiebung nach rechts. Diese Bewegung schaltet die Ankerwicklung in die Leitung ein, indem die gerade Feder den Kontakt mit der Kurbelachse verliert und sich gegen k^0 legt. Es entsteht dann folgender Stromweg: Leitung *a* — Klemmschraube k^1 — Körper des Induktors — Ankerumwindungen — gebogene Schleiffeder — Klemmschiene k^2 — gerade Feder — Klemmschiene k^0 — Leitung *b*. Die Empfangsapparate (Wecker oder Sprech-

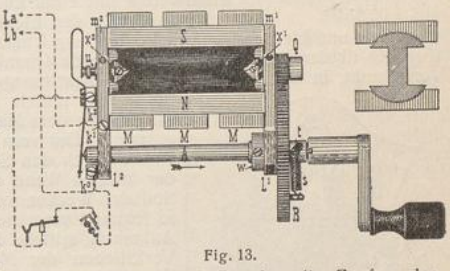


Fig. 13.

apparate) ſind hierbei durch die Feder kurz geſchloſſen, alſo ausgeſchaltet. Sobald die Kurbel losgelaſſen wird, gleitet die Kurbelachſe in die Ruhelage zurück, indem eine an dem Kurbelachſenſtift t und an der Zahnradſcheibe befeſtigte Spiralfeder den Stift nach dem Scheitel des Ausſchnitts zieht.

2. **Der Polwechſler** hat bei Vermittlungsanſtalten mit Vielfachumſchaltern die Aufgabe, den Gleichſtrom der Ortswerkbatterie in Wechſelſtrom umzuwandeln, damit die Stromgebung ſtatt durch umſtändliches Drehen einer Induktorkurbel lediglich durch Taſtendruck erfolgen kann. Er beſteht aus einem auf Selbſtunterbrechung geſchalteten Elektromagnet (vgl. Bd. I, S. 123), deſſen Kerne mit etwas abgerundeten Polſchuhen verſehen ſind. Zwiſchen dieſen Polſchuhen bewegt ſich um eine feſte Achſe ein leichter Anker aus weichem Eiſen, der oben eine Blattfeder und unten eine Pendelſtange mit verſchiebbarer meſſingener Schwungkugel trägt. Der Anker bewirkt mit ſeinen beiden Verlängerungen das Oeffnen und Schließen des die Elektromagnetkerne umkreiſenden Stromes und zugleich das Umkehren des Stromes der Weckbatterie.

3. **Die Wecker.** Es kommen faſt ausſchließlich Wechſelſtromwecker zur Verwendung, die im allgemeinen folgende Einrichtung haben. Auf den unteren Schenkel — den Südpol — des hufeiſenförmigen Magnets $N\,S$ (Fig. 14) iſt ein kleiner Elektromagnet $e_1\,e_2$ mit Drahtrollen von zuſammen 300 Ohm Widerſtand gegen Gleichſtrom aufgeſetzt. Zwiſchen ſeinen Polen und dem darüber befindlichen Nordpol des Dauermagnets ſpielt der Anker a. Er iſt drehbar in zwei ſenkrecht zur Ebene der Zeichnung ſtehende Spitzenſchrauben eingelagert und trägt an einer langen Stahlzunge den zwiſchen den beiden Glocken ſpielenden Klöppel. Ein die Rollen durchlaufender Strom wirkt auf den Südmagnetismus der Kerne in dem einen Schenkel ſchwächend, in dem andern verſtärkend. Wenn daher die Wechſelſtröme eines Kurbelinduktors oder einer Polwechſlerbatterie den Wecker durchfließen, ſo wird der Magnetismus abwechſelnd im linken und im rechten Schenkel verſtärkt, und es iſt der durch den Nordpol des Dauermagnets ebenfalls polariſierte Anker bald auf der linken, bald auf der rechten Seite einer ſtärkeren Anziehung ausgeſetzt. Er gerät hierdurch in eine ſchwingende Bewegung, an der auch der Klöppel teilnehmen muß; dieſer ſchlägt deshalb in raſcher Folge abwechſelnd gegen die eine und die andre Glocke. Die Wechſelſtromwecker für Telegraphenleitungen zu Fernſprechbetrieb haben 1500 Ohm Widerſtand gegen Gleichſtrom; den Wechſelſtrömen eines Induktors bieten ſie dagegen einen ſcheinbaren Widerſtand von 12000 Ohm und den Schwachſtrömen von 500 Perioden einen ſolchen von mehr als 100000 Ohm. Es kommen auch Wechſelſtromwecker mit einer Glocke zur Verwendung, die den Vorzug haben, daß die Glocke den Elektromagnet nebſt Anker und Klöppel vollſtändig überdeckt und hierdurch gegen Verſtaubung ſchützt. In der Ausführungsform von Mix & Geneſt (Fig. 15) iſt der Dauermagnet M unter Zwiſchenlage eines Meſſingſtücks mit der Eiſenſchiene q verſchraubt, in welche die Kerne der Elektromagnetrollen e_1 und e_2 eingeſetzt ſind. Der Anker a iſt in der mittels der Schraube s und der Schraubenmuttern m und m_1 an dem Magnet M befeſtigten Lagerbocke b leicht drehbar gelagert. Der vom Anker getragene Klöppel k ſchlägt, wenn der Anker durch den Strom betätigt wird, abwechſelnd gegen die an der inneren Wand der Glocke angebrachten beiden Metallanſätze. Soll der Wecker reguliert werden, was nur ſelten erforderlich iſt, ſo ſchraubt man die Glocke ab und verändert Ankerabſtand und Ankerhub mittels der Anſchlagſchrauben c_1 und c_2 oder durch Verſchieben der Muttern m und m_1 auf der Schraubenſpindel s. Ohne Abnehmen der Glocke läßt ſich der ähnlich konſtruierte Wecker von Siemens & Halske regulieren, indem ſein Elektromagnetſyſtem durch Drehen eines Gewindebolzens von außen mittels eines Schraubenziehers dem Anker genähert oder von ihm entfernt werden kann.

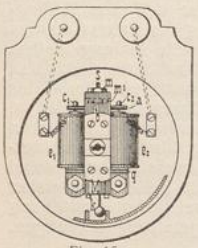


Fig. 15.

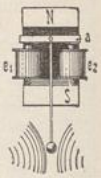
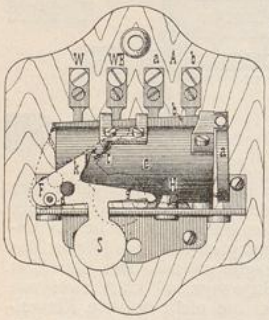


Fig. 14.



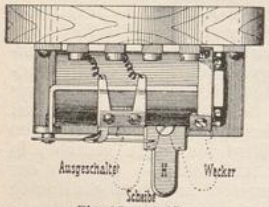


Fig. 16 und 17.

4. **Die Fallſcheibe.** Neben dem Glockenſignal ſoll durch die Fallſcheibe ein ſichtbares Zeichen gegeben werden, damit der Abweſende ſieht, daß er gerufen worden iſt. Durch die Fallſcheibe kann auch ein Wecker ſo lange zum Tönen gebracht werden, bis die Scheibe wieder zurückgeſtellt worden iſt. Der Fallſcheibenapparat Fig. 16 und 17 beſteht aus dem topfartigen Elektromagneten e mit dem Anker a, dem Fallſcheibenhebel F und dem Sperrhebel H. Der um d drehbare Hebel F liegt in der Ruhe, wie in Fig. 16 punktiert gezeichnet iſt, mit ſeinem Kontaktarm k an der vorſpringenden Naſe des Ankerhebels b, dabei liegt die Scheibe S innerhalb des Schutzkaſtens. Wird der Elektromagnet durch den Weckſtrom betätigt, ſo hebt ſich das linke Ende des Hebels b, der Arm k wird frei und die Fallſcheibe ſinkt, wobei das Schauzeichen S unterhalb des Schutzkaſtens ſichtbar wird. Gleichzeitig legt ſich der Arm k auf den Kontakt c und ſchließt ſo den Stromkreis eines zweiten, in einem andern Raum untergebrachten Gleichſtromweckers, der nebſt einer Batterie zwiſchen die Klemmen W und WB geſchaltet iſt. Der Sperrhebel H (Fig. 17) dient dazu, die Fallſcheibe und den beſonderen Wecker außer Tätigkeit zu ſetzen. Steht H rechts, ſo ſprechen Fallſcheibe und Wecker an. Bei der Mittellage des Hebels H kann zwar die Scheibe fallen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Kontakt bei *c* bleibt jedoch offen, weil der Kopf des Hebelarms *g* auf dem breiten Teile des Hebels *H* aufliegt; der Wecker tönt alſo nicht. Wird *H* nach links gedreht, ſo iſt auch die Fallſcheibe gehemmt, weil ſie dann auf dem breiten Teile des Hebels liegt.

5. **Die Signalklappen.** Sie finden in den Fernſprechumſchaltern als Signalempfänger ausgedehnte Verwendung, indem ſie ein nicht zu lautes hörbares und gleichzeitig auch ein optiſches Zeichen geben. Ihr Hauptteil iſt ein Elektromagnet, deſſen Ankerhebel mit feinem hakenförmigen Ende die Klappe in der Ruhe feſthält, aber bei Anziehung des Ankers ſie fallen läßt.

a) Die Stockſche Klappe (Fig. 18 und 19) hat einen zweiſchenkligen Elektromagneten mit einer Drahtſpule auf jedem Schenkel; der Widerſtand beider Spulen zuſammen beträgt 150 Ohm. Der Anker iſt in die Schraubenſpitzen *s* gelagert, welche von dem Meſſingbock *m* getragen werden, der brillenförmig um die Eiſenkerne des Elektromagnets herumgreift und an ihnen durch die Druckſchrauben *d* befeſtigt iſt. Der Anker trägt einen Meſſinghebel, der über die Drahtſpulen der Länge nach hinwegreicht und mit ſeinem zum Haken umgebogenen Ende über die ſcharfe Schneide eines Ausſchnitts der Fallklappe greift. Wird der Anker angezogen, ſo geht das Hakenende des Hebels nach oben und läßt die Klappe frei. Die ebenfalls in Schraubenſpitzen ſcharnierartig eingelagerte Fallklappe dreht ſich um 90° abwärts, bis der am unteren Rande befindliche Klappenfortſatz gegen die Blattfeder *f* für den Schluß des Weckerſtromkreiſes anſtößt. Die Nummer der Leitung iſt in ſchwarzer Farbe auf weißem Grunde auf der inneren Seite der Fallklappe angebracht.

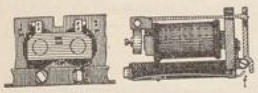
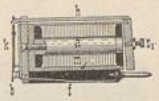


Fig. 18 und 19.



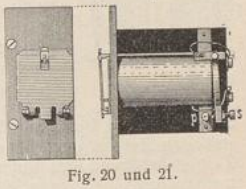


Fig. 20 und 21.

b) Die Mantelklappe. Ihr Elektromagnet iſt zur Aufhebung der induktoriſchen Einwirkungen auf die benachbarten Elektromagnete topfförmig nach Fig. 20 und 21 angeordnet. Der eine Kern *a* trägt die Drahtſpule von 600 Ohm Widerſtand, der andre zu einem Mantel ausgebildete Kern *m* umhüllt ſie. Der ſcheibenförmige, zwiſchen Schraubenſpitzen gelagerte Anker trägt an ſeiner oberen Kante einen Meſſinghebel *h*, der in einer Nute über den Eiſenmantel hinweggeführt iſt und vorn in einem Haken endet. Durch das Gewicht des Hebels wird der Anker vom Elektromagnet abgehoben. Mit dem Haken hält der Ankerhebel in der Ruhelage die Klappe hoch. Wird der Anker angezogen und damit der Haken des Hebels nach oben bewegt, ſo verliert die Klappe den Halt und fällt vermöge ihrer Schwere. Die aus Meſſing geſtanzte Fallklappe *k* bewegt ſich in einem Scharniergelenk und wird durch den Fortſatz *b*, der über die Feder *f* den Weckerſtromkreis ſchließt, beim Fallen in wagerechter Stellung aufgehalten. Die in die Mitte der Ankerſcheibe eingelaſſene Meſſingſchraube s_1 dient zur Einſtellung der Klappe und zur Verhinderung des Klebens der Ankerſcheibe. Bei der Klappe Fig. 20 berührt die Anſchlagſchraube *s* nicht den Kern, ſondern einen beſonderen Kontakt *p*; der Wecker tönt daher nicht wie bei der Anordnung Fig. 21 dauernd, ſondern nur während einer Ankeranziehung.

c) Die ſelbſthebende Klappe (Fig. 22 und 23). Sie wird nicht durch die Hand des Beamten, ſondern ſelbſttätig durch einen elektriſchen Strom in die Ruhelage zurückgeführt. Der Eiſenkern des Elektromagnets erhält zwei Drahtſpulen e_1 und e_2. Die Spule e_1 liegt in der Leitung, dagegen e_2 mit etwa 40 Ohm Widerſtand in einem Lokalſtromkreis. Die Zuführungsdrähte zu e_2 gehen über einen Hilfskontakt an der Abfrageklinke, der beim Einſetzen des Abfrageſtöpſels geſchloſſen wird. Der ankommende Weckſtrom durchfließt die Spule e_1; infolgedeſſen wird der Anker *a* angezogen und der Ankerhaken läßt die Fallklappe los. Letztere, eine ziemlich ſchwere, um die Achſe *p* drehbare Eiſenplatte, drückt beim Fallen gegen einen leichten Aluminiumſchild *s*, ſo daß dieſer ſich um ſeine Achſe *q* nach oben bis zu faſt wagerechter Lage dreht und die von ihm in der Ruhelage verdeckte Klappennummer auf *k* ſichtbar werden läßt. Wird jetzt die zugehörige Abfrageklinke geſtöpſelt, ſo wird der Strom der Ortsbatterie durch die Spule e_2 geſchloſſen, der Elektromagnet zieht die Klappe *k* an und bringt ſie nebſt dem Schilde *s* wieder in die Ruhelage.

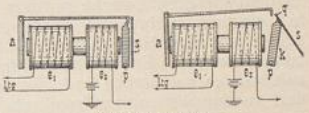


Fig. 22 und 23.

6. **Automatiſche Schlußzeichen.** Sie dienen an Stelle der Klappen, die durch Drehen der Induktorkurbel bei der Sprechſtelle zu betätigen ſind, zur Anzeige des Geſprächsſchluſſes und werden lediglich durch das Anhängen des Fernhörers an den Hakenumſchalter der Sprechſtelle in Wirkſamkeit geſetzt. Das Schlußzeichengalvanoſkop (Fig. 24 und 25) iſt ein ſehr empfindliches Galvanoſkop, deſſen Zeiger eine rote oder gelbe Metallſcheibe trägt. Dieſe wird in dem Glasfenſter des Galvanoſkopgehäuſes als Schlußzeichen ſichtbar, ſobald der Zeiger durch einen Batterieſtrom des Vermittlungsamtes dauernd abgelenkt wird. Der Wechſelſtrom des Induktoranrufs bringt nur ein flatterndes Erſcheinen der Scheibe hervor. Die Stromzuführung zu dem Galvanoſkop vermitteln zwei unten aus dem Gehäuſe herausragende Stromſchlußfedern, welche ſich gegen zwei Meſſingſtücke legen. Die beiden gebogenen Drähte rechts und links im Gehäuſe begrenzen den Ausſchlag des Zeigers. Der Widerſtand des Galvanoſkops beträgt 200 Ohm.

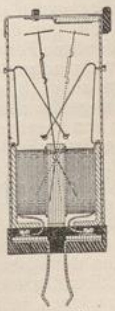


Fig. 24.

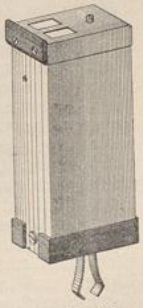


Fig. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es wird nebſt der Schlußzeichenbatterie von 4—6 Volt Spannung als Brücke zwiſchen die beiden Drähte der zur Verbindung der Sprechſtellen benutzten Stöpſelſchnur eingeſchaltet. Damit aber nicht über die gemeinſame Batterie ein Mitſprechen zwiſchen den verſchiedenen Schnüren ſtattfindet, iſt in jede Zuleitung zur Batterie eine Induktanzrolle von 250 Ohm gelegt, welche vermöge ihrer Selbſtinduktion die Sprechſtröme von der Batterie abdrängt. — An Stelle des Galvanoſkops mit doppelter Induktanzrolle kommen auch Schauzeichen mit hoher Selbſtinduktion zur Verwendung; ſie beſtehen aus einem Elektromagnet mit zwei Rollen von zuſammen 500 Ohm Widerſtand. Die Kerne des Elektromagnets ſind an den unten herausragenden Enden ſeitlich ausgerundet und drehen, wenn ſie magnetiſch werden, den Anker um ſeine wagerechte Achſe im Sinne des Uhrzeigers. Auf der oberen Seite des Ankers ſitzt ein leichter Zeiger aus Aluminium, der oben eine gelbe Fahne trägt.

7. **Der Wechſelſtromanzeiger** (Fig. 26). Er dient zur Prüfung des richtigen Abgangs des Weckſtroms vom Amte. Die Kerne des Elektromagnets ſind auf eine Eiſenplatte *m* aufgeſetzt, an die ſich zwei rechtwinklig gebogene Magnete mit ihren nordmagnetiſchen Enden anlegen. Die Südpole *S* dieſer Magnete ſind durch zwei Stahlſchrauben s^1 und s^2 auf dem Steg *r* eines Meſſingrahmens aufgeſchraubt. Der Anker *a* iſt um eine wagerechte Achſe drehbar und wird beim Durchgang eines Wechſelſtromes durch die Elektromagnetumwindungen abwechſelnd von dem einen und dem andern Kern angezogen, dadurch ſchlägt der auf den Anker aufgeſetzte Zeiger *Z* abwechſelnd nach rechts und links aus. Die Fahne des Zeigers iſt in drei Felder eingeteilt, in ein ſchwarzes in der Mitte und zwei weiße zu beiden Seiten. In der Ruhelage ſteht das ſchwarze Feld vor dem Fenſterchen des den Zeiger umgebenden Meſſingzylinders *C*, wogegen bei der flatternden Bewegung des Zeigers während des Rufens die weißen Felder der Fahne durch das Fenſter durchſchimmern und dadurch beſtätigen, daß der Weckſtrom ordnungsmäßig in die Leitung fließt.

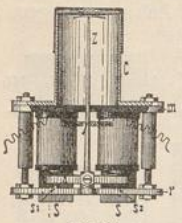
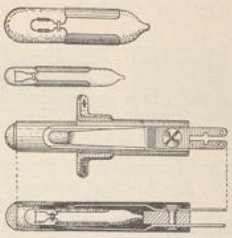


Fig. 26.


Fig. 27 a (oben) und 27 b (unten).

8. **Signallampen.** Bei großen Vermittlungsämtern werden die Signalklappen jetzt mehr und mehr durch Glühlampen verdrängt. Glühlampen laſſen ſich in ſo kleiner Form herſtellen, daß ſie in den Umſchaltetafeln unmittelbar neben den zugehörigen Abfrageklinken untergebracht werden können. Sie verlöſchen beim Einſetzen des Abfrageſtöpſels automatiſch. Bei Aemtern mit Lampenſignalen werden auch als Schlußzeichenempfänger meiſt Glühlampen verwendet. Die für ſolche Lampen erforderliche Batterieſpannung ſchwankt je nach der Lampenkonſtruktion zwiſchen 4 und 24 Volt. Die Anruflampen (Fig. 27 a) werden zu je zehn Stück in die zwiſchen den Abfrageklinkenſtreifen angebrachten Lampenſtreifen aus Ebonit eingeſchoben. Die Schlußzeichenlampen (Fig. 27 b) werden mittels einer Metallhülſe einzeln im Taſtenbrett befeſtigt.

III. Nebenapparate.

1. **Selbſttätige Umſchalter.** Die Fernſprechleitung iſt im Ruhezuſtand bei der Sprechſtelle mit dem Wecker verbunden, muß aber bei Beginn eines Geſprächs auf die Sprechapparate geſchaltet werden. Dies beſorgt in den Wandgehäuſen der Hakenumſchalter, der durch das Abnehmen und ſpätere Wiederanhängen des Fernhörers betätigt wird. In den Tiſchgehäuſen wird das Abnehmen und Wiederauflegen des Handapparats zu dem gleichen Zwecke nutzbar gemacht. — Der vielfach in Gebrauch befindliche Hakenumſchalter (Fig. 28 und 29) beſteht aus dem Hakenhebel und ſechs Blattfedern mit Kontakten, die durch Ebonit- oder Glimmerzwiſchenlagen iſoliert aufeinander geſchraubt ſind. Die erſten beiden Federn (*M*) ſind in den Mikrophonſtromkreis eingeſchaltet, die vierte Feder *F* iſt mit dem Fernhörer, die fünfte (*L*) mit der Leitung und die ſechſte Feder (*W*) mit dem Wecker verbunden, der um die Achſe *A* drehbare Hakenhebel drückt, wenn der Hörer angehängt wird, mit dem rechts befindlichen Anſatz gegen die dritte Feder und legt dabei die mit dieſer durch ein Ebonitſtück verbundene Feder *L* gegen den Weckerkontakt, während zugleich die beiden Mikrophonfedern außer Berührung treten. Wird der Hörer abgenommen, ſo drückt die dritte Feder den Haken empor und legt ſich zurückweichend gegen den abgeflachten Teil des rechten Hebelendes, wobei ſie zugleich die Leitungsfeder gegen die Feder *F* zieht und die beiden Federn *M* mittels eines zweiten Ebonitſtücks zuſammendrückt. — In den Fernſprechgehäuſen für Zentralbatteriebetrieb hat der Hakenumſchalter gewöhnlich nur zwei Federn mit einem Kontakt, wodurch die ſonſt häufigen Fehler in dieſem Apparatteil auf ein Mindeſtmaß beſchränkt werden.

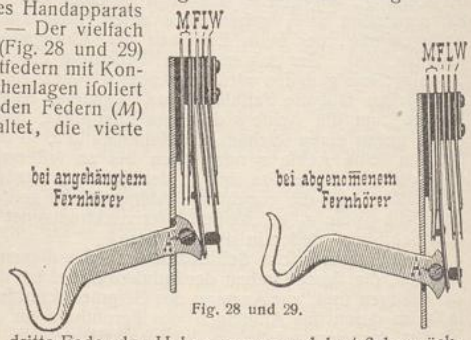


Fig. 28 und 29.

2. **Blitzableiter und Schmelzſicherungen.** Zum Schutz der feinen Drahtwicklungen in den Fernſprechapparaten und der dieſe benutzenden Perſonen gegen Entladungen atmoſphäriſcher Elektrizität müſſen den Apparaten Blitzableiter vorgeſchaltet werden. Als ſolche dienen Platten-, Kohlen- und Luftleerblitzableiter. — Leitungen, für welche die Möglichkeit einer Gefährdung durch Starkſtromanlagen beſteht, werden außerdem durch Schmelzſicherungen geſchützt. Für

Fernſprechleitungen kommen ſtets zwei Sicherungen zur Verwendung: eine Grobſicherung und eine Feinſicherung. Jene ſchützt gegen plötzlich auftretende ſtärkere Ströme von 6 Ampère an, dieſe auch gegen ſchwache Ströme von mindeſtens 0,22 Ampère (Telegraphenleitungen erhalten nur Grobſicherungsſchutz).

a) Schutzapparate für Fernſprechſtellen. Dieſe werden meiſt in einem ſogenannten Sicherungskäſtchen vereinigt, das möglichſt nahe der Leitungseinführung angebracht wird. Ein ſolcher Schutzapparat (Fig. 30) enthält zwei Kohlenblitzableiter, zwei Schneidenblitzableiter, zwei Grobſicherungen und zwei Feinſicherungen auf einer lackierten Schieferplatte montiert. Der Stromweg führt aus der Leitung zur Klemme *L a* über den Schneidenblitzableiter *t*, die Grobſicherung *p*, den Kohlenblitzableiter *k* und die Feinſicherung *r* zur Klemme *A a*, von da nach den Apparaten und zurück zur Klemme *A b*, ſodann in umgekehrter Richtung über die zweite Feinſicherung, Kohlenblitzableiter, Grobſicherung und Schneidenblitzableiter zur Klemme *L b* und in die Rückleitung. Die Grobſicherung beſteht aus einer Porzellangrundplatte *G*, auf welcher an dem einen Ende zwei mit Schrauben ausgerüſtete und rechtwinklig nach unten gebogene Meſſingſtreifen und an dem andern Ende ebenfalls zwei mit Schrauben verſehene gerade Meſſingſtreifen feſtgeſchraubt ſind. An den Meſſingſtreifen ſind die zum Feſtklemmen der Schmelzpatrone dienenden Bronzefedern *f* befeſtigt. An der Porzellangrundplatte iſt ein Meſſingſtreifen als Erdplatte angebracht; er bildet mit den von ihm 1,35 mm abſtehenden Unterkanten der rechtwinklig gebogenen Streifen den Schneidenblitzableiter. Der Schmelzdraht der Schmelzpatrone *p* beſteht aus 0,3 mm ſtarkem Rheotandraht; er iſt zentriſch und gerade durch das Glasrohr der Patrone geführt und in der Mitte auf 5 mm durch ein dünnes Glasröhrchen geſchützt, das auf beiden Seiten mit Scheibchen von Aſbeſtpapier abgeſchloſſen iſt. Der übrige Raum der Schmelzpatrone iſt mit Schmirgelpulver angefüllt. Zum luftdichten Abſchluß der Patrone dienen Kupferkappen, die mit den Schmelzdrahtenden verlötet und mit Kitt auf der Glasröhre befeſtigt ſind. Als Kohlenblitzableiter dienen zwei aufeinander gelegte Kohlenplatten *k* (Fig. 31), die durch dazwiſchengelegte 0,15 mm dicke Papierſtreifen gegeneinander iſoliert ſind. Beide Plattenpaare werden durch die Blattfedern f^3 gegen die mit Erde verbundene Meſſingplatte *S* gedrückt; die untere Kohlenplatte ſteht daher mit Erde, die obere mit f^3 in leitender Verbindung. Beide Federn f^3 und f^2 ſind aus einem Stück gefertigt. Zwiſchen f^2 und einer dritten Feder f^1 iſt die Feinſicherungspatrone *r* eingeklemmt. Dieſe beſteht aus einer zylindriſchen Metallkapſel, in deren Längsachſe ein gegen ſie durch Ebonitſcheiben iſolierter Metallzylinder liegt. Auf letzterem iſt ein mit Seide umſponnener Nickelindraht aufgewickelt, deſſen eines Ende mit dem Metallzylinder verlötet iſt, während das andre Ende durch ein Loch der Ebonitſcheibe hindurchgeführt iſt und die Metallkapſel leitend berührt. Der innerhalb der Spule befindliche Metallzylinder iſt an dem einen Ende ausgebohrt; in dem hierdurch gebildeten Hohlraum iſt der Stift *s* durch Woodſches Metall feſtgelötet. Wenn der die Spule durchfließende Strom eine Stärke von ungefähr 0,22 Ampère erreicht hat, ſo erwärmt er die Spule derart, daß das Woodſche Metall zum Schmelzen kommt. Die Feder f^2 reißt alsdann den Stift *s* aus der Patrone heraus, ſo daß die Leitung nach den Apparaten unterbrochen wird, nach dem Kohlenblitzableiter indeſſen noch frei iſt. Bei der großen Empfindlichkeit desſelben iſt die Bildung eines Lichtbogens zwiſchen den Kohlenplatten nicht ausgeſchloſſen. Um dem vorzubeugen, legt ſich die hochgehende Feder f^2 gegen den wagerechten Arm der mit der Erdplatte *S* verſchraubten Feder *a* und erdet dadurch den Kohlenblitzableiter. Der Fremdſtrom wächſt hierdurch ſo an, daß er nun die Grobſicherung zum Schmelzen bringt, und die Außenleitung jetzt nur noch am Schneidenblitzableiter liegt, deſſen weite Funkenſtrecke die Bildung eines Lichtbogens ausſchließt.

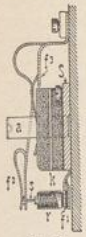


Fig. 31.

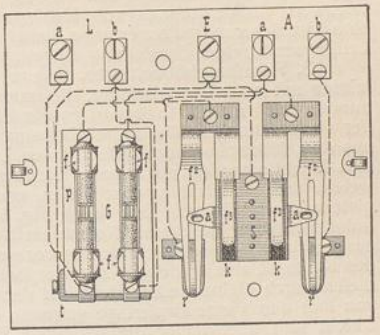


Fig. 30.

b) Schutzapparate für Vermittlungsämter. Es kommen hauptſächlich Kohlenblitzableiter mit Feinſicherungen und Luftleerblitzableiter zur Verwendung. Die erſteren werden für 5, 10, 20 und 25 Doppelleitungen oder die doppelte Anzahl Einzelleitungen gebaut. Auf einem hölzernen Grundbrett iſt eine Meſſingſchiene — die Erdſchiene — mittels je zweier Meſſingwinkel an den beiden Enden befeſtigt. Die Kohlenplattenpaare werden durch ſtarke Federn gegen die Erdſchiene gedrückt. Oberhalb der Kohlenplatten ſind noch die als Feinſicherungen dienenden Schmelzpatronen angeordnet, ſie werden durch zwei Federn gehalten, die durch einen Ebonitſtreifen voneinander iſoliert ſind. Die Wirkungsweiſe iſt die der Kohlenblitzableiter und Feinſicherungen im Sicherungskäſtchen.

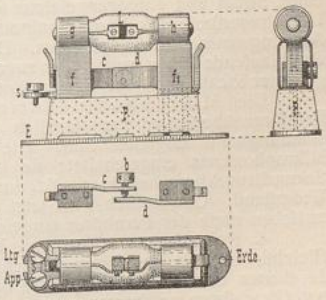


Fig. 32 und 33.

Die Luftleerblitzableiter dienen hauptſächlich zum Schutze der Fernleitungen; ſie werden indes auch zur Ausrüſtung von großen Kabelüberführungsſäulen und in den telegraphen-

technischen Einrichtungen größerer Aemter benutzt. Auf einer vernickelten Messingplatte E (Fig. 32 und 33) ist der zur Erzielung einer guten Isolation mit Ausschnitten versehene Porzellansockel P befestigt. Er trägt zwei doppel-∩-förmig ausgebildete Kontaktfedern f und f_1 zur Aufnahme der mit Schneidekontakten versehenen Luftpatrone L, deren Einrichtung bereits beim Luftleerstangenblitzableiter (S. 439) beschrieben ist. Die Kontaktfeder f ist mit der Schiene s verbunden, die zwei Zuführungsschrauben für die Leitung und den Apparat trägt; die Kontaktfeder f_1 hat dagegen durch zwei in den Porzellansockel eingelassene Schrauben mit der Erdschiene E Verbindung. Die Ansätze c und d der Kontaktfedern bilden miteinander eine grobe Spannungssicherung, die durch die Stellschraube b reguliert werden kann. Die Einzelblitzableiter werden auf gemeinsamen Grundplatten G (Fig. 34) aus vernickeltem Messing zu Mehrfachblitzableitern vereinigt. In der Nähe des Arbeitsplatzes einer Fernleitung wird in jeden Leitungszweig ein solcher Luftleerblitzableiter eingeschaltet. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß die hochgespannten atmosphärischen Entladungen ihren Weg aus der Leitung über die Schiene s, die Kontaktfeder f und die Metallkappe g nehmen, den Zwischenraum der Kohlenblättchen überspringen und über h und f_1 zur Erde abgeleitet werden. Die Luftleere erleichtert den Spannungsaustausch und erschwert ein Verbrennen von Kohlenteilchen. Ein weiterer Luftleerblitzableiter, dem noch eine Feinsicherungspatrone angeschaltet ist, wird möglichst nahe der Einführung in jeden Leitungsdraht einer Fernleitung eingefügt.



Fig. 34.

3. **Fernsprechübertrager.** Wenn eine an beiden Enden mit Erde verbundene Einzelleitung mit einer Doppelleitung, die unter Ausschluß der Erde als Schleife betrieben wird, verbunden werden soll, so bedarf es der Einschaltung eines Apparats, der die Sprechströme aus der einen Leitung in die andre überträgt. Ein ähnlicher Apparat ist nötig, um die Sprechströme aus dem Mikrophonstromkreise auf den Leitungskreis zu übertragen. Die Fernsprechübertrager sind Induktionsrollen mit einem Eisenkern und zwei Drahtwicklungen. Sprechwechselströme, welche die eine Wicklung durchlaufen, erzeugen durch Induktion in der andern Wicklung genau gleiche Wechselströme. Der durch Fig. 35 dargestellte Fernsprechübertrager besteht aus einer Induktionsspule, welche als Kern k ein 3 cm dickes Bündel feiner Eisendrähte enthält, die gut ausgeglüht und durch Lacküberzug vor gegenseitiger Berührung geschützt sind. Auf jedes Ende des Kerns ist eine mit entsprechender Bohrung versehene Holzplatte g aufgeschoben. Zwischen diesen durch kleine Messingstücke auf der Grundplatte befestigten Holzplatten ist auf dem Kerne, von ihm durch eine Papierlage getrennt, die primäre Drahtspule P, dann eine doppelte Papierschicht und über dieser die sekundäre Wicklung S angebracht. Die primäre Spule hat 200, die sekundäre etwa 240 Ohm Widerstand, beide haben aber gleichviel Windungen. Zwischen den Klemmen $P_1 A$ und $P_1 E$ liegt die erste Hälfte, zwischen $P_2 A$ und $P_2 E$ die zweite Hälfte der primären Wicklung. Zwischen letzteren Klemmen wird die Schlußzeichenbatterie eingeschaltet; wird keine benutzt, so sind beide Klemmen durch einen Draht zu verbinden. Die sekundäre Spule liegt zwischen den Klemmen SA und SE. Zur Erhöhung der Wirksamkeit des Uebertragers ist die sekundäre Rolle außen ringsum mit etwa 0,5 cm starken, parallel zur Längsachse gelagerten Bündeln k aus feinem Eisendraht umgeben, welche gegen äußere Beschädigungen durch einen Lacküberzug geschützt sind. Wird die Membran des Mikrophons in der Sprechstelle A (Fig. 36) durch Schallwellen in Schwingungen versetzt, so fließen die in der Induktionsspule dieser Sprechstelle entstehenden Wechselströme durch die primäre Umwicklung P des Induktionsübertragers in der Vermittlungsanstalt V_1 zur Erde ab. Dabei ruft jeder, beispielsweise in der Richtung des beigesetzten Pfeils verlaufende Stromstoß, solange seine Stärke zunimmt, in der sekundären Uebertragerspule S einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, welcher die Leitung L_1 sowie die sekundäre Uebertragerspule des Vermittlungsamtes V_2 durchfließt, um durch die Leitung L_2 nach dem Ausgangsamte zurückzugelangen. Der die sekundäre Spule des Uebertragers auf dem Amte V_2 durchlaufende Strom ruft in der zugehörigen primären Spule wieder einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, der zur Sprechstelle B gelangt und dort den Fernhörer in Tätigkeit setzt.

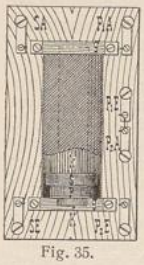


Fig. 35.

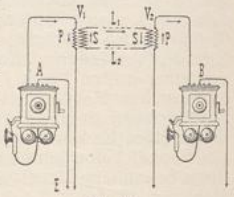


Fig. 36.

Die Mikrophoninduktionsrolle unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen Fernsprechübertrager hauptsächlich dadurch, daß beide Wicklungen nach Drahtstärke und Windungszahl ungleich sind. Die primäre Wicklung hat etwa 1 Ohm und wird in den Mikrophonkreis eingeschaltet; sie besteht aus 0,5 mm starkem isoliertem Kupferdraht. Die Sekundärwicklung besteht aus 0,2 mm starkem isolierten Kupferdraht und hat etwa 200 Ohm Widerstand. Gewöhnlich wird jetzt die sekundäre Wicklung in zwei gleiche Teile geteilt und zwischen diese der Fernhörer eingeschaltet.

4. **Polarisationszellen und Kondensatoren.** Beide lassen Gleichströme, z. B. den Strom der Schlußzeichenbatterie, nicht durch; sie dienen daher dazu, bestimmte Stromwege für den Durchgang von Gleichstrom zu sperren oder zu verriegeln. Wechselströme, also die Weckströme des Induktors oder Polwechslers und ebenso die Sprechströme gehen ohne nennenswerte Schwächung hindurch.

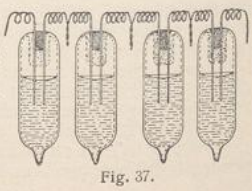


Fig. 37.

a) Polarisationszellen (Fig. 37) sind kleine, oben zugeschmolzene Glasgefäße zu drei Viertel mit einer Flüssigkeit gefüllt und mit zwei in diese eintauchenden Elektroden aus Platin oder

Aluminium verſehen. Ihre Wirkung beruht auf der ſofortigen Erzeugung einer Gegenſpannung (Polariſation), die den Durchgang des Gleichſtroms verhindert. Zellen mit Platinelektroden in verdünnter Schwefelſäure erzeugen pro Zelle eine elektromotoriſche Gegenkraft von 1,8 Volt; Zellen mit Platinelektroden in einer Löſung von doppeltkohlenſauerm Natron eine ſolche von 2,7 Volt.

b) Kondenſatoren. Die Fernſprechkondenſatoren ſind aus einem Bande von präpariertem Papier, das beiderſeits mit Stanniolbändern belegt iſt, durch Aufwickeln hergeſtellt. Die Wicklung iſt in einem Behälter aus Pappe oder Blech von viereckigem Querſchnitt eingepreßt. Der Behälter iſt mit Iſoliermaſſe ausgegoſſen. Die Kondenſatoren haben 2 Mikrofarad Kapazität, ſie bieten einem Wechſelſtrom von 15 Perioden in der Sekunde nur 2000 Ohm Widerſtand und ſind den Polariſationszellen in bezug auf Betriebsſicherheit überlegen.

5. **Induktanzrollen für den Fernſprechbetrieb.** Sie dienen zum Abſperren von Wechſelſtrömen, insbeſondere der Sprechſtröme. Die Rollen ſetzen vermöge ihrer Selbſtinduktion den aus Wechſelſtrömen mit hoher Periodenzahl beſtehenden Fernſprechſtrömen einen hohen ſcheinbaren Widerſtand entgegen, der ihren Durchgang ganz oder größtenteils verhindert. — Die im Fernſprechbetrieb am häufigſten verwendete Induktanzrolle (Fig. 38) beſteht aus einer Holzſpule, die mit feinem iſolierten Kupferdraht umwickelt iſt, deſſen Enden an zwei auf dem Grundbrett angebrachten Klemmen A^1 E^2 liegen. Der Hohlraum der Holzſpule iſt mit einem Bündel von dünnen lackierten Eiſendrähten ausgefüllt, die den Kern bilden und in ihrer Verlängerung nach außen die Rolle von beiden Seiten mantelförmig umſchließen. Der Widerſtand der Rollen beträgt 500 bis 1000 Ohm. Bei den Rollen mit 1000 Ohm iſt der Umwindungsdraht in der Mitte unterbrochen und an zwei weitere Klemmen E^1 und A^2 geführt, die durch die Meſſingſchiene v miteinander verbunden ſind. Durch Abnehmen dieſer Schiene erhält man zwei Induktanzrollen von je 500 Ohm Widerſtand.

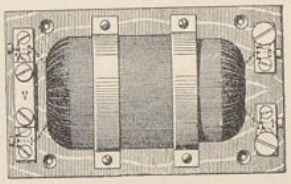


Fig. 38.

IV. Die Fernſprechgehäuſe und ihre Schaltungen.

Die Fernſprechgehäuſe haben die zu einer Sprechſtelle gehörigen Einzelapparate, die feſten Drahtverbindungen zwiſchen dieſen und die Zuführungsklemmen aufzunehmen. Das Gehäuſe enthält in der Regel ein Mikrophon, einen oder zwei Fernhörer, einen Kurbelinduktor, einen Wecker, einen ſelbſttätigen Umſchalter und die Mikrophoninduktionsrolle; dazu treten in Fernſprechnetzen mit ſelbſttätigem Schlußzeichen die Polariſationszellen oder Kondenſatoren. Man unterſcheidet Wandgehäuſe in Schrankform (Fig. 39) oder in Pultform (Fig. 40) und Tiſchgehäuſe (Fig. 41). Fernſprechgehäuſe mit einer Vorrichtung zum Einkaſſieren der Sprechgebühr heißen Fernſprechautomaten. In den Gehäuſen liegt im Ruhezuſtand der Wecker an Leitung, ſo daß der ankommende Weckſtrom den Wecker durchläuft. Wird von der Sprechſtelle aus geweckt, ſo ſchaltet ſich der Magnetinduktor bei Beginn des Kurbeldrehens ſelbſttätig ein; es entſteht ein neuer Stromkreis für den abgehenden Weckſtrom, jedoch nur für die Dauer des Weckens. Nimmt man darauf den Fernhörer zum Geſpräch vom ſelbſttätigen Umſchalter ab, ſo legt dieſer die Leitung auf den Fernhörer und ſtellt damit den Hörſtromkreis her. Zugleich wird ſelbſttätig der Mikrophonſtromkreis geſchloſſen, der durch die Induktionsrolle mit dem Hörſtromkreiſe in Verbindung ſteht.



Fig. 39.

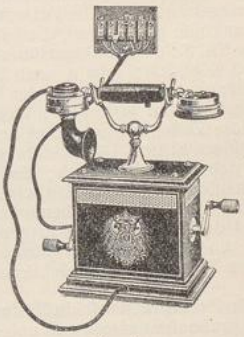


Fig. 41.

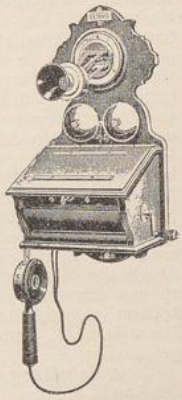


Fig. 40.

1. **Schaltung der Telegraphenleitungen zu Fernſprechbetrieb.** Auf dieſen Leitungen wird neben dem Sprechverkehr auch der Telegrammverkehr durch den Fernſprecher vermittelt. Sämtliche Telegraphenanſtalten einer ſolchen Leitung ſind nebeneinander geſchaltet, ſo daß jede eine Abzweigung von der Leitung zur Erde bildet (Fig. 42). Iſt die Leitung doppeldrähtig, ſo tritt an Stelle der Erde die Rückleitung. Jede Betriebsſtelle bildet dann mit ihren Apparaten eine Brücke zwiſchen Hin- und Rückleitung. Der von einer beliebigen Anſtalt in die Leitung fließende Weckſtrom verzweigt ſich an jedem Abzweigungspunkt und es gelangt nach jedem der übrigen Aemter nur ein Zweigſtrom. Da jedes an die Leitung angeſchloſſene Amt in ſeinem Wecker 1500 Ohm Widerſtand hat, ſo fällt der viel geringere Widerſtand der Drahtleitung ſelbſt für die Stromleitung kaum ins Gewicht; man kann ohne großen Fehler annehmen, daß die Abzweigungen ſämtlich von einem Punkte ausgehen und gleichen Widerſtand aufweiſen. Sind z. B. neun Aemter angeſchloſſen und wird von einem Amte Strom geſandt, ſo verzweigt ſich dieſer in acht Leitungen, deren

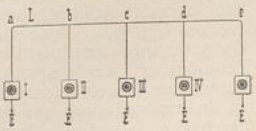


Fig. 42.

kombinierter Widerſtand nur 1500 : 8 = rund 188 Ohm beträgt. Von dem infolgedeſſen recht kräftigen Geſamtſtrom erhält jedes Amt ein Achtel, und dieſer Teilſtrom iſt völlig ausreichend, um den empfindlichen Wecker zum Anſprechen zu bringen. Beim Sprechen verteilen ſich die in einem Zweig erzeugten Sprechſtröme nicht gleichmäßig auf die übrigen Zweige; ſie gehen vielmehr faſt ungeteilt zu demjenigen Amte, mit welchem geſprochen wird. Denn bei dieſem Amte ſind nur Fernhörer und ſekundäre Spule der Induktionsrolle mit etwa 400 Ohm Widerſtand eingeſchaltet, während bei den übrigen Aemtern die Wecker nicht nur durch ihren hohen Widerſtand von 1500 Ohm, ſondern weit mehr noch durch ihre bedeutende Selbſtinduktion den Sprechſtrömen den Weg verſperren, da jeder Wecker ihnen einen ſcheinbaren Widerſtand von etwa 10000 Ohm entgegenſetzt. Der Stromlauf wird ſchematiſch durch Fig. 43 dargeſtellt. Der abgehende Weckſtrom geht vom Induktor *Y* direkt in die Leitungszweige *a* und *b* der Doppelleitung; der ankommende Weckſtrom geht vom Leitungszweige *a* über das Induktorgeſtell und den Hakenumſchalter *H* nach dem Wecker *W* und von dieſem in den *b*-Zweig der Leitung. Der Stromkreis für das Mikrophon *M* wird nach Abheben des Fernhörers *F* vom Hakenumſchalter *H* über dieſen und die Mikrophonbatterie *MB* durch die primäre Wicklung *p* der Induktionsrolle *J* geſchloſſen. Der Fernhörer *F* iſt zwiſchen den Hälften der ſekundären Spule *s* des Induktionsübertragers über den Hakenumſchalter und das Geſtell des Induktors in die Leitung *a|b* eingeſchaltet.

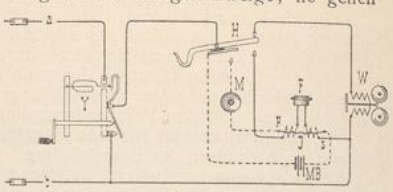


Fig. 43.

2. **Schaltung für Fernſprechanſchlußleitungen mit Ortsbatterie.** Die hierfür zur Verwendung kommenden Wand- oder Tiſchgehäuſe haben einen Weckerwiderſtand von nur 300 Ohm. Das durch Fig. 44 ſchematiſch dargeſtellte Wandgehäuſe hat zwei Klemmen *La* und *Lb* für die vom Sicherheitskäſtchen heranzuführenden beiden Leitungszweige, ferner zwei Klemmen W_1 und W_2, die gewöhnlich durch eine Spange verbunden ſind. Zwiſchen dieſe Klemmen kann nach Abnahme der Spange ein zweiter, in einem andern Raum anzubringender Wecker geſchaltet werden. Die beiden Klemmen *PZ* des Gehäuſes dienen zur Einſchaltung eines Satzes von Polariſationszellen oder eines Kondenſators für den Fall, daß in dem betreffenden Fernſprechnetz ſelbſttätige Schlußzeichen eingeführt ſind. Die Polariſationszellen liegen nur im Hörſtromkreiſe (*La*, k^1, k^2, Federn *L* und *F* von *H*, obere Klemmen *SA*, *SE* des Induktionsübertragers *J*, *F*, untere Klemmen *SE*, *SA*, k^0, *Lb*); ſobald nach Schluß des Geſprächs durch Anhängen des Hörers *F* der Weckſtromkreis (*La*, k^1, k^2, Federn *L* und *W* von *H*, Wecker *W*, *Lb*) hergeſtellt wird, ſind die Zellen ausgeſchaltet und der Weg für den Schlußzeichenſtrom iſt frei. Die Schaltung der Tiſchgehäuſe für Ortsbatteriebetrieb iſt ähnlich; der Induktor *Y* erhält bei dieſen Gehäuſen meiſt zwei Kurbeln, und die auf dem Gehäuſe angebrachte Tragſtange des Handapparats erſetzt den Hakenumſchalter *H* des Wandgehäuſes. Wird der Handapparat aus der Gabel der Tragſtange herausgenommen, ſo wird ſtatt des Weckers der Handapparat eingeſchaltet und zugleich der Mikrophonſtromkreis (Mikrophonbatterie *MB*, *MZ*, Mikrophon *M*, primäre Wicklung des Induktionsübertragers *J*, Feder *M* von *H*, Klemme *MK*) geſchloſſen.

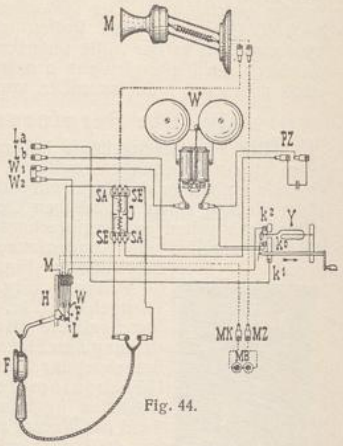


Fig. 44.

3. **Schaltung für Fernſprechanſchlußleitungen mit Zentralbatterie.** Die Zentralbatterie des Amtes, die den Mikrophonſpeiſeſtrom und unter Umſtänden auch den Weckſtrom für die Sprechſtelle liefert, liegt entweder an den Stöpſelſchnüren, ſo daß ſie nur bei Einleitung eines Geſprächs vom Beamten mit der Leitung verbunden wird. Oder ſie liegt dauernd an der Leitung; ihr Strom findet jedoch gewöhnlich den Weg bei der Sprechſtelle verriegelt und wird erſt durch Abheben des Fernhörers geſchloſſen. Im zweiten Falle betätigt der Stromſchluß zugleich das Anrufzeichen auf dem Amte, die Sprechſtelle kann alſo außer der Mikrophonbatterie auch den Kurbelinduktor entbehren. Das durch Fig. 45a und 45b dargeſtellte Fernſprechwandgehäuſe für Zentralbatteriebetrieb iſt ein einfaches Käſtchen aus Eiſenblech, außen ſchwarz lackiert und mit Goldbronze verziert; es enthält Wecker, Hakenumſchalter, Induktionsrolle, den Kondenſator von 2 Mikrofarad und die Zuführungsklemmen auf der Grundplatte montiert. Auf der Vorderſeite befindet ſich der bewegliche Mikrophonträger mit einem Kohlengrusmikrophon. Der Wecker *W* (Fig. 46) von 1000 Ohm Widerſtand liegt mit dem Kondenſator *C* ſtändig in der Doppelleitung und ſpricht auf eingehende Rufwechſelſtröme an, während dem Gleichſtrom der Zentralbatterie der Weg durch den Kondenſator *C* geſperrt iſt. Wenn beim Abheben des Fernhörers der Hakenumſchalter *H* ſeinen Kontakt ſchließt, beginnt der Batterieſtrom des Amtes zu fließen und zwar aus der Leitung von Klemme *La* durch das Mikrophon *M*, über *H* und durch die Primärſpule der Induktionsrolle *J* nach der Klemme *Lb* zur Rückleitung, dadurch wird das Anrufſignal beim Amte betätigt. Das Kohlengrusmikrophon von 200—300 Ohm Widerſtand liegt direkt in der Leitung, und die beim Sprechen von ihm erzeugten Stromſchwankungen pflanzen ſich unmittelbar in der Leitung über das Amt hinaus bis zur zweiten Sprechſtelle fort. Der Fernhörer *F* liegt in einem Ortsſtromkreiſe für ſich, auf den die abgehenden und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ankommenden Stromfchwankungen in der Induktionsrolle *J* übertragen werden. Durch die Weckerbrücke hindurch findet ein Ausgleich der Stromfchwankungen nicht ftatt, weil die hohe Selbftinduktion des Weckers diefen Weg verfperrt. Wird der Batteriefttrom nach Schluß des Gefprächs durch Anhängen des Hörers wieder unterbrochen, fo bewirkt diefe

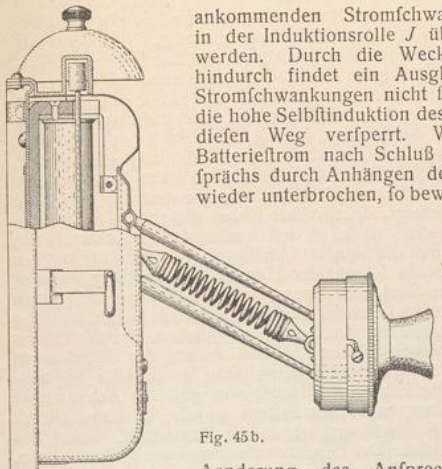


Fig. 45b.

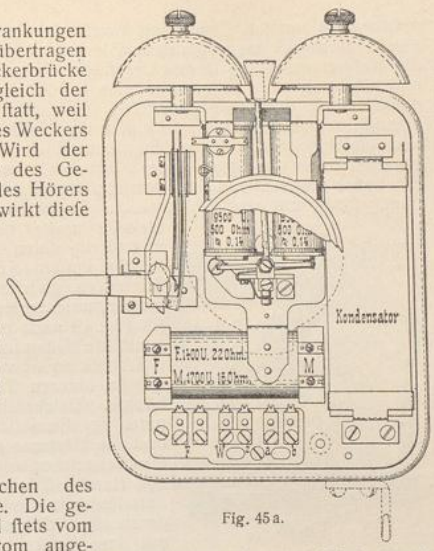


Fig. 45a.

Aenderung das Anfprechen des Schlußzeichens beim Amte. Die gewünfchte Sprechftelle wird ftets vom Amte aus mit Wechfelftrom angerufen. Die Klemme W_2 dient zur Einfchaltung eines zweiten Weckers. Bei dem Tifchgehäufe für Zentralbatteriebetrieb (Fig. 47) find die einzelnen Apparatteile und Klemmen mit Ausnahme des Kondenfators in einem ähnlichen Kaften wie beim Wandgehäufe untergebracht und auf der

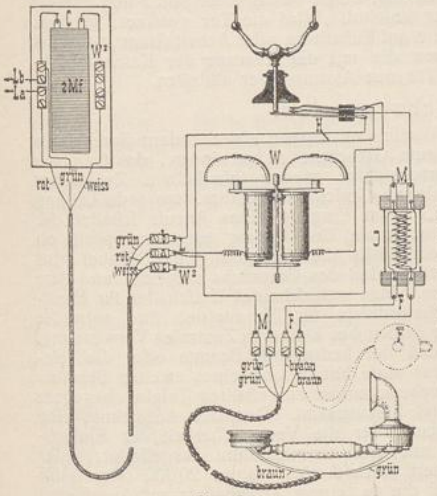


Fig. 47.

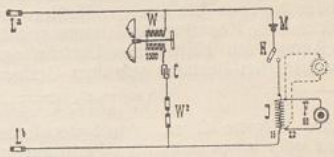


Fig. 46.

Grundplatte montiert. Auf dem Deckel des Kaftens ift die Vorrichtung zum Tragen des Handapparats befeftigt. Die Tragftange wirkt mit einem an ihrem unteren Ende angebrachten ifolierten Stifte unmittelbar auf die in wagerechter Stellung an einem Eifenwinkel befeftigte Ein- und Ausfchaltevorrichtung. Der Kondenfator ift in einem Beikaften untergebracht, der gleichzeitig als Anfchlußkäftchen dient und mittels dreiadriger Schnur mit dem Hauptapparate in Verbindung fteht. Die Widerftände in den Apparaten find diefelben wie beim Wandgehäufe.

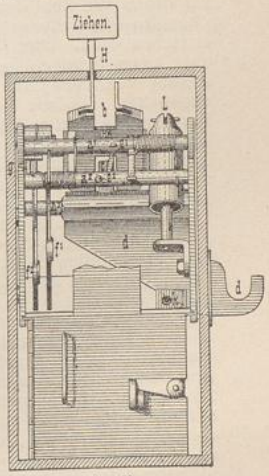


Fig. 48.

Stromlauf für den ankommenden Weckftrom: Wandklemme *La*, Gehäufeklemme *La*, Wecker *W*, Umfchalter *H*, Gehäufeklemme W_2, Wandklemme W_2, Kondenfator *C*, Wandklemme *Lb* (die Kontakte von *H* find offen). Stromweg für den Batteriefttrom: Klemmen *La*, linke Klemme *M*, Mikrophon, rechte Klemme *M*, Primärfpule von *J*, Umfchalter *H* (die drei Kontaktfedern berühren fich), Klemme *Lb*. Ein zweiter Weg, aber von hohem Widerftande, führt von *La* durch den Wecker *W* über *H* nach *Lb*.

4. **Fernfprechautomaten.** In den Schalterräumen der Poftanftalten, auf Bahnhöfen und in andern vielbefuchten öffentlichen Lokalen werden Fernfprechautomaten aufgeftellt, um dem Publikum zur Benutzung des Fernfprechers Gelegenheit zu geben. Das Einwerfen des Geldftücks hat, abweichend von andern Automaten, nicht bei Beginn der Benutzung, fondern erft nach Aufforderung feitens des Beamten zu gefchehen. Für die Automatenfprechftellen werden zweckmäßig die gewöhnlichen Fernfprechgehäufe in Verbindung mit einer Kaffier-

vorrichtung benutzt. Beide ſind durch eine gemeinſame Grundplatte verbunden, die das durch den Geldeinwurf hervorgerufene Glockenzeichen auf das Mikrophon überträgt. Bei Benutzung der Kaſſiervorrichtung iſt das Geldſtück in den Schlitz einzulegen und der Handgriff H (Fig. 48 und 49) nach vorn zu ziehen. Das Geldſtück gleitet in der Zahlrinne b abwärts, bis es an den Anſatz c ſtößt, der einen Teil der Ausfallrinne d bildet. Wird ein gut erhaltenes Zehnpfennigſtück eingeworfen, ſo hält c das Geld an; legt der Benutzer aber eine andre Münze oder ein ſtark abgegriffenes Zehnpfennigſtück in den Schlitz, ſo läßt c das Stück vorübergleiten, wodurch es in die Ausfallrinne d fällt und dem Benutzer wieder zur Verfügung geſtellt wird. Ein von c angehaltenes, alſo vorſchriftsmäßig beſchaffenes Geldſtück wird beim Vorziehen des Handgriffs H mit der Zahlrinne b, die einen Teil von H bildet, nach unten zu gegen die Hebel e^1 und e^2 bewegt, drückt dieſe Hebel gleichfalls nach unten und dreht dabei die mit $e^1 e^2$ feſt verbundenen Achſen $a^1 a^2$. Hierbei entfernen ſich die an $a^1 a^2$ befeſtigten Hämmer $f^1 f^2$ von den Tonfedern, gleichzeitig ſchiebt der Hammer f^2 mit ſeiner durch a^2 hindurchreichenden Stielverlängerung das Metallſtück g nach hinten (in Fig. 49 nach rechts), wodurch die durch den Anſatz h von g gebildete Dämpfung der Tonfedern aufgehoben wird. Iſt das Geldſtück an e^2 vorbeigeglitten, ſo fällt es aus der Zahlrinne in die im unteren Teil der Kaſſiervorrichtung aufgeſtellte Sammelbüchſe. Gleichzeitig kehren die Hebel $e^1 e^2$ und die Achſen $a^1 a^2$ unter der Einwirkung von Spiralfedern in die Ruhelage zurück und die Hämmer $f^1 f^2$ ſchlagen gegen die Tonfedern, wobei das Glockenzeichen ertönt. Der Benutzer der Fernſprechſtelle hat nun den Handgriff loszulaſſen; der Griff kehrt unter dem Druck einer Spiralfeder in die Ruhelage zurück und legt hierbei mit Hilfe einer durch die Achſe a^3 hindurchgehenden Schraube das Metallſtück g mit dem Anſatz h wieder an die Tonfedern an. Die an a^3 mitangeſetzte Luftpumpe L ſorgt dafür, daß der Handgriff langſam in die Ruhelage gelangt, damit die Tonfedern gut ausklingen können. Die Dämpfungsvorrichtung gh ſoll verhindern, daß die Federn zum Tönen gebracht werden, wenn man von außen her an den Behälter klopft oder ſchlägt. Als Diebſtahlſchutz dient eine Alarmvorrichtung, deren beweglicher Stift l ſich mit der Spiralfeder k gegen die Tür der Kaſſiervorrichtung anlehnt. Wird die Tür geöffnet, ſo wirkt der Stift auf die Kontakte der Alarmvorrichtung, die auf Ruheſtrom oder Arbeitsſtrom geſchaltet werden kann. Mit Hilfe eines Umſchalters können die mit der Leerung der Kaſſiervorrichtung beauftragten Beamten vor dem Oeffnen der Tür den Alarmwecker abſtellen.

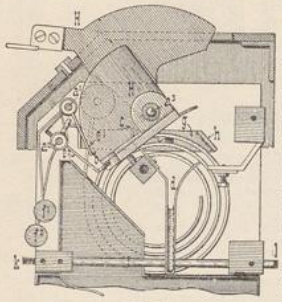


Fig. 49.

V. Die Fernſprechzentralen.

Ihre Aufgabe iſt es, jede Sprechſtelle auf Wunſch mit irgend einer andern Sprechſtelle desſelben oder eines entfernten Fernſprechnetzes zum Geſpräche zu verbinden, das Geſpräch zu überwachen und die Verbindung nach Geſprächsſchluß wieder aufzuheben. Zu dieſem Zwecke ſind die Anſchlußleitungen in der Zentrale an Umſchalter geführt, wo jede Leitung während der Ruhe auf einem Signalapparat liegt. Beim Eingang eines Anrufs ſchaltet der Telephoniſt ſeine Sprechapparate in die Leitung ein, nimmt den Auftrag entgegen, prüft, ob die gewünſchte Leitung frei iſt und ſtellt zutreffendenfalls die Verbindung her. Dabei wird wiederum ein Signalapparat eingeſchaltet, der nach Schluß des Geſprächs anſpricht und dem Amte das Zeichen gibt, die Verbindung zu trennen. Man unterſcheidet Umſchalter für Handbetrieb und automatiſche Umſchalter. Die Umſchaltertafeln für Handbetrieb ſind entweder Einfach- oder Vielfachumſchalter. Einfachumſchalter finden bei kleineren Zentralen Verwendung, bei denen die Zahl der Anſchlüſſe ſo gering iſt, daß der bedienende Beamte oder die Telephoniſtin alle Leitungsklinken vom Arbeitsplatze aus ohne Mitwirkung eines zweiten Beamten erreichen kann. Dies iſt noch möglich bei zwei nebeneinander aufgeſtellten Tafeln, begegnet aber ſchon Schwierigkeiten, wenn eine dritte Tafel hinzukommt. Demnach bezeichnet eine Anzahl von etwa 150 Anſchlüſſen die obere Grenze für die Verwendbarkeit der Einfachumſchalter. Größere Zentralen werden allgemein mit Vielfachumſchaltern ausgeſtattet; unter Verwendung ſolcher läßt ſich die Aufnahmefähigkeit eines Amtes bis zu 20000 oder ſelbſt 25000 Anſchlüſſen ſteigern, wobei jeder Telephoniſt die an ſeinem Arbeitsplatz auf Anrufſignal liegenden Anſchlüſſe mit allen übrigen Leitungen des Amtes ſelbſtändig verbinden kann. Sollen noch mehr Anſchlüſſe in eine Zentrale eingeführt werden, ſo müſſen zu den Vielfachtafeln beſondere Einrichtungen hinzutreten. In Nordamerika und vereinzelt auch in Europa, ſo in Deutſchland z. B. in Berlin und Hildesheim, ſind automatiſche Zentralen oder Selbſtanſchlußämter in Betrieb, in denen die einfachen und ſich ſtets in gleicher Art wiederholenden Handgriffe des Telephoniſten durch automatiſche Umſchaltung erſetzt ſind. Die Fernleitungen, welche ein Amt mit andern Zentralen verbinden, werden an beſonderen Umſchaltern betrieben, die bei großen Zentralen oft in getrennten Räumen aufgeſtellt ſind, bei kleineren Aemtern dagegen ſich eng an die Ortsumſchalter anſchließen.

1. **Zentralen mit Einfachumſchaltern.** Die Fernſprechleitungen werden in der Regel oberirdiſch an das Gebäude des Vermittlungsamtes herangeführt und entweder von einem auf dem Dache errichteten eiſernen Abſpanngeſtänge oder von einem an der Hausmauer befeſtigten, mit Querträgern ausgerüſteten Mauerbügel eingeführt. Die zur Einführung dienenden vieladrigen Gummikabel endigen innerhalb des Gebäudes in der Nähe der Einführungsſtelle an den Grobſicherungen, von da führen kurze Kabel oder Drähte zu den Kohlenblitzableitern und Feinſicherungen und von dieſen wieder vieladrige Kabel nach den Klappenſchränken. Zur Aufnahme der Sicherungen und Blitzableiter dient ein eiſerner Wandbügel oder ein Geſtell von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

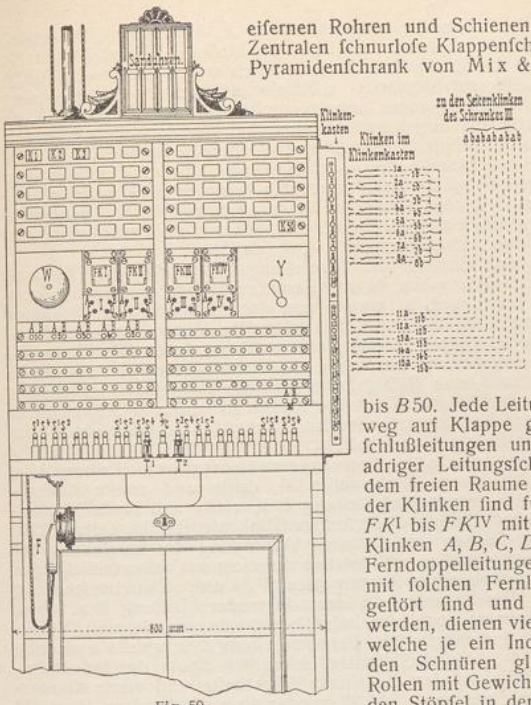


Fig. 50.

eisernen Rohren und Schienen. Als Umschalter erhalten kleinere Zentralen schnurlose Klappenschränke, deren Einrichtung z. B. dem Pyramidenschrank von Mix & Geneſt (Bd. 4, S. 802) entspricht, wenn nur eine geringe Anzahl Leitungen vorhanden ist, oder Klappenschränke mit Stöpselschnüren.

Der in der deutschen Reichstelegraphie gebräuchliche Klappenschrank für 50 Leitungen (Fig. 50) zeichnet sich durch eine sehr einfache und bequeme Bedienungsweise aus. Der Schrank hat ein Aufnahmevermögen von 50 Anschlußleitungen und vier Fernleitungen nach andern Orten. Er enthält für jede Leitung eine Anruf- und Schlußklappe $K1$ bis $K50$ von 600 Ohm Rollenwiderstand und je zwei Klinken $A1$ bis $A50$ und $B1$ bis $B50$. Jede Leitung ist über die beiden Klinken hinweg auf Klappe geschaltet. Zur Verbindung der Anschlußleitungen untereinander dienen acht Paare zweiadriger Leitungsschnüre mit Doppelstöpseln $S^1 S^2$ In dem freien Raume unterhalb der Klappen und oberhalb der Klinken sind für jede Fernleitung eine Anrufklappe FK^I bis FK^{IV} mit 1500 Ohm Rollenwiderstand und vier Klinken A, B, C, D angeordnet. Zur Verbindung der Ferndoppelleitungen mit Einzelanschlußleitungen oder mit solchen Fernleitungen, welche in einem Drahte gestört sind und daher als Einzelleitungen betrieben werden, dienen vier weitere Schnürpaare $S^3 S^4$, zwischen welche je ein Induktionsübertrager geschaltet ist. Auf den Schnüren gleiten innerhalb des Schrankes lose Rollen mit Gewichten, die die Schnur abwärtsziehen und den Stöpsel in der Ruhelage auf dem Stöpselbrett festhalten. Zur Ueberwachung der Gesprächsdauer dienen vier Sanduhren. Nach Bedarf werden die Schränke mit Klinkenumschaltern in Form von Klinkenkästen mit 20 Doppelklinken für Feuermeldezwecke verbunden.

Der Betrieb der Anschlußleitungen wickelt sich wie folgt ab: Klappe 19 (Fig. 51) fällt: Abfragestöpel S in Klinke $B19$; Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h. Stromlauf beim Abfragen: Leitung a, obere Feder der Klinke $B19$,

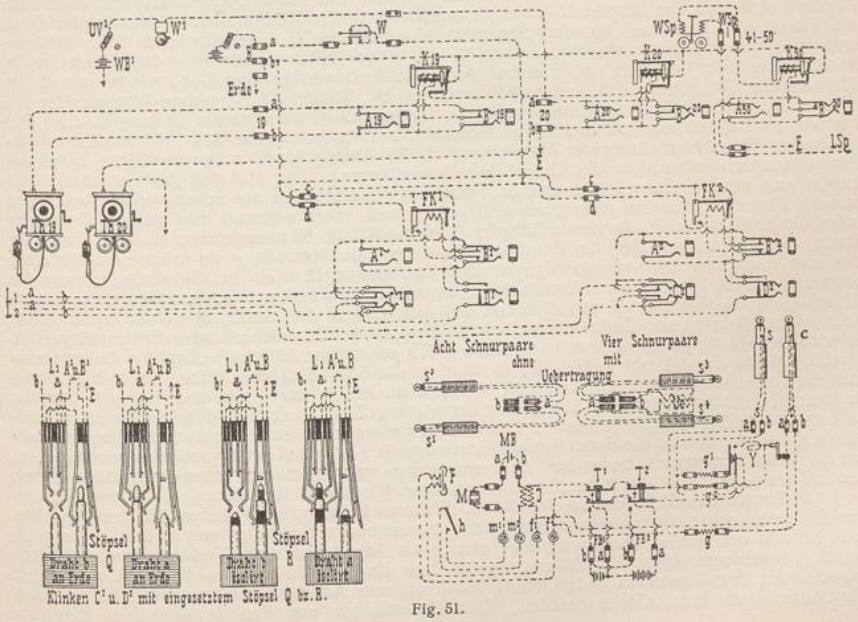


Fig. 51.

Stöpfel S Spitze, Taften T^2 und T^1, fekundäre Mikrophonfpule J, Fernhörer (Mikrophonftromkreis durch Hebel h über M und Mikrophonbatterie MB gefchloffen), Taften T^1 und T^2, Induktor, Stöpfel S Hals, untere Feder der Klinke B 19, Leitung b. Es werde die Sprechftelle 20 verlangt: Stöpfel S^1 wird in Klinke A 19 und Stöpfel S^2 in Klinke B 20 gefteckt; Aufforderung zum Rufen. Klappe 19 bleibt nach Herausnahme des Abfrageftöpfels aus Klinke B 19 als Brücke zum Empfange des Schlußzeichens eingefchaltet. Stromlauf für den Sprechverkehr: Leitung 19a, obere Feder der Klinke A 19, Stöpfel S^1 und S^2 Spitze, obere Feder der Klinke B 20, Leitung 20a, Sprechftelle 20, Erde bei Einzelleitung oder Leitung 20b bei Doppelleitung, untere Feder der Klinke B 20, Stöpfel S^1 und S^2 Hals, untere Klinkenfeder A 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Zum Kontrollieren der Gefpräche dient eine in dem Kontrollftöpfel C endigende Leitungsfchnur; bei Benutzung diefes Stöpfels wird nur der Fernhörer F und eine Induktanzrolle g von 500 Ohm Widerftand in den Abfrageftromkreis eingefchaltet.

Betrieb der Fernleitungen. Es fällt die Fernleitungsklappe FK^I ab: Abfrageftöpfel S in Klinke B^I, Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h. Stromlauf beim Abfragen: Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Feder der Klinke B^I, Stöpfel S Spitze, Taften T^2 und T^1, fekundäre Mikrophonfpule, Fernhörer F, Taften T^1 und T^2, Induktor Y, Stöpfel S Hals, untere Klinkenfeder B^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L_1 b$. Es werde die Anfchlußdoppelleitung Th 19 verlangt. Der Abfrageftöpfel S wird in Klinke B 19 gefteckt und der Teilnehmer mittels des Induktors Y angerufen. Darauf wird der Stöpfel S^1 in die Klinke A^I und der Stöpfel S^2 in die Klinke B 19 gefteckt. Die Klappe FK^I bleibt zur Empfangnahme des Schlußzeichens über die Federn der Klinken A^I und B^I als Brücke eingefchaltet.

Stromlauf für den Sprechverkehr ohne Induktionsübertrager. Leitung 19a, obere Klinkenfeder B 19, Stöpfel $S^2 S^1$, obere Klinkenfeder A^I, dritte und zweite Klinkenfeder C^I, Draht a der Fernleitung $L_1 a|b$, fernes Amt, Leitung $L_1 b$, vierte und fünfte Klinkenfeder C^I, Klinke D^I, untere Klinkenfeder A^I, Stöpfel $S^1 S^2$, untere Klinkenfeder B 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Macht fich bei einer folchen unmittelbaren Verbindung der Fernleitung mit der Doppelanfchlußleitung Erdgeräufch bemerkbar, weil letztere vielleicht mit Nebenfchließungen behaftet ift, fo muß die Verbindung mittels eines Schnurpaares $S^3 S^4$ unter Zwifchenfchaltung eines Induktionsübertragers erfolgen. Der Stromlauf ift dann folgender: Leitung 19a, obere Klinkenfeder B 19, Stöpfel S^3 Spitze, primäre Spule des Induktionsübertragers, Stöpfel S^3 Hals, untere Klinkenfeder B 19, Leitung 19b, Sprechftelle 19. Ferner: Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Klinkenfeder A^I, Stöpfel S^4 Spitze, fekundäre Spule des Induktionsübertragers, Stöpfel S^4 Hals, untere Klinkenfeder A^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L_1 b$, fernes Amt. Die Fernklappe FK^I ift wieder über die Klinken A^I und B^I als Brücke zur Empfangnahme des Schlußzeichens eingefchaltet. — Bei Verbindung einer Fernleitung mit einer Einzelanfchlußleitung befteht nur der Unterfchied, daß an Stelle des Leitungsdrahtes b Erdverbindungen in der Sprechftelle und dem Vermittlungsamte treten und der Induktionsübertrager ftets einzufchalten ift.

Verbindung von zwei Fernleitungen. Aus der Fernleitung $L_1 a|b$ wird die Fernleitung $L_2 a|b$ verlangt. Der Abfrageftöpfel S wird in die Klinke B^{II} gefteckt und das ferne Amt durch Niederdrücken der Tafte T^1 oder T^2 oder mit Hilfe des Induktors Y angerufen. Darauf fteckt man den Stöpfel S^1 eines Schnurpaares in die Klinke A^I und den Stöpfel S^2 in die Klinke B^{II}. Stromlauf für den Sprechverkehr. Leitung $L_1 a$, zweite und dritte Klinkenfeder C^I, obere Klinkenfeder A^I, Stöpfel $S^1 S^2$, obere Klinkenfeder B^{II}, dritte und zweite Klinkenfeder C^{II}; Leitung $L_2 a$, Fernamt der Leitung $L_2 a|b$; Leitung $L_2 b$, vierte und fünfte Klinkenfeder C^{II}, Klinke D^{II}, untere Klinkenfeder B^{II}, Stöpfel $S^2 S^1$, untere Klinkenfeder A^I, Klinke D^I, fünfte und vierte Klinkenfeder C^I, Leitung $L^I b$, Fernamt der Leitung $L_1 a|b$. Die Fernklappe FK^I ift über A^I und B^I als Brücke zur Entgegennahme des Schlußzeichens eingefchaltet. Nach Herftellung der Verbindung ift der Abfrageftöpfel S in die Klinke B^I einzuführen, um zu prüfen, ob das Gefpräch zuftande kommt. Der Hebel h des Fernhörers darf hierbei nur dann niedergedrückt werden, wenn der Beamte fich am Sprechverkehr beteiligen und zu diefem Zweck das Mikrophon einfchalten muß. Soll während des ganzen Gefprächs mitgehört werden, fo ift der Kontrollftöpfel C in die Klinke B^I einzufetzen; hierdurch wird an Stelle der Schlußklappe FK^I der Fernhörer F mit der Induktanzrolle g als Brücke eingefchaltet. Zur Herftellung der Verbindungswege für den Einzelleitungsbetrieb bei Störungen dienen die Stöpfel Q und R. Ift z. B. der a-Draht einer Doppelleitung unterbrochen, fo wird der Zwillingsftöpfel Q in die Klinken C und D derart eingefetzt, daß die Auffchrift „Draht a an Erde“ nach oben zeigt; ift der Draht dagegen durch Berührung, Nebenfchluß oder Erdfchluß geftört, fo wird der Zwillingsftöpfel R mit der nach oben zeigenden Auffchrift „Draht a ifoliert“ eingefetzt. Wenn der b-Draht geftört ift, fo werden die Stöpfel Q und R in finngemäßer Weife mit der nach oben gekehrten Auffchrift „Draht b an Erde“ oder „Draht b ifoliert“ benutzt. In jedem Falle wird durch die Stöpfelung der nicht geftörte Draht für den Betrieb als Einzelleitung auf die Fernklappe gefchaltet. Die Art der Bedienung bleibt unverändert. Die Anfchlußklappen und die Anker der Fernklappenelektromagnete find mit Kontaktvorrichtungen verfehen, welche beim Klappenfall bezw. bei Ankeranziehung den Stromkreis einer Ortsbatterie durch den an der Vorderfeite des Schrankes angebrachten Wecker W fchließen.

2. **Zentralen mit Vielfachumfchaltern.** Während bei den gewöhnlichen Klappenfchränken nur die Leitungen des eignen und der beiden benachbarten Schränke unmittelbar zugänglich find, können bei den Vielfachumfchaltern von jedem Arbeitsplatze aus Verbindungen mit fämtlichen Teilnehmern eines Vermittlungsamtes ohne Hilfe eines zweiten Beamten ausgeführt werden. Zu dem Zweck ift jede Leitung an fämtlichen Arbeitsplätzen entlang und an jeder Umfchalttafel an eine Klinke geführt. Zum Unterfchiede von den gewöhnlichen Klappen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchränken hat alſo eine Vielfachumſchalttafel nicht nur für jede ihrer Anrufklappen eine Klinke, ſondern es iſt in der Tafel auch für jede andre Anſchlußleitung des Amtes eine Klinke vorhanden. Die Klinken derjenigen Leitungen, welche nur durch die Umſchalttafel hindurchgeführt ſind, heißen Verbindungsklinken oder Vielfachklinken, die Klinken derjenigen Leitungen, welche in der Tafel auf Anrufzeichen liegen und zur Entgegennahme der Geſprächsanmeldungen dienen, dagegen Abfrageklinken. Wenn ein Anrufzeichen betätigt wird, ſo verſtändigt ſich der Beamte mit dem Teilnehmer, indem er in die Abfrageklinke mittels des einen Stöpſels eines Schnurpaares das Abfrageſyſtem einſchaltet; darauf ſtellt er die gewünſchte Verbindung durch Einſetzen des zweiten Stöpſels in die Verbindungsklinke der betreffenden Leitung her und ſchaltet ſtatt des Abfrageapparates das Schlußzeichen ein. Die Herſtellung einer Verbindung zwiſchen zwei Teilnehmerleitungen am Vielfachumſchalter iſt demnach einfach. Nur iſt eine beſondere Einrichtung erforderlich, mit deren Hilfe man an jedem Arbeitsplatze jederzeit leicht feſtſtellen kann, ob die verlangte Leitung bereits an einem andern Arbeitsplatze beſetzt oder ob ſie noch frei iſt. Zu dieſem Zwecke enthalten die Vielfachumſchalter ein zweites Syſtem von Leitungsdrähten, die Prüfdrähte. Je ein Prüfdraht verbindet die Metallkörper aller Hülſen der zu einer Leitung gehörenden Klinken gleicher Nummer; er iſt iſoliert, ſolange in dieſen Klinken kein Stöpſel ſteckt. Berührt man mit einem Stöpſel die Abfragevorrichtung einer Klinkenhülſe, ſo wird die Prüfleitung des betreffenden Anſchluſſes auf das Abfrageſyſtem geſchaltet. Dabei nimmt der Beamte im Fernhörer kein Geräuſch wahr, wenn die zu prüfende Anſchlußleitung frei iſt, d. h. wenn in keiner ihrer Klinken ein Stöpſel ſteckt. Iſt jedoch eine Klinke geſtöpſelt, die Anſchlußleitung alſo anderweit beſetzt, ſo nimmt der Strom der Prüfbatterie ſeinen Weg über die geſtöpſelte Klinkenhülſe durch die Prüfleitung zum Fernhörer des Abfrageſyſtems und ruft in dieſem ein knackendes Geräuſch hervor. Dieſes Geräuſch gibt alſo dem Beamten von dem Beſtehen einer anderweitigen Verbindung mit der verlangten Teilnehmerleitung Kenntnis. In die Umſchalter werden jetzt allgemein Schlußzeicheneinrichtungen eingebaut, die durch Anhängen des Fernhörers nach Schluß eines Geſprächs betätigt werden. Größere Aemter erhalten an Stelle der Anrufklappen u. ſ. w. kleine Glühlampen. Hinſichtlich der Form unterſcheidet man ſchrankförmige und tiſchförmige Vielfachumſchalter. Bei der jetzt allgemein üblichen Schrankform iſt die Klinkentafel ſenkrecht, bei der wieder aufgegebenen Tiſchform wagerecht angeordnet. Die oberirdiſch in das Amtsgebäude eintretenden Leitungen werden nahe der Einführungsſtelle an Blitzableiter und Sicherungen gelegt und von da in vieladrigen Gummikabeln zum Umſchaltegeſtell oder Hauptverteiler geführt. Die unterirdiſch eintretenden Leitungen enden an den Klemmen von Kabelendverſchlüſſen (vgl. Fig. 100 und 101), die ebenfalls am Hauptverteiler oder in deſſen unmittelbarer Nähe Platz erhalten. An dem Eiſengeſtell des Hauptverteilers ſitzen auf einer zweiten Reihe von Ebonitleiſten die Klemmen für die Zuführungen nach den Apparaten. Zwiſchen beiden Klemmenreihen, den Leitungs- und den Apparatklemmen, erfolgt die Verbindung mittels leicht auswechſelbarer iſolierter Drähte. Mit Hilfe dieſer Vorrichtung läßt ſich jede Anſchlußleitung auf eine beliebige Klinkennummer ſchalten. Von den Apparatklemmen des Hauptverteilers ſind die Leitungen in 42 adrigen Baumwollſeidenkabeln nach den Verbindungsklinken der erſten beiden Vielfachſchränke geführt. Auf jeden, 20 Klinken enthaltenden Klinkenſtreifen entfällt ein Kabel; zwei Kabeladern bleiben im Vorrat. Zur Verbindung der gleichnamigen Klinkenſtreifen in den einzelnen Schränken dienen 63 adrige Baumwollſeidenkabel, Klinkenkabel genannt, von denen immer drei Adern im Vorrat bleiben. Von den Klinken der letzten beiden Schränke verlaufen die Leitungen in 63 adrigen Baumwollſeidenkabeln (Rückführungskabeln) zu den Abfrageklinken und Anrufklappen. Dieſe Kabel endigen an einem Zwiſchenverteiler, und zwar ſind ſie auf den Fußboden herunter und dort in einem flachen Holzkanal auf oder unter dem Fußboden entlang zu ihrem Schranke geführt und darin an das untere Lötöſenbrett dieſes Zwiſchenverteilers gelegt. Von den Lötöſen des oberen Brettes führen feſte Drahtverbindungen nach den Abfrageklinken und Klappen. Zwiſchen den beiden Lötöſenbrettern wird die Verbindung durch leicht auswechſelbare, dreifachverſeilte Schaltdrähte hergeſtellt. Der Zwiſchenverteiler ermöglicht, im Bedarfsfalle einzelne Leitungen auf andre Arbeitsplätze umzulegen und ſo die Belaſtung auszugleichen. In Tafeln mit Parallelklinken ſind Rückführungskabel entbehrlich; die Verbindung der Leitungen mit ihren Anrufzeichen und Abfrageklinken geſchieht hier durch Abzweigung von den Vielfachklinken der Tafeln aus.

a) Zentralen mit Klappenſignalen und Ortsbatteriebetrieb.

Solche Zentralen haben mittleren Umfang und werden gewöhnlich mit Vielfachumſchaltern einfachſter Form mit einem Arbeitsplatz ausgerüſtet. Folgende Type der deutſchen Reichstelegraphie hat ſich ſeit Jahren bewährt; ſie verwendet Klappen als Anruſſignale und automatiſch wirkende Galvanoſkope oder Schauzeichen als Ueberwachungs- und Schlußſignale. Ein ſolcher Umſchalter wird durch Fig. 52 in Vorderanſicht und durch Fig. 53 im Schnitt veranſchaulicht. Die oben befindliche Klinkentafel bietet in zehn Feldern Raum für 1000 Vielfach- oder Verbindungsklinken für Anſchlußleitungen und erhält darunter in einer Reihe 40 Klinken für beſondere Zwecke, z. B. für Verbindungsleitungen nach Aemtern desſelben Ortes oder ſeiner Vor- und Nachbarorte, und unterhalb dieſer 100 Abfrageklinken für die am Schranke endigenden 100 Anſchlußleitungen. Dann folgt das wagerechte Stöpſelbrett mit 14 Paar Stöpſeln *A S*, *V S*, deren Schnüre im unteren Teile des Schrankes durch Rollgewichte ſtraff gehalten werden. Hinter den Stöpſeln ſind die zugehörigen Schlußzeichenapparate SZ^1 und SZ^2 eingebaut. Unterhalb des Stöpſelbretts liegen in fünf Reihen die 100 Anrufklappen der zu den Abfrageklinken gehörenden Leitungen. Auf dem unteren wagerechten Schlüſſelbrett ſieht man die mit den Schnurpaaren verbundenen 14 Sprechumſchalter *H* und in der Mitte eine Rückruftaſte *T*. An jedem Umſchalteſchrank befindet ſich nur ein Arbeitsplatz; die Stöpſelſchnüre ſind aber ſo lang bemeſſen, daß auch die Klinken der beiden Nachbarſchränke noch erreicht werden können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

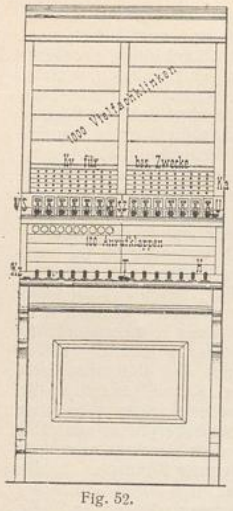


Fig. 52.

Es braucht deshalb nicht jeder Schrank fämtliche Leitungen in feinem Klinkenfelde zu haben, vielmehr genügt es, an dem einzelnen Schranke die Hälfte der in das Amt eingeführten Leitungen auf Verbindungsklinken zu legen. Die Aufnahmefähigkeit des Amtes beträgt dann 2000 Anfchlußleitungen. Wenn erforderlich, läßt fich ftatt des zweiteiligen auch ein dreiteiliges Klinkenfeld verwenden, indem das ganze Klinkenfeld immer auf drei Schränke verteilt wird; hierdurch kann die Aufnahmefähigkeit eines Amtes auf 3000 Anfchlüffe erhöht werden. Nach Erfordernis kann die Klinkentafel auch für 1600 Klinken eingerichtet werden, wodurch fich das Aufnahmevermögen des Amtes auf 3200 bezw. 4800 Anfchlußleitungen fteigern läßt. Fig. 54 veranfchaulicht die Aufteilung der Vielfachumfchalter und der Verbindungsklinken in einem zweiteiligen Klinkenfelde. Die Schränke 1—7 können mit 700 Anfchlußleitungen belegt werden. Dementfprechend befteht das Klinkenfeld aus 700 Verbindungsklinken. Davon enthält Schrank 1, wie aus den fchraffierten Feldern erfichtlich ift, das erfte, zweite, fünfte und fechfte Hundert, Schrank 2 das dritte, vierte und fiebente Hundert. Ebenfo ift das Klinkenfeld auf die Schränke 3 und 4 u. f. w. verteilt. Kommen fpäter weitere Schränke hinzu, fo wird das Klinkenfeld durch Einfetzen der betreffenden Hunderter vervollftändigt. Die Klinke des Vielfachumfchalters befteht aus einem Meffingkörper *M* (Fig. 55), einer blattförmigen Klinkenfederauflage *A* aus Neufilber und einer kürzeren fowie einer längeren neufilbernen Klinkenfeder F^1 bezw. F^2. Die Feder F^1 berührt in der Ruhelage mit einem Platinftiftchen ein auf die Auflage aufgelötetes Platinplättchen, von der Klinkenfeder F^2 wird fie durch ein in letztere eingelaffenes Ebonitknöpfchen getrennt. Mit den Fortfätzen der Klinkenfederauflage und der kürzeren Klinkenfeder werden der ankommende und abgehende *a*-Draht der Leitung, mit dem Fortfatze der längeren Klinkenfeder der ankommende

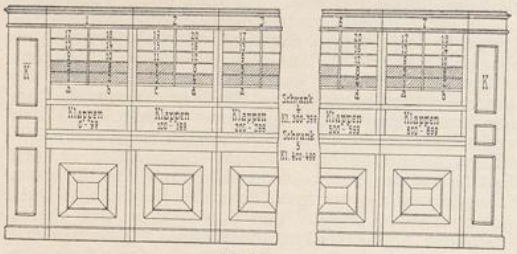


Fig. 54.

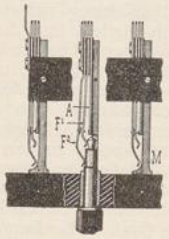


Fig. 55.

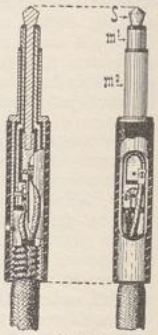
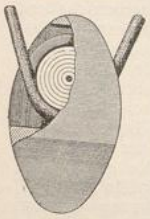


Fig. 56.

und der abgehende *b*-Draht der Leitung und mit dem Fortfatze der Klinkenhülfe der Prüfdraht verbunden. Wird ein Stöpfel in die Klinke eingefetzt, fo wird die kürzere Klinkenfeder von der Auflage abgehoben und mit der birnenförmigen Stahlfpitze *S* des Stöpfes (Fig. 56) verbunden, während die längere Klinkenfeder mit dem mittleren Meffingzylinder m^1 und die Klinkenhülfe mit dem unteren Meffingzylinder m^2 des Stöpfels in Berührung tritt. Durch Einfetzen eines Stöpfels in eine Klinke wird alfo der Stromweg nach der zugehörigen Anrufklappe hin nur im *a*-Drahte unterbrochen und mit dem *a*-Drahte der Stöpfelfchnur verbunden, der *b*-Draht des Syftems wird dagegen nicht unterbrochen, alfo in feiner ganzen Länge auf den *b*-Draht der Stöpfelfchnur gefchaltet. Der untere Stöpfelteil m^2 ift mit der *c*-Ader der Stöpfelfchnur verbunden. Zum Spannen der Stöpfelfchnüre dienen Meffingrollen mit Bleigewichten (Fig. 57); letztere find plattenförmig ausgebildet und an den Kanten zugefchärft, damit fie in den Schränken wenig Platz einnehmen und einander in der Bewegung nicht hindern. Je 20 Klinken find mit dem zylinderförmigen Teile der Klinkenhülfen in eine Hartgummifaffung eingefetzt und bilden mit diefer einen Klinkenftreifen. Die Hartgummifaffung trägt auf der äußeren Seite neben den Klinkenlöchern deren Nummerbezeichnung. Von den Abfrageklinken find nur je zehn Stück in einen Hartgummiftreifen eingefetzt. Die Anrufklappen entfprechen der durch Fig. 20 und 21 dargeftellten Konftruktion, haben jedoch nur 150 Ohm Widerftand und werden zu Sätzen von je zehn Stück auf einer gemeinfamen Metallfchiene vereinigt. Die Klappen find mit einer blattförmigen Kontaktfeder für den Weckerftromkreis ausgerüftet und tragen auf der Innenfeite der Fallklappe fchwarze Nummern auf weißem


Fig. 57.

Grunde. Schlußzeichen und Wechſelſtromanzeiger entſprechen in ihrer Einrichtung den durch Fig. 24—26 dargeſtellten Typen.

Stromlauf und Betrieb der Anſchlußleitungen (Fig. 58). Die von den Sprechſtellen z. B. $T1$ und $T202$ kommenden Anſchlußleitungen endigen bei der Vermittlungsanſtalt am Umſchaltgeſtell oder Hauptverteiler Vh. Von da führt der a-Draht über die kurzen Federn und Auflager ſämtlicher Verbindungsklinken Kv der Nummern 1 bezw. 202 zum Zwiſchenverteiler Vz und weiter über die Abfrageklinke Ka zur Anrufklappe AK; von hier läuft der b-Draht auf dem gleichen Wege zum Hauptverteiler Vh zurück. Eine dritte Drahtverbindung beſteht zwiſchen den Klinkenhülſen ſämtlicher zu einer Leitung gehörigen Klinken. Bei der Einzelleitung $T202$ liegt der b-Draht des Syſtems im Hauptverteiler an Erde, ebenſo wie bei der Sprechſtelle $T202$. Wird eine Klinke geſtöpfelt, ſo iſt ſtets der a-Draht, infolge Abhebens ſeiner Feder vom Auflager, nach der Klappe hin unterbrochen. Der b-Draht wird dagegen nur bei Stöpſelung der erſten Klinke jeder Leitung unterbrochen, die Klinken der Schränke 1 und 2 haben zwei Trennkontakte, damit bei Fernverbindungen, welche nur an dieſen Schränken ausgeführt werden, auch der b-Draht des Syſtems abgeſchaltet iſt.

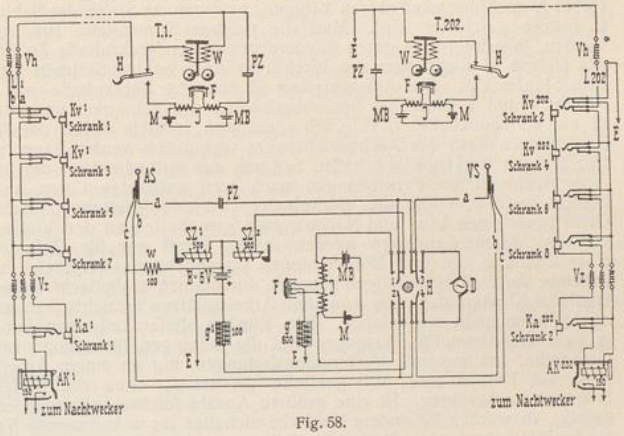


Fig. 58.

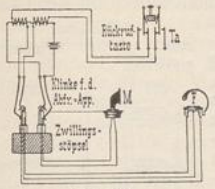


Fig. 59.

Als Abfrageapparate dienen Kopffernhörer und Bruſtmikrophone; ſie werden mittels einer fünfadrigen Schnur mit Zwillingsſtöpſel (Fig. 59), der in eine Doppelklinke eingeſetzt wird, mit dem Umſchalteſchrank verbunden. Die Hülſe dieſer Doppelklinke iſt über eine Droſſelſpule g (Fig. 58) von 600 Ohm mit Erde verbunden (in Fig. 59 nicht mitgezeichnet). Die Einſchaltung der Abfrageapparate in ein Schnurpaar erfolgt durch Umlegen des Sprechumſchalters H nach dem Beamten hin (Stellung c Fig. 60), wodurch die Federn 1 und 2 an die äußeren Kontakte gelegt werden (Fig. 58). Beim Anruf von außerhalb durchläuft z. B. der vom Teilnehmer $T1$ durch Kurbeldrehen gegebene Weckſtrom ſämtliche Klinken der Leitung L_1 und die Klappe AK^1, ſo daß dieſe abfällt. Zum Abfragen wird der Abfrageſtöpſel AS eines Schnurpaares in die Klinke Ka^1 eingeſetzt und der zugehörige Umſchalter H nach vorn angelegt. Dann iſt der a-Draht der Leitung L_1 über die Stöpſelſpitze mit dem a-Draht der Schnur und der b-Draht der Leitung über den Stöpſelhals mit dem b-Draht der Schnur verbunden. Somit iſt die Leitung auf Abfrageapparat geſchaltet, der über die Federn 1 und 2 von H zwiſchen der a- und b-Ader der Schnur liegt. Zugleich hat die Klinkenhülſenleitung über die Hülſe der Klinke Ka^1 Verbindung mit dem c-Draht der Schnur, von welchem ein Stromweg durch den Widerſtand w von 100 Ohm und die Schlußzeichenbatterie B von 6 Volt zur Erde führt. Wird z. B. die Sprechſtelle $T202$ verlangt, ſo iſt zunächſt zu prüfen, ob dieſe Leitung frei iſt. Man berührt zu dieſem Zwecke die nächſte Klinkenhülſe der Leitung 202 mit der Spitze des Verbindungsſtöpfels VS. Steckt in irgendeiner andern Klinke dieſer Leitung ſchon ein Stöpſel, ſo hat die Klinkenhülſenleitung auf dem vorbeſchriebenen Wege Verbindung mit der geerdeten Schlußzeichenbatterie, und letztere ſendet nun Strom über die Stöpſelſpitze von VS, den a-Draht der Schnur, den Umſchalter H (Feder 3 und inneren Kontakt, Feder 1 und äußeren Kontakt) und die erſte Hälfte der Induktionsrolle J zum Fernhörer F und von deſſen Wicklungsmitte durch die Induktanzrolle g von 600 Ohm zur Erde. Infolgedeſſen vernimmt man im Fernhörer beim Anlegen der Stöpſelſpitze an die Klinkenhülſe ein Knacken. Bleibt das Knacken dagegen aus, ſo iſt dies ein Zeichen, daß die geprüfte Klinke keine Verbindung mit der Batterie hat, die Leitung alſo frei iſt. Zur Herſtellung der Verbindung wird dann der Stöpſel VS in die geprüfte Klinke eingeſetzt und die Sprechſtelle durch Umlegen des Hebels H nach hinten angerufen. Dabei fließt der Wechſelſtrom des Polwechſlers oder Magnetinduktors D über die Federn 3 und 4 von H, welche die äußeren Kontakte berühren, über den a- und b-Draht der Schnur in die Leitung und durch den Wecker der Sprechſtelle. Beim Loslaſſen geht der Hebel H von ſelbſt in die Mittellage (Durchſprechſtellung b, Fig. 60). Alsdann ſendet die Schlußzeichenbatterie B Strom durch das Schauzeichen SZ^2 und über den Wecker der Sprechſtelle 202 zur

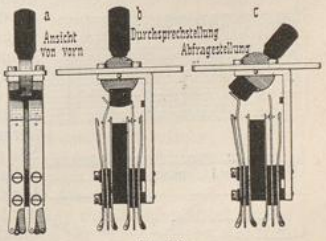


Fig. 60.

Erde, das Schauzeichen ſpricht an. Sobald aber der Teilnehmer 202 den Fernhörer vom Haken nimmt und dadurch die Leitung vom Wecker auf den Sprechapparat ſchaltet, ſtößt der Batterieſtrom bei der Sprechſtelle auf die für ihn undurchläſſigen Polariſationszellen PZ; das Schauzeichen SZ^2 verſchwindet und zeigt hierdurch an, daß das Geſpräch begonnen hat. Ebenſo wie durch das Schauzeichen SZ^2 nach der Sprechſtelle $T202$ kann die Schlußzeichenbatterie durch das Schauzeichen SZ^1 Strom nach der Sprechſtelle $T1$ ſenden. Wenn nach Beendigung des Geſprächs beide Teilnehmer den Hörer anhängen und dadurch die Polariſationszellen aus dem Stromwege ausſchalten, fließt der Batterieſtrom durch beide Schauzeichen nach den Sprechzellen, und es erſcheinen beide Schlußzeichen, worauf die Verbindung getrennt wird. Zum Mithören iſt der Hebel H in Abfrageſtellung zu bringen, wodurch an Stelle der Schlußzeichen das Abfrageſyſtem in Brücke geſchaltet wird. Muß die rufende Sprechſtelle aus irgendeinem Grunde geweckt werden, ſo erfolgt dies durch Niederdrücken der Rückruftaſte Ta (Fig. 59). Bei Abfrageſtellung des Hebels H fließt dann der Weckſtrom nach beiden Stöpſeln hin, bei Rufſtellung nur nach dem Stöpſel VS. Das Abfrageſyſtem iſt über die Rückruftaſte mit den äußeren Kontakten der Federn 1 und 2 ſämtlicher Sprechumſchalter des Schrankes verbunden. Für je zwei Schränke iſt ein Platzumſchalter U (Fig. 52) vorhanden, mittels deſſen das Abfrageſyſtem auch mit den Sprechumſchaltern des Nachbarſchrankes verbunden werden kann, wenn dieſer in den Stunden ſchwächeren Verkehrs vom erſten Schrank aus mitbedient werden muß.

Während die Fernleitungen nach weit entfernten Orten an beſonderen Fernſchränken bedient werden, erfolgt der Betrieb der Verbindungsleitungen nach andern Aemtern desſelben Ortes ſowie nach Vor- und Nachbarorten gewöhnlich an den Vielfachumſchaltern für den Ortsverkehr. Solche Leitungen werden in der Regel nur für Geſpräche einer Richtung benutzt. Die Leitungen für abgehende Geſpräche, abgehende Verbindungsleitungen genannt, durchlaufen in Vielfachſchaltung ſämtliche Klinkentafeln, um von allen Arbeitsplätzen erreichbar zu ſein, liegen aber nicht auf Klappe. Die Klinken dieſer Leitungen haben je zwei Trennkontakte. Dagegen ſind die Leitungen für ankommende Geſpräche, ankommende Verbindungsleitungen, nur an einem Arbeitsplatz auf Klappe und Abfrageklinke geſchaltet, ohne die übrigen Schränke zu berühren. Iſt eine größere Anzahl ſolcher Leitungen eingeführt, ſo werden beſondere Vielfachumſchalter für ankommende Verbindungsleitungen aufgeſtellt. Die Schaltung einer Verbindungsleitung bei den Aemtern I und II zeigt Fig. 61. Bei Amt I, wo die Leitung abgehend betrieben wird, endigt der b-Draht iſoliert an der letzten Klinke Kv, während der a-Draht über ein Relais R zur Erde geführt iſt. Das Relais und die mit ihm verbundene Batterie B^1 ſollen erkennbar machen, ob die Leitung beim Amt II beſetzt iſt. Steckt daſelbſt nämlich der Stöpſel AS in der Klinke Ka, ſo liegt die geerdete Schlußzeichenbatterie des Amtes II am a-Draht, ihr Strom findet beim Amt I durch das Relais hindurch Erde, der Relaisanker wird angezogen und legt die Batterie B^1 an die Klinkenhülſenleitung. Die Prüfung auf Beſetztſein ergibt dann ein Knacken im Fernhörer.

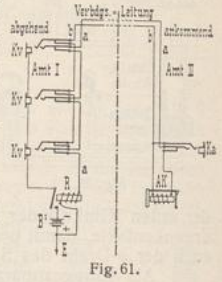


Fig. 61.

Denkt man ſich drei der vorbeſchriebenen kleinen Vielfachſchränke nebeneinander geſtellt und zu einem Schranke vereinigt, jedoch mit einem Klinkenfelde von doppelter Höhe, ſo ergibt ſich ein großer Vielfachumſchalter mit drei Arbeitsplätzen. Die Aufnahmefähigkeit beträgt zumeiſt 6000 Vielfachklinken, und zwar iſt jede Tafel mit den Vielfachklinken ſämtlicher in das Amt eingeführten Leitungen belegt. Jedoch ſind nur 200 Anrufklappen vorhanden, auf jeden Arbeitsplatz entfallen alſo 66 bezw. 67 Anſchlüſſe.

b) Zentralen mit Glühlampenſignalen und Zentralbatteriebetrieb.

Bei der Neueinrichtung größerer Fernſprechzentralen wird jetzt allgemein dem Zentralbatteriebetrieb der Vorzug gegeben. Das Charakteriſtiſche dieſes Syſtems beſteht darin, daß die Stromquellen für den Anruf des Amtes und für die Mikrophone der Abonnenten nicht bei den Teilnehmerſtellen, ſondern als gemeinſchaftliche Batterie bei dem Vermittlungsamte aufgeſtellt ſind. Die Vielfachumſchalter für Zentralbatterien haben entweder dreidrähtige Syſtemleitungen, indem zu den beiden Aeſten der Anſchlußleitung noch die Prüf- und Signalleitung hinzutritt, oder ſie haben zweidrähtige Syſtemleitungen, wobei der b-Draht über die Klinkenhülſen geführt iſt und für Prüf- und Signaliſierzwecke mitbenutzt wird. Der von Siemens & Halske mit letzterer Schaltung hergeſtellte ſchrankförmige Vielfachumſchalter für Zentralbatterie wird durch Fig. 62 von vorn und durch Fig. 63 im Schnitt dargeſtellt. Bei einer Höhe von 1,7 m hat er

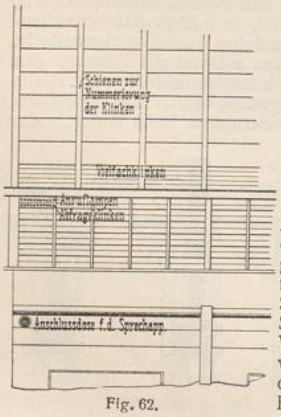


Fig. 62.

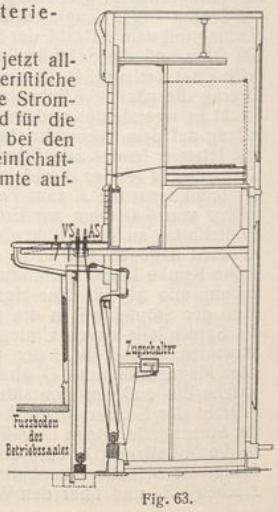


Fig. 63.

ein Faſſungsvermögen von 10000 Anſchlußleitungen. Umſchalter mit größerer Aufnahmefähigkeit ſind entſprechend höher. Die Klinkentafel enthält in der Richtung von links nach rechts nebeneinander zehn Abteilungen und in jeder Abteilung Raum für 10·5 Klinkenſtreifen oder 1000 Vielfachklinken. In Fig. 62 ſind nur der erſte und ein Teil des zweiten Arbeitsplatzes gezeichnet. Da man vom erſten Arbeitsplatz der Reihe aus die Vielfachklinken über dem dritten Arbeitsplatz nicht erreichen kann, ſo muß links neben dem erſten Schrank ein Anſatzſchrank mit den Abteilungen der Vielfachklinken des dritten Platzes aufgeſtellt werden. Ebenſo findet am rechten Ende der Schrankreihe ein Anſatzſchrank mit den Klinken des erſten Arbeitsplatzes Aufſtellung. Als Anruf und Schlußzeichen dienen Glühlampen. Die Anruflampen und Abfrageklinken ſind unterhalb der Vielfachklinken auf fünf Abteilungen verteilt und ſo in Reihen zu zehn angeordnet, daß unter jeder Lampe die zugehörige Klinke liegt. Auf dem Stöpſelbrett (Fig. 64) jedes Arbeitsplatzes ſtehen 15 Stöpſelpaare AS, VS mit Schnüren und Rollgewichten. Entſprechend der Schnurlänge muß, damit die Gewichte frei hängen, unter dem Fußboden ein Bewegungsraum von 30 cm Höhe vorhanden ſein, von 60 cm bei höheren Schränken von mehr als 10000 Anſchlüſſen. Das Gewicht der Schnur AS iſt zugleich mit einem Zugſchalter verbunden und betätigt dieſen beim Anheben des Stöpſels. Neben jedem Stöpſelpaar liegen zwei in das Schnurpaar geſchaltete Glühlampen: die Schlußlampe, welche mit den Stromwegen des Abfrageſtöpſels und die Ueberwachungslampe, welche mit den Stromwegen des Verbindungsſtöpſels zuſammenhängt. Endlich gehört zu jedem Schnurpaar ein Ruf- und Sprechumſchalter. Die Anſchlußleitungen laufen vom Hauptverteiler Vh (Fig. 65) zum Vorſchaltegeſtell, deſſen Klinken Kv^{I} Kv^{II} u. ſ. w. je zwei Trennkontakte haben. Von da geht der a-Draht über die Federn, der b-Draht über die Hülſen der Vielfachklinken zu dem Anrufrelais AR. Dieſes Relais hat einen Kipphebelanker, deſſen eine Hälfte ein aufgenietetes Gewicht trägt und dadurch niedergehalten wird. Die beiden Relaisrollen von 150 und 800 Ohm ſind entgegengeſetzt gewickelt; jene iſt mit dem b-Draht und dem +-Pol der Zentralbatterie, ZB von $2 \cdot 12 = 24$ Volt Spannung, dieſe mit dem —-Pol und dem a-Draht verbunden. Den Stromkreis unterbricht aber bei der Sprechſtelle der Kondenſator von zwei Mf. (vgl. Fig. 46). Wird bei der Sprechſtelle 1 der Fernhörer vom Haken genommen und dadurch der Kontakt am Hakenumſchalter geſchloſſen, ſo entſteht daſelbſt ein neuer Stromweg aus der Leitung a über das Mikrophon und durch die eine Wicklung der Induktionsrolle nach der Rückleitung b. Der Strom aus ZB beginnt zu fließen vom +-Pol durch die kleine Wicklung von AR^{1} nach dem b-Draht zur Sprechſtelle 1 und zurück über den a-Draht und durch die hohe Wicklung von AR^{1} zum —-Pol. Dabei überwiegt die Wirkung der 800 Ohmwicklung, ſo daß der Relaisanker kippt und den Stromkreis der Anruflampe Al^{1} ſchließt, dieſe leuchtet auf, gleichzeitig auch die beſonders in die Augen fallende gemeinſchaftliche Platzlampe Pl^{1}. Hierauf wird zum Abfragen der Stöpſel AS in die Klinke Ka^{1} eingeführt. Dadurch erhält die 150 Ohmwicklung über die b-Ader der Schnur, die mit der Batteriemitte über g^{1} verbunden iſt, einen ſo ſtarken Stromzuſchuß, daß nun ihre Wirkung überwiegt und der Relaisanker in die Ruhelage zurückgeht, zumal gleichzeitig das Schlußrelais SR^{1} (80 Ohm) der Relaiswicklung von 800 Ohm parallel geſchaltet wird und dieſer den Hauptſtrom entzieht. Die Lampen erlöſchen und der Beamte bringt den Sprechumſchalter H in die Abfrageſtellung. Wird z. B. die Sprechſtelle 2 verlangt, ſo prüft der Beamte durch Anlegen der Spitze von VS an die nächſte Klinkenhülſe der Leitung 2, ob dieſe frei iſt. Zu dieſem Zwecke hat der Kopffernhörer F eine beſondere Prüfſpule, die einerſeits über MH und H am a-Draht der Schnur liegt, anderſeits über die Polariſationszelle PZ und die Induktanzrolle g^{2} von 300 Ohm geerdet iſt. Da der +-Pol der Batterie ZB an Erde liegt und in der Ruhe zugleich mit der Hülſenleitung verbunden iſt, ſo ertönt das Knacken im Fernhörer nur dann, wenn eine Klinke der geprüften Leitung geſtöpſelt iſt und dadurch ihre Hülſe über die b-Ader der Schnur Verbindung mit der Batteriemitte hat. Bei freier Leitung ſteckt der Beamte den Stöpſel VS in die Klinke Kv^{2} ein und bringt den Umſchalter H in Ruffſtellung, aus der er von ſelbſt in die Durchſprechſtellung zurückgeht. Beim Rufen fließt Wechſelſtrom von 50—75 Volt aus der Rufmaſchine D in die Doppelleitung 2 und bei der Sprechſtelle über den Kondenſator und den

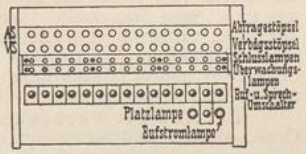


Fig. 64.

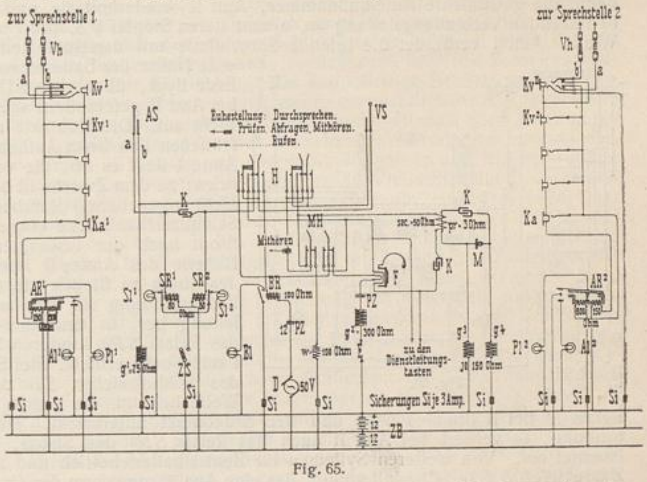


Fig. 65.

Wecker. Während der Stromgebung leuchtet die Ruflampe Bl des Arbeitsplatzes auf, da ihr Stromkreis durch das Relais BR geschlossen wird. Ein geringer Teil des Rufstroms durchfließt das Relais AR^2, dieses spricht aber nicht an, weil die Batterie ZB über w, den mit H vereinigten Umschalter MH, H, VS, Hülsenleitung Kv^2 und 150 Ohm Wicklung von AR^2 geschlossen ist und so der Anker festgehalten wird. Durch das Hochheben des Stöpsels AS wird der Zugschalter ZS geschlossen und dadurch der —-Batteriepol an die Schlußlampen Sl^1 und Sl^2 gelegt. Nach dem Einsetzen des Stöpsels AS in die Klinke Ka^1 leuchtet aber die Lampe Sl^1 nicht auf, weil der Batteriestrom über das Relais SR^1 zur Sprechstelle fließt und der Relaisanker daher den Lampenkreis unterbricht. Dagegen leuchtet die Lampe Sl^2 beim Einsetzen von VS in Kv^2, solange der Weg für Gleichstrom bei der Sprechstelle 2 durch den Kondensator verriegelt ist. Beim Abnehmen des Hörers beginnt der Strom auch nach der Stelle 2 zu fließen, das Relais SR^2 zieht seinen Anker an und die Lampe Sl^2 erlischt. Die miteinander verbundenen Sprechstellen 1 und 2 erhalten den Mikrophonspeisestrom aus der Zentralbatterie zum Teil über die Relais SR^1, SR^2 sowie über g^1, zum Teil über die Anrufrelais AR^1, AR^2, dabei fließt auf der Strecke vom +-Pol der Batterie bis zu jeder gestöpselten Klinke etwa doppelt soviel Strom wie im übrigen Stromkreise. Wenn nach Schluß des Gesprächs beide Teilnehmer den Hörer anhängen, verschwindet der Zentralbatteriestrom, die Anker der Schlußzeichenrelais fallen ab und die Schlußlampen Sl^1 und Sl^2 leuchten auf. Zum Mithören einer Verbindung werden die Schalter H und MH nach links gelegt, wodurch das Abfragesystem parallel zu den Schlußzeichenrelais eingefügt wird.

Betrieb der Verbindungsleitungen. Die abgehenden Verbindungsleitungen des Orts-, Vororts- und Nachbarortsverkehrs laufen in Vielfachschaltung durch die Schränke, die ankommenden sind nach Fig. 66 fest je mit einem Stöpsel VS verbunden, während Abfrageklinken und Abfragestöpsel fehlen. Die Beamten beider Aemter verständigen sich durch eine Dienstleitung. Wird eine Verbindung mit Amt II verlangt, so schaltet der Beamte von Amt I seinen Abfrageapparat durch Tastendruck auf die Dienstleitung und bringt dadurch gleichzeitig die Lampe DL bei Amt II zum Glühen, falls die Leitung nicht auf Abfrageapparat liegt. Er nennt die gewünschte Anschlußnummer, Amt II wiederholt sie und gibt die Nummer der zu benutzenden Verbindungsleitung an, nimmt deren Stöpsel VS, prüft und verbindet in bekannter Weise. Amt I verbindet die rufende Sprechstelle mit derselben Leitung. Infolgedessen ist die erste Hälfte der Batterie von Amt I, deren +-Pol an Erde liegt, über den b-Draht und das Relais SR^1 bei Amt II geschlossen; die Lampe Sl^1 leuchtet daher nicht auf. Die Kontakte u und u^1 des Zugschalters schließen sich beim Aufheben des Stöpsels VS. Dem Amte I liegt es ob, die verlangte Sprechstelle anzurufen; zu dem Zwecke ist bei Amt II ein (in der Figur nicht angegebenes) Rufübertragungsrelais parallel zur Schlußzeichenbrücke eingeschaltet. Den Mikrophonstrom nach der verlangten Sprechstelle sendet die Batterie des Amtes II über das Relais R. Beginnt der Strom zu fließen, so stellt der Relaisanker eine Erdverbindung für den a-Draht der Verbindungsleitung her, in den nun die Batterie von I durch das Relais SR^2 hindurch Strom senden kann. Die Lampe bei I erlischt. Bei Schluß des Gesprächs wird das Schlußzeichen Sl^1 des Amtes I in bekannter Weise betätigt, die Lampe Sl^2 leuchtet auf, weil das Relais R bei II stromlos wird und den Erdkontakt unterbricht. Trennt dann Amt I die Verbindung, so verliert bei Amt II auch das Relais SR^1 den Strom, und die Schlußlampe Sl^1 leuchtet auf. Von weiteren Systemen für Zentralbatteriebetrieb sind zu nennen das System von Zwietusch & Cie., Charlottenburg, das eine Ausführungsform des Common-Battery-Systems der Western Electric Company darstellt, das System der Deutschen Telephonwerke, das System von Ericson & Cie. und das System von Kellogg [1].

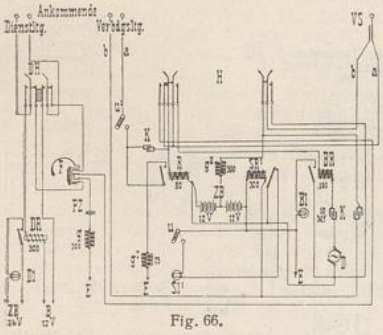


Fig. 66.

c) Die Umschalter für den Fernverkehr.

Es kommen besondere Fernschränke oder Fernumschalter zur Verwendung, die dem betreffenden System für den Ortsverkehr angepaßt werden müssen. Gewöhnlich werden auf einen Schrank oder Arbeitsplatz höchstens vier Fernleitungen geschaltet. Bei größeren Zentralen besteht zur Entgegennahme von Anmeldungen auf Ferngespräche seitens der Teilnehmer eine besondere Dienststelle, „das Meldeamt“ und die Verbindung der Anschlußleitungen mit den Fernumschaltern erfolgt ausschließlich an einem den übrigen Ortsumschaltern vorgeschalteten Umschalter mit doppelten Trennkontakten, so daß während des Ferngesprächs der übrige Teil der Ortssystemleitung vollständig abgeschaltet ist. Näheres [1].

3. **Zentralen mit Unterämtern.** An den Vielfachumschaltetafeln lassen sich im Bereich eines Arbeitsplatzes bis 20000, höchstens bis 25000 Vielfachklinken unterbringen. Sollen mehr Anschlüsse in eine Zentrale eingeführt werden, so ist es notwendig, das Klinkenfeld in zwei oder mehrere Teile zu zerlegen und für jede Unterabteilung besondere Arbeitskräfte zur Bedienung anzustellen.

a) Unterämter nach Kellogg. Kellogg in Chikago teilt die Zentralen in zwei Unterämter A und B, welche beide mit Vielfachumschaltern ausgerüstet werden. Die eine Hälfte Leitungen geht zunächst zu den Vielfachumschaltern des Unteramtes A. Hier durchläuft jede Leitung sämtliche Verbindungsklinken sowie eine Abfrageklinke mit der zugehörigen Anrufklappe;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſie geht dann zu einer Abfrageklinke und Anrufklappe in einer Umſchaltetafel des Unteramtes *B*. Die andre Hälfte der Leitungen geht in entſprechender Weiſe zunächſt zu den Vielfachumſchaltern des Amtes *B* und dann weiter zum Unteramte *A*. Die Anrufklappen ſind polariſiert und zwar ſprechen die Klappen des einen Unteramtes nur auf poſitive Ströme und die des andern nur auf negative Ströme an. Will ein Teilnehmer des Unteramtes *A* mit einem Teilnehmer desſelben Unteramtes ſprechen, ſo ſchickt er poſitiven Strom in die Leitung, auf welchen die Anrufklappe ſeiner Leitung im Unteramte *A* anſpricht, wogegen die Anrufklappe im Unteramte *B* nicht betätigt wird. Will der Teilnehmer des Unteramtes *A* dagegen einen Teilnehmer des Unteramtes *B* ſprechen, ſo muß er negativen Strom in die Leitung ſchicken und dadurch ſeine Klappe im Unteramte *B* betätigen. Bei einer ſolchen Anordnung hat alſo in einer Zentrale für 40000 Leitungen jeder Beamte höchſtens 20000 Verbindungsklinken wie bei den jetzigen großen Umſchaltetafeln zu bedienen.

b) Unterämter mit automatiſchem Anruf nach dem Syſtem der Deutſchen Telephonwerke. Dem Syſtem liegt ein Betriebsverfahren zugrunde, das im Jahre 1900 zuerſt von dem ſchwediſchen Ingenieur Avén in Stockholm angewendet worden iſt. Die Zentrale wird in zwei Abteilungen zerlegt, deren eine, das Verteileramt, die Anrufzeichen, Abfrageklinken und Abfrageklinken und Abfrageſtöpſel, die andre dagegen, das Verbindungsamt, die Umſchalter, Vielfachklinkenfelder und Verbindungsſtöpſel enthält. Ruft ein Teilnehmer an, ſo erſcheint das Anrufzeichen in einem der Verteilerſchränke; die Beamtin hebt einen Stöpſel an, bei welchem ein Freiſignal die zu der Schnur gehörige Beamtin unbeſchäftigt kennzeichnet, und ſteckt ihn in die Klinke der rufenden Leitung. Bei Anheben des Stöpſels wird automatiſch ein Anrufübertragungsrelais bei der betreffenden Abfragebeamtin betätigt, dieſe ſchaltet ſich durch ihren Sprechumſchalter in die Leitung ein, fragt ab und verbindet. In dem Moment des Abhebens des Stöpſels am Verteilerſchrank wird gleichzeitig die betreffende Verbindungsbeamtin in ſämtlichen zu ihr führenden Leitungen als beſetzt gekennzeichnet, ſo daß weitere Anrufe an dieſe Beamtin nicht übertragen werden können. In dem Augenblicke, wo die Abfragebeamtin den Hebel ihres Sprechumſchalters in die Ruhelage zurückſtellt, wird ſie in ſämtlichen zu ihr gehörenden Leitungen wieder frei gemeldet. Sie kann an dem doppelten Schlußſignal beobachten, ob die Teilnehmer ihr Geſpräch beendet haben und hat dann die Trennung vorzunehmen. Gleichzeitig mit den beiden Schlußſignalen erſcheint auch das als Schlußſignal dienende Anrufzeichen im Verteilerſchrank, ſo daß auch hier die Trennung vorgenommen werden kann. Eine beſondere Einrichtung, die doppelſeitige Beſetztkontrolle, verhindert, daß zwei oder mehrere Verteilerbeamtinnen gleichzeitig ein und dieſelbe Abfragebeamtin anrufen. Von den Abfrageplätzen führen abgehende Verbindungsleitungen nach allen Abteilungen des Verbindungsamtes, ferner Dienſtleitungen für den Verkehr der Beamtinnen miteinander. Jede Beamtin des Verbindungsamtes iſt ſtändig mit ihrem Kopffernhörer und Bruſtmikrophon in eine Dienſtleitung eingeſchaltet, die mehrere Abfrageplätze in Vielfachſchaltung durchläuft und daſelbſt auf Taſte (ſtatt auf Klinke) liegt. Will die Abfragebeamtin eine vom Teilnehmer gewünſchte Verbindung ausführen, ſo drückt ſie die Taſte einer Dienſtleitung nach der betreffenden Verbindungsabteilung, alſo der vierten, wenn z. B. Nr. 35670 verlangt iſt, da jede Unterabteilung nur bis zu 10000 Leitungen erhält. Die Verbindungsbeamtin wiederholt die ihr mitgeteilte Nummer und fügt die Nummer der zu benutzenden Verbindungsleitung hinzu, indem ſie deren Einſchnurſtöpſel hebt und damit die gewünſchte Anſchlußleitung auf Beſetztſein prüft. Iſt die Leitung beſetzt, ſo hat ſie dies der Abfragebeamtin mitzuteilen; andernfalls wird der Stöpſel ohne weiteres in die Vielfachklinke eingeſteckt, während die Abfragebeamtin gleichzeitig den rufenden Teilnehmer auf die Klinke der Verbindungsleitung ſtöpſelt. Das Anrufen der verlangten Sprechſtelle erfolgt am Verbindungsplatz ſelbſttätig beim Einſtecken des Verbindungsſtöpſels. Auch nach dem Verbindungsamte werden die Aufträge immer nur an eine gerade unbeſchäftigte Beamtin gegeben. Neben den Dienſtleitungstaſten ſind nämlich an den Abfrageplätzen Signallampen angebracht, die jedesmal leuchten, ſolange die zugehörige Taſte niedergedrückt, alſo die Dienſtleitung beſetzt iſt. Indem die Abfragebeamtin alſo die Taſte neben einer nicht leuchtenden Signallampe niederdrückt, wendet ſie ſich an eine gerade unbeſchäftigte Verbindungsbeamtin, die den Auftrag ohne Zeitverluſt ausführen kann. In der hergeſtellten Verbindung liegen als Brücken entweder die Anrufrelais beider Leitungen oder die Ueberwachungs- und Schlußzeichenrelais im Verbindungsapparat der Abfrageſtelle. Bei letzterer erſcheinen nach Beendigung des Geſprächs die beiden Schlußzeichen, die durch Zurückführen der Stöpſel in die Ruhelage nach der Anruftafel und der Verbindungstafel über Hilfsleitungen ſelbſttätig weitergegeben werden. Nach dieſem Syſtem wird zurzeit von den Deutſchen Telephonwerken im Auftrage und unter Leitung der Reichstelegraphenverwaltung in Hamburg eine große Fernſprechzentrale mit einer Aufnahmefähigkeit bis zu 80000 Anſchlüſſen eingerichtet. Die Hamburger Zentrale wird das größte Fernſprechamt der Welt.

4. **Automatiſche Zentralen oder Selbſtanſchlußämter.** Die Handgriffe des Telephoniſten bei der Zentrale zur Herſtellung und Trennung der Geſprächsverbindungen im Ortsverkehr ſind ſo einfacher Art, daß viele Erfinder ſich damit beſchäftigt haben, dieſe Handgriffe durch elektriſch betätigte Mechanismen zu erſetzen. Unter den zahlreichen Vorſchlägen zur Löſung dieſer Aufgabe hat jedoch nur derjenige des Amerikaners Almon B. Strowger bis jetzt praktiſche Bedeutung erlangt. Die Sprechſtellen eines Selbſtanſchlußamtes erhalten Fernſprechgehäuſe beſonderer Bauart. Bei den durch Fig. 67 dargeſtellten Fernſprechgehäuſen des Strowger-Syſtems befinden ſich an der Tür die Mikrophoninduktionsrolle, darüber die Wecktaſte, dann folgt der Hakenumſchalter und im oberen Teile ein Wechſelſtromwecker. In die Gehäuſetür iſt ferner ein Nummernſchalter eingeſetzt, mittels deſſen der Teilnehmer die gewünſchten Verbindungen ſelbſt anruft. Will man z. B. die Teilnehmerſtelle 73 anrufen, ſo nimmt man den Fernhörer vom Haken des Ein- und Ausſchalters am Fernſprechgehäuſe, greift in die Finger-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

öffnung 7 der Scheibe des Nummernſchalters und dreht ſie nach unten, bis der Finger den Anſchlag trifft. Dann wird die Scheibe losgelaſſen und geht in ihre Ruhelage zurück. Hierauf greift man in die Fingeröffnung 3, dreht die Scheibe wiederum bis zum Anſchlag und läßt ſie los. Nunmehr iſt die Verbindung mit Sprechſtelle 73 hergeſtellt; dieſe wird angerufen und das Geſpräch kann beginnen. Die Schaltung der Sprechſtellen erfolgt nach Schema Fig. 68. Bei abgenommenem Fernhörer iſt die *a*-Leitung von Klemmen *La* über die Federn 1/2 des Umſchalters U^1 und die Wecktaſte auf die Mikrophoninduktionsſpule *s s* und den Fernhörer geſchaltet, von wo der Stromweg über die Klemme *Lb* zur Rückleitung führt. Der Mikrophonkreis iſt über die Federn 4 und 5 von U^1, die primäre Rolle *p* und die Mikrophonbatterie *MB* geſchloſſen. Die Federn *f a* und *f b* dienen zum Entſenden von Stromimpulſen, wenn der Nummernſchalter gedreht wird. Sie ſind mit der *a*- bezw. der *b*-Leitung verbunden, die beide auf dem Amte an einer mit einem Pole geerdeten Batterie von 50 Volt liegen. Ein Stromimpuls kommt jedesmal zuſtande, wenn *f a* oder *f b* an den Erdkontakt *E* gedrückt wird. Dreht man die Nummernſcheibe, ſo wird eine Uhrfeder aufgewunden, die den Schalter nach dem Loslaſſen in die Ruhelage zurückzieht, wobei die Geſchwindigkeit des Rücklaufs durch einen Zentrifugalregulator geregelt wird. Beim Rücklauf ſtreifen die Zähne eines auf der Schalterachſe ſitzenden Rades, welche den Fingeröffnungen der Nummernſcheibe entſprechen, an der Feder *f a* vorbei und drücken ſie je einen Augenblick an *E* an, alſo z. B. ſiebenmal, wenn die Scheibe von ſieben ab gedreht wurde. Zuletzt folgt noch ein beſonders geformter Zahn, welcher die Feder *f b* ebenfalls für einen Augenblick an *E* legt. Nach Herſtellung der Verbindung wird die verlangte Sprechſtelle durch Drücken der Wecktaſte angerufen. Indem der Taſtenhebel die *a*-Leitung an Erde legt, wird die Amtsbatterie durch ein beim Amte vorhandenes Läuterelais hindurch geſchloſſen, das Wechſelſtrom nach der zweiten Sprechſtelle ſendet. Hängt der Teilnehmer nach Geſprächsſchluß den Hörer an den Haken *H*, ſo drückt der iſoliert an *H* ſitzende Anſatz w^2 die Federn *a* und *b* des Umſchalters U^2 für einen Augenblick gegen den Erdkontakt *E*. Der hierdurch gleichzeitig in der *a*- und *b*-Leitung hervorgerufene Strom führt die Schalter des Amtes in die Ruhelage zurück. Der Anſatz w^1 von *H* drückt beim Niedergehen die Feder 3

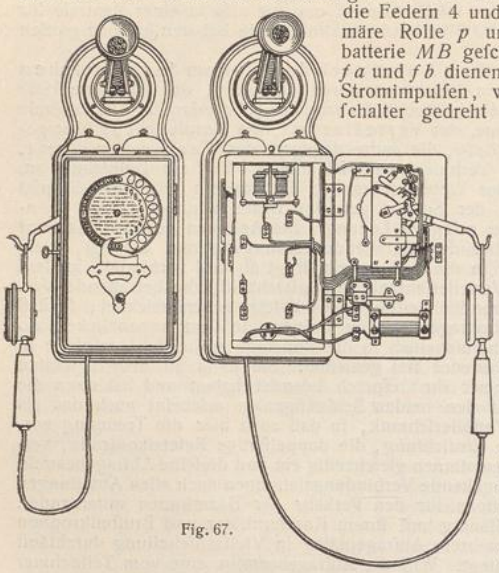


Fig. 67.

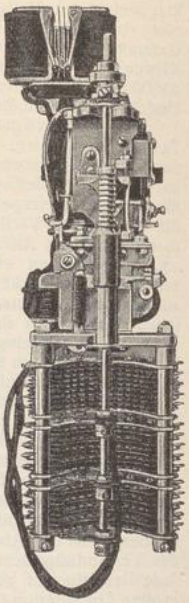


Fig. 69.

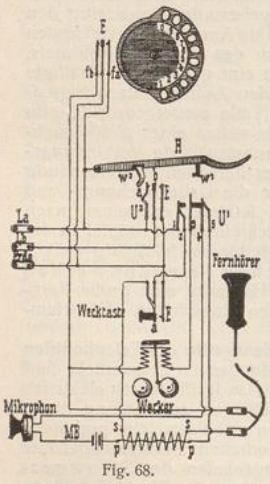


Fig. 68.

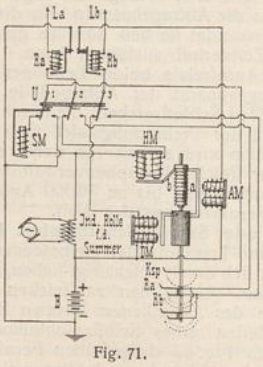


Fig. 71.

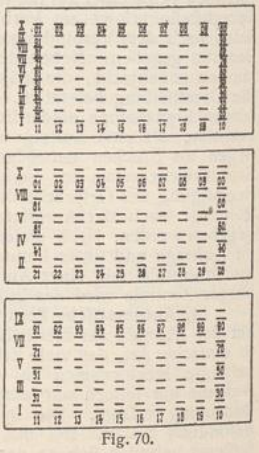


Fig. 70.

des Umschalters U^1 nach links und trennt dadurch den Kontakt der Federn 1, 2 und 4, 5. Die *a*-Leitung ist dann über 1, 3 auf den Wecker gelegt, von wo der Stromweg über Lb zurückführt. Auf dem Amte endet jede Anschlußdoppelleitung an einem dauernd mit ihr verbundenen elektromagnetischen Schaltwerk oder Wähler. Das Schaltwerk (Fig. 69) enthält bei einem Amte für 100 Teilnehmer im oberen Teile zwei Relais und vier Elektromagnete, im unteren Teil drei Kontaktsätze in Form von Zylindersegmenten. Die beiden unteren Kontaktsätze haben in fünf wagerechten Reihen je zehn flache Doppelstifte, der oberste Satz hat 100 Einzelstifte in zehn Reihen. Mit den Doppelstiften der beiden unteren Kontaktsätze sind die *a*- und *b*-Leitungen der 100 Anschlüsse nach dem Schema der Fig. 70 verbunden; an den 100 Stiften des oberen Satzes liegen 100 Sperrleitungen. In dem Amte für 100 Teilnehmer sind 100 derartige Schaltwerke aufgestellt, deren gleichbezifferte Kontaktstifte alle untereinander durch Drähte verbunden sind. In der Mitte vor den Kontaktsätzen jedes Wählers ist im Apparatgestell eine senkrechte Schaltwelle verschiebbar gelagert, die mit ihren drei Kontaktarmen die Stifte der Kontaktsätze bestreichen kann. Um die Welle auf eine bestimmte Nummer einzustellen, wird sie schrittweise gehoben und dann schrittweise nach rechts gedreht. Soll also z. B. die an den beiden unteren Kontaktarmen endigende Teilnehmerleitung mit Nr. 73 verbunden werden, so muß sich die Welle um sieben Schritte heben und darauf um drei Schritte nach rechts drehen; in dieser Stellung umfassen die beiden Bronzefedern des untersten Armes zangenartig den Doppelstift der Leitung 73. Gleichzeitig umfaßt die oberste Doppelfeder den Stift 73 der Sperrleitungen. Die Schrittbewegungen der Schaltwelle werden durch Schaltklinken, die am Anker des Hebe- und Drehelektromagnets sitzen, hervorgebracht. Die Klinke des Hebemagnets greift in die Ringnuten am oberen Teile der Welle ein, die Drehklinke in die darunter befindlichen senkrechten Längsnuten. Eine doppelte Sperrklinke hält die Welle in der jeweils eingenommenen Stellung fest. Bei Drehung der Welle wird eine am oberen Ende befindliche Uhrfeder aufgewunden; unter der Einwirkung dieser Feder schnellt die Welle nach links, wenn die Sperrklinke sie nach Gesprächsschluß freigibt; gleichzeitig fällt sie durch ihr eignes Gewicht nach unten in die Ruhelage zurück. Auf dem Amte führt der Stromweg von der *a*-Leitung durch das Relais Ra (Fig. 71) und den Hebemagnet HM, von der *b*-Leitung durch das Relais Rb und den Drehmagnet DM zur Batterie B von 50 Volt. Sendet also der Teilnehmer in der *a*-Leitung mittels des Nummernschalters 7 Stromstöße, so spricht der Hebemagnet siebenmal an und hebt die Welle um sieben Schritte. Sendet er darauf drei Stromstöße in der *b*-Leitung, dann spricht der Drehmagnet dreimal an und dreht die Welle um drei Schritte. Nunmehr wird, falls die Leitung 73 frei ist, der Umschalter U durch eine mechanische Vorrichtung selbsttätig umgelegt und dadurch die rufende Leitung $La|b$ mit den unteren Kontaktarmen Ra, Rb der Schaltwelle verbunden, womit die gewünschte Gesprächsverbindung hergestellt ist. In der Verbindung liegen die Relais Ra, Rb beider Leitungen, ferner als Brücke die Elektromagneten HM und DM der verlangten Leitung, deren Umschalter U links steht. Wenn nach Gesprächsschluß die Hörer eingehängt werden, so fließt ein kurzer Strom aus B in beide Leitungsdrähte, die Relais Ra und Rb sprechen gleichzeitig an und schließen durch ihre Ankerfedern die Batterie B über den Auslösemagneten AM. Letzterer zieht die an seinem Anker sitzende doppelte Sperrklinke aus den Nuten der Schaltwelle heraus, so daß diese in die Ruhelage zurückgeht. Jeder Anschlußleitung ist im Amte eine Sperrleitung zugeteilt, die im obersten Kontaktsatze jedes Wählers einen Stift hat. Die Sperrleitung ist weiter mit dem obersten Kontaktarm Ksp der zugehörigen Schaltwelle verbunden und führt von da zur Kurbel 1 des Umschalters U, von wo der Weg entweder durch den Sperrmagnet SM zum +-Pole oder direkt zum —-Pole der Batterie geht. Ist nun die verlangte Leitung 73 besetzt, so fließt nach Einstellung der Schaltwelle ein Strom vom +-Pole durch SM zum Arm Ksp des rufenden Wählers und weiter durch die Sperrleitung über deren rechtsstehenden Umschalter U zum —-Pole. Der Sperrmagnet SM spricht also an und sein Ankerhaken verhindert die Umlegung des Schalters U und damit die Verbindung mit Nr. 73. Der rufende Teilnehmer vernimmt als Zeichen des Besetztseins den Ton eines Summers, dessen Sekundärspule zwischen HM und DM in der Doppelleitung liegt.

Bei Aemtern mit mehr als 100 Anschlüssen sind die Schaltwerke im Prinzip ebenso eingerichtet, an der Herstellung einer Verbindung haben jedoch zwei oder mehr Schaltwerke mitzuwirken. Bei dem Tausendsystem verbindet der erste Wähler mit einer Leitung nach einem zweiten Schaltwerk, das das gewünschte Hundert beherrscht. Das Zehntausendsystem erfordert bei jeder Verbindung die Mitwirkung von drei Wählern [4]. Selbstanschlußämter sind hauptsächlich in den Vereinigten Staaten zur Ausführung gekommen, in Europa bestehen solche z. B. in Berlin, Hildesheim, Wien, London, Paris und Kopenhagen.

VI. Mehrfachtelephonie.

Die Bestrebungen zur Einrichtung einer Mehrfachtelephonie haben bis jetzt nur insoweit praktischen Erfolg gehabt, als es gelungen ist, aus zwei doppeldrähtigen Fernsprechverbindungsleitungen zwischen zwei Aemtern eine dritte Sprechverbindung durch Zusammenschalten zu bilden. Beide Zweige der einen Doppelleitung werden dabei als Hinleitung, die Drähte der zweiten Doppelleitung als Rückleitung für die neue Verbindung benutzt. Bedingung für die Wirksamkeit der Schaltung ist, daß die Stromleitungen fast durchweg an demselben Gestänge verlaufen, gut isoliert und möglichst elektrisch gleichwertig sind. Man bezeichnet eine solche Einrichtung als Doppelsprechschaltung. — In die beiden Doppelleitungen I und II (Fig. 72) werden parallel zu den vier Abfragesystemen S ebensoviele Abzweigungsrollen R mit doppelten, an den Klemmen $A_1 E_1$ und $A_2 E_2$ liegenden Drahtwicklungen in der Weise eingeschaltet, daß die Klemme A_1 mit dem einen Draht und die Klemme A_2 mit dem andern Drahte der Doppelleitung I oder II Verbindung erhält. Die Klemmen $E_1 E_2$ der Abzweigungsrollen sind durch

eine übergeſchraubte Meſſingſcheibe zu vereinigen und es iſt zwiſchen beide Klemmenpaare ein dritter Apparatſatz einzuſchalten. Die Abzweigungsrolle (Fig. 73) beſteht aus einem Kerne von feinen Eiſendrähten mit vier Spulen, je zwei über- und nebeneinander, welche gleiche Windungszahl haben und über Kreuz miteinander verbunden ſind. Die von den Apparatſätzen I und II entſandten Sprech- und Weckſtröme durchlaufen zum Teil die beiden Drähte *a* und *b* der zugehörigen Doppelleitung, zum Teil die beiden Wicklungen der an jedem Leitungsende befindlichen Abzweigungsrolle nacheinander. Da die Rollen dabei wie Droſſelſpulen oder

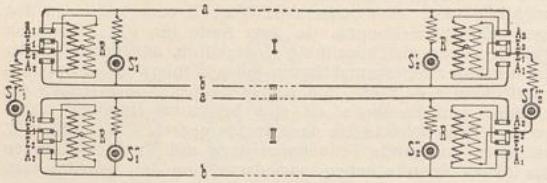


Fig. 72.

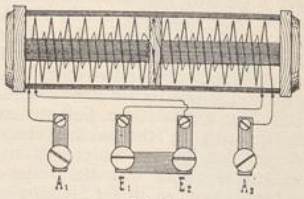


Fig. 73.

Induktanzrollen wirken, ſo laſſen ſie nur ſchwache Zweigſtröme durch und verhüten eine ſtörende Schwächung der wirkſamen Sprechſtröme. Die von den Apparaten III ausgehenden Ströme durchfließen die beiden Drähte der einen Doppelleitung gleichgerichtet als Hinleitung und die der andern Doppelleitung ebenſo als Rückleitung, ohne ſich durch die Sprechapparate dieſer Doppelleitungen zu verzweigen. Sie durchlaufen die beiden Wicklungen jeder Abzweigungsrolle gleichzeitig derart, daß die eine Stromhälfte die erſte Wicklung, die andre Stromhälfte die zweite Wicklung, aber in entgegengeſetzter Richtung durchfließt. Hierbei heben ſich die induzierenden Wirkungen beider Stromhälften in jeder Rolle vollſtändig auf, und es wird alſo eine Schwächung der Sprechſtröme verhindert. Die Teilnehmerleitungen werden in gewöhnlicher Weiſe mittels der Induktionsübertrager in den Apparatſätzen I, II und III an die beiden Doppelleitungen I und II ſowie an den Stromkreis III angeſchloſſen.

VII. Der Bau von Fernſprechanlagen.

Die für den Telegraphenbau geltenden Grundſätze haben bei dem Bau von Fernſprechanlagen ſinngemäß Anwendung zu finden; ebenſo werden viele Telegraphenbaumaterialien und Konſtruktionen auch beim Fernſprechbau benutzt. Die bei der Herſtellung von Linien und Leitungen für den Fernſprechverkehr obwaltenden beſonderen Verhältniſſe ſowie auch die eigentümlichen elektriſchen Eigenſchaften der Fernſprechleitungen bedingen indes anderſeits vielfach die Verwendung von Materialien, Konſtruktionen und ſonſtigen Vorkehrungen, die beim Telegraphenbau nicht üblich ſind.

1. Baumaterialien.

Es kommen in Betracht:

a) Geſtänge. Soweit die Linien mit hölzernen Stangen in den Straßen der Ortſchaften oder an Landſtraßen und Eiſenbahnen anzulegen ſind, kommen Telegraphenſtangen Nr. I oder II (vgl. S. 457) zur Benutzung. Werden die Leitungen über Dächer geführt, ſo erfolgt ihre Befeſtigung an Rohrſtändern. Dieſe beſtehen aus ſchmiedeeiſernen Röhren oder aus nahtlos nach dem Mannesmann-Verfahren gewalzten Rohren von Siemens-Martin-Stahl und haben eine Wandſtärke von 5 mm. Der Rohrſtänderunterteil, welcher am Gebäude zu befeſtigen iſt, hat einen Durchmeſſer von 75 mm, der Oberteil, der zur Aufnahme der Querträger dient, einen ſolchen von 67 mm. Die Zuſammenſetzung beider Teile erfolgt in der Weiſe, daß in das untere Rohrſtück ein Muttergewinde mit einer Gangtiefe von 1 mm eingeſchnitten und in dieſes



Fig 74.

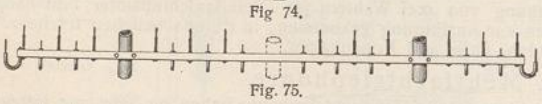


Fig. 75.

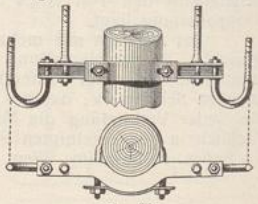


Fig. 76.

der mit einem paſſenden Schraubengewinde verſehene Oberteil etwa 10 cm tief eingeſchraubt wird. Der Oberteil iſt durch eine Kugel aus Zinkblech oder eine Zinkhaube abgeſchloſſen. Gewöhnlich erhalten die Unterteile eine Länge von 2 oder 3 m und die Oberteile eine ſolche von 2—5 m.

b) Querträger und Iſoliervorrichtungen. Die Querträger werden wie diejenigen für Telegraphenleitungen aus [-förmigem Schmiedeeiſen hergeſtellt. Man unterſcheidet Querträger zu 2, 4, 6 und 12 Fernſprechanſchlußdoppelleitungen oder die doppelte Zahl von Einzelleitungen für hölzernes oder eiſernes Geſtänge; ferner Querträger zu 2, 4 und 8 Fernſprechverbindungs-

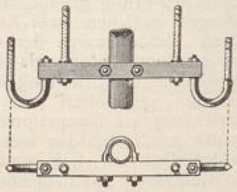


Fig. 77.

doppelleitungen für hölzernes oder eiſernes Geſtänge. Fig. 74 ſtellt einen Querträger zu ſechs Teilnehmerdoppelleitungen für Holzgeſtänge, Fig. 75 einen ſolchen zu zwölf Doppelleitungen für eiſernes Geſtänge dar. Die Fig. 76–79 ſind die Querträgertypen für die Fernverbindungsleitungen. Als Iſolatorſtützen werden bei Verwendung von Querträgern U-förmige und gerade Stützen benutzt, wie in den Fig. 74—79 angegeben iſt. Sind nur wenige Leitungen an dem Geſtänge zu befeſtigen, ſo kommen J-förmige Stützen aus Schmiedeeiſen oder Stahl zur Verwendung. Zur Befeſtigung derſelben an Holzgeſtänge (Fig. 80) dient ein Eiſenbolzen mit Holzſchraubengewinde, an Stangenaufſätzen und eiſernen Geſtängen (Fig. 81) ein Eiſenbolzen mit Schelleiſen. Die Stützen werden mit denſelben Porzellandoppelglocken ausgerüſtet, die im Telegraphenbau Verwendung finden. Vgl. S. 457.

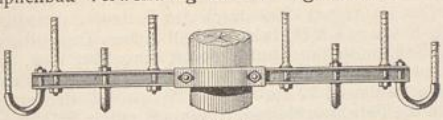


Fig. 78.

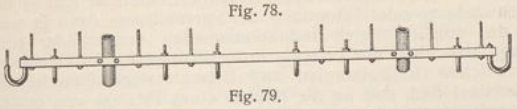


Fig. 79.

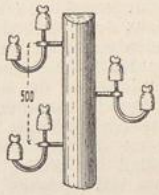


Fig. 80.

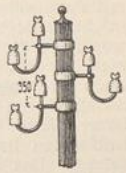


Fig. 81.

c) Leitungsdraht. Es wird für Fernſprechzwecke allgemein Bronzedraht oder Hartkupferdraht von 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 4,5 und 5 mm Stärke benutzt. 1,5-mm-Drähte werden für Teilnehmerleitungen, die übrigen Stärken je nach der Länge der Leitungen für die Fernſprechverbindungsanlagen benutzt. Als Bindedraht dient ausgeglühter Bronzedraht von 1,5—3 mm Stärke. Der Bedarf an Leitungsdraht für 1 km Leitung beträgt.

für Draht von	5	4,5	4	3	2,5	2 und 1,5 mm Stärke
	179	147	116	65	44	30 und 17 kg.

Die abſolute Feſtigkeit des Drahtes muß je nach der Stärke desſelben 70—50 kg auf 1 qmm Querſchnitt betragen, und das Leitungsvermögen des 1,5 mm ſtarken Bronzedrahtes muß mindeſtens 70 %, das der übrigen Drahtſorten mindeſtens 94 % von demjenigen des reinen Kupfers ſein. Es darf alſo 1 km 1,5 mm ſtarker Bronzedraht bei 15° C. höchſtens einen Widerſtand von 14,18 Ohm und 3 mm ſtarker einen ſolchen von 2,64 Ohm haben.

d) Fernſprecherdkabel, Fernſprechluftkabel und Fernſprechflußkabel (Fig. 82). Sie werden mit Doppeladern hergeſtellt, die für Hin- und Rückleitung je einen getrennten Leiter enthalten; von den Leitern jedes Paares iſt der eine verzinnt, der andre blank. Die Stärke der Leiter iſt verſchieden, je nachdem dieſe für Anſchluß- oder Verbindungsleitungen beſtimmt ſind. Während diejenigen für Teilnehmerleitungen aus maſſiven Kupferdrähten von 0,8 mm Durchmeſſer beſtehen, werden für Verbindungsleitungen entweder maſſive oder litzenförmige Leiter verwendet, deren Kupferquerſchnitt Drähten von 1,5—2 mm Stärke entſpricht. Die Leiter werden einzeln mit Papierſtreifen unter Bildung eines möglichſt großen Hohlraumes umſponnen und danach paarweiſe verteilt. Die ſo gebildete Kabelſeele wird mit einem Bleimantel umgeben. Bei bewehrten Kabeln erhält der Bleimantel noch eine äußere Schutzhülle. Die Bewehrung wird durch verzinkte Flacheiſendrähte von trapezförmigem Querſchnitt oder runde Stahldrähte gebildet, auf die noch Aſphalt- oder Kompoundſchichten mit oder ohne Juteeinlage aufgetragen werden, wenn die Kabel nicht in Röhren eingezogen, ſondern in die Erde eingelegt werden. Es ſind gebräuchlich Kabel mit 1–500 Aderpaaren.

Als Fernſprechluftkabel kommen gewöhnliche Fernſprechröhrenkabel ohne Bewehrung zur Verwendung. Fernſprechflußkabel unterſcheiden ſich von den Erdkabeln nur durch die Bewehrung, die, je nachdem die Kabel in den Gewäſſern Beſchädigungen ausgeſetzt ſind, eine ſchwere von 7—9 mm ſtarken Rundeiſendrähten oder eine leichte von 5 mm ſtarken Rundeiſendrähten iſt.

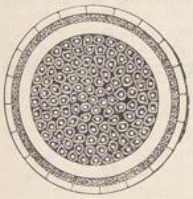


Fig. 82



Fig. 83.

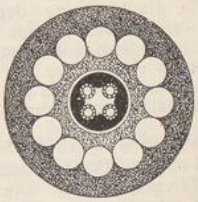


Fig. 85.

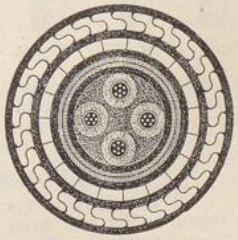


Fig. 84.

e) Fernſprechkabel für weite Entfernungen. Für ſolche Kabel muß zur Erzielung einer guten Sprechverſtändigung die Kapazität der Leitung möglichſt klein gemacht werden. Dies geſchieht am beſten durch Erhöhung der Selbſtinduktion des Leiters, abſatzweiſe nach Pupin durch Einſchaltung von Selbſtinduktionsrollen — Pupinſpulen — entſprechender Größe an beſtimmten Stellen der Leitung oder mit ſtetiger Verteilung derſelben, indem man den Kupferleiter ſeiner ganzen Länge nach mit feinem Eiſendraht umwickelt.

f) Unterſeetelephonkabel. Die Konſtruktion iſt eine recht verſchiedenartige, ſie iſt aber immer darauf berechnet, die Kapazität zu verringern, um eine möglichſt weite Sprech-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verſtändigung zu erzielen. Das deutſch-däniſche Fernſprechkabel Fehmarn—Lolland enthält vier Adern (Fig. 83) deren Leiter je aus einer Litze von ſieben 1,35 mm ſtarken Kupferdrähten beſtehen und mit je einem blanken Eiſendraht von 0,3 mm Stärke bewickelt ſind [5]. Die Iſolierung erfolgte durch mehrere feſt anliegende Papierbänder bis zu einem Durchmeſſer von etwa 11 mm. Die vier Adern ſind miteinander verſeilt, mit Jutefäden getrenſt und hierauf mit Papier und Band auf einen äußeren Durchmeſſer von etwa 32 mm bewickelt. Die ſo erhaltene Kabelſeele iſt nach erfolgter Imprägnierung noch mit einem doppelten Bleimantel von je 1,5 mm Wandſtärke umpreßt worden. Hierauf folgt eine Schutzhülle von Aſphalt und Compound, dann die Flacheiſendrahtbewehrung und wieder eine Compoundhülle. Das Küſtenkabel (Fig. 84) hat auf 2 km über der Flachdrahtarmatur noch eine zweite Bewehrung von enganſchließenden 6 mm ſtarken Profileiſendrähten erhalten. Das im Auguſt 1906 durch den Bodenſee verlegte Kabel mit Pupinrollen aus der Fabrik der A.-G. Siemens & Halske enthält ſieben Doppelleitungen, in die in Abſtänden von etwa 500 m die Selbſtinduktionsſpulen derart eingebaut ſind, daß abwechſelnd die Spulen für drei und vier Aderpaare aufeinander folgen, damit die Spulenſtellen nicht zu dick wurden. Auf die Kabellänge von rund 12 km wurden 23 Spulenſtellen eingebaut. Nach der Pupintheorie [6] vermindert die in die Fernſprechleitungen eingeſchaltete Selbſtinduktion die durch die Kapazität bedingte Schwächung oder Dämpfung der Sprechſtröme dann in wirkſamer Weiſe, wenn der Abſtand der eingeſchalteten Induktionsquellen voneinander einen beſtimmten Bruchteil der Wellenlänge der über die Leitung fortzupflanzenden Wechſelſtröme beträgt. Das etwa 100 km lange, zwiſchen Großbritannien und Irland verlegte Unterſeekabel (Fig. 85) hat vier Adern, die ſo angeordnet ſind, daß ſie die Kanten eines Prismas von quadratiſchem Querſchnitte bei einem gegenſeitigen Abſtande der Leitermitten von etwa 5 mm darſtellen. Die Guttapercha iſt derart um die vier Adern gepreßt, daß ſie nur die außenliegenden Flächen der Leiter berührt und der innere Raum hohl bleibt. Der Hohlraum iſt in kurzen Entfernungen durch Guttapercha unterbrochen, damit bei einer Beſchädigung des Kabels immer nur ein kurzes Stück voll Waſſer laufen kann.

g) Zementformſtücke. Sie werden zur Herſtellung von Kanälen für die unterirdiſche Führung von Fernſprechkabeln benutzt. Allgemein gebräuchlich ſind jetzt 1 m lange prismatiſche Zementſtücke mit zwei, drei oder vier Oeffnungen von 10 cm lichter Weite (Fig. 86a und 86b). Liegen die Kanäle tief im Straßendamm, ſo werden Formſtücke mit gerader Decke verwendet, andernfalls wird die obere Schicht aus Formſtücken mit gewölbter Decke hergeſtellt, die eine größere Druckfeſtigkeit beſitzen. Zur Herſtellung der Stoßverbindung erhält jedes Formſtück an dem einen Ende einen 1 cm breiten Falz, am andern Ende eine entſprechende muffenartige Ausſparung. An den Stirnwänden ſämtlicher Stücke ſind zwei Vertiefungen angebracht, die beim Auslegen zur Aufnahme eiſerner Dorne dienen. Die Hohlräume der Formſtücke ſind mit einem glatten, zuſammenhängenden, ſäurefreien Teerlacküberzug verſehen.

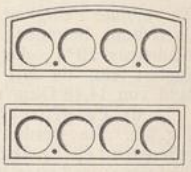


Fig. 86a und 86b.

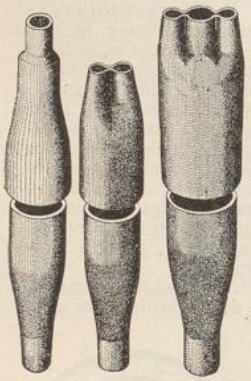


Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89.

h) Kabelmuffen. Zur Verbindung von Fernſprecherdkabeln und Röhrenkabeln mit Bewehrung dienen in der Regel Muffen aus Gußeiſen, wie ſie für die Verbindung von Telegraphenkabeln zur Verwendung kommen. Zur Verbindung von Röhrenkabeln ohne Bewehrung werden dagegen allgemein Muffen aus Walzblei verwendet. Letztere Muffen können jedoch auch an Stelle gußeiſerner Muffen für Röhrenkabel mit Bewehrung an ſolchen Stellen mit Vorteil benutzt werden, wo die Kabel bei Hochwaſſer u. ſ. w. der Näſſe beſonders ausgeſetzt ſind, da ſich durch die Verlötung der Muffen mit dem Bleimantel eine waſſerdichte Abſchließung der Verbindungsſtellen am leichteſten erreichen läßt. Die Muffen beſtehen aus je zwei Hülſen, deren Durchmeſſer ſo berechnet iſt, daß die eine in die Oeffnung der andern eingeſteckt werden kann. Beide Hülſen werden miteinander und mit dem Bleimantel der Kabel verlötet. Fig. 87 ſtellt eine Lötmuffe für zwei gleichpaarige Kabel dar, Fig. 88 und 89 kommen als Verteilungsmuffen zur Anwendung, wenn ein vieladriges Kabel in zwei oder drei weniger Adern enthaltende Kabel aufgelöſt werden ſoll.

2. Die Herſtellung oberirdiſcher Leitungen.

a) Hölzernes Geſtänge. Die Aufſtellung der hölzernen Stangen erfolgt wie beim Telegraphenbau. Die J-förmigen Doppelſtützen ſind an den Stangen oder Stangenaufſätzen ſo zu befeſtigen, daß der die Holzſchraube oder die Schelle tragende Teil der Doppelſtütze ſenkrecht zur Längsachſe der Stange ſteht. Die Querträger ſind ſämtlich an der gleichen Stangenſeite anzubringen, ihr Abſtand voneinander beträgt in der Regel 40 cm.

b) Eiſernes Dachgeſtänge. Zur Befeſtigung eines Rohrſtänders am Dachgebälk oder Mauerwerk dienen zwei ſchmiedeeiſerne Schellen mit ſtarken Unterlegeplatten (Fig. 90). Durch die untere Schelle (den Schuh) und die zugehörige Unterlageplatte greift ein Dorn hindurch. Auf dieſen Dorn, der das Durchgleiten des Rohrſtänders durch die Schelle

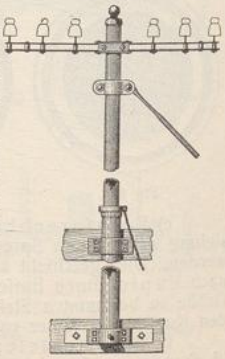


Fig. 90.

verhüten soll, wird der an seinem unteren Ende mit einem Schlitze bezw. einer Durchbohrung versehene Rohrständer aufgesetzt. Die Befestigung der Unterlegeplatte am Dachgebälk erfolgt mittels starker Schrauben oder durchgehender Bolzen mit Vorlegescheiben und Muttern, diejenige der Schelle auf der Unterlegeplatte mittels vier Bolzen und Muttern. Vor Aufstellung des Rohrständers muß erforderlichenfalls das Dachgebälk durch Einziehen starker Riegel aus Kantholz hergerichtet und verstärkt werden. Bei Doppelgestängen sind die Rohrständer in Abständen von 1,4 oder 1,7 m von Mitte zu Mitte aufzustellen. Jeder dritte oder vierte Rohrständer ist durch Verwendung einteiliger Rohre sowie durch ausgiebige Verstrebung und Verankerung so zu verstärken, daß er selbst bei einseitiger Belastung umbruchsicher ist. Es soll dadurch verhindert werden, daß beim Ueberweichen eines Gestänges oder beim einseitigen Fortfall des Drahtzuges aus andrer Ursache die nachfolgenden Stützpunkte auf weitere Entfernungen hin zu Fall gebracht werden. Um das Uebertragen des Tönens der Leitungsdrähte durch die Stützpunkte auf das Gebäude zu verhüten, sind die Rohrständer unten abzuschließen und im Innern mit Asche oder feinem Sand zu füllen. Hilft dies nicht genügend, so sind diejenigen Stellen des Rohrständers, die von den Schellen gefaßt werden, mit Walzblei oder Filz zu belegen. Die Rohrständer dürfen auch nicht bis auf den Fußboden des Dachgeschosses reichen. Jedes Dachgestänge wird mit einer Erdleitung aus vier zu einem Seile vereinigten und starken verzinkten Eisendrähten versehen, das mit dem Rohrständer mittels einer verzinkten Blitzableiterschelle verbunden wird. Diese Blitzableitererdleitungen sind mit den Hausblitzableitern sowie den Gas- und Wasserleitungen metallisch zu verbinden. In der Nähe des Rohrgestänges wird in das Dach eine Aussteigeluke eingesetzt. Die Querträger, die vorher mit Isolationsvorrichtungen zu versehen sind, werden in Abständen von 30—40 cm voneinander, der oberste Querträger 10 cm vom Rohrständerende am Gestänge befestigt. Jeder dritte oder vierte Rohrständer, außerdem alle Gestänge, die in Winkelpunkten stehen oder sonst auf Festigkeit besonders beansprucht werden (Abspanngestänge), sind durch Anbringung von Ankern oder Streben gehörig zu verstärken. Es kommen meist Anker und Streben aus Rundeisen, bezw. ⊤- oder ⊥-Eisen zur Verwendung.

c) Herstellung der Drahtleitungen. Es sind die Vorschriften für die Herstellung der Telegraphenleitungen sinngemäß zur Anwendung zu bringen. Das Aufbringen des Leitungsdrahtes auf eiserne Dachgestänge erfordert besondere Vorkehrungen. Zunächst zieht man über sämtliche Stützpunkte eines Linienabschnittes von 500—600 m eine Leine, indem man sie von jedem Stützpunkte aus mittels einer andern auf die Straße hinabgeworfenen Leine hochzieht. Der Anfang der Leine wird mit dem auf einer Trommel oder einem Haspel aufgewickelten Leitungsdraht und mit einer zweiten, auf einer Trommel befindlichen Leine verbunden. Durch Aufwickeln der ersten Leine auf eine Trommel wird der Draht nebst der zweiten Leine unter Anwendung von Drahtzugvorrichtungen über die Stützpunkte gezogen. Letztere bestehen aus einem kleinen an jedem Rohrständer zu befestigenden Rollensystem, das Beschädigungen der Zugleine und des Drahtes durch Reiben an den scharfen Kanten der Querträger verhütet und das Ziehen der Drähte erleichtert. Um die Fortleitung des von dem Schwingen der Drähte verursachten tönenden Geräusches bis in die bewohnten Räume zu verhindern, ist der Leitungsdraht an den betreffenden Punkten möglichst schlaff zu spannen; ferner ist der Leitungsdraht an den Rohrständern, Mauerbügeln u. s. w. in einer Entfernung von 1 bis 1,5 m vom Isolator, erforderlichenfalls zu beiden Seiten, mit einem Gummizylinder zu umgeben. Bei Herstellung der Fernsprechverbindungsleitungen ist auf eine möglichst induktionsfreie Anordnung zu achten. Für zwei an demselben Gestänge geführte Doppelleitungen erhält man die günstigste Anordnung, wenn man die Isolatoren so befestigt, daß sie die Eckpunkte eines Rhombus bilden; es sind je die gegenüberliegenden Drähte zu Schleifen zu verbinden. Der Abstand der senkrecht untereinander liegenden Leitungen hat 50 cm zu betragen. In diesem Falle stehen die Ebenen der beiden Schleifendrähte senkrecht aufeinander und die Drähte der einen Schleife haben von den Drähten der andern Schleife überall gleichen Abstand. Im Drahte *a* hat der Strom stets die umgekehrte Richtung wie im Drahte *b* jeder Schleife. Infolgedessen wirken die Drähte *a* und *b* der einen Schleife genau gleichstark, aber in entgegengesetztem Sinne induzierend auf jeden Draht der andern Schleife; es kann daher in der andern Schleife kein Induktionsstrom zustande kommen. Sind mehr als zwei Schleifen an einem Gestänge zu befestigen, so werden sie auf J-förmigen Doppelstützen oder Querträgern so gruppiert, daß die beiden Drähte jeder Schleife mit nur 20 cm Abstand nebeneinander laufen und jede Schleife von der nächsten durch einen möglichst großen Abstand getrennt ist. Bei der Anordnung der Fig. 91 sind beide Drähte der Schleife L_1 *a*|*b* von einem Drahte der Schleife L_2 *a*|*b* annähernd gleichweit entfernt, und ihre Induktionswirkungen auf einen andern Schleifendraht heben sich zwar nicht völlig, aber doch so weit auf, daß der Rest nicht mehr stört. Ein weiteres Mittel zur Beseitigung der Induktionswirkungen besteht in der Anbringung von Kreuzungen in den Schleifen derart, daß beide Drähte an bestimmten Stangen die Plätze wechseln. Dadurch läßt sich erreichen, daß jeder der beiden Drähte einer Schleife von dem störenden Leitungsdraht im Durchschnitt gleichweit entfernt ist. Es werden dann in beiden Drähten genau gleiche elektromotorische Kräfte induziert, die sich aufheben.

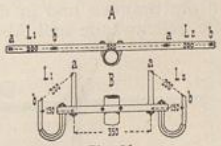


Fig. 91.

3. Die Verlegung von Fernsprechkabeln

erfolgt entweder wie bei Telegraphenkabeln unmittelbar in die Erde oder in Zementkanälen.

a) Zementkanäle. Bei den im Straßendamm herzustellenden Zementkanälen muß die Oberfläche der Formstücke mindestens 60 cm unter der Fahrbahn liegen. Die in den Fußgängersteigen untergebrachten Kanäle können flacher liegen. Die Formstücke werden ohne besondere Unterbettung unmittelbar auf der sorgfältig abgeglichenen Sohle des Baugrabens

ausgelegt. Je zwei Kanalſtrecken müſſen ſich nach den dazwiſchen liegenden Brunnen ſenken, um den Waſſerabfluß zu ermöglichen. In der unterſten Schicht ſind die Stoßenden der Stücke in eine ſtarke breite Lage von Zementmörtel zu betten. Zur Herſtellung ſicheren Verbandes zwiſchen den einzelnen Stücken werden in zwei Ausſparungen an den Stoßenden eiſerne Dorne von 9 cm Länge mit reinem Zementmörtel eingefügt (Fig. 92). Dann wird der Falz des einen Stoßendes in die übergreifende Umrandung des andern Endes forgfältig eingepaßt und ebenfalls mit reinem Zementmörtel verſtrichen. Der Aufbau der folgenden Schichten erfolgt im Verbande wie bei gewöhnlichem Mauerwerk.

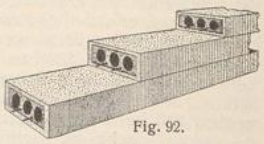


Fig. 92.

b) Kabelbrunnen. Um das Einziehen der Kabel in die Kanäle zu erleichtern, werden in dieſe Kabelbrunnen eingebaut. Die Größe der einzelnen Brunnen richtet ſich nach den örtlichen Verhältniſſen und der Zahl der einzuziehenden Kabel; die Tiefe beträgt gewöhnlich 1,50—1,83 m. Die oberſten Schichten des Mauerwerks der Brunnenwände ſind halsförmig nach dem Innern des Brunnens ſo weit einzuziehen, daß deſſen Abdeckung überall ein genügendes Auflager findet. Die innere Abdeckung des Deckels beſteht aus zwei übereinander greifenden verzinkten Wellblechdeckeln, welche auf den beiden I-Eiſen aufliegen, die an den Längswänden des Brunnens die untere Kante der Einſteigeöffnung einfaſſen. Die im Niveau der Straße liegende obere Kante der Einſteigeöffnung wird mit einem Rahmen aus ſtarkem Bandeiſen eingefaßt, welcher die auf der oberſten Schicht des Mauerwerks aufzulegende äußere Abdeckung des Brunnens aufzunehmen hat. Brunnen im Fußgängerſteige (Fig. 93) werden mit Granitplatten abgedeckt, nach Erfordernis auch mit einem eiſernen Kaſten mit Moſaik oder Aſphaltpflaſter. Bei den in der Fahrſtraße anzulegenden Brunnen (Fig. 94) iſt behufs Erzielung größerer Tragfähigkeit die eigentliche Decke des Brunnens mit einem Granitgeſchränke herzuſtellen, das auf ſtarke eiſerne Träger aufgelagert iſt, die auf dem Mauerwerke des Brunnens ruhen. Auf dem Granitgeſchränke ruht die Zarge der etwa 63 cm weiten Einſteigeöffnung, deren untere Abdeckung aus Wellblechdeckeln und deren obere Abdeckung aus einer Eiſenplatte oder einem Eiſenrahmen mit Stirnholzeinlage herzuſtellen iſt. Die Platten ſind mit einer Vorrichtung zum Aufheben zu verſehen. Die in den Kabelbrunnen einzuführenden Rohre u. ſ. w enden 30—50 cm vor dem Brunnen, alsdann folgt die trichterförmig erweiterte Oeffnung der Brunnenwand.

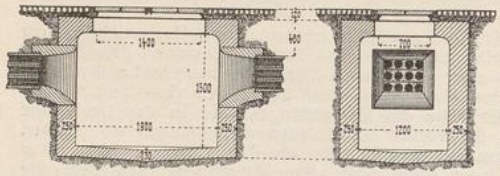


Fig. 93.

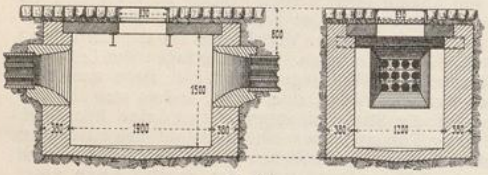


Fig. 94.

c) Das Einziehen der Kabel. Die in die Zementkanäle einzuziehenden Kabel erhalten in der Regel eine Länge von 150—200 m. Die Arbeiten zum Einziehen beginnen damit, daß in die Kabelbrunnen Gleit- und Packrollen eingeſetzt werden, welche die Reibungen zwiſchen dem Zugſeil oder dem Kabel und den Rohrkanten fernhalten ſollen. Die aus Gußeiſen in kräftigen Formen hergeſtellten Gleitrollen ſind mit einer Kehlung verſehen, die dem Querſchnitt des einzuziehenden Kabels angepaßt iſt. Die Art des Einbaus richtet ſich nach den örtlichen Verhältniſſen; in kleineren Kabelbrunnen kommt die durch Fig. 95 dargeſtellte Spreize zur Verwendung, in größeren Brunnen ſind Winkeleiſenkonſtruktionen mit Durchbohrungen nach Fig. 96 üblich, die bei der Herſtellung des Brunnens an den Seitenwänden neben der Kanalöffnung ſenkrecht übereinander eingelaſſen worden ſind. Packrollen ſind kleinere Rollen aus Holz oder Gußeiſen, die auf einer viereckigen Fußplatte angebracht, ohne weitere Befeſtigung in die Brunnen und in die trichterförmigen Erweiterungen der Kanalöffnungen geſtellt oder an die Seitenwände und Abdeckungen der Brunnen angelegt werden können. In die Einzelröhren des Zementkanals wird zunächſt ein Zugfeilchen mit Hilfe eines Einführungsgeſtänges eingebracht. Letzteres beſteht aus 1 m langen ſchwachen Holzſtäben, an deren Enden mittels eiſerner Zwingen einerſeits ein Haken und anderſeits eine Oeſe befeſtigt iſt. Am vorderen Ende des erſten Stabes wird ein nach vorn und hinten zugeſpitzter Kopf von etwas geringerem Durchmeſſer als die Rohrweite angebracht, um ermitteln zu können, ob das Rohr frei von Hinderniſſen iſt. Zur Verminderung der Reibung beim nun folgenden Einziehen des Zugſeils

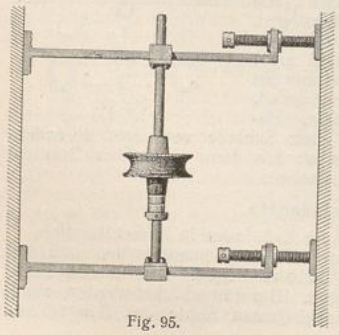


Fig. 95.

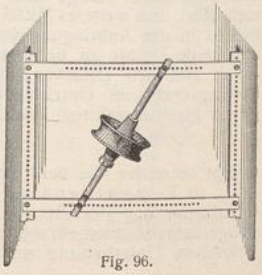


Fig. 96.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ſpäter des Kabels wird mittels des Zugfeilchens eine mit Mineralfett, z. B. Vaſelin, getränkte runde Bürſte, an deren andern Ende ebenfalls ein Zugfeilchen befeſtigt iſt, in der ganzen Länge des Rohrs mehreremal hin und her gezogen. Zur Verbindung des Zugfeils mit dem Kabel dient ein auf das freie Ende des Zugfeils angelötetes Verbindungsſtück und bei bewehrten Kabeln die bereits in der Kabelfabrik aus den Schutzdrähten gebildete, mit Bindedraht feſt umflochtene Zugöſe des Kabelendes. Bei unbewehrten Kabeln wird von einem Eiſendrahtſtrumpf, d. i. einem ſchlauchförmigen loſen Geflecht aus Stahldrahtlitzen (Fig. 97), Gebrauch gemacht. Dieſes wird über das Kabelende geſchoben und mit einem loſen Drahtbund darauf befeſtigt. Das äußere Ende der Vorrichtung iſt zu einer Oeſe gearbeitet, an der das Zugfeil angebracht wird. Bei Ausübung eines Zuges verringert ſich die innere Weite des Schlauches, wodurch das Kabel, ſoweit das Geflecht reicht, kräftig gefaßt wird. Das Einziehen der Kabel in die Rohrſtränge erfolgt unter Benutzung einer Kabelwinde zum Anziehen des Zugfeils. Sie wird in der Regel hinter demjenigen Brunnen unverrückbar aufgeſtellt, bis zu welchem das Kabel eingezogen werden ſoll. Wenn das Kabelende in dem Brunnen bei der Kabelwinde angekommen iſt, wird es noch in der als Vorrat für die Lötſtelle oder für andre Zwecke erforderlichen Länge aus dem Rohrſtrange herausgezogen. In den Brunnen werden die Kabel nach den Seiten gelagert, damit die Mitte möglichſt frei bleibt.

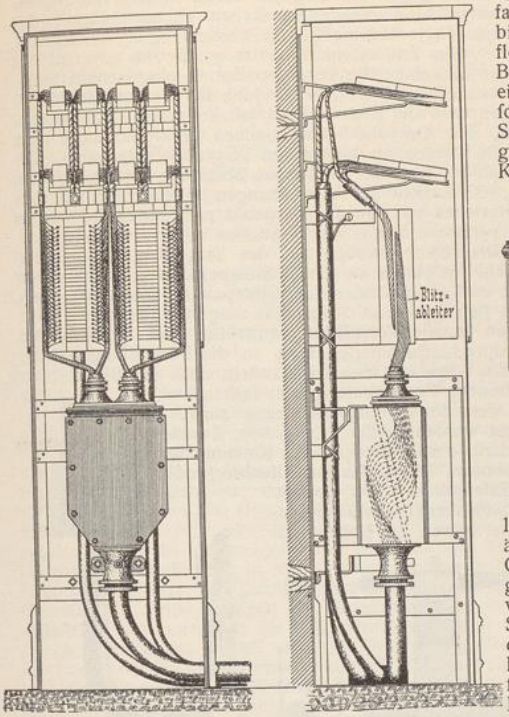


Fig. 98.

Fig. 99.



Fig. 100.

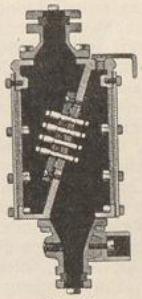


Fig. 101.



Fig. 97.

d) Lötſtellen in Fernſprechkabeln. Das Verbinden der zuſammengehörenden Adern erfolgt von der innerſten Lage aus durch Würgeſtellen, nachdem auf die eine Ader ein etwa 5 cm langes Iſolierröhrchen aus Papier geſchoben und eine Reinigung der Drähte erfolgt iſt. Die Drähte werden an der Berührungsſtelle rechtwinklig zur Aderrichtung umgebogen und zuſammengedreht, ſodann wird die Würgeſtelle durch Abkneifen der Drahtenden auf etwa 3 cm verkürzt, parallel zur Ader umgebogen und durch Ueberſchieben des Papierröhrchens iſoliert. Die Papierröhrchen werden vor dem Gebrauch über Kohlenfeuer gut getrocknet oder abgedämpft. Vor der Verbindung der Adern ſind die beiden Hülſen der Walzbleimuffe auf die Kabelenden aufgeſteckt worden. Die Länge der Spleißſtelle und der Abſtand zwiſchen den Enden der Bleimäntel beider Kabel ſind derart zu bemeſſen, daß, wenn die Hülſen von beiden Seiten über die Spleißſtelle geſchoben werden, ſie dieſe völlig bedecken, dabei etwa 3—4 cm ineinander ſtecken und an beiden Enden den Bleimantel der verſpleißten Kabelſtücke noch etwa ebenſoweit umfaſſen. Zur Verbindung des Mantels mit den Hülſen und der Hülſen untereinander dient ſogenannter Bleimörtel, ein zuſammengeſchmolzenes Gemenge aus 2 Gewichtsteilen Tarnowitzer Weichblei und 1 Gewichtsteil Auſtralzinn mit einem Zuſatze von Schwefel, Kolophonium und Talg.

e) Ueberführungskaſten dienen zur Verbindung der Fernſprechkabel mit den oberirdiſchen Fernſprechleitungen. Der Ueberführungskaſten (Fig. 98 und 99) beſteht aus einem mit Eiſenblech überkleideten Eiſengerüſt; Vorder- und Rückenwand ſind zum Abſchrauben eingerichtet; ihre oberen Hälften laſſen ſich türartig öffnen. Der Kaſten, der die Einrichtung beſonderer Bodenräume für Kabelaufführungen entbehrlich machen ſoll, enthält einen Kabelendverſchluß, die Blitzableiter und die Sicherungen für die Leitungsadern des Fernſprechkabels.

f) Kabelendverſchluß (Fig. 100 und 101). In ihm erfolgt die Verbindung der Leitungsadern der Fernſprechkabel mit den Adern der nach den Betriebsräumen führenden Zimmerleitungskabel. Er beſteht aus einem gußeiſernen, mehrmals mit Oelfarbe geſtrichenen Kaſten von der Form eines rechtwinkligen, vierſeitigen Prismas, deſſen Seitenflächen am unteren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ende etwas abgeschrägt sind. Vorder- und Rückwand aus starkem Eisenblech sind zum Abschrauben eingerichtet. Der innere Raum des Kastens ist durch eine in der Diagonale der Seitenwände von vorn nach hinten ansteigende Scheidewand in zwei Kammern geteilt. Die Scheidewand besteht aus einer Stabilitplatte, die auf einen an den Seitenwänden des Kastens angegossenen Rahmen geschraubt und durch Gummistreifen gegen ihn abgedichtet ist. Durch die Stabilitplatte führt für jede Ader des in den Endverschluß eintretenden Kabels ein an beiden Enden mit Druckschrauben versehener, etwa 3 cm langer Messingstift zur Verbindung der Kabeladern mit den Adern der Zimmerleitungskabel. Jeder Endverschluß besitzt am Boden eine mit der hinteren Kammer zusammenhängende, zur Aufnahme des Fernsprechkabels eingerichtete Stopfbüchse. In die vordere Kammer führen von oben bis zu acht Büchsen für die Zimmerleitungskabel. Nach Herstellung der Verbindungen wird der Endverschluß mit Isoliermasse ausgegossen.

4. Die Anlage von Luftkabeln. Für Luftkabellinien kommen Fernsprechkabel ohne Eisendrahtbewehrung zur Verwendung; sie werden an besonderen Tragseilen aufgehängt. Die Tragseile bestehen aus verzinkten Gußstahldrähten; sie werden an hölzernen wie an eisernen Gestängen mittels besonderer durch Fig. 102 dargestellter Vorrichtungen befestigt und mit etwa 2% Durchhang gespannt. Beim Vorwärtsziehen von einem Stützpunkt zum andern werden an dem Kabel in Abständen von etwa 1 m verzinkte Haken aus Bandeisen mit verzinktem Bindedraht festgebunden. Die freien Enden der Haken werden auf das Tragseil geschoben und gleiten auf ihm entlang (Fig. 103). Sobald ein Haken an einem Stützpunkt ankommt, wird er von einem Arbeiter vom Seil abgehängt und gleich hinter dem Stützpunkt wieder aufgehängt. Die Verbindung zweier Kabelenden muß stets an einem Stützpunkt ausgeführt werden.

5. Die Einführung der Leitungen in die Vermittlungsanstalten und Sprechstellen. Zur Einführung der oberirdischen Fernsprechteilnehmerleitungen in die Vermittlungsanstalten dienen Gummikabel, die auf dem kürzesten Wege von den Rohrständern nach den Blitzableitern bezw. an die vor die Blitzableiter zu schaltenden Grobsicherungen zu führen sind, welche beide unter allen Umständen in dem der Leitungseinführung zunächst belegenen geeigneten Raum untergebracht werden müssen. Zu diesem Zwecke werden die Kabel, sofern sie nicht innerhalb des Gebäudes durch Klemmleisten an den Wänden entlang geführt werden können, in Kanälen aus Eisenblech oder Eisengittern u. s. w. verlegt. Seitenkanäle ähnlicher Bauart führen die Kabel nach

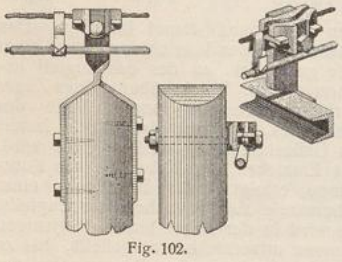


Fig. 102.

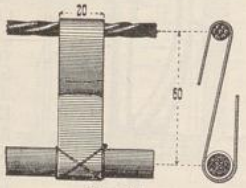


Fig. 103.



Fig. 104.

den untersten Querträgern der Rohrständer, weiterhin werden die Kabel durch flache Kasten abgedeckt. Die isolierten Adern der Gummikabel werden sodann in dem freien Raum zwischen den Querträgerschienen untergebracht und in der aus Fig. 104 ersichtlichen Weise an die Stütze des nächsten Isolators sowie an den inneren Mantel der Doppelglocke gelegt und möglichst weit in den Hohlraum der Glocke hineingeschoben. Die Bleihülle darf mit dem äußeren Mantel des Isolators nicht in Berührung kommen, anderseits muß sie bis tief in den Innenraum der Doppelglocke, bis zum Punkte *a*, hineinragen. Die Isolierhülle der Strecke *a b c*, die vom Bleimantel zu entblößen ist, muß unverletzt bleiben. Das vom Punkte *c* ab auch von der Isolierschicht zu befreiende Ende des Kabels wird mit dem senkrecht nach unten geführten Ende der blanken Leitung verlötet. An den Stützen wird das Kabel mit weichem Kupferdraht unter Zwischenlage eines Streifens Isolierband festgebunden. Ist nur eine geringe Anzahl von Leitungen in die Vermittlungsanstalt einzuführen, so werden die Gummikabel zweckmäßig in den Rohrständern selbst hochgeführt und diese durch eine Zinkhaube mit angesetzter Kappe nach Fig. 105 abgeschlossen. Die Einführung der Leitungen in die Sprechstellen erfolgt durch Bleirohrkabel, das nach Fig. 104 mit der Außenleitung an einem Einführungsisolator auf hakenförmiger Schraubenstütze verbunden wird. Die Einführung der Fernsprechverbindungsleitungen erfolgt getrennt von den Teilnehmerleitungen mittels besonderer Bleirohrkabel in die Vermittlungsämter. Zur Verbindung dieser Kabel mit den blanken Leitungen dienen Ebonitschutzglocken. Die blanke Leitung wird zu diesem Zwecke an dem letzten Isolator nach Fig. 106 abgespannt, und in gleicher Weise wird der Draht einer Schutzglocke am Isolator befestigt. Die Enden des Leitungs- und Schutzglockendrahtes werden seitlich vom Isolator zu einem flachen Bügel zusammengebogen und verseilt; die Würgestelle wird gut verlötet. Zur Verbindung des isolierten Drahtes mit dem Drahte in der Glocke ist deren Mantel abzuschrauben und über den isolierten Draht zu ziehen, hierauf dieser auf einige Zentimeter freizulegen und mit dem zu einer Oese umgebogenen



Fig. 105.



Fig. 106.

Glockendrahte zu verlöten. Die Einführungskabel werden in den Vermittlungsanſtalten zunächſt an die Blitzableiter mit Feinſicherungen geführt; vor dieſe werden noch Grobſicherungen eingeſchaltet, wenn es ſich um oberirdiſche Fernſprechleitungen handelt, die durch Starkſtromleitungen gefährdet ſind. Die Fernſprechverbindungsleitungen werden zunächſt an Plattenblitzableiter geführt, denen bei Starkſtromgefahr noch Grobſicherungen vorgeſchaltet werden und dann an Kohlenblitzableiter gelegt. In den Sprechſtellen wird das Einführungskabel nach dem Sicherungskäſtchen geführt; von hier aus geht die Zimmerleitung nach den Sprechapparaten über Iſolierröllchen, die in Abſtänden von etwa 1 m mittels Holz- oder Stahldübel an den Wänden anzubringen ſind. Die Iſolierrollen beſtehen entweder aus einem Stück in Form einer Glocke oder aus zwei ineinander zu ſchiebenden Teilen in Form einer Klemmrolle (Fig. 107). Damit die Drähte in den Feldern ſtraff geſpannt bleiben, werden ſie bei einteiligen Röllchen mit Garn feſtgebunden, bei zweiteiligen Röllchen aber zwiſchen die beiden Teile gelegt und beim Anſchrauben feſtgeklemmt.



Fig. 107.

Die Vermittlungsanſtalten erhalten beſondere Blitzableitererdleitungen und beſondere Betriebserden, erſtere entſprechen den Erdleitungen für Telegraphenzwecke; letztere werden gewöhnlich aus 1,5 mm ſtarkem Kupferdraht hergeſtellt und möglichſt mit der Waſſerleitung verbunden; es kann dann eine beſondere Erdplatte wegfallen. Bei den Sprechſtellen genügt als Erdleitung eine Verbindung mit der Waſſerleitung durch ein Seilchen aus zwei 1,5 mm ſtarken Kupferdrähten als Blitzableitererde bei Doppelleitungsbetrieb oder gleichzeitig als Betriebserde bei Einzelleitungen. Läßt ſich die Waſſerleitung nicht benutzen, ſo genügt eine Erdleitung aus Eiſendrahtſeil.

6. Die Herſtellung vollſtändig verſenkter Fernſprechnetze. Sie empfiehlt ſich nur für Städte mit ſehr dichtem Fernſprechnetz, wie z. B. Berlin und Hamburg. An Stelle der großen oberirdiſchen Linienzüge mit 300—400 Anſchlußleitungen ſind hier die S. 508 beſchriebenen Zementkanäle mit einer großen, der Dichte des Fernſprechnetzes entſprechenden Anzahl von Einzelöffnungen getreten, die jeden Häuſerblock durch ein vieladriges, bis zu 250 Doppelleitungen enthaltendes Hauptkabel mit dem Fernſprechamte verbinden. In den Verteilungskanälen erfolgt die Verzweigung und Weiterführung der in den einzelnen Häuſerblocks in den Hauptverteilern endigenden Hauptkabel mittels wenigadriger Kabel nach den einzelnen Grundſtücken. Hier endigen die Verteilungskabel an Einzelverteilern, von denen aus die Schlußzuführung nach den einzelnen Sprechſtellen mittels iſolierter Drähte hergeſtellt wird. Der Hauptverteiler beſteht im weſentlichen aus einer als Schaltbrett dienenden Hartgummiſcheibe, die in einem leicht abnehmbaren Schutzkaſten untergebracht iſt. In den unteren Teil des Schutzkaſtens werden die Hauptkabel und auch die weiterführenden Verteilungskabel eingeführt; ihre Enden werden, um ein Eindringen von Feuchtigkeit in die Kabel zu verhüten, unter Verwendung von Bleimuffen mit wetterbeſtändiger Iſolation (Gummi) abgeſchloſſen. In die Hartgummiplatte des Schaltbretts ſind Doppelklemmen aus Meſſing eingelaſſen, an dieſen werden die Adern der Hauptkabel mit denen der Verteilungskabel verbunden. Die Aufſtellung der Hauptverteiler erfolgt am zweckmäßigſten in einem trockenen Raume eines Grundſtücks; wo das nicht angängig iſt, werden ſie nach Art der Litfaßſäulen auf der Straße aufgeſtellt. Die Verteilungskanäle werden dicht an die Grenze der Grundſtücke geführt, Raummangels halber müſſen ſie jedoch auch häufig neben oder auf den Hauptkanälen verlegt werden. In die Verteilungskanäle ſind Abzweigkäſten eingebaut, von denen die Kabel nach den in den Häuſern aufgeſtellten Einzelverteilern führen. Der Einzelverteiler beſteht aus einer zylindriſchen Muffe *A* (Fig. 108 und 109) aus Gußeiſen und einer auf deren oberen Oeffnung aufgeſchraubten Hartgummiſcheibe *B* mit eingeſetzten Stiftklemmen *C* für 7 oder für 14 Doppeladern. Das Verteilungskabel wird durch die untere Oeffnung in die Muffe eingeführt und durch Anziehen der Schelle *S* feſtgelegt. Nach oben erfolgt der Abſchluß der Muffe durch einen auf die Hartgummiſcheibe luftdicht aufgeſchraubten gewölbten eiſernen Deckel *D*. An den oberen Enden der Stiftklemmen werden die Adern des Verteilungskabels, an den unteren die Zuleitungen zu den Sprechſtellen befeſtigt. Die eiſerne Glocke *E* dient als Schutz gegen Beſchädigung und Witterungseinflüſſe; ſie iſt nach unten durch einen Ebonitboden *F* abgeſchloſſen, in dem ſich die entſprechende Anzahl Durchbohrungen zur Einführung der Anſchlußdrähte befinden.

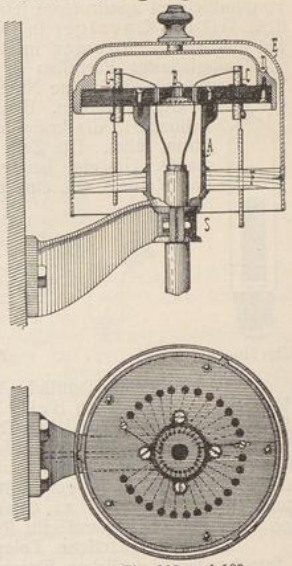


Fig. 108 und 109.

B. Telephonie ohne Draht.

Die Verſuche zur Löſung des Problems der Telephonie ohne Drahtleitung laſſen ſich in vier Gruppen einteilen: 1. die telephoniſche Uebermittlung durch die Luft, die Erde oder das Waſſer unter Benutzung der Induktionswirkungen und der Stromleitung; 2. die Uebertragung von Schallwellen durch den Luftraum mit Hilfe von Lichtſtrahlen (Lichttelephonie); 3. die Benutzung des

elektrischen Bogenlichtes zur Uebertragung von Gesprächen durch den Luftraum (lichtelektrische Telephonie); 4. die drahtlose Telephonie mittels elektromagnetischer Wellen, auch Radiotelephonie genannt. Bedeutung für die Praxis haben nur die auf der Verwendung der elektromagnetischen Wellen beruhenden Anordnungen erlangt. Für die drahtlose Telephonie der Praxis kommt zurzeit nur der elektrische Bogenlichtsender in der Ausführung von Poulsen, Telefunken oder De Forest in Frage. Mit einer solchen Anordnung können Reichweiten von 300 km erzielt werden. Größere Entfernungen werden überbrückt werden können, sobald die Aufgabe gelöst sein wird, Mikrophone für beträchtlichere Energiemengen zu bauen; vgl. a. [7] und [10].

1. **Drahtlose Telephonie mittels Induktion oder Stromleitung.** W. H. Preece, der frühere Chefelektriker der englischen Telegraphenverwaltung, spannte zwei Drähte parallel zueinander auf den gegenüberliegenden Ufern eines Sees aus. Die Drähte wurden gut geerdet. Es gelang ihm hiermit eine Verständigung mittels Telephons über den See hinweg auf 4,5 km.

2. **Lichttelephonie.** Auf der Senderstation werden die Schallwellen auf mechanisch-optischem Wege in Lichtwellen umgesetzt und auf der Empfängerstation diese wieder in Schallwellen unter Benutzung der elektrischen Eigenschaften des Selens (s. d.). Bei geeigneter Anordnung leitet das Selen unter dem Einflusse von Lichtwellen den elektrischen Strom zwei- bis zehnmal besser, als wenn es sich im Dunkeln befindet. Selenzellen mit 50—80facher Lichtempfindlichkeit konstruieren jetzt Clausen & v. Bronk in Berlin sowie P. J. Kipp & Zonen, J. W. Giltay, Opvolger in Delft. Besondere Verdienste um die Verbesserung der Selenzellen hat sich auch E. Ruhmer in Berlin erworben [8]. In der Selenzelle von Ruhmer (Fig. 110) wird unglasiertes Porzellan in Gestalt eines Zylinders oder Täfelchens verwendet. In dem Porzellankörper sind feine Nuten eingepreßt, in welche die Zuführungsdrähte erwärmt hineingewickelt werden. Das Selen wird in geschmolzenem Zustande aufgetragen und durch Erhitzen in die kristallinisch-metallische Modifikation übergeführt, die den elektrischen Strom leitet. Die Zelle wird in eine Glasbirne eingeschmolzen und diese luftleer gemacht. Um eine bequeme Einschaltung zu ermöglichen, hat die Birne Gewindefassung und Kontakt wie eine Glühlampe erhalten.



Fig. 110.
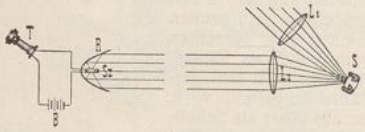


Fig. 111.

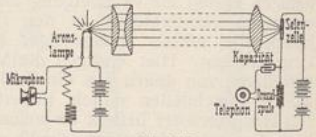


Fig. 112.

Vorbildlich für sämtliche Anordnungen der Lichttelephonie waren die photophonischen Versuche von Graham Bell. Er konzentrierte mittels einer Linse L_1 (Fig. 111) ein kräftiges Sonnenstrahlenbündel auf den Diaphragmaspiegel S; nach erfolgter Reflexion wurde das Lichtbündel durch eine zweite Linse L_2 wieder in parallele Strahlen zerlegt. Diese wurden nach der Empfangsstation gerichtet und hier von einem parabolischen Reflektor R aufgefangen, in dessen Brennpunkt eine empfindliche Selenzelle S_2 aufgestellt ist, die mit einer kleinen Batterie B und einem Telephon T zu einem Stromkreis zusammengeschaltet wird. Ruhmer hat solche photophonischen Apparate für Reichweiten von 2 km hergestellt.

3. **Lichtelektrische Telephonie.** Sie wurde ermöglicht durch die Entdeckung des „sprechenden elektrischen Flammenbogens" von Simon in Erlangen im Jahre 1897. Simon erzielte eine Uebertragungsweite von 3 km. Um die Ausbildung der Simonschen Erfindung für die Praxis haben sich später W. Duddell und E. Ruhmer verdient gemacht; letzterer hat eine Reichweite von 15 km erzielt. Simon hatte folgendes festgestellt: a) Der elektrische Flammenbogen verwandelt periodische Stromschwankungen, die sich über seinen Hauptstrom lagern, bis in alle Einzelheiten der Klangfarbe in Töne. Er kann somit als Empfänger bei mikrophonischer Uebertragung jeder Art von Klang und Geräusch dienen. b) Der Flammenbogen reagiert auf die kleinsten Dichteschwankungen der umgebenden Luft durch entsprechende Schwankungen seiner Stromstärke und kann somit als Geber bei telephonischer Uebertragung jeder Art von Klang und Geräusch dienen [9]. Simon verwendet im Sender einen Flammenbogen zwischen Quecksilberelektroden im Vakuum wie bei der Arons- oder Cooper-Hewitt-Lampe. Ueber dem Flammenbogen werden nach Fig. 112 die Ströme eines Mikrophonkreises gelagert. Diese erzeugen Intensitätsschwankungen des ausgestrahlten Lichtes. Die Lichtstrahlen werden mittels eines parabolischen Scheinwerfers, in dessen Brennpunkt der Lichtbogen angeordnet ist, nach der Empfangsstation gerichtet und hier mittels einiger Linsen auf eine Selenzelle konzentriert. Man hört alles, was in das Mikrophon der Senderstation hineingesprochen wird, laut und deutlich im Telephon der Empfangsstation wieder.

4. **Drahtlose Telephonie mittels elektrischer Wellen.** Die Erfindung der drahtlosen Telegraphie mittels elektrischer Wellen gab den Anstoß zu Versuchen, auch diese für eine drahtlose Telephonie nutzbar zu machen. Die gewöhnlichen funkentelegraphischen Sender erwiesen sich aber für die Uebertragung der Sprechwellen nicht geeignet. Sie liefern den einzelnen Funkenentladungen entsprechend Wellenzüge, die von zu langen Pausen unterbrochen sind. Eine für die Praxis brauchbare Lösung fand das Problem erst durch die Benutzung der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kontinuierlichen ungedämpften Wellen. — Bei der Funkenerregung beträgt die Dauer der rasch abklingenden Schwingungen etwa $^1/_{1000000}$ Sekunde. Kommen z. B. 20 Schwingungswellen zur Ausstrahlung, so herrscht nach $^1/_{50000}$ Sekunde wieder vollständige Ruhe im System. Findet eine Neuaufladung des Schwingungssystems schon $^1/_{20}$ Sekunde nach der vorhergegangenen Aufladung statt, so dauert die schwingungslose Pause gegenüber der Schwingung 2500 mal so lang. Diese immerhin nur kurze Unterbrechung in der Aufeinanderfolge der Schwingungen ist hinreichend, eine Uebertragung der Schallwellen der menschlichen Sprache mittels solcher Sender unmöglich zu machen. Die in dieser Hinsicht angestellten Versuche von Fessenden, Mosler u. a., die man unter der Bezeichnung „Funkentelephonie" zusammenfassen kann, haben daher auch keinen Erfolg aufzuweisen gehabt. Der Mißerfolg hat seine Ursache in der eigenartigen Gestaltung der Schallwellen der menschlichen Sprache bei der mikrophonischen Uebertragung. Die Schwingungen einer Mikrophonmembran, in welche die Schallwellen beim Sprechen gegen eine solche umgesetzt werden, sind bezüglich ihrer Amplitude, ihrer Frequenz und sonstigen Gestalt voneinander sehr verschieden. Die sinusförmige Grundschwingung wird durch die den einzelnen Lauten eigentümlichen Obertöne fast unkenntlich gemacht, wie die Fig. 113 der Schwingungskurven der Vokale zeigt. Bei der gewöhnlichen Rede ist die Schwingungsfrequenz, wenigstens bezüglich der Vokale, ziemlich konstant. Sie variiert je nach der Stimmlage des Sprechenden zwischen 1000 beim Sopran und rund 100 beim Baß; die Zeitdauer einer Schwingung beträgt also $^1/_{100}$—$^1/_{1000}$ Sekunde. Der mittlere Schwingungsbereich, der allen Stimmen gemeinsam ist, bewegt sich um die Zahl 300 herum. Auf eine mittlere Sprachschwingung fällt also eine Zeitdauer von $^1/_{300}$ Sekunde. Zur Uebertragung solcher Schwingungen bedarf es aber elektrischer Schwingungen von mindestens gleicher Dauer, die nicht von so langen Pausen wie $^1/_{20}$ Sekunde unterbrochen sind. Hierzu eignen sich vielmehr nur kontinuierliche ungedämpfte Schwingungen, wie sie von dem elektrischen Lichtbogensender (vgl. Telegraphie ohne Draht) oder von Hochfrequenzmaschinen erzeugt werden können. Am 11. Dezember 1906 hat Fessenden zwischen Brant Rock und Plymouth eine drahtlose telephonische Verständigung auf rund 18 km mittels ungedämpfter Wellen erzielt, die durch eine Hochfrequenzmaschine erzeugt wurden. Er hat damit die zeitliche Priorität um einige Tage vor der Deutschen Telefunkengesellschaft erhalten, die zuerst am 20. Dezember 1906 eine drahtlose Telephonie auf 40 km zwischen Berlin und ihrer Großstation Nauen mittels ihres Lichtbogensenders vorführte.

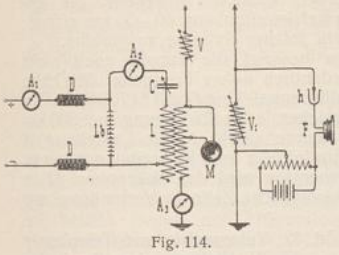


Fig. 114.

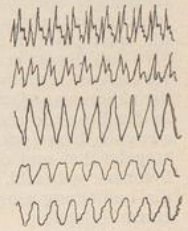


Fig. 113.

a) System Telefunken. Zur Erzeugung der kontinuierlichen Schwingungen werden mehrere Lichtbogen in Reihe geschaltet und zwar sechs Stück bei 220 Volt Gleichstrom, zwölf Stück bei 240 Volt und 24 Stück bei 880 Volt mit 4—7 Ampère Stromstärke. Das Schwingungssystem wirkt wie der Braunsche Erregerkreis, indem es durch Transformation die Luftleitung zum Mitschwingen bringt. Parallel zu einem Teile der Windungen der in die Luftleitung eingeschalteten Transformatorspule L (Fig. 114) ist ein Starkstrommikrophon M eingeschaltet. Durch die Membranschwingungen wird der elektrische Widerstand des Mikrophons, der als Nebenschluß zur Spule aufzufassen ist, verändert.

Dadurch wird auch der Kopplungsgrad zwischen Erregerkreis und Luftleitung und dementsprechend der Energiebetrag beeinflußt, der von der Luftleitung aufgenommen und ausgestrahlt wird. Der Speisestrom wird den Lichtbogen über ein Ampèremeter A_1 und zwei kräftige Drosselspulen D zugeführt, die den Uebertritt der Hochfrequenzschwingungen in den Primärkreis verhindern sollen. Parallel zu den Lichtbogen Lb liegt der veränderliche Kondensator C und die ebenfalls regelbare Selbstinduktionsspule L sowie das Ampèremeter A_2. Die Abstimmung der Luftleitung, die sich in Resonanz mit dem Schwingungskreise befinden muß, erfolgt mittels der veränderlichen Selbstinduktionsspule V. In der Erdleitung der Antenne liegt das Ampèremeter A_3; dieses gestattet eine Kontrolle über die Beeinflussung des Schwingungsstromes durch das Mikrophon. Der Kopplungsgrad zwischen Luftleitung und Hochfrequenzkreis wird klein gehalten, damit der Einfluß der Schwankungen beim Sprechen auf die kontinuierlichen Amplituden der Schwingungswellen möglichst groß wird. Infolge der Mikrophonänderungen schwankt die Energieaufnahme der Luftleitung sowie deren Eigenwelle im akustischen Rhythmus des Telephons. Die Luftleitung sendet infolgedessen Schwingungen wechselnder Amplitude und Wellenlänge in den Raum. Um diese unverändert aufnehmen zu können, darf der Empfänger im Gegensatz zum Sender nicht schwach gedämpft sein, da sonst die Sprache verzerrt wiedergegeben wird. Der Empfänger verliert infolgedessen allerdings an Abstimmfähigkeit und es müßten daher Nebenstationen mit ganz erheblich verschiedenen Wellen arbeiten, wenn sich die Gespräche nicht verwirren sollten. In den Luftdraht des Empfängers wird deshalb nur ein aus zwei ineinander gesteckten Spulen bestehendes Variometer V_1 eingeschaltet, deren gegenseitige Lage durch Drehung der Spulen verändert werden kann. Mit dem Variometer ist ein elektrolytischer Wellenanzeiger von Schlömilch h verbunden, der die aufgenommenen Schwingungen als Sprechlaute im Telephon F hörbar macht.

b) System Poulsen (Fig. 115). Als Schwingungserreger benutzt Poulsen nur einen einzigen in einer Wasserstoffatmosphäre unter Einfluß eines Magnetfeldes NS brennenden Bogen. Dagegen verwendet er sechs bis acht in Reihe in die Luftleitung A geschaltete Mikrophone M,

um eine größere Energieſchwankung zu erzielen; als Wellenanzeiger benutzt er eine Thermozelle in Verbindung mit einem Telephon. Mit einer ſolchen Anordnung wurde eine reine und deutliche Verſtändigung zwiſchen Esbjerg und Lyngby auf etwa 270 km Entfernung erzielt.

c) Syſtem De Foreſt. Als Schwingungserreger wird ebenfalls der elektriſche Lichtbogen benutzt; er brennt in einer Spiritusflamme, d. h. wegen des hohen Waſſerſtoffgehaltes des Spiritus wie bei Poulſen in einer Atmoſphäre von Waſſerſtoff. Das Mikrophon iſt direkt in den Luftdraht und zwar in den Erdungspunkt desſelben eingeſchaltet. Dieſen Punkt hält De Foreſt für den geeignetſten, weil der von der Luftleitung ausgeſtrahlte Energiebetrag proportional demjenigen iſt, der bei der Erdung in den Boden geht. Als Empfangsapparat benutzt De Foreſt einen Glühlampenwellenanzeiger, den er „Audion“ nennt, in Verbindung mit einem Telephon. Das Audion beſteht aus einer Tantallampe, deren Glühfaden zwei Platinplättchen gegenüberſtehen, und die in gewöhnlicher Weiſe an das Beleuchtungsnetz angeſchloſſen iſt. Das eine Platinplättchen iſt mit dem geſchloſſenen Empfangskreiſe verbunden, auf den die von der Luftleitung aufgenommenen Schwingungen induktiv übertragen werden, das andre ſteht mit einem Telephon bezw. Mikrophonſtromkreis in Verbindung. Die ankommenden Schwingungen verurſachen proportional ihren Amplituden Widerſtandsſchwankungen des durch die Hitze des Glühfadens in der Tantallampe ioniſierten Gaſes. Dieſe Schwankungen ſind auch proportional den Widerſtandsſchwankungen im Sendermikrophon, und die im Empfänger hierdurch auftretenden Stromſchwankungen geben dann im Telephon die geſprochenen Laute wieder. De Foreſt hat mit ſeinem Syſtem Reichweiten von 40—50 km erzielt; die amerikaniſche Schlachtflotte iſt mit einer größeren Anzahl ſolcher Syſteme ausgerüſtet.



Fig. 115. Fig. 116

d) Syſtem Feſſenden (Fig. 116). Dieſes Syſtem bedingt die zurzeit noch recht ſchwierige Herſtellung von Wechſelſtromgeneratoren außerordentlich hoher Frequenz. Mit Hilfe der nahezu ungedämpften Schwingungen, die von einer Wechſelſtrommaſchine *D* mit 81700 Wechſeln in der Sekunde erzeugt wurden, hat Feſſenden eine ausreichende Verſtändigung auf 300 km zwiſchen New York und Brant Rock erzielt. Die Maſchine wurde direkt in die Luftleitung *A* eingeſchaltet und dieſe durch richtige Bemeſſung von Selbſtinduktion und Kapazität mit ihr in Reſonanz gebracht. Unmittelbar hinter dem Wechſelſtromgenerator wird das Mikrophon *M* in die Luftleitung eingeſchaltet; als Empfänger dient eine elektrolytiſche Zelle in Verbindung mit einem Telephon.

Literatur: [1] Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 12, Telegraphie und Telephonie von Nöbels, Schluckebier u. Jentſch, 2. Aufl., Leipzig 1907. — [2] Wietlisbach, Handbuch der Telephonie, Wien 1899. — [3] Miller, Kempſter B., American Telephone Practice, New York 1905. — [4] Elektrotechniſche Zeitſchr. 1903, Heft 36, und 1909 Heft 7. — [5] Ebend. 1904, Heft 11. — [6] Ebend. 1902, Heft 49, und 1907, Heft 27. — [7] Jentſch, Otto, Telegraphie und Telephonie ohne Draht, Berlin 1904. — [8] Ruhmer, E., Das Selen und ſeine Bedeutung für die Elektrotechnik, Berlin 1902. — [9] Wiedemanns Annalen 1898, Bd. 64, S. 233. — [10] Tiſſot, C., La téléphonie sans fil, Paris 1909. *Otto Jentſch.*

Telephot, eine Art Reflexkamera, die mit einem beſonderen Teleobjektive ausgerüſtet iſt. Das Teleobjektiv hat der Aſtronom Schaer in Genf konſtruiert, die Reflexkamera, in welcher die Lichtſtrahlen, die vom Objektiv kommen, durch zwei Spiegel hin und zurück reflektiert werden, bevor ſie auf die lichtempfindliche Schichte gelangen, ſtammt von Vautier-Dufour. Der Telephot dient zu telephotographiſchen Aufnahmen.

Literatur: Boissonas, Revue Suisse de photographie, Laufanne 1903. *Novak.*

Telephotographie, Photographie räumlich weit entfernter Objekte, ſ. a. Teleobjektive.

Die Telephotographie von Korn und Bélin (beſſer Phototelegraphie genannt) bezweckt die Uebertragung von Bildern, Schriften u. ſ. w. auf weite Entfernung mit Hilfe elektriſcher Ströme. Das Verfahren von Korn beruht auf der Aenderung des Leitwiderſtandes einer Selenzelle bei verſchieden ſtarker Belichtung [1]. Bélin benutzt zur Variation der Stromſtärke ein Reliefbild, welches mit Hilfe des Chromatgelatineprozeſſes hergeſtellt wurde [2].

Literatur: [1] Korn, A., Elektriſche Fernphotographie und Aehnliches, Leipzig 1907. — [2] Photographiſche Korreſpondenz, Wien 1908. *Novak.*

Teleſkop, ſ. Fernrohr.

Teletypograph, ſ. Setzmaſchinen.



Tellerhammer, Hammer mit breiten, rechteckigen und am Rande abgerundeten Bahnen (ſ. beiſtehende Figur) für Blecharbeiten.

Tellerrot, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Tellerſcheiben, ſ. Schleifen, Bd. 7, S. 707, Fig. 34—42.

Tellerventil, ein mit ebener Ringfläche abdichtendes Ventil, im Gegenſatz zu Kegelventil. Als Beiſpiel ſ. das Eckventil, Bd. 3, S. 207, Fig. 1, ſowie die Sicherheitsventile und Ventilbelaſtung.

Tellur, *Te*, Atomgew. 127,6, bildet rhomboedriſche Kriſtalle mit ſilber-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ähnlichem Metallglanz; ſpez. Gew. 6,24; Schmelzpunkt 452; verbrennt an der Luft mit grüngeſäumter Flamme zu Tellurigſäureanhydrid TeO_2.

Es kommt in der Natur ſelten und in geringen Mengen vor, gediegen mit Eiſen und Gold verunreinigt, ſowie in einer Reihe von Erzen: Schrifterz ($AuTe_2 + AgTe_2$), Tellurſilber, Altait, Tetradymit, Arſenotellurit, Magnolit u. ſ. w. Zur Darſtellung des Tellurs werden feingepochte Tellurerze in konzentrierte Schwefelſäure eingetragen und nach dem Entweichen des dabei entſtehenden Schwefeldioxyds mit Salzſäure behandelt, um Silber abzuſcheiden und die gebildete tellurige Säure zu löſen. Aus dem Filtrat wird das Rohtellur durch Fällung mit Zink gewonnen. In ſeinem chemiſchen Verhalten iſt es dem Selen und Schwefel ähnlich. Tellurwaſſerſtoff, H_2Te, farbloſes Gas von ſchwefelwaſſerſtoffähnlichem Geruch, verbrennt mit blauer Flamme zu Waſſer und Tellurigſäureanhydrid TeO_2. Dieſes kann in farbloſen, regulären Kriſtallen, die in Waſſer ſchwer löslich ſind, gewonnen werden. Tellurige Säure, H_2TeO_3, weiße, in Waſſer lösliche Maſſe. Salze: Tellurite. Tellurſäure, H_2TeO_4, farbloſe, leicht in heißem Waſſer lösliche Kriſtalle. Salze: Tellurate. *Moye.*

Tellurſilber (Heſſit), Mineral, Ag_2Te (62,8 % Ag, 37,2 % Te, oft goldhaltig). Kriſtalliſiert rhombiſch; meiſt derb und körnig, geſchmeidig; bleigrau bis ſtahlgrau; metallglänzend, undurchſichtig. Härte $2^1/_2$; ſpez. Gew. 8,1—8,4. Leicht ſchmelzbar; löſt ſich in warmer Salpeterſäure. Vorkommen im Ural (Savodinskoi), Ungarn, Siebenbürgen u. ſ. w.; Reiches Silbererz. *Leppla.*

Tempel, die für den Gottesdienſt beſtimmten öffentlichen Gebäude nicht nur im Altertum, ſondern der verſchiedenſten Völker und Zeiten. Man hat zu unterſcheiden: Kulttempel für gottesdienſtliche Zwecke, Weihetempel zur Aufſtellung von Weihegeſchenken (Schatzhäuſer) und Grabestempel zum Andenken an Verſtorbene.

Als die älteſten Zeugen menſchlicher Kunſt dürfen wir außer den Pyramiden (ſ. d.), den Königsgräbern, die Tempelbauten der Aegypter bezeichnen. Dieſe bilden großartige bauliche Anlagen von mächtigſter Wirkung und vieltaufendjähriger Dauer. Sie bauten ſich auf als eine gewaltige eintönige Maſſe, faſt ohne Fenſter- und Türöffnungen. An der Vorderſeite, auf welche großartige Zugangswege, zu beiden Seiten mit Hunderten von rieſenhaften Sphynxen (ſ. d.) beſetzt, zuführten, war der Eingang von mäßiger Größe zwiſchen zwei mächtigen viereckigen geböſchten Türmen, den Pylonen (ſ. d., Bd. 7, S. 301, nebſt Figur). Hinter dieſen liegt der an drei Seiten von Säulenhallen umgebene Vorhof, oder es ſind mehrere Höfe, welche zu dem ſäulenreichen Hauptſaal mit Steindecke und ſeitlichem Oberlicht (ſ. Fig. 1) führen. Hieran ſchließt ſich das Allerheiligſte, ein kleiner Raum, rings umgeben von den Wohn- und Verſammlungsräumen der Prieſter. Dabei nahmen die Größenverhältniſſe von den Eingängen und Höfen mehr und mehr ab (Fig. 2). Die Hauptwirkung ſollte durch die Wucht der Pylonen und Säulenſtämme erzielt werden. Die berühmteſten Tempel waren die zu Karnak, zu Luksor und zu Edfu u. ſ. w. [1].

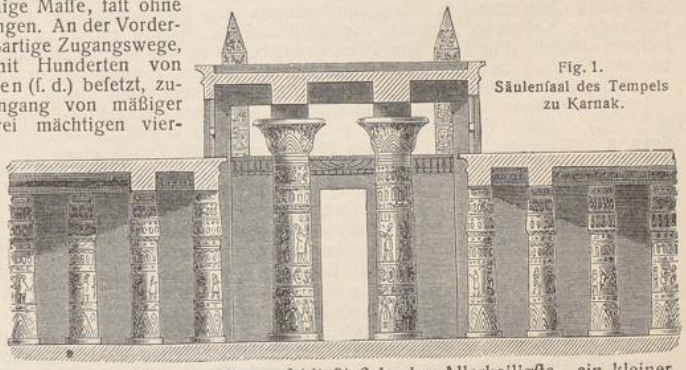


Fig. 1.
Säulenſaal des Tempels zu Karnak.

Von den Tempeln der aſiatiſchen Völker ſind zu erwähnen 1. die aſſyriſchen Stufenpyramiden von mächtigem Umfange (Turm von Babylon), auf deren Spitze die Verehrung der Planeten ſtattfand. 2. Die indiſchen Tempelanlagen, welche in zwei Formen erſcheinen, den freiſtehenden Pagoden (ſ. d., Bd. 6, S. 793) und den in Fels gehauenen Grottentempeln (ſ. Fig. 3), zu welchen oft ganze Berge ausgehöhlt wurden. Darin finden ſich Kanäle und Teiche zu Waſchungen, Gänge, Treppen und Hallen, Tempelzellen und Herbergen für Pilger ausgearbeitet. Die Decken ſind teils flach auf überreich geformten bauchigen Pfeilern aufgeſetzt, teils hochgewölbt mit phantaſtiſcher bilderreicher Ausſchmückung. 3. Die chineſiſchen Tempel ſind als freiſtehende Turmbauten (ſ. Fig. 4) geſtaltet mit einzelnen Stockwerken und geſchweiften Dachungen; die ſehr reichen Formen in farbiger Durchführung (Porzellanturm zu Nanking). 4. Der iſraelitiſche Tempel zu Jeruſalem, erbaut von König Salomo (1000 v. Chr.) und im Alten Teſtament (2. Chron. Kap. 3, 4, Ezechiel Kap. 40 bis 42) eingehend beſchrieben, beſtand aus dem Tempelhaus,



Fig. 2. Tempel des Chenſu zu Karnak (Längendurchſchnitt).



Fig. 4. Chineſiſcher Tempel.

umgeben von mehreren Höfen. Dieſer durch die Aſſyrer zerſtörte Tempel wurde durch König Herodes (geb. 73 v. Chr.) größer und prächtiger wieder aufgebaut und mit drei terraſſenförmig aufſteigenden und mit Säulenhallen geſchmückten Vorhöfen umgeben. Nach der Zerſtörung unter Kaiſer Titus (70 n. Chr.) wurde er nicht wieder aufgebaut.

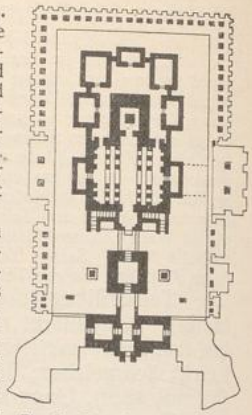


Fig. 3. Grundriß der Kailaſa-Grotte.

Von Tempeln der Griechen und Römer ſind uns noch zahlreiche Reſte erhalten und deren urſprüngliche Geſtalt durch reiches Studienmaterial ([4] und [5]) bekannt. — Der eigentliche Tempel war eine Cella oder der Naos von mittlerer Größe zur Aufſtellung des Götterbildes. Die wichtigſten Opferungen fanden nicht im Tempel, ſondern auf einem Altar ſtatt, der vor dem Tempel ſtand. Vor der länglich viereckigen Cella lag die ſäulengetragene Vorhalle entweder zwiſchen Stirnpfeilern (in antis) (Fig. 5) oder offen als Proſtylos (Fig. 6), zuweilen an der Rückſeite das Poſticum (Amphiproſtylos) (Fig. 7), wozu noch bei den größeren Tempeln das Opiſthodomos zur Aufbewahrung der Tempelſchätze trat (Parthenon in Athen). Eine reichere Geſtaltung bildet der Peripteros (Fig. 8 und 9), bei welchem eine Säulenſtellung rings um die Cellawand herumgeführt iſt. In dieſer Geſtaltung war die größte Zahl der Tempel erbaut. — In der Spätzeit erſchien der Dipteros mit zwei Säulenreihen um die Cellawand (Zeustempel in Athen von Hadrian). Der Pſeudoperipteros zeigt eine mit Halbſäulen verbundene Cellawand, wovon die wohlerhaltene Maison carrée zu Nimes das glänzendſte Beiſpiel darſtellt (Fig. 10). Der Pſeudodipteros iſt nur von einer Säulenreihe umgeben, mit breitem Umgang zwiſchen Säulen und Wand. Hierher rechnet als ein hervorragendes Beiſpiel der Doppeltempel der Venus und Roma auf dem römiſchen Forum, von Kaiſer Hadrian in rieſigen Verhältniſſen erbaut [8a]. Kleinere Tempel erhielten ihre Beleuchtung bloß durch die offenſtehende Türe, während für große Tempel zu dieſem Zweck eine größere Oeffnung in Dach und Decke angebracht war (Opaion). Diese Gattung bedingte aber eine ſo große Spannweite, daß die Decke durch zwei Reihen von Säulenſtellungen, welche jede überdies noch eine obere Säulenſtellung zu tragen hatten, geſtützt werden mußte (Hypäthraltempel). Die Türe des Tempels befand ſich ſtets an der Oſtſeite, und der Bau wurde durch ein Satteldach bedeckt, ſo daß ſich zwei flache, meiſt reich mit Figuren geſchmückte Giebel bildeten (Fig 9). Tempel, die außerhalb der Städte errichtet wurden, pflegte man mit einem geheiligten Bezirk (Temenos) zu umgeben, welcher durch ein Prachttor (Propylaion) zugänglich gemacht wurde. Eine abweichende Form bilden die römiſchen Rundtempel, meiſt von geringem Durchmeſſer, z. B. die dem Veſtadienſt geweihten Tempel zu Rom und Tivoli. Doch zählt hierher auch einer der großartigſten Bauten aller Zeiten, das Pantheon zu Rom, mit einem inneren Durchmeſſer von 43 m und gleicher Höhe (erbaut 26 v. Chr.), um 600 n. Chr. in eine chriſtliche Kirche umgewandelt (vgl. Bd. 5, S. 789, und Bd. 6, S. 636), noch heute in der bewunderungswerten Wirkung ſeines Kuppelraums angeſtaunt [6]. In heutiger Zeit werden die Synagogen der Juden auch Tempel genannt; ebenſo in Frankreich die Kirchen der Proteſtanten.

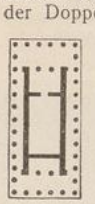


Fig. 8.

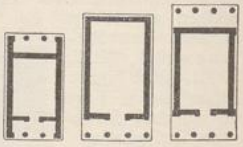


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Literatur: Vgl. die Werke [1]—[5] unter Bauſtil. Außerdem: [6] Rode, A., M. Vitruvius Pollio Baukunſt, Leipzig 1796. — [7] Stieglitz, Archäologie der Baukunſt der Griechen und Römer, Weimar 1801. — [8] Egle, J. v., Prakt. Bauſtil- und Bauformenlehre, Stuttgart, a) Abt. V Taf. 41—44; b) Abt. V, Taf. 34 und 35.

Weinbrenner.

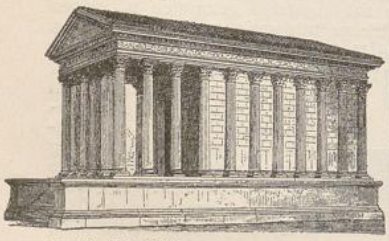


Fig. 10. Römiſch-korinthiſcher Tempel (Maison carrée) bei Nimes.



Fig. 9. Parthenon.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Temperatur (von temperare, mäßigen). Die Wärme kann erfahrungsgemäß von einem Körper auf einen andern übergehen. Es zeigt ſich dies am Uebergange der Wärmewirkungen. Zwei Körper A und B heißen gleichwarm oder von gleicher Temperatur, wenn bei gegenſeitiger Berührung kein Wärmeübergang ſtattfindet, oder, ſchärfer ausgedrückt, wenn nicht mehr Wärme von A nach B als von B nach A geht. Der Körper A heißt wärmer oder von höherer Temperatur als der Körper B, wenn bei der Berührung mehr Wärme von A nach B als von B nach A geht. Hat A eine höhere Temperatur als B, und B eine höhere als C, und es wird ein Körper von der Temperatur von A auf diejenige von C gebracht, ſo zeigt ſich, daß er die Temperatur von B durchſchreitet, in welchem Augenblicke alſo bei der Berührung mit B Wärmegleichheit beſtehen würde. Man kann demnach nicht von höherer Temperatur zu niedrigerer Temperatur oder von dieſer zu jener gelangen, ohne alle zwiſchenliegenden Temperaturen zu durchſchreiten: es exiſtiert nur eine ſtetige Temperaturfolge, die man nach Belieben in Grade teilen kann. Zur Angabe der Temperaturhöhe iſt dann noch ein feſter Punkt als Ausgangspunkt der Zählung nötig. Gegenwärtig ſind noch drei Temperaturteilungen in Gebrauch, für welche die Eigenſchaften ruhenden reinen Waſſers unter dem konſtanten Drucke einer Normalatmoſphäre (ſ. Bd. 1, S. 338) die Grundlage liefern. Die alsdann beſtehende Temperaturdifferenz von ſchmelzendem Eis zu ſiedendem Waſſer teilen Réaumur in 80, Celſius in 100, Fahrenheit in 180 Grad [16], ſo daß

$$4^0 R = 5^0 C = 9^0 F. \qquad 1.$$

Ferner ſetzen die Temperatur bei ſchmelzendem Eis und demgemäß nach dem Geſagten die bei ſiedendem Waſſer unter jenen Umſtänden: Réaumur 0 und 80°, Celſius 0 und 100°, Fahrenheit 32 und 212°, wonach zwiſchen den Temperaturen t_r, t_c, t_f nach Réaumur, Celſius und Fahrenheit die Beziehung beſteht:

$$t_r = \frac{4}{5} t_c = \frac{4}{9}(t_f - 32). \qquad 2.$$

Ueber Gefriertemperaturen, Schmelztemperaturen, Siedetemperaturen und kritiſche Temperaturen ſ. Bd. 7, S. 737, Bd. 8, S. 103, und Bd. 5, S. 711, über Temperaturmeſſung ſ. Thermometer, Pyrometer und [9], [10], [12], [20], [21], [27], [33], [34], [39].

Wie die angeführten Temperaturzählungen von willkürlichen Punkten ausgehen, ſo beruhen die gebräuchlichen Temperaturmeſſungen auf einzelnen, willkürlich herausgegriffenen Wirkungen der Wärme auf willkürlich gewählte Körper, z. B. auf den Volumenänderungen einer Flüſſigkeit (Queckſilber, Alkohol u. ſ. w.) oder auf den Druckänderungen eines Gaſes (Luft, Waſſerſtoff u. ſ. w.). Da dieſe Aenderungen nicht die bei der üblichen gleichmäßigen Gradierung zwiſchen Schmelzpunkt und Siedepunkt des Waſſers vorausgeſetzte Uebereinſtimmung zeigen, und infolge von Längenänderungen der Skalen, thermiſchen Nachwirkungen (ſ. d.) u. ſ. w. je nach Umſtänden verſchiedene Korrektionen in Betracht kommen können, ſo werden auch die Ableſungen verſchiedener Thermometer im allgemeinen nicht genau übereinſtimmen, und die Reduktionen aufeinander von der fortſchreitenden Erkenntnis der in Frage kommenden Eigenſchaften abhängen. Für techniſche Zwecke kann jedoch von dieſen Verſchiedenheiten häufig abgeſehen werden. S. darüber u. a. [21], S. 147, 153, [34], S. 50, [37], S. 192, [39], S. 134, 138.

Eine von ſpeziellen Eigenſchaften einzelner Körper unabhängige Temperatur hat die mechaniſche Wärmetheorie eingeführt. Gewöhnlich wird einfach angegeben, daß dieſe ſogenannte abſolute Temperatur ſich ausdrücken läßt:

$$T = \frac{1}{\alpha} + t = a + t, \qquad 3.$$

worin t die Temperatur nach Celſius, α der Ausdehnungskoeffizient (ſ. d.) eines Gaſes, welches dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze (Bd. 2, S. 243)

$$pv = R\left(\frac{1}{\alpha} + t\right) \qquad 4.$$

möglichſt genau folgt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen nimmt man dann an $\alpha = 0{,}003663$, $a = 273^0$, wonach ſich die abſolute Temperatur ergibt, wenn man zur Temperatur nach Celſius 273° addiert, und der abſolute Nullpunkt $T = 0$ bei $t = -273^0$ C. liegt.

Für manche Zwecke muß auf die Entſtehung des Begriffs der abſoluten Temperatur und der Formel 3 Rückſicht genommen werden. Schon Carnot hatte erkannt, daß das Maximum der äußeren Arbeit (Bd. 1, S. 102), welche beim Uebergange der Wärme aus einem Körper K_1 in einen andern Körper K_2 durch Vermittlung dritter Körper K von letzteren geleiſtet werden könne, proportional der von K_1 an K abgegebenen Wärmemenge Q_1, und im übrigen nur von den Temperaturen der Körper K_1 und K_2 (ſ. zu Beginn des Artikels), nicht von der Art der drei Körper abhängig ſei (vgl. Carnotſche Funktion, Wärmemotoren und [1], S. 28, 38) W. Thomſon ſchlug vor, die Temperaturzählung hierauf zu begründen [2]. Nachdem er erkannt

hatte, daß zufolge der von Mayer und Joule feſtgeſtellten Aequivalenz von Wärme und Arbeit das erwähnte Arbeitsmaximum ſich ausdrücken laſſe:

$$L = W(Q_1 - Q_2) = W Q_1 \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right),$$

wenn Q_2 die von K an K_2 abgegebene Wärmemenge und $W = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent bedeuten, wonach auch das Verhältnis $Q_1 : Q_2$ nur von den Temperaturen der Körper K_1 und K_2 abhängig wird, modifizierte er ſeinen erſten Vorſchlag dahin, dieſe Temperaturen T_1, T_2 derart zu definieren, daß die Beziehung beſtehe [3]:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}. \qquad 5.$$

Es ſind hiernach die Temperaturen T_1, T_2 zweier Körper K_1, K_2 ſo definiert, daß bei Verwendung dieſer als Wärme aufnehmende und abgebende Körper für die Erzeugung der Maximalarbeit L eines dritten Körpers die Gleichung 5. gilt, womit die absolute Temperatur $T = WC$ wird, unter C die Bd. 2, S. 424, beſprochene Carnotſche Funktion verſtanden. Dasſelbe Reſultat ergibt ſich auf Grund des Clauſiusſchen Grundſatzes (Bd. 2, S. 471) oder wenn man mit Zeuner annimmt, daß die abſolute Temperatur einen integrierenden Diviſor der Wärmegleichung für die umkehrbaren Zuſtandsänderungen der Wärmetheorie darſtellt (vgl. [5], [14], Wärmetheorie, Energie, Entropie). Für den Fall nun, daß Körper beſtehen oder möglich wären, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze 4. genau folgen, liefert 5. in Verbindung mit den Hauptgleichungen der Wärmetheorie für jene Körper, und damit wegen der Unabhängigkeit der Temperatur von der Körperart für alle Körper, die abſolute Temperatur ausgedrückt durch 3., worin α den Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.) und Spannungskoeffizienten (ſ. d.) jener Körper bedeutet (vgl. Bd. 2, S. 243). Aus Verſuchen, mit ſolchen Gaſen und in ſolchen Intervallen, für welche das Boyle-Gay-Luſſacſche Geſetz am genaueſten gilt, ſchließt man auf die zu 3. angeführten Werte von α, a. Da für die wirklichen Gaſe der Ausdehnungskoeffizient und Spannungskoeffizient im allgemeinen in verſchiedener Weiſe von dieſem α abweichen (vgl. Gay-Luſſacſches Geſetz, Spannungskoeffizient), ſo geht ſchon hieraus hervor, daß ſelbſt die Angaben verſchiedener Gasthermometer in verſchiedener Weiſe von der abſoluten Temperatur abweichen können. Weiteres über die letztere ſ. [8], [14], [15], [17], [18], [23], [24], [27], [31], [34], [36].

Die bis jetzt beſprochenen Aufſtellungen ſind nicht an Hypotheſen über die Konſtitution der Materie gebunden. In der kinetiſchen Gastheorie wird die abſolute Temperatur proportional der mittleren lebendigen Kraft der fortſchreitenden Bewegung der Moleküle angenommen (vgl. Bd. 4, S. 277, und [21], S. 123, 127, [30], I, S. 10, [31], S. 363, 375, [36], S. 235), wonach der abſolute Nullpunkt dem Fehlen einer ſolchen Bewegung entſprechen würde und damit dem Fehlen jeder Bewegung im Gaſe überhaupt (Clauſius, Wärmetheorie, III, Braunſchweig 1889/91, S. 35). Für andre Körper wurde die Temperatur ebenfalls einer mittleren lebendigen Kraft proportional geſetzt [30], I, S. 10, [31], S. 363. Vgl. Virial und Disgregation.

Die tiefſten künſtlich erzeugten Temperaturen fanden behufs Verflüſſigung der Gaſe Verwendung [19], [25], [28], [35], [38]. Bei Verſuchen von Olſzewski, das Helium zu verflüſſigen ([19], [38]), wurden Temperaturen bis etwa -270^0 C. erreicht. Als höchſte künſtlich erzeugte Temperaturen gelten diejenigen des elektriſchen Lichtbogens, nach den Angaben von Violle [11] über 3600^0, nach Roſetti für die poſitive Kohle 3900^0, nach andern Beobachtern 3000 bis 4200^0 [39], IV, S. 530. Die höchſte in nichtelektriſchen techniſchen Betrieben vorkommende Temperatur war bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts nach Le Chatelier [13] etwa 1930^0, bei Hochöfen für graues Roheiſen in Höhe der Düſen. Um 1898 wurden mittels Reduktion von Metalloxyden durch Aluminium Temperaturen bis 3000^0 erreicht und für techniſche Zwecke nutzbar gemacht [26]. Bezüglich der Temperaturen der Erdoberfläche und der Atmoſphäre ſ. [40].

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu etc., Paris 1824 (Mathematiſche Darſtellung: Clapeyron, Poggend. Ann. 1843, LIX, S. 445, 556). — [2] Thomſon, On an absolute thermometric scale, founded on Carnots theory of the motive power of heat etc., Philos. Magaz. 1848, XXXIII, S. 313 (auch Thomſon, Mathematical and physical papers I, Cambridge 1882, S. 100). — [3] Thomſon, On the thermal effects of fluid in motion, Philos. Transact. 1854, CLIV, S. 321, insbeſ. S. 350 (auch in Thomſon, Mathematical and physical papers I, Cambridge 1882, S. 357, insbeſ. S. 393, 435). — [4] Rankine, On the absolute zero of the perfect gas thermometer, Edinburgh Transact. 1849/53, XX, S. 561. — [5] Zeuner, Grundzüge der mechaniſchen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 70 (vgl. Zeuner, Techn. Thermodynamik I, Leipzig 1905, S. 33, 43, 61 u. ſ. w.). — [6] Recknagel, Ueber Temperatur und Temperaturmaß, Poggend. Ann. 1874, 6. Erg.-Bd., S. 275. — [7] Maxwell, Theorie der Wärme, deutſch von Auerbach, Breslau 1877, S. 1, 24, 156. — [8] Lippmann, Expressions générales de la température absolue et de la fonction de Carnot, Compt. rend. 1882, XCV, S. 1058. — [9] Bolz, Die Pyrometer, Berlin 1888. — [10] Barus, Die phyſikaliſche Behandlung und die Meſſung hoher Temperaturen, Leipzig 1892. — [11] Violle, Sur la température de l'arc électrique, Compt. rend. 1892, CXV, S. 1273; 1894, CXIX, S. 949 (hierzu 1895, CXX, S. 868). — [12] Holborn und Wien, Ueber die Meſſung hoher Temperaturen, Wiedem. Ann. 1892, XLVII, S. 107, und 1895, LVI, S. 360 (Auszug: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 226). — [13] Le Chatelier, Ueber hohe Temperaturen in einigen techniſchen Feuerungsanlagen, Civilingenieur 1892, S. 680 (nach Compt. rend. 1892, CXIV, S. 470). — [14] Budde, Ueber integrierende Diviſoren und Temperatur, Wiedem. Ann. 1892, XLV, S. 750 (vgl. Fliegener, Vierteljahrsſchr. d. Naturf.-Geſ. in Zürich 1895, XL, S. 278). — [15] Boltzmann, Ueber den Begriff der abſoluten Temperatur, Sitzungsber. d. Bayr. Akademie, 1893, S. 321. — [16] Fahrenheit, Réaumur, Celſius, Abhandlungen über Thermometrie, Oſtwalds Klaſſiker Nr. 57, Leipzig 1894. — [17] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894, S. 6, 57. — [18] Boltzmann, Ueber die Beſtimmung der abſoluten Temperatur, Wiedem. Ann. 1894, LIII,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 948. — [19] Olſzewski, Ein Verſuch, das Helium zu verflüſſigen, Ann. der Phyſik 1896, LIX, S. 184. — [20] Holborn und Wien, Ueber die Meſſung tiefer Temperaturen, Wiedem. Ann. 1896, LIX, S. 213 (f. a. 1897, LX, S. 463). — [21] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 1—28, 123, 147—168 u. f. w. (Temperatur, Thermometrie). — [22] Ledebur, Der Einfluß der Temperatur auf die Feſtigkeitseigenſchaften der Metalle, insbeſondere des Eiſens, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 565, 596, 635. — [23] Mach, Die Prinzipien der Wärmelehre, Leipzig 1896, S. 3, 39, 58, 268, 307 (Hiſtoriſches, Kritik der Begriffe u. ſ. w.). — [24] Schreber, Die abſolute Temperatur, Wiedem. Ann. 1898, LXIV, S. 163 (f. a. 1898, LXIV, S. 754, und 1898, LXV, S. 654, 921). — [25] Dewar, Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de hélium, Annales de chimie et de physique 1898, XIV, S. 145. — [26] Goldſchmidt, Ein neues Verfahren zur Darſtellung von Metallen und Legierungen und von Korund ſowie zur Erzielung hoher Temperaturen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 1019 (f. a. 1901, S. 1545, und 1906, S. 421). — [27] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik, II 2, Von der Wärme, Braunſchweig 1898, S. 3 (Thermometrie), 533, 696. — [28] Dewar, The boiling point of liquid Hydrogen determined by Hydrogen and Helium Gas Thermometers (—252,5°), Proceedings of the Royal Society of London 1901, LXVIII, S. 44 (Auszug: Wiedem. Ann., Beibl. 1901, XXV, S. 343). — [29] Le Chatelier, Ueber den Einfluß von Zeit und Temperatur auf die mechaniſchen Eigenſchaften der Metalle und auf die Materialprüfung, Baumaterialienkunde 1901, VI, S. 157, 177, 209, 229, 247; 1902, VII, S. 13, 80, 137, 152, 171, 185. — [30] Weinſtein, Thermodynamik und Kinetik der Körper, I, Leipzig 1901, S. 11; II, Leipzig 1903, S. 1. — [31] Helmholtz, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1903, S. 1, 6, 28, 241. — [32] Lummer und Pringsheim, Die ſtrahlungstheoretiſche Temperaturſkala und ihre Verwirklichung bis 2300° abſolut, Berichte der Deutſchen Phyſik. Geſellſchaft 1903, S. 13. — [33] Schütz, Die neueſten Fortſchritte in der Meſſung hoher Temperaturen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 155. — [34] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 6, 18 (Thermometrie), 501. — [35] Travers, Experimentelle Unterſuchung der Gaſe, deutſch von Eſtreicher, Braunſchweig 1905. — [36] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 7, 28, 43, 68, 84, 235. — [37] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 182, 192, 222 u. f. w. — [38] Olſzewski, Weitere Verſuche, das Helium zu verflüſſigen, Drudes Annalen 1905, XVII, S. 994. — [39] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 1 (Thermometrie), 134, 144, 397, 832, 869 u. f. w.; IV 2, Elektrizität und Magnetismus, Leipzig 1905, S. 529, 759. — [40] Hann, Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig 1906, S. 25, 582 u. f. w. *Weyrauch.*

Temperatur, abſolute. Dieſelbe pflegt in Graden der Temperatur t nach Celſius ausgedrückt zu werden und weicht dann um eine konſtante Größe a von der letzteren ab, ſo daß die abſolute Temperatur $T = a + t$, worin gegenwärtig geſetzt wird $a = 273°$ (gleich dem reziproken Werte des Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = 0{,}003665$ möglichſt vollkommener Gaſe). Der abſolute Nullpunkt der Temperatur, $T = 0$, liegt hiernach bei $t = -a = -273°$ C., er iſt der Wärmeleitung wegen nie vollſtändig erreichbar, doch iſt man ihm bereits bis auf wenig Grade nahegekommen (vgl. Gaſe und Adiabatiſche Zuſtandsänderungen). Näheres ſ. unter Temperatur. *Weyrauch.*

Temperatur des Erdkörpers, ſ. Geothermik; der Luft, ſ. Lufttemperatur; des Meeres, ſ. Meereswärme.

Temperaturbleche oder **-einlagen,** ſ. Wärmelückenbleche.

Temperaturgefälle wird mitunter die Temperaturdifferenz beim Uebergang der Wärme von einem Körper auf einen andern, direkt oder durch Vermittlung dritter Körper, genannt. Ohne ein ſolches Temperaturgefälle kann durch die Wärme keine Arbeit geleiſtet werden. Die größte aus einer beſtimmten Wärmemenge zwiſchen zwei vorgeſchriebenen Grenztemperaturen theoretiſch erreichbare Arbeit iſt proportional dem Temperaturgefälle. Näheres ſ. Carnotſche Funktion, Kreisprozeß, Temperatur, Wärmemotoren. *Weyrauch.*

Temperaturkoeffizient, die Größe der prozentualen Aenderung des Widerſtandes eines elektriſchen Leiters bei einer Temperaturänderung um 1° C. S. Strom, elektriſcher, S. 381, Widerſtand, elektriſcher.

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

Temperaturprofile, ſchematiſche Darſtellungen vertikaler Querſchnitte durch Berge, Gebirge oder durch Teile der Erdrinde mit Einzeichnung der Iſogeothermen oder Linien gleicher Temperatur (vgl. Geothermik).

Literatur: Günther, Lehrbuch der Geophyſik, 2. Aufl., Stuttgart 1897.

Tempieren, das Einſtellen des Zeitzünders entſprechend der Flugzeit des Geſchoſſes; vgl. Munition, Bd. 6, S. 541.

Temperaturſpannungen in Baukonſtruktionen, d. ſ. innere Spannungen infolge Temperaturänderungen, werden durch Aenderungen in dem Wärmezuſtande derſelben hervorgerufen, wenn die freie Ausdehnung der ganzen Konſtruktion oder einzelner Teile behindert iſt. Dieſe Behinderung iſt im allgemeinen bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

allen Konſtruktionen vorhanden, welche in ihrer geometriſchen Form überbeſtimmt ſind, d. h. welche mehr ſie zuſammenſetzende Teile enthalten oder mehr äußeren, die Ortsveränderung einzelner Punkte einſchränkenden Bedingungen unterworfen ſind, als für die Starrheit (Unverſchieblichkeit) der Form oder deren Feſthaltung im Raume notwendig iſt. Derartige Konſtruktionen ſind auch ſtatiſch unbeſtimmt (ſ. Fachwerke und Träger, ſtatiſch beſtimmte und unbeſtimmte), und es treten daher auch nur in ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen infolge von Temperaturänderungen innere Spannungen auf.

Denkt man ſich in einem ſolchen Syſteme die ſtatiſche Unbeſtimmtheit (geometriſche Ueberbeſtimmtheit), alſo auch die Behinderung der freien Ausdehnung, durch Weglaſſung von die Unverſchieblichkeit nicht beeinträchtigenden Teilen (Fachwerksſtäbe oder Auflagerbedingungen) beſeitigt, und erſetzt man deren Wirkung durch Anbringung von vorläufig unbekannten Kräften $X_1\ X_2 \ldots$ (Spannungen, Stabkräfte oder Auflagerkräfte), ſo laſſen ſich dieſe Kräfte, welche durch eine Temperaturänderung des Syſtems um t^0 hervorgerufen werden, aus dem Geſetze der virtuellen Verſchiebungen ableiten. Für ein Fachwerkſyſtem ſei für irgend ein Stabglied s die Länge, F die Querſchnittsfläche, S die Stabkraft, t die Temperatur gegenüber einem ſpannungsloſen Anfangszuſtand, ω der Wärmeausdehnungskoeffizient, $\frac{1}{E}$ der elaſtiſche Dehnungskoeffizient, dann iſt die Längenänderung dieſes Stabes $\Delta s = \frac{S s}{E F} + \omega t s.$ 1.

Erzeugt ferner die an Stelle von X_1 wirkend gedachte Krafteinheit in dem beliebigen Fachwerkſtabe die ſtatiſch beſtimmbare Spannung u, jene an Stelle von X_2 wirkende Krafteinheit die Spannung u_2 u. ſ. w., ſo iſt nach dem obzitierten Satze für das ganze Syſtem

$$\Sigma u_1 \Delta s = 0, \quad \Sigma u_2 \Delta s = 0 \ldots, \qquad 2.$$

Da aber beim Fehlen jeder äußeren Belaſtung $S = X_1 u_1 + X_2 u_2 + \ldots$ iſt, ſo folgen mit Einſetzung von 1. und bei durchaus gleichem Elaſtizitätskoeffizienten E und Ausdehnungskoeffizienten ω aus 2. die Beſtimmungsgleichungen

$$\left.\begin{aligned} X_1 \Sigma \frac{s}{F} u_1^2 + X_2 \Sigma \frac{s}{F} u_1 u_2 + \ldots \quad & E \omega \Sigma t s u_1 = 0 \\ X_1 \Sigma \frac{s}{F} u_1 u_2 + X_2 \Sigma \frac{s}{F} u_2^2 + \ldots \quad & E \omega \Sigma t s u^2 = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots & \end{aligned}\right\} \qquad 3.$$

Mit den Größen $X_1\ X_2 \ldots$, welche aus den vorſtehenden Gleichungen folgen, ſind aber auch die ſämtlichen inneren Kräfte S gegeben. Als Bedingung, daß die Kräfte $X = 0$ werden, daß ſonach gar keine Spannungen infolge der Temperaturänderung auftreten, ergibt ſich $\Sigma t s u_1 = 0$, $\Sigma t s u_2 = 0 \ldots$ oder bei einem gleichmäßigen Wärmeunterſchiede gegen den ſpannungsloſen Anfangszuſtand

$$\Sigma s u_1 = 0, \quad \Sigma s u_2 = 0, \ldots. \qquad 4.$$

Die Bedingung 4. kann bei manchen ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen erfüllt ſein. In dieſem Falle hat eine durchaus gleichmäßige Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur keine inneren Spannungen zur Folge. Beiſpiele: der kontinuierliche Balkenträger, der Bogenträger mit Horizontalzugband, das aus dem Viereck mit gekreuzten Diagonalen beſtehende Fachwerkselement u. a. Ungleiche Erwärmungen bewirken jedoch auch bei dieſen Syſtemen innere Spannungen.

Die Berückſichtigung der Temperaturſpannungen iſt namentlich bei jenen Syſtemen von Wichtigkeit, bei welchen auch gleichmäßige Veränderungen der Temperatur einen Einfluß üben. Es ſind dies insbeſondere die ſtatiſch unbeſtimmten Bogen- und Hängeträger. Bei der Ermittlung der durch die Temperaturänderung in metalliſchen Konſtruktionen hervorgerufenen Spannungen pflegt man für unſre klimatiſchen Verhältniſſe mit der Annahme zu rechnen, daß Temperaturen zwiſchen -25^0 und $+45^0$ vorkommen, daß ſonach, eine mittlere Aufſtellungstemperatur von $+10^0$ vorausgeſetzt, die Wärmeſchwankungen in freiſtehenden eiſernen Bauwerken (Brücken) $\pm 35^0$ C. betragen. Iſt das Bauwerk in einzelnen Teilen gegen die unmittelbare Sonnenbeſtrahlung geſchützt, ſo kann nach diesbezüglichen Beobachtungen der Temperaturunterſchied zwiſchen den wärmſten und kälteſten Stellen einer Eiſenkonſtruktion an ſonnigen Tagen bis 14^0 C. erreichen. Bei Steinbauten, namentlich ſolchen von ſtärkeren Abmeſſungen, werden ſo große Wärmeſchwankungen wie bei metalliſchen Konſtruktionen im allgemeinen nicht vorkommen, da ſtärkeres Mauerwerk ſich im Sommer kaum auf die höchſte Lufttemperatur erwärmen und anderſeits auch bei einiger Zeit anhaltendem Froſte nicht auf die tiefſte Lufttemperatur abkühlen wird. Für Brückengewölbe wird es ausreichen, eine Wärmeſchwankung von $\pm 20^0$ oder von $+15^0$ und -25^0 zugrunde zu legen. *Melan.*

Temperkohle, in weißem Roheiſen beim Glühen auftretende Kohlenſtoffform; ſ. Tempern.

Tempern (Glühfriſchen), **Temperguß** (ſchmiedbarer Guß), die Herſtellung ſchmiedbarer Arbeitsſtücke durch Gießen und darauffolgendes Glühen.

Glüht man weißes Roheiſen längere Zeit bei Temperaturen über 1000^0, ſo zerfällt das in ihm vorhandene Eiſenkarbid Fe_3C in $3\,Fe + C$, wobei der Kohlenſtoff (Temperkohle) vollſtändig in amorphem Zuſtand zur Abſcheidung kommt. Die Temperkohle läßt ſich leicht oxydieren, ſo daß das weiße Roheiſen ſich infolge der Kohlenſtoffabnahme in ſchmiedbares Eiſen umwandelt. Als Oxydationsmittel verwendet man oxydiſche Eiſenerze (Roheiſenſtein Fe_2O_3, vereinzelt auch Spateiſenſtein $FeCO_3$ oder Walzenſinter). Die Entkohlung erfolgt [1] durch Kohlenſäure (CO_2), die ſich an der Berührungsſtelle der temperkohlenſtoffhaltigen Stücke mit den oxydiſchen Erzen (Fe_2O_3)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bildet, teilweiſe auch aus den Heizgaſen ſtammt und in das Innere der Roheiſenſtücke diffundiert; ſie wird dann nach der Gleichung $CO_2 + C = 2\,CO$ reduziert, während das wieder auftretende Kohlenoxydgas (CO) in den Eiſenerzen zu CO_2 zurückverbrennen kann. Die früher vertretene Anſicht, daß die Oxydation des C an der Oberfläche der mit dem oxydiſchen Erze in Berührung befindlichen Eiſenteile beginne und daß der feſte C aus dem Innern in die C-armen äußeren Schichten wandere, um dort ebenfalls oxydiert zu werden, iſt nicht richtig [1], [2].

Das Tempern wird zur Herſtellung von ſchmiedbaren Gußſtücken angewendet. Dieſe zeichnen ſich vor Gußſtücken aus grauem Roheiſen (Gußeiſen) durch höhere Feſtigkeit und Widerſtandsfähigkeit gegen Stöße und Erſchütterungen aus; gegenüber dem Stahlguß (ſ. d.) iſt das Verfahren für Teile geringen Gewichts und geringer Wandſtärke lebensfähig und gegenüber dem Schmieden hat es beſonders bei komplizierter Geſtalt des Arbeitsſtücks den Vorteil der leichteren Herſtellung durch den Gießprozeß.

Das Verfahren im ganzen umfaßt die Herſtellung der aus weißem Roheiſen beſtehenden Gußſtücke, die in Sandformen (ſ. Eiſengießerei) gegoſſen werden, hierauf folgt das Tempern (d. h. die Umwandlung des ſpröden weißen Roheiſens in ſchmiedbares Eiſen durch Entkohlung). Angewendet wird das Verfahren beſonders zur Herſtellung von Schlüſſeln, Schloßteilen, Fenſter- und Türbeſchlägen, Riemenverbindern, Fittings, Förderwagenrädern u. ſ. w. Die ungetemperten Gußſtücke beſtehen aus Roheiſen, deſſen Zuſammenſetzung folgende iſt: Kohlenſtoffgehalt $< 3\,\%$, Silicium bis zu $0{,}8\,\%$ (Grafitausſcheidung darf noch nicht auftreten; ein hoher Siliciumgehalt begünſtigt die Bildung von Temperkohle und verringert den Schwindungskoeffizienten); Mangan, Schwefel und Phosphor dürfen nur in geringem Maße vorhanden ſein. Das Schmelzen des Roheiſens geſchieht in Kupolöfen (am billigſten, Nachteil: Kohlenſtoff- und Schwefelaufnahme), Flammöfen (teurer Betrieb) und Tiegelöfen (am teuerſten, nur für kleinere Betriebe). Die vom Formſand ſorgfältig gereinigten Gußſtücke werden in gußeiſernen zylindriſchen Töpfen wechſelnder Größe (Höhe bis zu 1 m, Durchmeſſer bis zu 0,6 m, Wandſtärke bis zu 35 mm) zwiſchen die Tempermaſſe eingepackt; für größere Gußſtücke verwendet man gemauerte Ofenkammern. Die Töpfe werden in entſprechender Anzahl in den mit Steinkohlen- oder Gasfeuerung verſehenen Ofen eingeſetzt. Das langſame Anfeuern bis auf Kirſchrotglut dauert $1\frac{1}{2}$—2 Tage, die volle Feuerung wird 3—8 Tage unterhalten, worauf man langſam abkühlen läßt. In dieſer langen Dauer des Temperprozeſſes, infolge deren man auch in der Wandſtärke der Gußſtücke auf etwa 25 mm beſchränkt iſt, liegt ein entſchiedener Nachteil des Temperns. — Die Tempermaſſe wird aus bereits gebrauchtem und aus neuem Material gemiſcht. Am häufigſten verwendet man Roteiſenerz, das ſchwefelfrei ſein muß und in Erbſengröße verwendet wird. Die getemperten Stücke werden nach dem Abkühlen von anhaftender Tempermaſſe gereinigt und, falls ſie ſich beim Tempern verzogen haben, gerichtet.

Literatur: [1] Metallurgie 1908, 5. Heft, S. 7. — [2] Borchers, W., Hüttenweſen, Halle a. S. 1908. — [3] Handbücher über Eiſenhüttenkunde von Ledebur, Wedding u. a. — [4] „Stahl und Eiſen“ 1903, S. 22. — [5] Ebend. 1906, S. 305 (Roheiſen für den Temperprozeß); 1902, S. 813 (Einfluß des Siliciums beim Glühfriſchen).

A. Widmaier.

Temperſtahlguß, ſ. v. w. ſchmiedbarer Guß (ſ. Tempern); die Bezeichnung wird aber gewöhnlich nur für Räder und Büchſen für Förder- und Schmalſpurwagen angewendet.

A. Widmaier.

Templinöl, dem Terpentinöl (ſ. d.) naheſtehendes, angenehm riechendes Oel, aus den Zapfen der Edeltanne durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen.

Tenbrinkkeſſel ſind Dampferzeuger mit Tenbrinkfeuerung (Bd. 4, S. 8). Alle gebräuchlichen Keſſelſyſteme laſſen ſich mit einer Tenbrinkfeuerung beliebigen Syſtems zur Ausführung bringen, ſo daß es Tenbrinkkeſſel von den mannigfaltigſten Konſtruktionsformen gibt, wobei jedoch jeder beſonderen Kombination auch beſondere Vor- und Nachteile zuzuſprechen ſind.

Soll z. B. hochwertiger Brennſtoff zur höchſterreichbaren Ausnutzung gebracht werden, ſo empfiehlt ſich die Anwendung der normalen Tenbrink-Vorlage in Verbindung mit einem Flammrohrkeſſel (Bd. 4, S. 8, Fig. 19); ebenſogut wird derſelbe Zweck durch die Konſtruktion von Kuhn (Bd. 4, S. 8, Fig. 21) erreicht, bei der die Feuerung in den erſten, entſprechend erweiterten Schuß des Flammrohres eingebaut wird. Beide Ausführungen, die als Tenbrink-Innenfeuerungen bezeichnet werden können, haben aber den

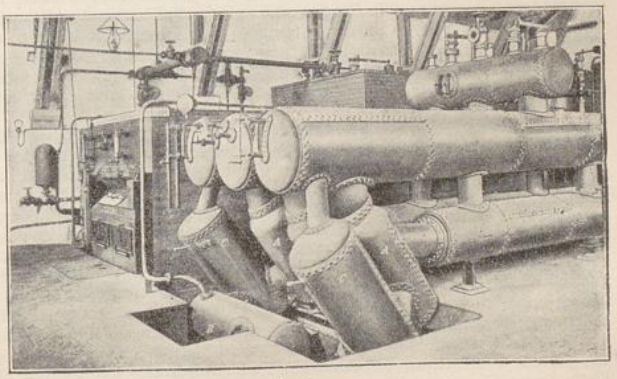


Fig. 1.

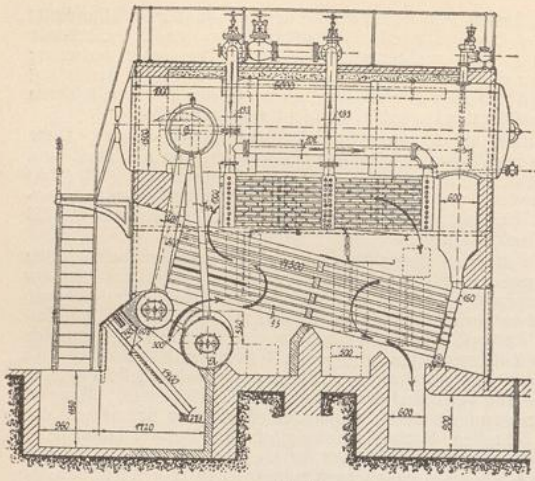


Fig. 2.

Nachteil, daß ſie zylindriſche, durch äußeren Druck beanſpruchte Keſſelwandungen von ſehr großem Durchmeſſer benötigen, ſo daß die Anwendung ſehr hoher Dampfſpannungen erſchwert wird. Ferner bereitet die Unterbringung größerer Roſtflächen Schwierigkeiten, ſo daß entweder mit geringer Keſſelbelaſtung (Heizflächenbelaſtung) oder mit großer Roſtanſtrengung (großer Schichthöhe) gearbeitet werden muß; in letzterem Falle iſt eine große Zugſtärke unbedingtes Erfordernis.

Für ſehr hohe Dampfſpannungen wählt man beſſer eine Tenbrink-Vorfeuerung in Verbindung mit einem mehrfachen Walzenkeſſel (Bd. 4, S. 8, Fig. 20). Da hierbei alle durch äußeren Druck belaſteten zylindriſchen Wandungen vermieden werden können, auch die Zylinderdurchmeſſer nur mäßig groß gemacht zu werden brauchen, ſo kommt man ſelbſt bei den höchſten Dampfſpannungen mit den üblichen Blechſtärken aus.

Eine beſondere Ausbildung haben dieſe Art von Tenbrinkkeſſel durch die Maſchinenfabrik Eßlingen erhalten. Nach Fig. 1 werden zur Erzielung der ſogenannten Rückbrennung (vgl. Bd. 4, S. 8) mehrere kurze Zylinder *A* in etwa der gleichen Schräglage, wie ſie der Roſt erhält, angeordnet und durch Stützen mit den einzelnen Langkeſſeln verbunden. Zwei weitere Zylinder *C* bilden die ſeitliche Begrenzung des Feuerraums. Der Zwiſchenraum zwiſchen den Zylindern wird durch feuerfeſte Platten abgeſchloſſen. Für minderwertigen Brennſtoff können Tenbrinkkeſſel wegen der Unterbringung der erforderlichen großen Roſtfläche nur nach Art der beiden zuletzt angeführten Konſtruktionen mit Vorfeuerungen ausgeführt werden.

Heizrohrkeſſel und Waſſerrohrkeſſel werden ſeltener mit Tenbrinkfeuerung verſehen. Dieſe Keſſel beſitzen nur einen verhältnismäßig kleinen Waſſerraum, ſo daß ſie in Verbindung mit der Tenbrinkfeuerung nur für annähernd konſtant bleibenden Dampfverbrauch zu empfehlen ſind. Die Wärmeentwicklung der Tenbrinkfeuerung iſt zwar auch in weiten Grenzen regelbar; es iſt aber bei dem eigenartigen Verbrennungsprozeß eine größere Zeit erforderlich, ehe z. B. die Feuerung von ſchwacher Wärmeentwicklung auf forcierte Wärmeentwicklung gebracht werden kann. Fig. 2 gibt einen Waſſerröhrenkeſſel mit Tenbrinkfeuerung nach einer Ausführung von Göhrig & Leuchs wieder. *O. Herre.*

Tender, ſ. Lokomotive.

Tennantit (Arſenfahlerz), Mineral, Arſenſchwefelkupfer (25—27 % *S*, 47—52 % *Cu*, 18—20 % *As*, oft zinnhaltig). Bleigrau bis ſchwarz; ſpröd; Härte 4. Spez. Gew. 4,2—4,5. Sonſt wie Fahlerz. Zur Kupfergewinnung benutzbar. *Leppla.*

Tennen, ſ. Scheunen.

Tephrit, ſ. Baſalte.

Teppiche [1] (tapis, carpets), gemuſterte Gewebe zum Belegen der Fußböden (Fußteppiche) und zum Behängen der Wände (Wandteppiche, Tapeten).

Die Fußteppiche ſind entweder abgepaßt oder werden in langen Stücken verfertigt, woraus man nachher die Bedeckung eines Fußbodens zuſammenſetzt. Während zur Ausſchmückung der Wände gewünſchtenfalls jede Gewebeart benutzt werden kann, wird von den Fußteppichen eine beſondere Dicke verlangt, damit für den darüberſchreitenden Fuß die Empfindung der Weichheit, womöglich des angenehm Schwellenden vermittelt werde. Wegen Herſtellung der gewöhnlichen, aus nur einem Schuß- und einem Kettenfadenſyſtem beſtehenden Gewebearten ſ. Weberei.

Weitere eigenartige Herſtellungsweiſen beziehen ſich auf die Gobelins und eine beſondere Art Wollmoſaik; Gobelins, Gobelinstapeten oder Niederländertapeten werden wohl auch geflochtene Teppiche, im Orient Kilims (Kis-kilims, Kelims, Ghilims) genannt [2]. Das Gewebe derſelben iſt leinwandartig; die mit großer Kunſt ausgeführten bildlichen Darſtellungen (Landſchaften, Porträts, hiſtoriſche Szenen u. ſ. w.) entſtehen durch die Farbenwechſlungen im Eintrage, welcher teils aus gezwirntem feinem Kammwollgarn, teils aus Seide gebildet und ſo dicht angeſchlagen iſt, daß er die aus Leinen oder Kammwollzwirn beſtehende Kette gänzlich verdeckt. Das Weben dieſer Tapeten geſchieht auf einem ſehr einfachen, aber breiten Stuhle, an welchem mehrere (z. B. vier) Perſonen zugleich arbeiten. Keine künſtliche Maſchinerie, nicht einmal eine Lade, iſt an dieſem Stuhle vorhanden; das Einziehen der Schußfäden geſchieht mittels kleiner Spulen aus freier Hand, das Anſchlagen mittels eines Kammes, der ebenfalls in der Hand gehalten wird. Eine vollſtändig ausgemalte papierene Patrone, welche zur Richtſchnur bei Auswahl und Anordnung der Farben dient, befindet ſich unter der Kette, etwa 25 mm weit von derſelben entfernt, und iſt alſo dem Weber beſtändig vor Augen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die rechte Seite ist beim Weben unten. Jeder Weber hat für den von ihm zu bearbeitenden Teil der Kette eigne Schäfte und Tritte, um sie in Ober- und Unterfach zu teilen; aber der Einschlag erstreckt sich gewöhnlich auf einmal nur über eine kleine Anzahl von Kettenfäden, welche mit dem Finger aus dem Oberfach genommen werden, um die Schußspule darunter durchstecken zu können. Die Vereinigung der Randleisten benachbarter, auf diese Weise gebildeter Gewebestücke von verschiedener Farbe erfolgt durch zeitweises Umfassen des äußersten Kettenfadens des Nachbarstückes mit dem Schußfaden des eben in der Herstellung begriffenen Gewebeteiles oder durch Einschlingen eines besonderen Nähfadens. Hiernach ist ein Gobelin als ein hohe Kunstfertigkeit erforderndes Mosaikgewebe zu betrachten, bei welchem einzelne einfarbige Gewebeteile dadurch zusammengehalten werden, daß die aneinander stoßenden Stücke gemeinsame Kettenfäden haben und der Schußfaden jeden Teiles den äußersten Kettenfaden des Nachbarteiles zeitweise umschlingt. Wenn, wie bisher angenommen, die Kette wagerecht ausgespannt, also der Stuhl im ganzen einem gewöhnlichen Webstuhle ähnlich ist, so nennt man ihn Baffelissestuhl; ist die Kette senkrecht ausgespannt, was der vorzugsweise benutzte Fall ist, so heißt er Hauteliffestuhl. Auf den Hautelissestühlen werden (namentlich in Persien) auch die Sumakhteppiche nach Art der broschierten Gewebe erzeugt; die Schußenden werden entweder auf der Rückseite kurz abgeschnitten oder hängen lose auf ihr herab; auf die Schauseite werden die Musterfäden vielfach unter gegenseitiger Umzwirnung eingebunden, so daß sie dort in der Schußrichtung ähnlich wie Sutasch aufliegen. Durchbrechungen in der Kettenrichtung (à jour-Streifen) sind bei ihnen nicht vorhanden.

Ein andrer Mosaikteppich, welcher sich zufolge seiner Herstellung nur als Wandteppich eignet, ist die Crossley-Wollmosaik (Mosaig Rugs) [3]. Buntfarbige Wollfäden werden in einem Rahmen parallel nebeneinander liegend so angeordnet, daß ein Fadenbündel (bis zu 800000 Fäden enthaltend) entsteht, dessen Querschnitt der Rahmengröße entspricht und das beabsichtigte Farbenmuster zeigt. Nach Ebnung der oberen Querschnittsfläche wird diese mit Kautschuklösung bestrichen und ein starkes Gewebe aufgeklebt. Die Florbildung erfolgt durch Ausschieben des Fadenbündels aus dem Rahmen um die beabsichtigte Florlänge und Durchschneiden des Bündels dicht an der Rahmenkante mittels eines rasch umlaufenden Kreismessers. Mehrfache Wiederholung des gleichen Verfahrens führt zur Gewinnung einer größeren Anzahl völlig gleichartig gemusterter Teppiche.

Die besondere Dicke der Fußteppiche (s. oben) kann entweder unter Benutzung des Verfilzens von Tierhaaren oder unter Festhaltung an dem einfachen, aus zwei Fadensystemen (Kette und Schuß) bestehenden Gewebe durch Verwendung besonders dicker Gespinste oder Gezwirne erreicht werden (einfache Teppiche, Tiroler Teppiche, britische Teppiche, Nachbildungen der venezianischen Teppiche), oder durch geeignete Verbindung (z. B. gegenseitige Durchdringung) zweier oder dreier Gewebe, von denen jedes ein besonderes Kettenfadensystem und ein besonderes Schußfadensystem enthält (doppelte oder Kidderminsterteppiche, dreifache oder wohl auch schottische Teppiche), oder endlich durch Verbindung eines einfachen Grundgewebes mit einem besonderen System dicker Schußfäden (Schußflorteppiche), beziehentlich mit einem besonderen System dicker Kettenfäden (Kettflorteppiche) in solcher Art, daß die Fäden eines solchen dritten Systems über das Grundgewebe sich erhebende Schlingen oder Noppen bilden; diese Noppen, welche nach Befinden am äußeren Ende aufgeschnitten werden können, führen zu dem Erfolge, daß die Teppichdicke auf Kosten der dazu verwendeten Fadenlänge beliebig vergrößert werden kann, und gewähren auch die Möglichkeit, daß man auf der Schauseite ein mosaikartig erscheinendes, durch die Querschnittsfläche verschiedenfarbiger Fäden gebildetes Farbenmuster entstehen lassen kann.

Eine eigenartige Art von orientalischen Teppichen sind die Filzteppiche. Bei ihrer Herstellung wird ein der beabsichtigten Dicke entsprechend hoher Rahmen oder ein im Fußboden ausgesparter Raum mit Wollgemenge ausgefüllt und dort so lange entsprechend gefeuchtet, mit Schlägeln bearbeitet, bis eine Verfilzung eintritt. Hiernach wird das Muster aus farbigen Fäden auf die Oberfläche aufgebracht und dort befestigt.

A. Schußflorteppiche.

Das einfachste Gewebe, bei welchem der Flor (Pole) mittels des Schußfadens erzeugt wird und welches als Teppich Verwendung finden könnte, ist der Manchester oder der unechte oder Baumwollsamt, sofern er farbig bedruckt wird. Der aus der Ebene des Gewebes herausstehende Flor, sofern er aus Schuß besteht, wird jedoch fast ausnahmslos dadurch gebildet, daß entweder ein besonderer Schußfaden eingetragen wird, welcher den Flor an sich fix und fertig enthält (Chenilleteppiche), oder dadurch, daß in die Kette eine große Anzahl von einzelnen Schußfadenstückchen eingeknüpft werden (Knüpfteppiche).

Chenilleteppiche. Hier wird zunächst ein glattes Gewebe hergestellt, dessen Kette aus einzelnen sehr flüchtig verteilten Fadengruppen (Leinen oder Baumwolle) besteht (vgl. Fig. 1) und dessen Schuß (Kammgarn, Seide, Baumwolle) in verschiedenen, durch das Muster angezeigten Farben dicht eingeschlagen wird. Schneidet man nach Vollendung dieses Gewebes dasselbe in der Mitte zwischen je zwei Kettenfädengruppen (bei *t*) nach der Länge durch und dreht die so erlangten Streifen zusammen, so erhält man raupenförmige Fäden, deren feine Kette, durch den stärkeren dichten Einschlag verdeckt, demselben nur zum Halte dient und welche in ihrer Färbung das vorgeschriebene Muster repräsentieren. Diese Fäden, welche sonach auf ihrer ganzen Umfläche bereits den Flor tragen, werden nun in das eigentliche Teppichgewebe, dessen Kette aus Leinen-, Jute- oder Baumwollgarn, seltener aus Wolle besteht, eingeschossen, nach Maßgabe des Musters sauber aneinandergepaßt, worauf durch Aufbürsten der feinen Chenillefäden sich auf



Fig. 1.

beiden Seiten ein regelmäßiger Flor erzeugt. Durch dazwiſchen eingetragene Grundſchüſſe (aus Leinen-, Baumwollen- oder Jutegarn) wird dem Gewebe Konſiſtenz und Feſtigkeit gegeben. Die ſämtlichen bei der Vorarbeit gleichzeitig erhaltenen Chenillefäden haben ſelbſtverſtändlich die gleiche Muſterung, und es muß zu deren vollſtändiger Verarbeitung die gleiche Anzahl Teppiche von einerlei Muſter hergeſtellt werden, wenn ſich nicht im Rapporte des Muſters derſelbe Faden mehrfach wiederholt. Der Nuancierung des Muſters iſt bei dieſem Herſtellungsverfahren ein ſolcher Spielraum gegeben, wie es bei der Arbeit mit dem Jacquard und ſelbſt durch das Druckverfahren nicht möglich iſt, da ohne Verteuerung die Farbenzahl faſt bis ins Unendliche vermehrt und der Zeichnung jede beliebige Feinheit gegeben werden kann. Die Höhe des Flores hängt von der gegenſeitigen Entfernung der Kettfädengruppen bei der Vorarbeit ab, wodurch die Länge der Chenillefäden beſtimmt wird. Das auf vorſtehend erläuterte Weiſe hergeſtellte Gewebe enthält natürlich den Flor auf beiden Seiten, und beide Seiten ſind vollſtändig gleichwertig. Derartige Gewebe werden deshalb ſeltener als Fußteppiche, mehr als Türvorhänge, Tiſchdecken u. ſ. w. gebraucht.

Bei den ſogenannten Axminſterteppichen werden die Chenilleſtreifen nicht zuſammengedreht, ſondern ſo vorbereitet, daß die Chenillefchußfäden, welche ja den Flor bilden, nur nach einer Seite gerichtet ſind. Zu dieſem Zwecke werden die Chenilleſtreifen nach dem Schneiden gedämpft, um ſie bildſam zu machen, über mit ⋁ förmigen Rillen verſehene geheizte Walzen geleitet und getrocknet, worauf die Chenille im getrockneten Zuſtande eine Form annimmt, wie ſie Fig. 2 im Querſchnitt erkennen läßt [4]. Dieſer Faden wird nun auf Rollen oder auf große (je nach der Breite der Teppiche bis zu mehreren Metern lange) Steckſchützen aufgewickelt und auf dem Webſtuhl verwebt, derart, daß ſie an das Grundgewebe mit beſonderen Kettenfäden angeheftet werden. Fig. 3, welche den eingebundenen Chenillefchußfaden *c* im Querſchnitt wiedergibt, dürfte die Bindung vollſtändig erkennen laſſen; *c* iſt der farbige Chenillefchußfaden, *s* der Grundfchußfaden, welcher gewünſchtenfalls durch ein Bündel von Fäden erſetzt werden kann, *k* iſt der Grundkettenfaden und k_1 die Bindekette für den Chenillefaden. Um den Teppich dicker zu geſtalten, kann man außerdem noch eine beſondere Füllkette k_2 anwenden. In der Farbenwahl hat man bei den Axminſterteppichen ebenſo große Freiheit wie bei den Knüpfteppichen, und es kann auch die Florhöhe beliebig hoch gemacht werden.



Fig. 2.

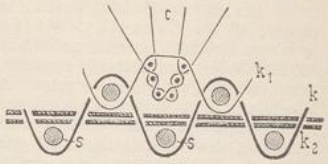


Fig. 3.

Knüpfteppiche. Die ſchönſte, aber durch ihre mühſame und langwierige Verfertigung koſtſpieligſte Art der Fußteppiche ſind die Knüpfteppiche (Smyrna-, türkiſche oder Savonnerieteppiche). Sie werden auf einem Stuhle mit aufrecht geſpannter Kette (Hauteliſſeſtuhl) ohne Hilfe einer künſtlichen mechaniſchen Einrichtung angefertigt und ſind ziemlich der Perlenſtickerei oder Moſaik zu vergleichen, indem die einzelnen Florſchußfäden (Noppen) nach Anweiſung der Patrone einzeln an die Kettenfäden angeknüpft werden, wie es Fig. 4 und 5 wohl hinreichend klar erkennen laſſen. Fig. 4 iſt ein Aufriß, worin die Knüpfung der farbigen Schußfadenſtückchen *S* gezeigt iſt, bevor die fertigen Schlingen feſt an die Grundſchußfäden *s* angeſchlagen ſind, *k* ſind die Kettenfäden; Fig. 5 zeigt die Verſchlingung im Grundriß. Dies iſt die gewöhnliche Knüpfmethode; doch kommt auch die in Fig. 6 dargeſtellte Knüpfung bei orientaliſchen Teppichen vor. Die Bildung der Fadenſchleifen (Noppen), welche den Flor erzeugen, geſchieht dadurch, daß der Weber ein meiſt ſtählernes, etwa 220 mm langes Stäbchen (Nadel *n*) quer über die Kette *k* legt, den Florſchußfaden *S* in der gezeichneten Weiſe um dasſelbe herumſchlingt und ihn an die Kettenfäden anknüpft. Nachdem eine Reihe Noppen über die ganze Breite des Teppichs gebildet iſt, werden zwei Schußfäden (*s*) eingetragen, welche die Kette leinwandartig verbinden; dann ſchreitet man zur Anfertigung der nächſten Noppenreihe u. ſ. w. Das Stäbchen, mit deſſen Hilfe die Noppen gemacht werden, wird nachher herausgezogen. Sollen die Noppen nicht aufgeſchnitten erſcheinen, ſo iſt einfach ein an beiden Enden ſtumpfes Stäbchen (Nadel *n*) vorhanden; ſollen die Noppen aber aufgeſchnitten ſein, ſo trägt das Stäbchen an dem einen Ende eine ſcharfe, krumme Meſſerklinge, welche die Noppen beim Herausziehen des Stäbchens aufſchneidet. Der vorſtehende Flor wird ſchließlich mit der Schere bezw. Schermaſchine auf die richtige Länge niedergeſchoren, wodurch alle zu langen Fadenendchen weggeſchafft werden und das gemäldeartige Bild erſt ſeine volle Schönheit erlangt. Die Kette beſteht aus gezwirntem Wollen-, Hanf-, Leinen- oder Jutegarn, der Grundſchuß aus den gleichen Faſerſtoffen, der Florſchuß aus Wolle oder Seide. Die Zahl der Noppen, welche eine Knüpferin täglich nach der durch Fig. 5 gekennzeichneten Methode knüpfen kann, beträgt etwa 7000. — Hinſichtlich der Zeichnung, der Farbenabwechſlung, der Höhe und Dichte des Flors und auch der Umriſſe und Größe des Knüpfteppichs iſt unbedingte Freiheit vorhanden; gewünſchtenfalls könnte man ſogar den Stoff des Flores beliebig wechſeln. Da die Fäden zudem ſehr feſt verknüpft ſind, ſo iſt der Knüpfteppich jedenfalls als der edelſte unter allen Teppichen zu bezeichnen. Es hat deshalb nicht an Verſuchen gefehlt, ihn entſprechend nachzuahmen [5] bezw. hat man verſucht, ihn auf mechaniſchem Wege herzuſtellen [6]. Es verdient ferner angeführt zu werden, daß in England ein Verfahren und eine Stuhleinrichtung erfunden worden iſt [7], um die Noppen der Samtteppiche aus Einſchußfäden in ähnlicher Weiſe zu erzeugen, wie die Schleifen bei der Wirkerei durch das ſogenannte Kulieren gebildet werden.

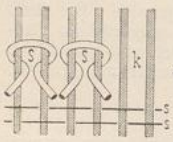


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

Der Florfchuß wird nämlich gleich dem Grundfchuffe fchlicht liegend, d. h. ausgeftreckt, eingefchoffen; dann aber greifen kleine emporgehende Haken unter diefen Faden und ziehen ihn zwifchen den Kettenfäden heraus in die Höhe, um ihm die Schleifengeftalt zu geben. Diefe Haken aber folgen in ihrer Wirkung der Reihe nach aufeinander, weil einer gleichzeitigen Hebung aller der Faden nicht nachgeben könnte. Weitere Knüpfmethoden vgl. [8].



Fig. 7.

Die **Kokosabftreicher** werden entweder nach Art der Knüpfteppiche geknüpft oder es wird folgendes Verfahren angewendet: Der Florfchuß *S* (Fig. 7) wird über das ganze Fach geftreckt eingelegt, fodann wird über das ganze Gewebe eine gefpaltene Nadel oder ein Schwert *N* von der Seite her allmählich vorwärts gefchoben, von welcher der Florfchuß eingetragen wurde und dabei zwifchen den Kettenfaden hindurch mit den Fingern der nachgezogene Florfchuß um das Schwert gewickelt, fo, wie es die Figur zeigt, bis an das jenfeitige Ende; hierauf werden wieder ein paar Grundfchußfaden eingelegt, kräftig angefchlagen und der Florfchuß durchfchnitten. Gewünfchtenfalls kann der Florfchuß auch durch mehrere Kettenfäden gebunden werden.

B. Kettenflorteppiche.

Wird für die Bildung der Noppen oder des Flores eine befondere Kette — Polkette, Ober- oder Samtkette benutzt, fo kann diefe entweder feitlich aus der Gewebefläche in Schlingenform ausgebogen werden (vgl. Fig. 8), oder es werden zwei Gewebe übereinander erzeugt (Doppelfamt), welche in der doppelten Florfläche voneinander abftehen und welche durch die Polkettenfäden in der durch Fig. 9 angedeuteten Weife miteinander verbunden find; fchneidet man die Polkettenfäden an den mit *t* bezeichneten Stellen durch, fo erhält man zwei Stücke Samt gleichzeitig [9]. Zur Erläuterung der folgenden Figuren mag noch hervorgehoben fein, daß bezeichnet find die Grundkette immer mit *g*, die Polketten mit *p* bezw. p_1, p_2, die Füllkette, welche vielfach zur Verdickung der Gewebe angewendet wird, mit *f*, der Schußfaden mit *s* und die Nadeln mit *n*, Trennungsftellen mit *t*.

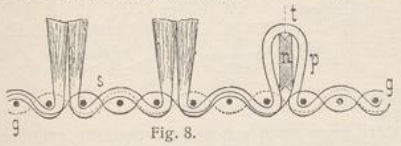


Fig. 8.

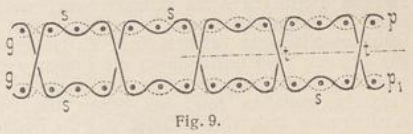


Fig. 9.

Der Typus der Kettenflorteppiche ift der echte **Samt** (Velours), deffen Hauptbindungsart Fig. 8 zeigt; die Höhe der Mafchen (Schlingen oder Noppen) der Polkette wird durch das Eintragen befonderer Nadeln *n* (Ruten, Samtnadeln) beftimmt. Werden die Nadeln wieder herausgezogen, indem man die Samtmafchen unverändert läßt, fo bezeichnet man den Samt als gezogenen Samt, ungefchnittenen oder ungeriffenen Samt, Halbfamt oder Ritzer; werden die Schlingen bei *t* aufgefchnitten, fo erhält man den gefchnittenen oder geriffenen Samt (vgl. linken Teil in Fig. 8). Von dem Samt im gewöhnlichen engeren Sinne des Wortes unterfcheidet fich der Felper (Felpel, Velpel, Pelzfamt) und der Plüfch wefentlich nur durch die Länge des Haares, welche beim Plüfch größer als beim Samt und beim Felpel am größten ift. Sofern bei diefen zwei Stoffen das Haar eine gewiffe Länge erreicht, kann es nicht mehr aufrecht ftehen, fondern wird durch Bürften nach dem Striche niedergelegt; die kurzhaarigen Plüfche, deren Haar fteht wie jenes des Samts, nennt man wohl Plüfchfamt. Für den Fall, daß Dicke und Farbenmufter des Teppichs mit Hilfe eines befonderen, nach Länge und Arbeitsrichtung verlaufenden Kettenfadenfyftems (Polkette) erzielt werden, verfügt die Technik über eine gewiffe

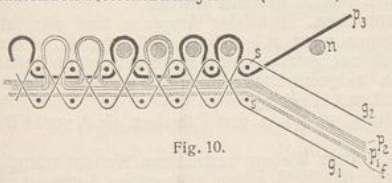


Fig. 10.

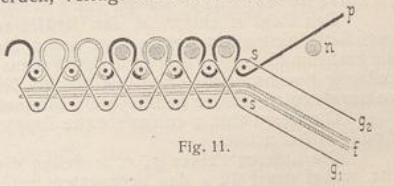


Fig. 11.

Mannigfaltigkeit von Möglichkeiten der Herftellung, welche zu vier Hauptarten folcher Teppiche und deren Unterfcheidung mittels befonderer Namen genötigt hat. Es kann nämlich zunächft das Farbenmufter auf zweierlei Art zuftande gebracht fein. Setzen wir voraus, es folle das auf der Schaufeite hervorzurufende Mufter fünf verfchiedene Farben erfordern, fo kann man die Polkette aus entfprechend gefärbten Fäden in folcher Art zufammenfetzen, daß an jeder Stelle der Gewebebreite, an welcher überhaupt beim Einweben einer Nadel die Bildung einer Noppe erfolgen foll, ein ganzes Bündel von Polfäden fich vorfindet, in welchem jede der fünf Farben durch einen Faden vertreten ift; von diefem Fadenbündel wird nach Maßgabe des Mufters mittels eines Jacquardgetriebes für jedes Nadelfach derjenige Faden ausgehoben, „ins Oberfach gezogen", deffen Farbe an diefer Stelle gerade erforderlich ift, während die übrigen vier Fäden im Grundgewebe ausgeftreckt verbleiben, alfo an der Verwirklichung des Mufters fich nicht beteiligen, fo wie es Fig. 10 für drei Farben zeigt; beim nächften Nadelfach wird die Auswahl der Farben eine andre fein. Bei diefer, den „Brüffeler Teppichen" eigentümlichen Verwirklichungsart des Farbenmufters hat alfo jeder einzelne der Polkettenfäden p_1, p_2, p_3 nach feiner

ganzen Länge einerlei Farbe, kann alſo durch den einfachen Prozeß des Färbens hergeſtellt werden. Die zweite techniſch mögliche Art der Muſterung kommt darauf hinaus, daß an Stelle der vorher erwähnten Fadenbündel nur je ein einziger Wollfaden eingeſchert iſt, der aber alle erforderlichen Farben zugleich darbietet, nämlich durch Bedrucken nach einem aus dem Muſter und aus dem Grade des Einwebens hergeleiteten Geſetz mit den verſchiedenen der Länge nach aneinander grenzenden Farben verſorgt iſt; hier iſt kein Jacquardgetriebe erforderlich; jeder Polfaden *p* wird für jedes Nadelfach mittels eines allen gemeinſamen Schaftes ins Oberfach geführt, wie es Fig. 11 erkennen läßt; was alſo an Einfachheit in der Vorbereitung der Polkette verloren geht, wird an Einfachheit des Teppichſtuhls gewonnen. Die Umriſſe werden aber bei dieſer Teppichgattung nie ſo rein und ſcharf ausfallen können wie bei dem Brüſſeler Teppich, ſie haben immer ein mehr oder weniger verſchwommenes Ausſehen. Es kann ferner die Schauſeite des Teppichs dadurch einen verſchiedenartigen Charakter erhalten, daß man die mittels vorübergehenden Einwebens von Nadeln gebildeten Noppen am äußerſten Ende entweder auffchneidet oder nicht.

Auf Grund der entwickelten Herſtellungsweiſen kann man als Kriterien für die Einteilung zugrunde legen: 1. ob der Flor durch „Schuß“ oder „Kette“ entſteht; 2. ob die Noppen ſämtlich aufgeſchnitten ſind oder ſämtlich nicht aufgeſchnitten oder teilweiſe aufgeſchnitten, teilweiſe nicht aufgeſchnitten ſind; 3. ob die Farbenmuſterung dadurch ſtattfindet, daß die Polfäden a) vor dem Weben bedruckt beziehentlich aus verſchiedenen farbigen Stücken hergeſtellt ſind, oder die Farbenmuſterung b) während und durch das Weben ſelbſt (infolge der Auswahl unter den verſchiedenen einfarbig gefärbten Polfäden) zuſtande kommt oder ob ſie c) nach dem Weben durch Aufdrucken vorgenommen wird. Ein hierfür geltendes logiſches Diagramm zeigt Fig. 12. Das geſamte Feld läßt ſich durch die eine Scheidung (z. B. ſenkrechte Linie *x*) teilen in Schuß- und in Kettenflorteppiche. Der Minuskreis ſoll diejenigen Teppiche umfaſſen, deren Noppen nicht aufgeſchnitten ſind, der Pluskreis diejenigen, deren Noppen aufgeſchnitten ſind; mithin wird das Bogenzweieck diejenigen Arten kennzeichnen, welche mit zum Teil aufgeſchnittenen, zum Teil nicht aufgeſchnittenen Noppen behaftet ſind. Es läßt ſich ferner das geſamte Feld teilen durch die Linien *yy*, *zz* in drei Regionen, von welchen die obere diejenigen Teppiche umfaſſen ſoll, bei denen die Farbenmuſterung dadurch ſtattfindet, daß die Polfäden der Länge nach aus verſchiedenartig gefärbten Stücken zuſammengeſetzt ſind. Die mittlere Region ſoll diejenigen Arten umfaſſen, bei welchen die Farbenmuſterung während des Webens durch die dem Muſter entſprechende Auswahl der einfarbig gefärbten Florfäden gebildet wird, und endlich die untere Region würde diejenigen Florteppiche zu umfaſſen haben, bei welchen die Farbenmuſterung erſt nach dem fertigen Weben durch Aufdrucken von Farbe ſtattfindet. Hiernach würde es neun verſchiedene Arten von Kettenflorteppichen geben, deren begriffliche Feſtſtellung ſich aus dem Diagramm ohne weiteres ableſen läßt [10].

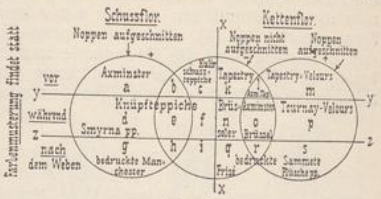


Fig. 12.

Tapeſtryteppich iſt jeder farbig gemuſterte Kettenflorteppich, bei welchem die Noppen nicht aufgeſchnitten ſind und bei welchem zur Farbenmuſterung bedruckte Polfäden verwendet werden (Feld *k*).

Tapeſtryveloursteppiche ſind alle farbig gemuſterte Kettenflorteppiche, bei denen bedruckte Polfäden verwendet und die Noppen aufgeſchnitten ſind (Feld *m*). Die dem Bogendreieck *l* entſprechende Art, bei welcher die Noppen alſo zum Teil aufgeſchnitten, zum Teil nicht aufgeſchnitten ſind, ſind gleichfalls ſchon zur Ausführung gelangt, für ſie iſt der Name „Axminſtertapeſtry“ ſeitens einer ausführenden Fabrik gewählt worden.

Das Feld *n* entſpricht den **Brüſſeler Teppichen.** Brüſſeler Teppiche ſind alle farbig gemuſterte Kettenflorteppiche, bei denen die Noppen nicht aufgeſchnitten ſind und bei denen die Farbenmuſterung während des Webens durch nur gefärbte (alſo nicht bedruckte) Polfäden zuſtande kommt. Erſcheinen hierbei die Noppen aufgeſchnitten, ſo ergibt ſich der **Tournayveloursteppich** (echter Samtteppich, Moquette u. ſ. w.) (Feld *p*).

Die dem Felde *o* entſprechende Teppichgattung wird von den Fabriken als Axminſter-Brüſſel bezeichnet.

Die unteren Felder *q*, *r*, *s* ſtellen die nach dem Weben bedruckten Kettenflorteppiche dar, wobei das Feld *q* den bedruckten Friſéfamten, das Feld *s* den bedruckten Samtteppichen entſpricht. Genau dasſelbe logiſche Diagramm läßt ſich auch für die Schußflorteppiche aufſtellen. Die Definitionen laſſen ſich wiederum aus dem Diagramm ablefen. Bedeutung haben hauptſächlich gewonnen die dem Felde *a* entſprechenden Axminſterteppiche (Chenilleteppiche) [11] und die dem Felde *d* entſprechende Gattung, die Smyrnaknüpfteppiche, während die untere Region bedruckte Manchefter darſtellen würde. Die Felder *b* und *c* gelangen bei Kokosläufern u. ſ. w., gewiſſermaßen als Kulierſchußteppiche zur Ausführung. Smyrnateppiche mit zum Teil aufgeſchnittenen, zum Teil nicht aufgeſchnittenen Noppen (Feld *e*) ſind gleichfalls zur Ausführung gekommen [12].

Literatur: [1] Müller, Ernſt, Handbuch der Weberei, Leipzig 1896, S. 770; Lord-Lieb, Handbuch für Muſterzeichner der Textilkunſtinduſtrie, Leipzig, Peſt, Wien 1900; Bradbury, Carpet Manufacture, Manchefter 1904; Heiden, Handwörterbuch der Textilkunde, Stuttgart 1904, S. 558; Bosheck, Die Florgewebe, Teppiche u. ſ. w., Wien, Leipzig 1905; Zeitſchr. f. die Textilinduſtrie, Berlin 1908, S. 23 ff. — [2] Karmarſch, Handbuch der Technologie, 5. Aufl., Hannover 1876, Bd. 2, S. 1332; Trautmann, Kunſt und Kunſtgewerbe, Nördlingen 1869, S. 152; Drival, van,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Les Tapisseries d'Arras; Lacordaire, Notice historique sur les manufactures impériales de tapisseries de Gobelins et de tapis de la Savonnerie, Paris 1859; Reifer, Handbuch der Weberei (1905) Bd. 2, S. 964. — [3] Ures' Dictionary of arts, Manufactures and Mines, London 1860—61, Bd. 3, S. 205; engl. Patent Nr. 668 vom Jahr 1855; Civiling. 1887, Heft 4. — [4] Chenillefchneid- und Brennmafchinen baut u. a. G. Stein in Berlin O. — [5] D.R.P. Nr. 45059, 92001. — [6] Dinglers Polyt. Journ. 1888, Bd. 270, S. 337, 433; 1891, Bd. 279, S. 295; Leipziger Monatsfchr. f. Textilinduftrie 1890, S. 7, 116, 168; 1896, S. 636; 1897, S. 201; 1903, S. 817. — [7] Polyt. Zentr. 1849, S. 1229; D.R.P. Nr. 67918; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1893, S. 546. — [8] Leipziger Monatsfchr. f. Textilinduftrie 1891, S. 235; Kinzer und Fiedler, Technologie der Handweberei, Wien 1893, Bd. 1, S. 85; D.R.P. Nr. 90682. — [9] Verhandl. des Gewerbfleißvereins 1856, S. 110; Polyt. Zentr. 1863, S. 1422; D.R.P. Nr. 33432, 52213. — [10] Hartig, Studien in der Praxis des Kaiferl. Patentamtes, Berlin 1890, S. 92. — [11] Sitzungsber. d. Ver. z. Beförder. d. Gewerbefl. in Preußen 1902, S. 161. — [12] Müller, E., Handbuch der Weberei, Leipzig 1896, S. 778. *E. Müller.*

Ternär, f. Form, algebraifche.

Ternierfarben, f. Konverfionsfarben.

Terpentin, der aus Rinde und Holz der Nadelbäume (Coniferae — Abietineae) ausfließende Balfam. Fichte, Tanne und die Kieferarten produzieren hauptfächlich in der Rinde, die Lärche im Holze die Harzkörper. Eine Gruppe derfelben läßt nach längerer Berührung mit der atmofphärifchen Luft die Abietinfäure auskriftallifieren, wodurch diefe Terpentine trübe werden und graue Sedimente bilden: gemeine Terpentine; die klarbleibenden oder nur wenig trübe werdenden heißen feine Terpentine.

Zu den gemeinen Terpentinen gehören der öfterreichifche, deutfche, ruffifche, franzöfifche und amerikanifche Terpentin. Erfterer wird in Niederöfterreich aus der Schwarzföhre, Pinus laricio *Poir.*, der deutfche und ruffifche zumeift aus der gemeinen Föhre (Weißföhre, Rotkiefer, Pinus silvestris *L.*), der franzöfifche aus der Seeftrandkiefer, P. maritima *Poir.*, gewonnen. Der amerikanifche Terpentin ift fehr verfchiedener Herkunft; hauptfächlich werden Pinus australis *Michx.* (pitch pine, f. Nutzhölzer), P. taeda *L.* und P. cubensis *Grienb.* der Harzung unterzogen. (Ueber die Gewinnung f. Wiefner, Rohftoffe u. f. w.) Gemeiner Terpentin ift halbflüffig, trübe, körnig, gelblichweiß, von unangenehm harzigem Geruch, fcharfem und bitterem Gefchmack. Nach einiger Zeit der Aufbewahrung fcheidet er einen grauen, körnigen Satz ab (Abietinfäurekriftalle), über welchen eine klare, gelbe oder gelbbräunliche, dickflüffige Maffe gelagert ift. Terpentin ift das in einem ätherifchen Oel (Terpentinöl, 15—30%) gelöfte Koniferenharz. Ueber die daraus bereiteten Harzprodukte f. Fichtenharz. — Feine Terpentine umfaffen den Venezianer und Straßburger Terpentin und den Kanadabalfam. — Der Venezianer, Lärchenterpentin, Terebinthina veneta, wird aus der Lärche (Larix europaea *D.C.*) in Südtirol, in Piemont und in der Schweiz gewonnen. Die im erften Frühling in den Stamm gebohrten und mit einem Holzzapfen gefchloffenen Löcher füllen fich bis zum Herbfte mit dem Balfam, der dann ausgenommen wird. Er ift dickflüffig, meift klar und durchfichtig oder auch etwas trübe und bildet niemals kriftallinifche Sedimente. Sein Geruch ift angenehm balfamifch. Straßburger Terpentin ftammt aus den Harzbeulen der Tanne, ift gegenwärtig bedeutungslos. Der Kanadabalfam (Lorenzberge in der Provinz Quebec) ftammt von der Balfamfichte (Pinus balsamea *L.*, Neufchottland, Kanada) und von P. Fraseri *Pursh.*, deren Harzbeulen mit dem blaßgelben, vollkommen klaren, durchfichtigen, fehr dickflüffigen Sekret erfüllt find. An der Luft wird der Kanadabalfam bernfteingelb und fchließlich nahezu feft. Wegen feiner Klarheit, die auch beim Erftarren nicht verloren geht, ift er ein wichtiges Kittmaterial für optifche Gläfer, Einfchlußmittel für mikrofkopifche Präparate u. f. w. — Früher verftand man unter Terpentin (Chiosterpentin, Cyprifcher Terpentin) nur den Balfam von Pistacia Terebinthus (Anacardiaceae). *T. F. Hanaufek.*

Terpentinöl, ätherifches, aus den verfchiedenen Terpentinen durch Deftillation gewonnenes Oel. Das übergehende Terpentinöl wird aufgefangen und eventuell noch rektifiziert. Das deutfche und ruffifche Terpentinöl (Kienöl) allein ift Deftillationsprodukt der Wurzelftöcke von Fichten, Kiefern und Föhren und hat durchdringenden, unangenehmen Geruch, der fich auch durch wiederholte Rektifikation nicht befeitigen läßt.

Im Handel unterfcheidet man: 1. Oefterreichifches Terpentinöl von Pinus laricio *Poir.*, farblos oder fchwach gelblich, vollkommen klar, fpez. Gew. 0,864, Siedepunkt 155—157° C., lenkt den polarifierten Lichtftrahl nach links ab, löslich in 6 Teilen 90prozentigem Alkohol. Das rektifizierte Terpentinöl hat ein fpez. Gew. von 0,862 und ift in 8 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 2. Franzöfifches Terpentinöl von Pinus maritima, der Seeftrandskiefer, farblos oder fchwach gelblich gefärbt, vollkommen klar, fpez. Gew. 0,86, Siedepunkt 156—157° C.; es riecht eigentümlich, fchmeckt brennend und lenkt im polarifierten Lichtftrahl nach links ab. Es gibt mit 7 Teilen 90prozentigem Alkohol eine klare Löfung. 3. Amerikanifches Terpentinöl von Pinus australis und Pinus taeda gleicht dem franzöfifchen, hat aber weniger feinen Geruch; fpez. Gew. ift 0,864, Siedepunkt 150—156° C., lenkt den polarifierten Lichtftrahl nach rechts ab. 4. Deutfches Terpentinöl (Kienöl), von 0,86—0,87 fpez. Gew., gleicht mit Ausnahme des Geruches dem vorhergehenden. Siedepunkt 155—160° C., ift linksdrehend.

Terpentinöl ift im allgemeinen farblos, leicht brennbar, hat terpentinartigen Hauptgeruch mit für die verfchiedenen Sorten charakteriftifchem Nebengeruch. Mit Waffer bildet es Hydrate;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei der Deſtillation mit Chlorkalk bildet ſich Chloroform; mit Salzſäure bildet es zwei faure Verbindungen, von denen die eine der künſtliche Kampfer iſt. Die enorme Abſorptionsfähigkeit des Terpentinöls für Sauerſtoff iſt charakteriſtiſch; es wirkt dann in hohem Grade oxydierend und verwandelt z. B. ſchweflige Säure in Schwefelſäure u. ſ. w.; bei längerer Aufbewahrung in offenen Gefäßen erzeugt es durch Aufnahme von Sauerſtoff Harz, wird dickflüſſig, ſelbſt zähflüſſig und reagiert ſauer. In loſe verſchloſſenen Glasflaſchen abſorbiert es gierig Ozon aus der Luft und bildet ſo das ozoniſierte Terpentinöl, ein ausgezeichnetes Löſungsmittel für alle Harze. Gutes Terpentinöl muß vollkommen waſſerhell ohne Waſſertröpfchen von ſcharfem, aber nicht unangenehmem Geruch ſein. Zwiſchen den Handflächen gerieben, muß es ſchnell flüchtig gehen, nicht kleben oder ein dieſem ähnliches Gefühl und nur einen ſehr ſchwachen Geruch hinterlaſſen, der aber nach einigen Minuten vollſtändig verſchwinden muß. Rektifiziertes Terpentinöl darf nicht ſauer reagieren und muß ſich, ein Tropfen auf ein großes Objektglas gegeben, in der Wärme des Waſſerbades vollſtändig verflüchtigen, darf alſo keinen Rückſtand hinterlaſſen. Mit einem gleichen Volum Salmiakgeiſt geſchüttelt, muß ſich die Miſchung in der Ruhe in zwei gleiche farbloſe Schichten ſondern; unreines Oel gibt eine trübe wäſſerige Schicht.

Terpentinöl iſt vielen Verfälſchungen unterworfen und finden Benzol, Benzin, Stein- und Braunkohlendeſtillate mit ſehr verſchiedenen Siedepunkten, dann Petroleum, Kampferöl u. ſ. w. vielfach Verwendung. Mit Benzin verfälſchtes Oel hat ein geringeres ſpezifiſches Gewicht und iſt meiſt im zwölffachen Volumen 90%igen Alkohols löslich. Surrogate für Terpentinöl (Kohlenwaſſerſtoffe mit ätheriſchen Oelen, namentlich Kampferöl verfetzt) kommen unter der Benennung Larixolin, kanadiſches Terpentinöl, Patentterpentin, Turpentyne, Turpenteen, Terpentinölerſatz, Paint oil u. ſ. w. vielfach in den Handel, können aber bei einzelnen Verwendungen das Terpentinöl niemals erſetzen, weil ſie nicht deſſen chemiſche Zuſammenſetzung und insbeſondere nicht die Sauerſtoffabſorption des Terpentinöls beſitzen. Als Verdünnungsmittel ſind Surrogate aus Petroleumdeſtillaten nur dann brauchbar, wenn dieſelben einen Flammpunkt von mindeſtens 21° C. und engbegrenzte, hochliegende Siedepunkte aufweiſen und ohne Rückſtand verflüchtigen; ſind ſolche vorhanden, ſo ſtören ſie das Trocknen und Erhärten der Lack- und Farbenüberzüge.

Den Terpentinölen werden noch die folgenden Oele, ohne Bedeutung für den techniſchen Gebrauch, zugezählt: 1. Venezianiſches Terpentinöl, aus venezianiſchem Terpentin von Larix decidua, der Lärche, gleicht dem franzöſiſchen, riecht aber angenehmer; es lenkt den polariſierten Lichtſtrahl nach links ab. 2. Tannenzapfenöl, aus den Zapfen von Abies pectinata durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen, riecht viel feiner als Terpentinöl; es iſt in 7 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 3. Latſchen- oder Krummholzöl, aus jungen Spitzen und Zapfen der Pinus Pumilio durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen, hat einen entfernt an Wacholder erinnernden Geruch, ſpez. Gew. 0,865, Siedepunkt 170°, linksdrehend, in 12—15 Teilen 90%igem Alkohol löslich. 4. Fichtennadel- oder Waldwolle, durch Deſtillation mit Waſſerdämpfen aus den Nadeln von Pinus silvestris und Pinus abies gewonnen, hat einen außerordentlich feinen Geruch, aromatiſch, ſpez. Gew. 0,875—0,876, Siedepunkt 160° C., rechtsdrehend. Als Templinöl (Kienöl) bezeichnet man im Handel ein Terpentinöl, welches durch Deſtillation des Holzes, der Zweige, Zapfen und Nadeln mit Waſſer gewonnen und namentlich in der Schweiz und in manchen Gegenden Deutſchlands erzeugt wird; es riecht zitronenartig, ſpez. Gew. 0,86—0,88, Siedepunkt 160—164° C., linksdrehend.

Terpentinöl findet ausgedehnte Anwendung in den Lack und Farben verarbeitenden Gewerben, in der Fabrikation von Lack, Wachstuch, künſtlichem Kampfer und ätheriſchen Oelen, zu Extraktionszwecken, zu Desinfektionsmitteln, in der Medizin u. ſ. w. *Andés.*

Terra di Siena, gelbbraune oder hellbraune Erdfarbe mit muſcheligem und glänzendem Bruche, die für ſich eine feurige, laſierende Oelfarbe gibt.

Die echte Farbe kommt aus Toskana, ähnliche Produkte finden ſich in den Nord- und Oſtſeeländern, auch amerikaniſche Siena kommt zuweilen vor. Sie beſteht aus Eiſenoxydhydrat, mit wechſelnden Mengen von Sand und Ton ſowie auch Eiſenoxyd; die Färbung wechſelt infolge dieſer Beſtandteile. Im natürlichen geſchlämmten Zuſtande kommt ſie als naturelle Terra di Siena, durch Glühen bei verſchiedenen Temperaturen als gebrannte Terra di Siena von rötlicher Färbung, ebenfalls laſierend und ſehr feurig, in den Handel. *Andés.*

Terraindarſtellung, Terrainrelief, ſ. Bergzeichnung.

Terrakotten, künſtleriſch ausgebildete Tonwaren (ſ. d.).

In der Regel werden die hierher gehörigen Tonwaren unter Anwendung von Gipsformen hergeſtellt, vielfach freihändig geformt, ſelten aus lufttrockenen Tonblöcken herausgemeißelt. Die Produkte: Gefäße, Figuren (vgl. Kunſtgewerbe), Vaſen, architektoniſche Glieder in Faſſaden, ſollen nach dem Brand einen gleichmäßigen Farbenton beſitzen. Während in Deutſchland, ſo z. B. in den Fabriken zu Lauban, Liegnitz, Merzig, Siegersdorf, Ullersdorf, Wiesloch u. ſ. w., die Terrakotten neben andern Fabrikaten hergeſtellt werden, beſchäftigen ſich die großen amerikaniſchen Terrakottenfabriken in Perth Amboy, New York, Chicago u. ſ. w. ausſchließlich mit Herſtellung von Bauterrakotten (ſ. Ziegel). *Dümmler.*

Terraſſe, natürliche oder künſtliche, oft in mehrfachen Abſätzen anſteigende Erdauffüllung, welche durch Böſchung gebildet oder durch eine Futtermauer geſtützt wird und durch Freitreppen (ſ. d., Bd. 4, S. 191) oder Rampen zugänglich zu machen iſt. S. a. Gartengebäude. Oft wird auch ein mit dem Fußboden eines Wohngebäudes gleichhoch liegender Ausbau ſo genannt. *Weinbrenner.*

Terraſſendach (Plattform, ſ. d.), ein flaches, begehbares Dach, das in feiner Eindeckung aus Steinplatten oder als Eſtrich- oder Metalldach gebildet wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(ſ. Dachdeckung, Bd. 2, S. 506, B. II, Eſtrichdächer; ſowie Dachzerlegung, Bd. 2, S. 527, 3, Fig. 4). *Weinbrenner.*

Terrazzo (Battuta), ein Zement- oder Kalkeſtrich (ſ. Bd. 5, S. 293) mit eingeſtreuten farbigen Marmorſtückchen.

Seit Jahrhunderten in Italien, vornehmlich Venedig, üblich, iſt er neueſtens durch Italiener (Ant. Odorico in Frankfurt a. M. und Berlin) auch bei uns heimiſch geworden. Er beſteht aus einer 5—10 cm ſtarken Unterlage in Schwarzkalk- oder Zementmörtel, in welchen in halbtrockenem Zuſtande haſelnußgroße, mit dem Hammer zerſchlagene, verſchiedenfarbige Steine, wie Marmor, Porphyr, Syenit, auf die Fläche geſtreut oder nach Zeichnung eingeſetzt und mit einer eiſernen kurzen Walze eingedrückt werden. Für die Zeichnungen an Säumen, Eck- und Mittelſtücken ſind die Steinchen würfelförmig zu richten und zu ſortieren. Die Fugen und Zwiſchenräume werden mit flüſſigem Zementmörtel ausgegoſſen. Nach 2—3 Tagen iſt dieſer erhärtet und beginnt das Schleifen der Oberfläche mit ſchweren, großen Steinen, Sand und Waſſer, und wird dies mit immer härteren und kleineren Steinen wiederholt, bis Glätte oder voller Spiegelglanz erreicht iſt. Später, am beſten nach Monaten, wird durch Oelen oder Wachsüberzug ein bleibender Glanz erzielt. — Die höchſte Vollendung des Terrazzobodens bildet der Moſaikfußboden (ſ. Moſaik, Bd. 6, S. 495 ff.). *Weinbrenner.*

Tertiärformation, -periode, -ſyſtem, die älteſte der ſogenannten känozoiſchen Schichtenreihen, überlagert die Kreideformation und wird ſelbſt von dem Diluvium überdeckt.

In bezug auf ihre Lebewelt ſchließt ſich die Tertiärformation der Jetztzeit ziemlich eng an (Entwicklung der Säugetiere und Vögel, Zurücktreten der Reptilien, Krinoiden, Verſchwinden der Brachiopoden, Ammoniten, Belemniten und Ganoiden; Entwicklung angioſpermer Pflanzen). Die Ablagerungen ſind meiſt mariner Natur, ſeltener im Süßwaſſer gebildet. Nur die älteren Schichten nehmen an der Auffaltung der Alpen teil, die jüngeren und außeralpinen liegen meiſt horizontal oder ſind nur wenig geſtört. Die Verbreitung der Tertiärformation ſchließt ſich in den wenigſten Fällen an diejenige der Kreideformation an; das Tertiär, beſonders das jüngere, legt ſich ungleichförmig auf ältere Schichten auf. Seiner Bildung ſind die hauptſächlichſten gebirgsbildenden Kraftäußerungen in der Erdkruſte vorausgegangen; daher beſteht es vielfach aus Ablagerungen an der Meeresküſte und des halbſalzigen Waſſers, welches in neugebildete, breite, muldenförmige Vertiefungen eindrang. Die Geſteine ſind vorherrſchend Sandſteine, Konglomerate und Schotter, Sande, Tone, Mergel, ſeltener Kalkſteine, Tonſchiefer, Steinſalz u. ſ. w. Im allgemeinen ſind es außerhalb der Alpen weiche, leicht zerreibliche Geſteine, nur ſelten verfeſtigt, umgelagert oder mechaniſch und chemiſch verändert. Im Anſchluß an die große Schichtenfaltung in der Erdkruſte (Alpen, Karpathen, Balkan, Pyrenäen) und an die Einbrüche ereigneten ſich zahlreiche Eruptionen von Trachyten, Andeſiten, Phonolithen und Baſalten, insbeſondere in Form von Einpreſſungen des glutflüſſigen Magmas in Klüfte und von Lavaergüſſen. Man gliedert die Schichtenreihe in vier Gruppen:

1. Eocän, zu tiefſt und im allgemeinen ſich an die Kreideformation anſchließend, örtlich ſie auch übergreifend. Vorwiegend kalkige, mergelige und ſandige Ablagerungen mit Ausbrüchen von trachytiſchen und phonolithiſchen Geſteinen. Lagerung in den Alpen gefaltet, außerhalb derſelben meiſt horizontal. Techniſch wichtig ſind der Grobkalk des Pariſer Beckens, die Nummulitenkalke der Nordalpen (Roſenheim, Traunſtein) als Hochbaumaterialien, die Eiſenerze in glaukonitführenden Sandſteinen am Nordrand der Alpen (Kreſſenberg), viele Tone zur Ziegelfabrikation, Mergel (Nordalpen) und Flyſch zur Zementbereitung, weiße Sande, ſtellenweiße auch Pech- und Braunkohlen.

2. Oligocän, oft übergreifend über vorige Gruppe; die Schichten ſind in den Alpen zumeiſt noch gefaltet, außerhalb horizontal. Die Hauptfaltung der Alpen fällt in dieſen Zeitraum, ebenſo große Schichteneinbrüche außerhalb des Hochgebirges (Bildung des Rheintalgrabens); vorwiegend Tone, Mergel, Sande, Konglomerate (Molaſſe), ſelten Kalkſteine. Von Wichtigkeit ſind die grünlichgrauen Sandſteine (Molaſſeſandſteine) am Nordrande der Alpen (Schweiz) und Kalke von Brie (Südfrankreich) für Hochbauzwecke, manche dünngeſchichtete, harte Schiefertone für Dachdeckung (Glarner Schiefer), alpine Mergel des Flyſch für Zementfabrikation, viele Vorkommen von Bohnerzlagern am Nordrand der Alpen, Aſphalt, Steinſalz und Kaliſalze, Petrol (Elſaß), Braun- und Pechkohlen am Nordrand der Alpen (Südbayern) u. a.

3. Miocän, unteres Neogen, oft übergreifend über vorige Gruppe. Die Schichten faſt ſtets horizontal oder geneigt gelagert, nie gefaltet. Fortdauer der Gebirgsbildung, insbeſondere der Einbrüche und Senkungen. Umfangreiche Ausbrüche von Trachyten, Phonolithen und Baſalten in Zentraleuropa; vorwiegend Sande, Tone, Mergel, nebſt mächtigen Pech- und Braunkohlen, welche in Böhmen, Mitteldeutſchland und am Niederrhein ausgebeutet werden; ausgedehnte Steinſalzablagerungen in Galizien (Wieliczka, Kalusz) und Schwefellager in Sizilien, Galizien u. ſ. w. Mergel und Tone werden zur Zement- und Ziegelfabrikation gebraucht.

4. Pliocän, oberſte Stufe, oberes Neogen, oft übergreifend über vorige Stufe. Horizontal gelagert; nur geringe Bewegungen in der Erdkruſte; Ausbrüche von Baſalten. Meiſt Sande und Tone als Ablagerungen in Binnenſeen, untergeordnet Mergel, ſelten Braunkohlen und Kalkſtein.

Literatur: v. Gümbel, Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1880; Nivoit, Géologie appliquée, Bd. 2, Paris 1889; Credner, H., Elemente der Geologie, 10. Aufl., Leipzig 1906; Toula, F., Lehrbuch der Geologie, 2. Aufl., Wien 1906; de Lapparent, A., Traité de géologie, 5. Aufl., Paris 1906. *Leppla.*

Teslaſtrom, ſ. Wechſelſtrom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teſſar, ein unſymmetriſches photographiſches Doppelobjektiv, welches die Firma C. Zeiß in Jena erzeugt.

Dasſelbe beſteht aus vier Linſen, von denen zwei verkittet ſind, während die zwei andern getrennt ſind. Das Teſſar iſt aſtigmatiſch korrigiert. Im Dezember 1902 wurde das Teſſar mit der Helligkeit $F:6{,}3$ als Serie II B auf den Markt gebracht. Serie I c, enthaltend Teſſare $F:3{,}5$ und $F:4{,}5$, folgte im Frühjahr 1907. *Novak.*

Teſſeralkies, Skutterudit, Arſenikkobaltkies, Mineral, Arſenkobalt $CoAs_3$ (79,2 % *As*, 20,8 % *Co*). Kriſtalliſiert regulär; auch derb und körnig; grünweiß bis bleigrau, bunt angelaufen; ſtark metallglänzend. Härte 6; ſpez. Gew. 6,7—6,8. Wie Speiskobalt ſich verhaltend und ebenſo benutzt. *Leppla.*

Teſtalin, ſ. Steinerhaltungsmittel.

Tetrachromie, die Erzeugung eines Abbildes in naturwahren Farben durch Kombinierung von vier, die Heringſchen Grundfarben (Gegenfarben): Gelb, Blau, Rot und Grün beſitzenden Teilbildern, ſ. Vierfarbendruck. *A. W. Unger.*

Tetraeder, ſ. Polyeder.

Tetraedrit, ſ. v. w. Fahlerz (ſ. d.).

Teufe, im Bergbau ſ. v. w. Tiefe; Teufenzeiger, ſ. Schachtförderung.

Teufelsklaue, ſ. Greifzeuge, Steinzange.

Texel, ſ. Dachsbeil, Oberbaugeräte.

Textilinduſtrie umfaßt die gewerbliche Tätigkeit in allen denjenigen Prozeſſen, bei welchen aus Faſerſtoffen Geſpinſte, Gewebe, Geflechte, Gewirke und ähnliche Fabrikate, endlich Bekleidungsgegenſtände aller Art hergeſtellt werden unter Anwendung des Zuſammendrehens (Spinnens und Zwirnens), Webens, Flechtens, Wirkens, Strickens, Knüpfens, Nähens, Stickens, Färbens, Veredelns (vgl. die Einzelartikel, bei denen auch die Literatur angegeben iſt).

Für die einzelnen Zweige der Textilinduſtrie haben ſich beſondere Fachſchulen herausgebildet (Spinnerei-, Web-, Wirk-, Färberei- und Appretur-, Klöppel-, Stick- und Schling-, Kunſtſtickerei-, Maſchinenſticker-, Näh-, Konfektionsſchulen). — Der Export an Erzeugniſſen der Textilinduſtrie aus Deutſchland betrug im Jahre 1905 1 120 415 000 ℳ [1], er ſteht an der Spitze unſrer exportierenden Induſtrien. Der Wert der Produktion in der deutſchen Textilinduſtrie betrug 1897 835 000 000 ℳ Halbfabrikate (Garne) und 1 915 000 000 ℳ Ganzfabrikate [2]. Die Zahl der in der Textilinduſtrie in Deutſchland beſchäftigten Arbeiter betrug bereits nach der Gewerbezählung von 1895 rund 1 000 000.

Literatur. Die verbreitetſten Fachzeitſchriften der Textilinduſtrie ſind: Leipziger Monatsſchrift für Textilinduſtrie, Leipzig; Zeitſchr. für die geſamte Textilinduſtrie, Leipzig; Zeitſchr. für die Textilinduſtrie, Berlin; Das deutſche Wollengewerbe, Grünberg i. Schl.; Deutſche Wirkerztg., Apolda; Oeſterreichs Wollen- und Leineninduſtrie, Reichenberg; L'Industrie textile, Paris; The textile Manufacturer, Mancheſter; The textile Recorder, Mancheſter und London; The textile Record, Philadelphia. — [1] Korporation der Kaufmannſchaft von Berlin, Gewerbliche Einzelvorträge, 1. Reihe, S. 63, Berlin 1908. — [2] Arndt, Deutſchlands Stellung in der Weltwirtſchaft, Leipzig 1908, S. 10. *E. Müller.*

Thallium *Tl*, Atomgew. 204,1, weißes, dem Blei ähnliches Metall von 11.8 ſpez. Gew., Schmelzpunkt 290°. An der Luft erhitzt, oxydiert es ſich, wird von verdünnter Schwefel- und beſonders Salpeterſäure, nur ſchwer von Salzſäure gelöſt.

Es kommt in der Natur im Crookeſit vor, der aus Kupfer, Silber, Selen und Thallium (16—18 %) beſteht, ſowie in Spuren in manchen Blenden und Kieſen und in einigen Mineralwäſſern (Nauheim, Orb, Dörringen). Man gewinnt es als Thalliumſulfat durch eine Reihe von Prozeſſen aus Bleikammerſchlamm oder aus dem Röſtflugſtaub von Kieſen. Thalliumoxydul, Tl_2O, und Thalliumtrioxyd, Tl_2O_3, ſchwarze Pulver, erſteres in Waſſer löslich; ferner durch Elektrolyſe Thalliumdioxyd, TlO_2; Thalliumchlorür, $TlCl$, weißer Niederſchlag oder würflige Kriſtalle; Thalliumchlorid, $TlCl_3$, farbloſe, leicht zerfließliche, in Waſſer lösliche Kriſtalle; Thalliumalaun, $Al_2(SO_4)_3 + Tl_2SO_4 + 24\,H_2O$, farbloſe glänzende Oktaeder oder Würfel; Thalliumſulfür, Tl_2S, ſchwarzer Niederſchlag durch Schwefelwaſſerſtoff aus eſſigſaurer Löſung. Thalliumverbindungen ſind giftig; ſie färben die Flamme intenſiv grün; das Spektrum beſteht nur aus einer ſmaragdgrünen Linie. Thalliumhaltiges Glas beſitzt größtes Lichtbrechungsvermögen. *Moye.*

Theater (Schaufpielhaus, Opernhaus). Die heutigen Theater zerfallen in zwei Hauptteile: I. den Zuſchauerraum mit ſeinen Zugängen, Treppen und Nebenräumen, und II. die Schaubühne mit den nötigen Nebenräumen, beſtehend in Ankleidezimmern verſchiedener Art, Verwaltungszimmern, Probeſälen, Magazinen für Dekorationen, Malerſaal, Werkſtätten für Schreiner, Schneider u. ſ. w.

Der Zuſchauerſaal iſt ſo anzuordnen, daß jedermann gut ſehen und hören kann; daß er möglichſt viel Zuſchauer faßt und gut erleuchtet werden kann. Um dieſen Zwecken zu entſprechen, kann man drei Grundformen zur Anwendung bringen: a) die länglich viereckige, auch trapezförmige; b) die elliptiſche oder Hufeiſenform; c) den Dreiviertelskreis. Formen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche je nach der Größe des Raumes ihre Vorteile haben, ſ. [1]—[3], [7]. Dabei gilt die Regel, daß als äußerſtes Maß für die Breite des Saals = $^4/_5$ der Bühnenöffnung (max. = 16 m) zu nehmen, während die größte Länge nach der Weite des guten Hörens mit 25 m zu bemeſſen ſei. Es kann daher nur ein Teil der Zuſchauer im Parterre oder ſogenannten Parkett, dem unteren Raum, Platz finden; der andre Teil iſt auf die Ränge oder Galerien zu verteilen,

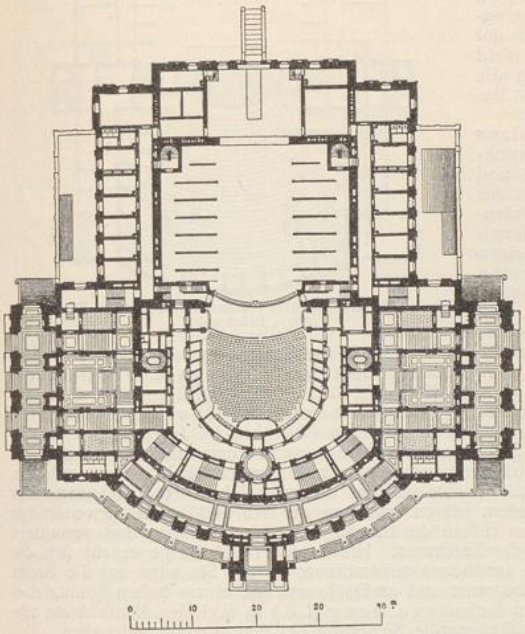


Fig. 2. Neues Hoftheater zu Dresden (Arch. G. Semper). Grundriß in Parketthöhe.

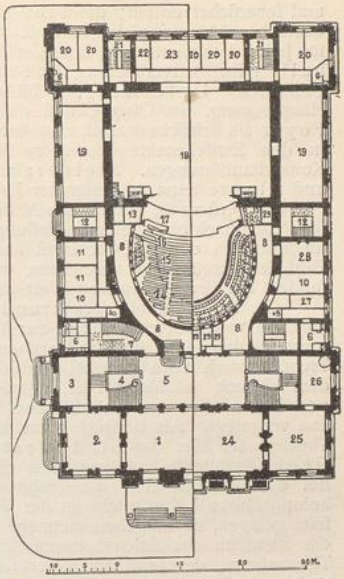


Fig. 1. Stadttheater zu Genf (Arch. Goß). Links: Grundriß in Höhe des Parterres, rechts: Grundriß in Höhe des erſten Ranges. 1 Großes Veſtibül. 2 Kleines Veſtibül. 3 Eingang für die mit Wagen vorfahrenden Beſucher. 4 Treppen zum erſten Rang. 5 Treppenveſtibül. 6 Waſſerklo ſett. 7 Treppen zur zweiten und dritten Galerie. 8 Verbindungsgang. 9 Ventilationsſchlote. 10 Garderoben. 11 Polizeikommiſſar. 12 Treppen zu den Proſzeniumslogen (13). 14 Parterre. 15 Parkett. 16 Fauteuils. 17 Orcheſter. 18 Bühne. 19 Dekorationsmagazine. 20 Ankleidezimmer. 21 Treppen des Theaterperſonals. 22 Direktor. 23 Foyer des Theaterperſonals. 24 Großes Foyer. 25 Büfett. 26 Anrichtezimmer. 27 Ablegezimmer. 28 Salons. 29 Salons zu den Logen.

welche in mehreren Stockwerken übereinander an den Wänden des Saales ſich aufbauen. Dies geſchieht entweder ſenkrecht übereinander ſtehend (mit oder ohne Unterſtützung), wie in Italien üblich [5], [2 a], oder nach Art der Amphitheater (ſ. d.), indem die Ränge balkonartig vortreten und die Sitze reihenweiſe anſteigen, wie dies in Frankreich und Deutſchland geſchieht [2 a]. Die Anzahl der Ränge ſollte nicht vier überſchreiten, wodurch ſich eine Beſchränkung der Zuſchauerzahl auf 1800—2500 ergibt. Als Raum für den einzelnen Zuſchauer iſt 0,44 – 0,54 qm zu berechnen.

Im Zuſchauerſaal befindet ſich vor dem im Bogen vortretenden Proſzenium (Vorbühne) der Raum für die Muſiker, das Orcheſter, mit 0,80 qm für den Mann berechnet. Dasſelbe iſt tiefer gelegt als das Parterre, damit die Ausſicht auf die Bühne nicht gehemmt, zugleich aber auch die Klangwirkung einheitlicher wird. (Im Wagnertheater zu Baireuth — myſtiſcher Abgrund [2 a].) Um den Schall zu verſtärken, wird ein doppelter Fußboden (Reſonanzboden) über einem umgekehrten Tonnengewölbe beſonders ſorgfältig eingelegt. Die innere Geſtaltung des Saales wird durch die an der Bühnenöffnung anzubringende Architektur des Proſzeniums durch die Logenbrüſtungen der Ränge und die Deckenbildung zum Ausdruck gebracht. Hierbei werden reiche Vergoldung und Malerei in matten weißlichen Tönen, welche ſich von dem meiſt roten Grunde der Wände ſcharf abheben, eine heitere und feſtliche Wirkung erzielen, die durch die künſtliche Beleuchtung mittels eines Kronleuchters noch gehoben werden kann. Die Vorräume ſeien breit

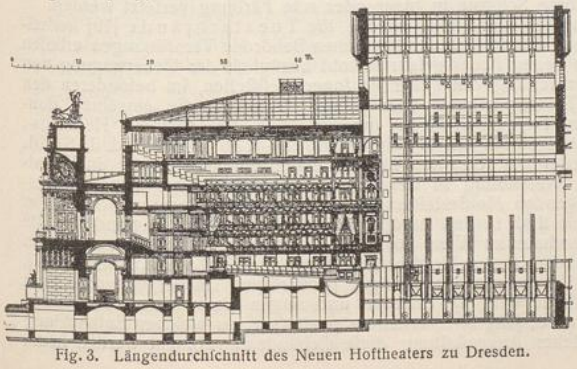


Fig. 3. Längendurchſchnitt des Neuen Hoftheaters zu Dresden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und feuerſicher erſtellt; die Treppen bequem begehbar mit vielen Ruheplätzen und für jeden Rang getrennt. Eine große Vorhalle mit Billettverkauf, zu den Seiten mit gedeckten Unterfahrten bilde den Hauptzugang. Im Obergeſchoß diene ein Foyer als Erfriſchungsſaal, zum Aufenthalt in den Zwiſchenakten ſowie zu kleinen Konzertaufführungen. Kleiderablagen und Aborte ſeien in geeigneter Lage angeordnet, erſtere ſo, daß ſie den Abfluß der Menſchen nach beendigter Vorſtellung nicht hindern. Zu dieſem Zwecke iſt auch die Zahl der Ausgänge zu vermehren, was beſonders bei Brandfällen von Wert iſt.

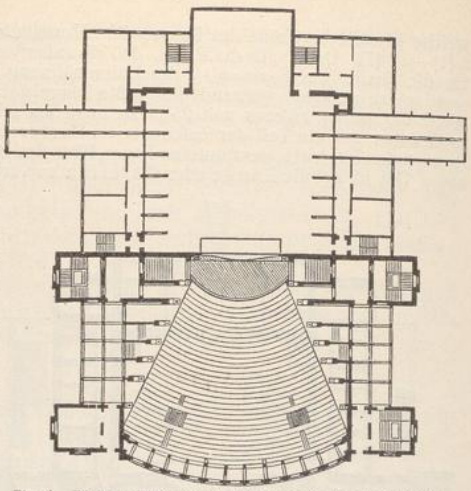


Fig. 4. Richard Wagners Bühnenfeſtſpielhaus zu Baireuth (Arch. Brückwald).

In der Anordnung des Grundplans kommen verſchiedene Syſteme zur Ausführung. In dem einen ſind die Vorräume und Treppen nach vorn gerückt, und ein aus dem Viereck gebildeter Bau, mit Säulen- oder Bogenhallen und Giebel iſt dem Hauptbau vorgelegt. Als Beiſpiel eines kleinen Theaters ſei hier das Stadttheater zu Genf (Architekt Goß) gegeben (Fig. 1). Bei dem zweiten ſind die Treppen, Erholungsräume u. ſ. w. nicht an der Vorderſeite gelegen, ſie umgeben vielmehr im Bogen die Ränge und Logen, wodurch auch äußerlich der Rundbau des Zuſchauerraums zum Ausdruck gelangt, ein Vorzug an Charakteriſtik des Theaterbaus, der tunlichſt zu erſtreben wäre [2 a], [7], [13 e], [17] (Fig. 2 und 3). Eine abweichende Anordnung des Zuſchauerhauſes zeigt das Bühnenfeſtſpielhaus zu Baireuth, welches Richard Wagner nach ſeinen und G. Semperſchen Gedanken im Jahre 1876 errichten ließ. Bei demſelben iſt der für 1500 Zuſchauer bemeſſene Raum in Form eines Kreisausſchnitts (ſ. Fig. 4) des antiken Theaters geſtaltet, mit nach hinten anſteigenden 31 Sitzreihen verſehen, die von den Seiten aus zugänglich ſind. Außer den an den vier Ecken des Zuſchauerhauſes durch Gänge verbundenen Treppenhäuſern führen zwiſchen der ſich kuliſſenartig erweiternden Proſzeniumsarchitektur in verſchiedenen Höhen die Eingänge zu den Sitzreihen und vermitteln aufs bequemſte den Zu- und Abgang der Zuſchauer. Hinter der Vorbühne erhebt ſich die Bühnenöffnung von 9—15 m Weite in annähernd quadratiſcher Form. Sie wird auf die Breite des Baus durch ſtarke Mauern ſeitlich begrenzt und im Dachraum von einem hohen Brandgiebel überragt. — Durch einen beweglichen Schutzvorhang (ſ. d.) in Wellblechkonſtruktion abſchließbar, ſ. [19], S. 701, wird eine wirkungsvolle Sicherung bei Feuersgefahr geſchaffen.

Der Bühnenraum nimmt mit ſeiner ſeitlichen Begrenzung, den Kuliſſen, d. h. verſtellbaren gemalten Leinwandrahmen und dem dahinter liegenden Gange die Breite des Theaters ein. Die Tiefe iſt etwa der des Zuſchauerraums gleich. Als Bühnendecke dient der Schnürboden, ein Lattengerüſt, an welchem die gemalten Dekorationsſtücke, als: Hintergründe, Soffitten und Flugmaſchinen an Schnüren auf und ab gezogen werden; er ſollte 1,2 m höher liegen als die doppelte Höhe der Bühnenöffnung, damit die großen Hintergründe in ihrer ganzen Höhe, d. h. ohne Aufrollen gehoben werden können. — Der Fußboden des Podiums erhält ein Gefäll von ca. 4% des beſſeren Sehens wegen. Er enthält teils Verſenkungsöffnungen, teils auf die ganze Breite durchgehende Schlitze in Entfernungen von ca. 1,20 m, um die Kuliſſen und Verſetzſtücke in ihnen verſchieben und feſt ſtellen zu können. Bewegt werden ſie von dem unter dem Boden liegenden Maſchinenkeller aus, der durch mehrere Zwiſchenböden in niedere Stockwerke geteilt iſt. Die Bühnenbeleuchtung erfolgt durch eine wagerechte Reihe von Lampen an der Bühnenrampe und den Soffitten oder Deckenſtücken, ſodann durch die ſenkrecht übereinander ſtehenden Kuliſſenlampen. Alle Lampen können zur Erhöhung der Illuſion durch drehbare Schirme in blaue oder rote Färbung verſetzt werden.

Bei den großen Opfern an Menſchenleben, welche die Theaterbrände [19] herbeiführten, konnte es nicht ausbleiben, daß ſeitens der ſtaatlichen Behörden Verordnungen erlaſſen wurden, welche die Anordnungen gegen Feuersgefahr ſowohl bezüglich der Uebertragung von außen als der Entſtehung und Verbreitung von Feuer im Innern feſtſtellen, im beſonderen den Schutz der Zuſchauer und des Theaterperſonals bezwecken, indem ſie die einzelnen Baukonſtruktionen der Wände, Decken, Treppen u. dergl., der Ausgänge, wie auch die Heizungs-, Beleuchtungs- und Lüftungseinrichtungen eingehend beſprechen [19]—[22]. Vgl. a. Bd. 3, S. 791. Es bieten demzufolge die in neueſter Zeit erbauten Theater einen erhöhten Schutz in Brandfällen. Ueberhaupt hat ſich eine Vollendung in der Ausführung dieſer Kunſttempel herausgebildet, welche ſich in hervorragenden Meiſterleiſtungen in dieſer Gebäudegattung kundgibt. Beſonders erwähnenswerte Beiſpiele ſind in den europäiſchen Großſtädten zu bewundern: die Große Oper in Paris [8], das Opernhaus zu Wien, das neue Opernhaus in Frankfurt a. M. von Lucae [11 e] und [16], (das alte) und das neue Hoftheater in Dresden [13 e] von G. Semper [7], das Hofburgtheater in Wien [2 a]. Aber auch in weniger großartigen Theatergebäuden kann das architektoniſche Schaffen herrliche Wirkung erzielen und zeigen die von den Architekten Fellner und Helmer in Wien [12], a—d, [13], f—h, erſtellten genügſam, zu welcher Entwicklung in formaler Schönheit und praktiſcher Ausgeſtaltung dieſe Gebäudeart gebracht werden kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, IV. Teil, Halbbd. 6, Heft 5, Theater von Baurat M. Semper. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884; a) Steinbrecht, C., Theater, S. 653; b) Büſing, Sicherung der Theater gegen Feuer, S. 685. — [3] Weinbrenner, F., Ueber Theater in architektoniſcher Hinſicht, Tübingen 1809. — [3a] Langhans, Ueber Akuſtik und Katakuſtik der Theater, Berlin 1810. — [4] Palladio, A., Fabriche e disegni etc., Vicenza 1796 (4 Bde.), Bd. 1. — [5] Morelli, Teatro d'Imola, Roma 1880. — [6] Schinkels Bauwerke, Berlin 1831. — [7] Semper, G., Das Kgl. Hoftheater in Dresden, o. J. — [8] Garnier, Ch., Le nouvel Opéra de Paris, 1880. — [9] Daly et Davioud, Les théâtres de la place du Châtelet et Paris, 1865. — [10] Allgemeine Bauzeitung, Wien; a) Hof- und Nationaltheater, München 1840; b) Morin, Stadttheater in Hagenau, 1860; c) Komiſche Oper zu Wien, E. Förſter, 1875. — [11] Zeitſchrift für Bauweſen, Berlin; a) Langhans, Viktoriatheater, Berlin 1860; b) Runge und le Brun, Opernhaus in Philadelphia, 1860; c) Bohnſtedt, L., Stadttheater, Riga 1869; d) Langhans, Stadttheater, Leipzig 1870; e) Lucae, Opernhaus, Frankfurt a. M. 1883; f) v. d. Hude & Hennike, Leſſingtheater, Berlin 1889. — [12] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. Wien; a) Fellner, Stadttheater, Wien 1874; b) Helmer, Theaterbauten, 1881; c) Fellner & Helmer, Schloßtheater, Totis 1892; d) Dieſ., Stadttheater, Zürich 1893; e) Adler & Sullivan, Das deutſche Opernhaus in Chicago, 1892. — [13] The Builder, London; a) Garnier, Charles, New Opera, Paris 1870/71; b) Derſ., Le théâtre de Monte Carlo, 1881; c) Gieſe, Theater, Düſſeldorf 1876; d) Ybl, Operahouse, Budapeſt 1876; e) Semper, New Theater, Dresden 1878; f) Fellner & Helmer, Nationaltheater, Budapeſt 1876; g) Dieſ., Theater, Augsburg 1878; h) Dieſ., Theater, Brünn 1883. — [14] Engineering, Jahrg. 1896; Sachs, E. O., Ueber moderne Bühneneinrichtungen. — [15] Berlin und ſeine Bauten, 1896. — [16] Frankfurt a. M. und ſeine Bauten, 1886. — [17] Dresdener Bauten, 1878. — [18] Leipzig und ſeine Bauten, 1892. — [19] Fölſch, Theaterbrände und die zur Verhütung erforderlichen Schutzmaßregeln, Hamburg 1878. — [20] Deutſche Bauzeitung 1882. — [21] Verordnung f. d. Königreich Sachſen vom 26. Dezember 1882. — [22] Ortspolizeiliche Vorſchriften über die Feuerpolizei in den Theatern Berlins vom 29. Juni 1881. — Ueber alle wichtigen neuen Theater Europas ſ. [23] Sachs, Erwin O., Modern Opera-houses and Theaters, erſchienen 2 Bde., London 1897. — [24] Sturmhöfel, A., Szene der Alten und Bühne der Neuzeit, Berlin 1889.

Wegen des antiken Theaters verweiſen wir auf die nachfolgende Literatur: Strack, Das altgriechiſche Theatergebäude, Potsdam 1843; Wieſeler, Theatergebäude und Denkmäler des Bühnenweſens bei den Griechen und Römern, Göttingen 1851; Schönborn, Die Szene der Hellenen, Berlin 1858; Geppert, Die altgriechiſche Bühne, Leipzig 1843; Müller, A., Lehrbuch der griechiſchen Bühnenaltertümer, Freiburg i. B. 1886; Oehmichen, Griechiſcher Theaterbau, Berlin 1886; Haigh, The Attic theater, Oxford 1890; Stengel & Oehmichen, Sakralaltertümer und Bühnenweſen der Griechen und Römer, München 1890; Becker, Handbuch der römiſchen Altertümer, Bd. 1, Leipzig 1843; Opitz, R., Schauſpiel und Theaterweſen der Griechen und Römer, Leipzig 1889; Arnold, Das altrömiſche Theatergebäude, Leipzig 1873. *Weinbrenner.*

Thenardit, Mineral, ſchwefelſaures Natron, Na_2SO_4 (43,66 % Na_2O, 56,34 % SO), rhombiſch kriſtalliſierend, farblos, uneben brechend; Härte $2^1/_2$; ſpez. Gew. 2,67. Salzig ſchmeckend, löslich in Waſſer, ſchmelzbar. Mit Steinſalz vorkommend (Aranjuez in Spanien, Südamerika) und zur Sodabereitung benutzt. *Leppla.*

Thénardſches Blau, ſ. Kobaltblau.

Theobromin (Dimethylxanthin), eine gleich dem Kaffein zur Harnſäuregruppe gehörige baſiſche Verbindung $C_5H_2(CH_3)_2N_4O_2$.

Sie findet ſich in den Kakaobohnen und bildet ein kriſtalliniſches weißes Pulver von bitterem Geſchmack, in Alkohol und Waſſer ſchwer löslich, von neutraler Reaktion, jedoch in Säuren unter Bildung von kriſtalliniſchen Salzen löslich, welche durch viel Waſſer wieder zerſetzt werden. Es liefert auch ein Silberſalz $C_7H_7AgN_4O_2$, welches beim Erhitzen mit Jodmethyl in Methyltheobromin, das iſt Kaffein, $C_7H_7(CH_3)N_4O_2$, übergeht (ſ. a. Harnſäure und Kaffein). Anwendung als Diureticum und Stimulans in der Medizin. *Bujard.*

Theodolit. Unter dieſem Namen faßt man eine Reihe verſchiedenartig ausgebildeter Winkelmeßinſtrumente zuſammen, welche alle darin übereinſtimmen, daß mit ihrer Hilfe Horizontal- und Vertikalwinkel gemeſſen werden können. Dieſes geſchieht vermittelſt einer Abſehvorrichtung (faſt ſtets ein Fernrohr mit Fadennetz), welche ſich, an Kreiſen meßbar, um eine vertikale und eine dazu ſenkrecht ſtehende horizontale Achſe drehen und auf diejenigen Objekte einſtellen läßt, für welche die Richtung der Viſierlinie nach ihnen hin auf eine beſtimmte Vertikalebene (Meridian) reſp. auf den Horizont bezogen werden ſoll.

Je nach den beſonderen Zwecken dieſer Inſtrumente unterſcheidet man den eigentlichen Theodolit — das Hauptinſtrument des Geodäten —, bei dem vor allem das Syſtem des Horizontalkreiſes ausgebildet iſt; das Univerſalinſtrument oder den aſtronomiſchen Theodoliten — bei dem beide Syſteme in gleicher oder nahezu gleicher Weiſe ausgebildet ſind, welches alſo Horizontalwinkel und Vertikalwinkel gleich genau zu meſſen geſtattet — und den Höhenkreis, bei dem das Syſtem des Vertikalkreiſes das bevorzugte oder allein ausgebildete iſt.

Die letzte Form des Inſtruments findet faſt ausſchließlich in der Aſtronomie oder zu den feinſten Meſſungen der höheren Geodäſie (Beobachtung von gleichen Zenitdiſtanzen, Horrebow-Talcott-Methode u. ſ. w.) Verwendung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

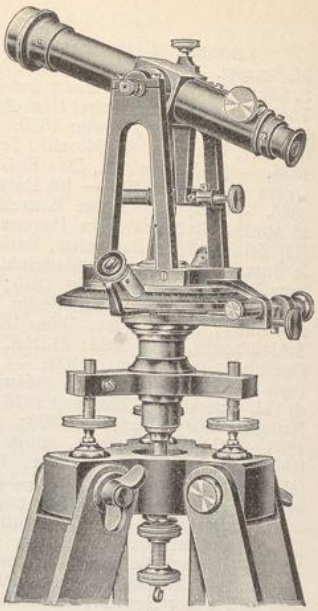


Fig. 1.

Die Theodolite ſchlechthin — alſo die der erſteren Art — erſetzen heute alle die früher bei geodätiſchen oder topographiſchen Aufnahmen gebräuchlichen Inſtrumente, beſonders die Reflexionsinſtrumente der verſchiedenſten Art, die alten Aſtrolabien u. ſ. w., und haben ſich auch vielfach da Eingang verſchafft, wo man früher den Meßtiſch, Peilſcheiben u. dergl. verwendete. — Der Name Theodolit kommt wahrſcheinlich aus einer Verquickung des engliſchen Artikels „the“ mit dem arabiſchen Worte „alhidate“ (vgl. [1]), woraus The alhidata und ſchließlich Theodolit wurde. Die Konſtruktion der Inſtrumente hat ſich aus der ſchon bei den Arabern vorkommenden Verbindung eines Höhenquadranten mit einem feſten Horizontalkreis entwickelt und iſt außer von Tycho, Hevel u. a. beſonders von den Engländern Siſſon, Throughton und in neuerer Zeit von Reichenbach ausgebildet worden [2]. Heute werden gute Theodolite von allen leiſtungsfähigen präziſionsmechaniſchen Werkſtätten gebaut. Man kann unter den Theodoliten noch einige beſondere Konſtruktionsformen unterſcheiden, die zu ſpeziellen Meßmethoden Verwendung finden. Zum Beiſpiel Repetitionstheodolite — mit zwei unabhängigen Vertikalachſenſyſtemen —, Tachymetertheodolite für einfache, aber raſche Aufnahmen mit Höhenkreis, Diſtanzmeſſer, Buſſole u. ſ. w. verbunden. Oder man unterſcheidet die Inſtrumente nach der gewählten Methode der Kreisableſung als Nonien, Schraubenmikroſkop, Schätzmikroſkop oder ſolche ohne eine ſolche Einrichtung, wie ſie neuerdings Heyde in Dresden mehrfach gebaut hat [3]. Wohl werden auch manchmal noch andre Bezeichnungen für beſtimmte Arten ſolcher Inſtrumente verwendet; dieſe beziehen ſich dann auf die Verwendungsart oder Möglichkeit und hängen mit der Größe und der mehr oder weniger vollkommenen Bauart oder Ausrüſtung mit Nebenapparaten zuſammen. Man ſpricht dann vom einfachen Bautheodolit (Fig. 1), Kataſtertheodolit, Reiſetheodolit oder Reiſeuniverſal (Fig. 2), oder Inſtrumente für Triangulation III., II. oder I. Ordnung (Fig. 3, 4 und 5), wohl teilt man auch ein nach dem Kreisdurchmeſſer und ſpricht dann von 10-cm-, 15-cm-, 20-cm- oder 30-cm-Theodoliten. Nach dem Durchmeſſer der Kreiſe richtet es ſich dann auch, ob man die Teilungen nur mittels Nonien, mit Schätzmikroſkopen oder den genannten Schrauben- oder Mikrometermikroſkopen ablieſt. Die Einteilung der Kreiſe ſteht wieder mit ihrem Durchmeſſer in direktem Zuſammenhang. Bei kleineren Inſtrumenten ſind die Kreiſe von 30 zu 30 Minuten, bei größeren von 20 zu 20 und bei den größten von 10 zu 10 oder gar von 5 zu 5 Minuten direkt geteilt, und die Nonien oder Mikroſkope liefern dann nach 30″, 20″, 10″, 5″, 2″ oder 1″ direkt oder durch Schätzung an den Trommeln der Mikroſkope. Vielfach iſt noch die alte Angabe für die Kreisdurchmeſſer nach Pariſer-Zollen im Gebrauch und man ſpricht von 5zölligen, 10zölligen u. ſ. w. Inſtrumenten (1 Pariſer-Zoll = 27,1 mm).

Die allgemeine Einrichtung der Theodolite iſt die folgende: Ein Dreifuß *D*, deſſen Schraubenfüße zur Horizontalſtellung des Inſtrumentes dienen, umfaßt in ſeiner Mitte eine koniſche Büchſe oder trägt einen koniſchen Zapfen *B* (Fig. 6); um dieſen oder in jener bewegt ſich ſehr gut paſſend ein Zapfen *Z* oder eine Büchſe *L*. Mit dem Dreifuß feſt verbunden oder um eine beſonders ſorgfältig zentrierte Abdrehung drehbar iſt der Horizontalkreis *L*, an dem die Winkel, um welche die Abſehlinie ſich im horizontalen Sinne bewegt hat, abgeleſen werden. Die Drehung dieſes Kreiſes kann entweder aus freier Hand, wie es jetzt namentlich bei größeren Inſtrumenten (Fig. 4 und 5) gebräuchlich iſt oder durch ein beſonderes Klemm- und Mikrometerwerk (Fig. 3, 6 und 7) bewirkt werden. Iſt ein vollſtändiges zweites Achſenſyſtem vorhanden, wie es die größeren älteren Inſtrumente von Reichenbach u. a. beſaßen, ſo wird daraus der ältere Typus der Repetitionstheodolite. Gegenwärtig begnügt man ſich mit der beſonders bei kleineren Triangulationen (III. und IV. Ordnung) nützlichen und vielfach angewandten einfacheren Anordnung. Auf dem Konus oder in der Büchſe bewegt ſich dann ſehr ſicher der Oberteil des Inſtruments mit der Ableſevorrichtung für den Horizontalkreis. Vielfach verbindet man damit auch eine Decke, welche den Horizontalkreis ganz abſchließt und ihn reſp. die Teilung, die auf einem eingelegten Silber-, Neuſilber-, Platin- u. ſ. w.-Streifen ausgeführt iſt, gegen Verletzungen ſchützt Je nach der Größe des Inſtruments und der danach

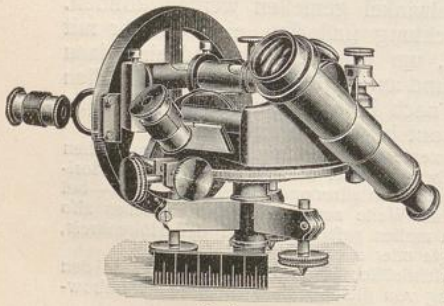


Fig. 2.

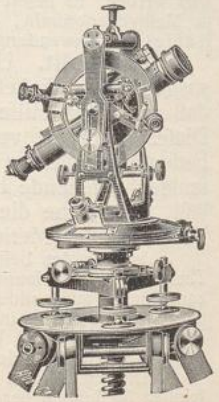


Fig. 3.

sich richtenden Feinheit der Teilung wird die Ablesung durch Verniers- (Fig. 1—3), Schätz- oder Schraubenmikroskope erfolgen (Fig. 4 und 5). — Die Anordnung der Ablesseeinrichtung kann verschieden sein; sie

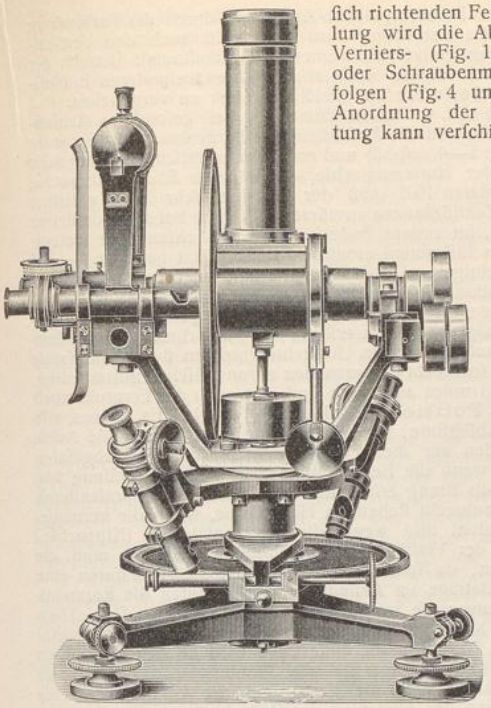


Fig. 5.

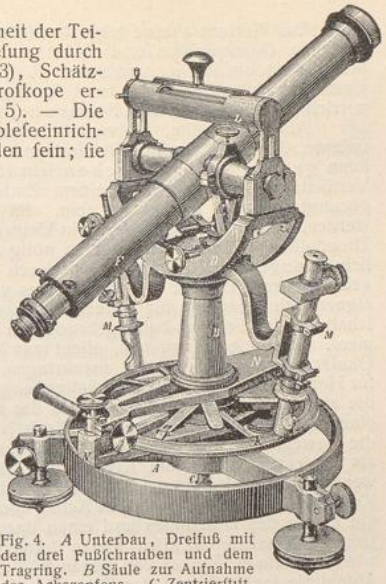


Fig. 4. *A* Unterbau, Dreifuß mit den drei Fußschrauben und dem Tragring. *B* Säule zur Aufnahme des Achszapfens. *C* Zentrierstift. *D* Fernrohrträger (Wiege). *F* Fernrohr. *K* Horizontalkreis. *L* Reitlibelle auf der Kippachse. *M*, *M*$_1$ Schraubenmikroskope zur Ablesung des Horizontalkreises. *N* Klemmen mit Mikrometerwerk.

kann auch mit dem Dreifuß fest verbunden sein, während der Kreis mit dem Oberteil bewegt wird. Sie kann aus zwei oder vier Verniers oder Mikroskopen bestehen; jetzt pflegt man in Deutschland auch bei großen Instrumenten nur mehr zwei Mikroskope zur Eliminierung des Exzentrizitätsfehlers sowohl für den Horizontal- als am Vertikalkreis anzuwenden.

Der Oberbau läuft in zwei Arme aus, die in sehr verschiedener Weise gestaltet sein können (vgl. die Figuren); diese tragen an ihren oberen Enden die Lager für die Horizontalachse. Entweder ist diese aus Messing oder Rotguß allein und auch die Auflagezapfen sind außer sorgfältigster zylindrischer Gestaltung nicht weiter ausgebildet oder an den Auflagestellen sind besondere Strahlringe aufgesprengt oder es sind an den Enden der Achse Stahlzapfen eingeschraubt [4].

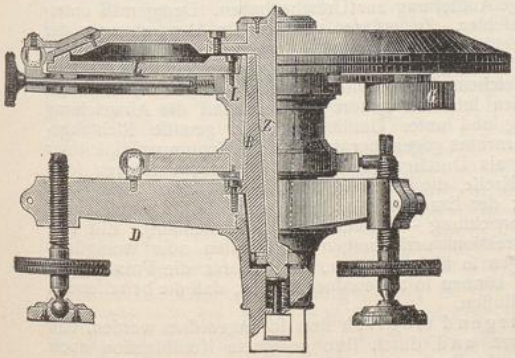


Fig. 6.

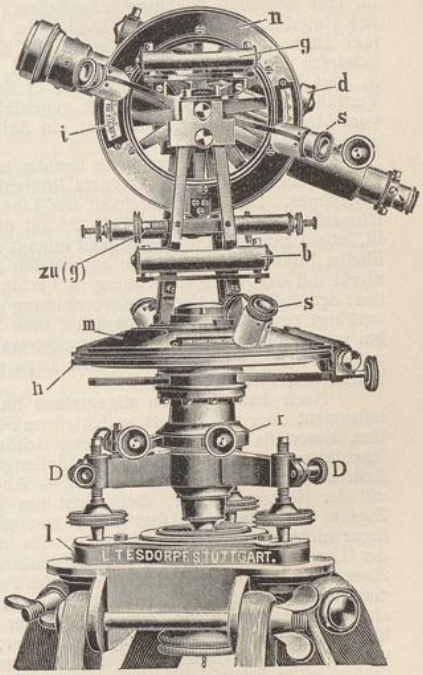


Fig. 7. *DD* Dreifuß. *r* Einfache Repetition. *h* Horizontalkreis *m* Decke von *h*. *s* Lupen für die Ablesung der Nonien. *b* Libelle an der Stütze. *g* Libelle für die Nonien des Vertikalkreises mit Mikrometerwerk (*g*). *i* Nonien für den Vertikalkreis. *d* Libelle auf dem Fernrohr, um das Instrument auch als Nivellierinstrument gebrauchen zu können. *n* Decke für den Vertikalkreis. *l* Fußplatte und zugleich Zentriervorrichtung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Horizontalachſe trägt ihrerſeits das Fernrohr, deſſen Abſehlinie durch die Verbindung zwiſchen Objektivmitte und Fadenkreuzmitte bezeichnet wird und meiſt auch den Vertikalkreis, wenn ein ſolcher vorhanden iſt (ſ. oben Univerſalinſtrumente, Vertikalkreis). Betreffs der Einrichtung des Fernrohres und ſonſtigen an dieſem noch angebrachten beſonderen Einſtellvorrichtungen ſind die Art. Fernrohr, Fadennetz und Mikrometer zu vergleichen.

Alle Theodolite, Univerſalinſtrumente u. ſ. w. haben demnach drei geſonderte Achſenſyſteme, die Vertikalachſe, die Horizontalachſe und die Abſehlinie des Fernrohrs. Das Fernrohr kann gerade oder gebrochen ſein (Fig. 1—4 reſp. 5) und entweder zentriſch, d. h. über der Vertikalachſe oder auch an einem Ende der Horizontalachſe — die auch häufig Kippachſe genannt wird — angebracht ſein. Im erſteren Fall muß der Oberbau ſehr hoch gehalten werden, wenn man noch Objekte in kleinen Zenitdiſtanzen anviſieren will (was bei aſtronomiſchen Theodoliten, Univerſalinſtrumenten nötig iſt), im andern Falle können die Achſenträger weſentlich niedriger gehalten werden, wodurch das Inſtrument erheblich an Stabilität gewinnt. — Bei gebrochenem Fernrohr läßt ſich beides vereinigen. Die Inſtrumente mit zentriſchem Fernrohr eignen ſich beſonders für kleinere Triangulationen und kurze Zielweiten. Durch die Zwiſchenſchaltung des Prismas beim gebrochenen Fernrohr kommt eine neue Fehlerquelle in das Inſtrument. Um dieſe zu umgehen, pflegt man häufig das Prisma erſt vor der Okularlinſe oder mit dem Okular organiſch verbunden anzubringen. Auf den beiden Umdrehungsachſen ſtehen die Kreiſe für Horizontal- reſp. Vertikalwinkelmeſſungen ſenkrecht (bei manchen aſtronomiſchen Inſtrumenten, die allerdings dann nicht im Syſtem des Horizontes aufgeſtellt ſind, hat auch das Fernrohr noch einen zur Abſehlinie ſenkrechten Kreis [vgl. Poſitionswinkelmeſſung]). Es können alſo die Bewegungen des Fernrohrs, d. h. der Abſehlinie, um die vertikale reſp. horizontale Achſe als Projektionen auf die Kreisebenen an den auf dieſen angebrachten Teilungen abgeleſen werden. Das wird ſtreng nur der Fall ſein, wenn die Bedingung der ſenkrechten Stellung von Kreisebene zu der betreffenden Achſe ebenfalls ſtreng erfüllt iſt. Die Kreisebenen repräſentieren die Ebene des Horizontes und einen dazu ſenkrecht ſtehenden Höhenkreis, wenn die vertikale Umdrehungsachſe wirklich genau lotrecht ſteht und wenn die Horizontalachſe (Kippachſe) wiederum einen Winkel von genau 90° mit der Vertikalachſe einſchließt. Weiterhin muß die Abſehlinie ſenkrecht auf der Kippachſe ſtehen, da ſonſt für verſchieden geneigte Viſuren eine etwa vorhandene Abweichung verſchiedene Beträge im Azimut erreicht (ſ. unten die Formeln). Die Bedingung der Vertikalität der Umdrehungsachſe wird durch Verwendung von Libellen (ſ. d.) erreicht. Eine ſolche geſtattet, auf der Kippachſe aufgeſetzt, zunächſt deren Horizontalität für eine beſtimmte Richtung feſtzuſtellen (die Korrektur für dieſe Lage wird an den drei Füßen des Unterbaues ausgeführt). Bleibt die horizontale Lage für alle Richtungen der Kippachſe (bei Drehung um 360°) beſtehen, ſo iſt damit auch die Vertikalität der Umdrehungsachſe bewieſen (dieſe Achſe ſteht auch vertikal, wenn der Ausſchlag der Reiterlibelle [ſ. Fig. 3 und 4] in allen Richtungen derſelbe bleibt, es ſteht nur dann die Kippachſe noch nicht ſenkrecht zur Vertikalachſe. Entweder iſt dieſe gegenſeitige Stellung ein für allemal mit genügender Schärfe vom Mechaniker hergeſtellt oder ein Achſenlager des Inſtruments hat geeignete Korrektionseinrichtungen (Fig. 4).

An Stelle der Reiterlibelle benutzt man beſonders bei kleineren Inſtrumenten auch häufig Doſenlibellen oder zwei gekreuzte Röhrenlibellen am Nonienträger oder an andrer Stelle des Oberbaues. Die Empfindlichkeit der Libellen richtet ſich nach den Angaben der Kreiſe und ſchwankt etwa zwiſchen 60″ bis 2″ auf den Doppelmillimeter. Die Meſſung von Höhenwinkeln iſt, ſobald eine größere Genauigkeit erlangt werden ſoll, auf die Benutzung einer beſonderen Höhenlibelle, Mikroſkopträgerlibelle angewieſen (Fig. 2, 5 und 7), da nur durch eine ſolche, welche direkt mit der Ableſevorrichtung in Verbindung ſteht, die konſtante Lage der Verbindungslinie der Nullpunkte der Ableſevorrichtung gegen den Horizont — und nur dieſe iſt erforderlich — verbürgt oder die zur Reduktion auf eine ſolche nötigen Daten beſchafft werden können. Nur bei ganz kleinen Inſtrumenten begnügt man ſich zuweilen, wie bei den Kippregeln (ſ. d.), nur mit einem Nonius, deſſen konſtante Lage dann allein durch die allgemeine Horizontierung des Inſtruments verbürgt wird.

Nach dem über den allgemeinen Bau Geſagten werden alſo einem Theodoliten, Univerſalinſtrument oder Höhenkreis verſchiedene Fehlerquellen eigen ſein, die einmal den nicht idealen Bau, anderſeits aber die nicht ſtreng richtige Aufſtellung zur Urſache haben. Demgemäß unterſcheidet man Inſtrumental- und Aufſtellungsfehler. Zu erſteren gehören die Abweichungen der Achſen in ihrer Stellung zueinander — Abſehlinie des Fernrohrs — macht den Winkel $90^\circ + c$ mit der Horizontalachſe, dieſe ſteht um $90^\circ + i$ zur Vertikalachſe geneigt ſtatt um 90°, die Zapfen der Kippachſe ſind nicht von gleichem Durchmeſſer (Zapfenungleichheit) vielleicht ſogar nicht einmal genaue Zylinder. Zu den letzteren gehört hier zunächſt die Abweichung der Umdrehungsachſe von der Lotrichtung und unter Umſtänden noch gewiſſe Richtungsabweichungen der Umdrehungsachſe des Fernrohrs gegenüber den Kardinalrichtungen (ſpielt nur eine Rolle, wenn das Univerſalinſtrument als Durchgangsinſtrument gebraucht werden ſoll). Dazu kommen noch die Teilungsfehler der Kreiſe, die Fehler in den Nonien (Mikroſkopen) und in deren gegenſeitiger Stellung zueinander; der Exzentrizitätsfehler (wenn Teilungsmittelpunkt nicht mit dem Drehungspunkt der Ableſevorrichtung — Alhidade — zuſammenfällt). Ein Teil dieſer Fehler läßt ſich durch geeignete Korrektionsvorrichtungen wegſchaffen oder wenigſtens auf Grund von entſprechenden Beobachtungen ſo klein machen, daß ſie für die Praxis ohne Bedeutung werden, oder die Beobachtungen können ſo angeordnet werden, daß die betreffenden Fehler das Geſamtreſultat nicht mehr beeinfluſſen.

Es ſollen die Beobachtungen wenn irgend möglich ſtets ſo angeordnet werden, daß man aus ihnen ſelbſt die Fehler beſtimmen und durch ihre geeignete Kombination auch eliminieren kann. Manche Fehler aber kann der Beobachter nicht mehr wegſchaffen (Teilungs-,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Exzentrizitätsfehler, Fehler zwiſchen Horizontal- und Vertikalachſe, wenn an dem Inſtrument keine entſprechenden Korrektionseinrichtungen angebracht ſind). Es iſt alſo Sache der Theorie, die betreffenden Beobachtungs- und Rechnungsvorſchriften aufzuſtellen, gemäß deren die Beobachtungen den genannten Bedingungen entſprechend angeſtellt und berechnet werden können [5]. Die Beziehungen in dem zwiſchen dem Zenit des Beobachtungsortes, demjenigen Punkt, in dem die verlängerte „vertikale" Umdrehungsachſe des Inſtruments das Himmelsgewölbe trifft und dem beobachteten Objekte gebildeten ſphäriſchen Dreiecke liefern mit Rückſicht auf den Winkel zwiſchen Viſierlinie und Kippachſe c die folgenden Ausdrücke:

Korrektion (c) einer Richtung wegen c:

$$(c) = \frac{c}{\sin z} = \frac{c}{\cos h},$$

wo z die Zenitdiſtanz reſp. h die Höhe des Objekts iſt.

Korrektion (i) einer Richtung wegen i:

$$(i) = i \operatorname{cotg} z = i \operatorname{tg} h.$$

Damit erhält man den Unterſchied (ΔA) zweier Richtungen (den Azimutunterſchied)

$$\Delta A = c\,(\operatorname{cosec} z_1 - \operatorname{cosec} z_2) + (i_2 \operatorname{cotg} z_2 - i_1 \operatorname{cotg} z_1),$$

wo i_1 und i_2 die zu jeder Viſur gehörigen Neigungen der Horizontalachſe und z_1 und z_2 die reſp. Zenitdiſtanzen ſind.

Die Korrektion einer gemeſſenen Zenitdiſtanz wird dann:

$$\Delta z = \frac{c^2 + i^2}{2} \operatorname{cotg} z \sin 1'' + c\,i \operatorname{cosec} z \sin 1''. \quad \text{Vgl. [5].}$$

Aus dieſen Ausdrücken geht hervor, daß ſowohl bei Azimut- als auch bei Zenitdiſtanzmeſſungen die Inſtrumental- reſp. Aufſtellungsfehler erſt von Bedeutung werden, wenn man in kleinen Zenitdiſtanzen mißt und daß ſie ſich zum Teil eliminieren laſſen, wenn man die Meſſungen bei zwei verſchiedenen Lagen des Fernrohrs ausführt, alſo verſchiedene Vorzeichen bekommt. Im ſpeziellen muß aber hier auf die Lehrbücher der Geodäſie und der ſphäriſchen Aſtronomie verwieſen werden. Einfache Formelſammlungen, zum Teil mit ſehr ausführlichen Tafelwerken verbunden, finden ſich unter [1]—[5].

Literatur: [1] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, Bd. 2, S. 49; Vogler, Lehrbuch der prakt. Geometrie, Braunſchweig 1888, Bd. 1, S. 362. — [2] Außer dem unter [1] Ambronn, Aſtronomiſche Inſtrumentenkunde, Berlin 1898, Bd. 2, S. 814—855, und beſonders Repſold, Geſchichte der aſtronomiſchen Meßinſtrumente, Leipzig 1908, mit vielen Abbildungen; ein auch für den Techniker ſehr intereſſantes Werk. — [3] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1888, S. 171—176; ebend. 1896, S. 289. — [4] Hunaeus, Die Inſtrumente der praktiſchen Geometrie, Hannover 1864; Vogler, Abbildungen geometriſcher Inſtrumente, Berlin 1894 (ſehr empfehlenswertes Werk für die Lehre vom Inſtrumentenbau). Beſchreibungen von größeren Theodoliten und Univerſalen finden ſich auch in faſt allen Berichten über die Gradmeſſungsarbeiten und in den Publikationen der „Internationalen Erdmeſſung". Eine faſt vollſtändige Zuſammenſtellung der Typen größerer Univerſalinſtrumente, auch der außerdeutſchen Werkſtätten, iſt gegeben in Ambronn, Aſtronomiſche Inſtrumentenkunde (ſ. oben unter [2]). — [5] Die Lehrbücher der praktiſchen Vermeſſungskunde; darunter beſonders: Jordan, Elemente der Vermeſſungskunde, 3 Bde., neu herausgegeben von Reinhertz, Stuttgart 1902/07, Bd. 2. — Für die größeren Inſtrumente zu aſtronomiſchen Zwecken iſt für die Praxis vor allem zu empfehlen: Albrecht, Th., Formeln und Hilfstafeln für geographiſche Ortsbeſtimmungen, 4. Aufl., Leipzig 1909; und als kleinere Tafelſammlung mit kurzen Erläuterungen Ambronn und Domke, Aſtronomiſch-geodätiſche Hilfstafeln für geographiſche Ortsbeſtimmungen, Berlin 1909.

Ambronn.

Theoretiſches Gewicht eiſerner Brücken u. ſ. w., ſ. Eigengewicht; vgl. Dimenſionenberechnung und Konſtruktionskoeffizient.

Thermen, die in der römiſchen Kaiſerzeit erbauten großen öffentlichen Badeanſtalten in Rom, bei welchen den eigentlichen kalten und warmen Bädern (ſ. Bad, Bd. 1, S. 440, Fig. 1) noch die Räume und Anlagen der griechiſchen Gymnaſien oder Paläſtren angegliedert wurden.

Hierdurch entſtanden jene weiträumigen Prachtgebäude mit großen Höfen zu Leibesübungen, zu Wettläufen und Ringkämpfen, mit Exedren für Zuſchauer und Spaziergänger; ferner mit Hallen und Sälen für öffentliche Vorträge, für Kunſt- und Bücherſammlungen. Die berühmteſten Thermen waren die des Titus, des Caracalla [4] und des Diokletian.

Literatur: [1] Palladio, And., Les Thermes des Romains, Vicenza 1797. — [2] Abel, Blouet, Restauration des Thermes d'Antonio Caracalla à Rome, Paris 1828. — [3] Stieglitz, Archäologie der Baukunſt der Griechen und Römer, Weimar 1801, Bd. 2, 4. Abſchn., S. 241 ff. — [4] Egle, J. v., Prakt. Bauſtil- und Bauformenlehre, Stuttgart, 5. Abt., Taf. 48—51.

Weinbrenner.

Thermiſche Nachwirkung. Bei manchen Körpern, beſonders bei gewiſſen Glasſorten und Metallen (Silber, Zinn u. ſ. w.), hat man beobachtet, daß ſie nach einer Temperaturerhöhung und Wiederabkühlung nicht ſofort vollſtändig die früheren Dimenſionen wieder annahmen. Für einzelne Metalle war die Längenänderung durch eine beſtimmte Temperaturänderung ſelbſt nach Stunden nicht zum Abſchluß gelangt, [6], S. 701. Solche Erſcheinungen werden in Analogie mit der elaſtiſchen Nachwirkung (Bd. 3, S. 378) thermiſche Nachwirkung genannt; ſie beeinträchtigen die Genauigkeit mancher Verſuchsergebniſſe und kommen beſonders bei genauen thermometriſchen Beſtimmungen in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betracht. Berückſichtigung ſ. [2], [8] S. 30. Nachdem jedoch in neuerer Zeit erkannt wurde, welche Umſtände die thermiſche Nachwirkung beim Glaſe erhöhen (in erſter Linie gleichzeitiges Vorhandenſein von Natron und Kali, vgl. [3], [4], [7] S. 28), hat man in Jena Gläſer hergeſtellt, welche faſt ohne thermiſche Nachwirkung ſind. Weidmann [5] kam durch Verſuche zu dem Schluſſe, daß Glas von großer oder geringer thermiſcher Nachwirkung auch große oder geringe elaſtiſche Nachwirkung zeige.

Literatur: [1] Pernet, Beiträge zur Thermometrie (S. 266: Ueber die Abhängigkeit der Nullpunktsdepreſſionen der Normalthermometer von der Temperatur), Carls Repertorium 1875, XI, S. 257. — [2] Derſ., Sur les moyens d'éliminer dans l'évaluation des températures l'influence de la variation des points fixes, Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures 1881, I, B 1 (ſ. a. Chappuis 1888, VI, Guillaume 1894, X, etc.). — [3] Weber, Ueber den Einfluß der Zuſammenſetzung des Glaſes auf die Depreſſionserſcheinungen der Thermometer, Sitzungsbericht d. Preuß. Akad. 1883, S. 1233. — [4] Wiebe, Ueber den Einfluß der Zuſammenſetzung des Glaſes auf die Nachwirkungserſcheinungen bei Thermometern, ebend. 1884, S. 843; 1885, S. 1021. — [5] Weidmann, Ueber den Zuſammenhang zwiſchen elaſtiſcher und thermiſcher Nachwirkung des Glaſes, Wiedemanns Annalen 1886, XXIX, S. 214. — [6] Voigt, Beſtimmung der Konſtanten der thermiſchen Dilatation und des thermiſchen Druckes für einige quaſi-iſotrope Metalle, Wiedemanns Annalen 1893, IL, S. 697. — [7] Wüllner, Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 158. — [8] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, VII, Wärme, Leipzig 1906, S. 25.

Weyrauch.

Thermiſcher Wirkungsgrad, ſ. Wirkungsgrad, Wärmemotoren.

Thermit, Thermitverfahren, ſ. Aluminothermie.

Thermobarometer, ſ. Siedethermometer.

Thermochemie, die Wiſſenſchaft von den mit den chemiſchen Reaktionen verbundenen Wärmetönungen, welche beſonders durch die Forſchungen von Julius Thomſen, Berthelot, Naumann und Stohmann geſchaffen und gefördert wurde, und dem Einfluß der Temperatur auf chemiſche Vorgänge.

Für die Technik iſt die wichtigſte Größe der Thermochemie die Wärmetönung der Vereinigung von Kohlenſtoff und Sauerſtoff zu Kohlenſäure, d. h. die Verbrennungswärme der Kohle (ſ. Brennſtoffe), welche die weſentlichſte Energiequelle der modernen Technik darſtellt. Die Wärmeproduktion dieſes Prozeſſes iſt je nach der Art der Kohle verſchieden, und zwar fanden Berthelot und Petit für 12 g (= 1 Gramm-Atomgewicht) Kohle in Form von amorpher Kohle 97 650, von Graphit 94 810, von Diamant 94 320 g-cal., für gereinigte Holzkohle fanden Favre und Silbermann 97 000.

Literatur: Thomſen, Thermochemiſche Unterſuchungen, 4 Bde., Leipzig 1882/86; Thomſen-Traube, Syſtematiſche Durchführung thermochemiſcher Unterſuchungen, Stuttgart 1906; Naumann, Thermochemie, Braunſchweig 1882; van't Hoff-Cohen, Chemiſche Dynamik, Leipzig 1896; Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Bd. 2, 1, Leipzig 1893; Nernſt, Theoretiſche Chemie, Stuttgart 1893.

Abegg.

Thermodynamik, ſ. Wärmetheorie, mechaniſche.

Thermodynamiſche Maſchinen, ſ. Wärmemotoren.

Thermoelektrizität, durch Wärmewirkungen hervorgerufene Elektrizität.

Lötet man zwei verſchiedene Metalle zuſammen und erwärmt oder kühlt die eine Lötſtelle ab, ſo entſteht ein elektriſcher Strom (Th. Seebeck, 1823). In Fig. 1 ſei *k* ein Kupferſtreifen, *a b* ein Stäbchen aus Wismut, beide bei *a* und *b* verlötet. Erwärmt man die eine Lötſtelle, z. B. *b*, ſo fließt ein Strom im Sinne der eingezeichneten Pfeile, den man aus dem Ausſchlag der Magnetnadel *n s* erkennt. Derſelbe wird um ſo größer, je größer die Temperaturdifferenz iſt. Für kleine Temperaturdifferenzen iſt die den Strom erzeugende elektromotoriſche Kraft proportional der Temperaturdifferenz. Durch andre Metalle werden bei gleicher Erwärmung größere oder kleinere Ausſchläge erhalten, da ſich die Metalle in eine Spannungsreihe einordnen laſſen. Nimmt man aus der folgenden Reihe das voranſtehende Metall als *a b*, das nachfolgende als *k*, ſo fließt der Strom bei Erwärmung der Lötſtelle *b* in der Richtung der Pfeile der Fig. 1. Dieſe Reihe iſt Wismut, Nickel, Kobalt, Platin, Kupfer, Queckſilber, Blei, Zinn, Gold, Silber, Zink, Eiſen, Antimon. Der Strom wird um ſo ſtärker, oder was gleichbedeutend iſt, die elektromotoriſche Kraft um ſo größer, je weiter die beiden Metalle in dieſer Reihe voneinander abſtehen. Sie beträgt z. B. 0,001 Volt für Wismut, Antimon bei 100° Temperaturdifferenz und nur 0,00075 Volt für Wismut, Kobalt. Noch etwas beſſere Reſultate erhält man durch Metallegierungen.

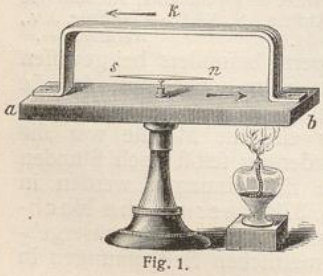


Fig. 1.

Thermoſtröme entſtehen auch in einem Metalle, deſſen Struktur an einer Stelle geändert wird. Hämmert man z. B. einen Eiſendraht an einer Stelle und erwärmt dieſe, ſo zeigt ein mit den Drahtenden verbundenes Galvanometer einen Ausſchlag. Wird in einen Draht eine Schleife geknüpft und der Draht in der Nähe der Schleife erwärmt, ſo entſteht im geſchloſſenen Stromkreis gleichfalls ein Strom. Kurzum, Thermoſtröme entſtehen faſt in jedem metalliſchen, geſchloſſenen

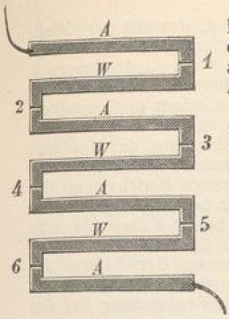
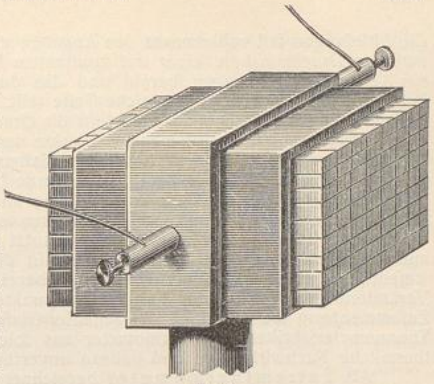


Fig. 2.

Kreiſe, wenn Temperaturdifferenzen in demſelben auftreten, was bei feineren Meſſungen zu beachten iſt.

Sollen größere elektromotoriſche Kräfte erzeugt werden, ſo hat man mehrere Thermoelemente hintereinander zu ſchalten, wie die Fig. 2 zeigt. In derſelben bedeutet *A* ein Antimon-, *W* ein Wismutſtäbchen. Werden die ungeraden Lötſtellen 1, 3 und 5 erwärmt, ſo zeigt das Galvanometer einen Strom an. Eine Vereinigung einer größeren Zahl ſolcher Elemente nennt man Thermoſäule (Fig. 3).


Fig. 3.

Für pyrometriſche Zwecke, insbeſondere zur Beſtimmung ſehr hoher Temperaturen, ſtellt man Thermoelemente aus Platin einerſeits und einer Legierung von Platin mit 10% Rhodium anderſeits her; die Ableſung erfolgt auf der Skala eines Galvanometers.

In den Thermoſäulen findet eine unmittelbare Umwandlung von Wärme in Elektrizität ſtatt, und es iſt das Ziel ſehr vieler Erfinder, haltbare Thermoſäulen von hoher elektromotoriſcher Kraft und geringem inneren Widerſtand herzuſtellen. Zu nennen ſind beſonders die Thermoſäulen von Noë, Gülcher, Heil. Heil nennt ſeine Säule Dynaphor. Sie beſteht aus den Metallen Antimon und Neuſilber, die er nach einem beſonderen Verfahren zuſammenlötet. Die Dynaphore werden in zwei Ausführungen hergeſtellt, die eine geeignet zur Heizung mit Gas, Spiritus oder Petroleum, die andre zur Heizung mit Kohle. Nach Heil leiſtet ein Apparat 24 Watt bei einem Verbrauch von $^1/_2$ cbm Gas.

Schickt man durch ein Thermoelement einen elektriſchen Strom, ſo erleidet die Lötſtelle eine Abkühlung (Peltiers Phänomen).

Literatur: Müller-Pfaundler, Lehrbuch der Phyſik, Braunſchweig 1890; Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 3, Leipzig 1908; Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. *Holzt.*

Thermograph, Apparat zur ſelbſttätigen Aufzeichnung der Temperatur, auf der Ausdehnung von feſten Körpern, Flüſſigkeiten oder Gaſen durch die Wärme beruhend [1].

Beſonders zu erwähnen ſind der noch viel gebräuchliche, aber veraltete Hippſche Thermograph [2], auf der Geſtaltänderung einer aus zwei zuſammengelöteten Metallſtreifen von verſchiedenen Ausdehnungskoeffizienten gebildeten Metallſpirale beruhend, der durch größere Empfindlichkeit ausgezeichnete Thermograph von Richard Frères [3], bei dem die Geſtaltänderung eines mit Alkohol gefüllten Bourdonſchen Manometerrohres zur Regiſtrierung gelangt, und als das wohl vollkommenſte Inſtrument der auf der Ausdehnung der Gaſe durch die Wärme beruhende und mittels Laufgewichts regiſtrierende Thermobarograph von Sprung [4], der gleichzeitig Temperatur und Luftdruck in ſolcher Weiſe aufzeichnet, daß den Regiſtrierkurven ohne weiteres die wahren Werte zu entnehmen ſind (von A. Fueß, Steglitz bei Berlin, zu beziehen).

Literatur: [1] Abbe, Cleveland, Treatise on Meteorological Apparatus and Methods, Waſhington 1888 (App. 46 des Annual Report of the Chief Signal Officer for 1887). — [2] Thermograph Hipp, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Mathem., VI, 1871. — [3] Die meteorolog. Regiſtrierapparate der Gebrüder Richard in Paris-Belleville, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, IV, 1884 und V, 1885; Friedrichs, W., Unterſuchungen über die Leiſtungsfähigkeit eines Richardſchen Thermographs, Repertorium f. Meteorol., Bd. 11, Petersburg 1888. — [4] Neuer Thermobarograph mit Laufgewicht, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde, VI, 1886. *Großmann.*

Thermometer, Inſtrument zur Beſtimmung von Temperaturen, im gewöhnlichen Sinne das Glasthermometer, eine an einem Ende verſchloſſene, am andern Ende zu einer Kugel erweiterte gläſerne, luftleere kapillare Röhre, die nebſt der Kugel zum Teil mit Flüſſigkeit, Queckſilber oder Alkohol angefüllt und meiſt mit einer Skala feſt verbunden iſt oder eine ſolche auf der kapillaren Röhre eingeritzt zeigt.

Als Fixpunkte dienen die Temperatur ſchmelzenden reinen Eiſes und der Siedepunkt reinen Waſſers bei 760 mm Luftdruck in 45° Breite, entſprechend 0° und 100° bei der Celſiusſkala, 0° und 80° bei der Réaumurſkala und 32° und 212° bei der Fahrenheitſkala, welch letztere die Temperatur eines Gemiſches von Salmiak und Schnee als Null der Zählung zugrunde legt. Dieſe drei Skalen, von denen die erſte für wiſſenſchaftliche Zwecke, ausgenommen in England, faſt allein im Gebrauch iſt, teilen den Zwiſchenraum zwiſchen den genannten Fundamentalpunkten in 100 bezw. 80 und 180 Teile und ſetzen die Teilung nach beiden Seiten jener feſten Punkte fort. Wegen der gleichmäßigen Ausdehnung des Queckſilbers, nahezu linear-proportional der Temperatur, ſind die Gradſtriche der Skala eines Queckſilberthermometers, eine vollkommen zylindriſche Kapillare vorausgeſetzt, äquidiſtant; wird bei einem ſolchen Thermometer das Skalenintervall zwiſchen den Fixpunkten in genau gleiche Teile geteilt, ſo entſprechen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Ablesungen fast vollkommen den Angaben eines Luftthermometers, das auf der gleichmäßigen Druckzunahme einer auf konstantem Volumen erhaltenen eingeschlossenen Gasmenge bei Temperaturänderungen beruht und das durch schmelzendes Eis und die Siedetemperatur bestimmte Skalenintervall in gleiche Teile teilt. Wegen der ungleichmäßigen Ausdehnung des Alkohols sind bei Alkoholthermometern die Gradstriche nicht äquidistant, sondern müssen mittels Quecksilberthermometer für mehrere Punkte der Skala bestimmt werden, um eine genügende Teilung der Skala zu ermöglichen. Das Haften des Alkohols an der Wandung der Kapillare und besonders auch das so häufig eintretende Ueberdestillieren eines Alkoholtropfens nach der Spitze der Kapillare und dadurch bedingte, an Betrag beständig zunehmende Falschzeigen der Alkoholthermometer bedingt, daß als Thermometerflüssigkeit Alkohol nur bei Minimumthermometern und bei solchen Thermometern benutzt wird, die zur Ermittlung hoher Kältegrade, also auch zur Bestimmung der Lufttemperatur in den kältesten Gebieten der Erde dienen. Einen wesentlichen Fortschritt der Thermometrie bezeichnet die genaue Erforschung der Gesetze der Veränderungen, denen die Fundamentalpunkte der Skala unterworfen sind und damit im Zusammenhang die Erfindung des Jenenser Glases (Bd. 4, S. 547) und seine Verwendung bei der Thermometerfabrikation; Thermometer aus solchem Glase zeigen nur verschwindend geringe thermische Nachwirkungen und nahezu unverrückbare Fundamentalpunkte.

Als Extremthermometer bezeichnet man Thermometer, die so eingerichtet sind, daß sie die höchste oder die niedrigste Temperatur eines bestimmten Zeitraumes angeben. Die Maximumthermometer, sämtlich Quecksilber benutzend, haben entweder die Einrichtung (nach Rutherford 1794), daß das Quecksilber bei steigender Temperatur einen kleinen Stahlstab vor sich herschiebt, der beim Sinken der Temperatur liegen bleibt, oder daß (nach Phillipp oder Walferdin [1854]) ein kurzer oberer Teil der Quecksilberfaden durch ein Luftbläschen von dem übrigen Faden abgetrennt ist und die der höchsten Temperatur entsprechende Lage bei der Abkühlung behält oder daß (nach Zegretti und Zambra) die Kapillare dicht oberhalb der Kugel eine Einschnürung hat, durch die ein Reißen des Fadens bei sinkender Temperatur bewirkt wird. Bei den Maximalthermometern der zuerst genannten Konstruktion haftet der Stahlstab häufig am Quecksilber, so daß der Stahlstab vielfach nach Erreichung der höchsten Temperatur wieder zurückgezogen wird; bei der zweitgenannten Konstruktion teilt sich häufig die abtrennende Luftblase in mehrere Bläschen und gelangt dann zuweilen ganz in den quecksilberfreien Teil der Kapillare, so daß ein Registrieren der Maximumtemperatur aufhört; am zuverlässigsten registriert das zuletzt genannte Maximumthermometer, erfordert jedoch, streng genommen, eine Korrektion wegen der von der Temperatur abhängigen Länge des abgerissenen langen Quecksilberfadens, bedingt durch den Temperaturunterschied, der im allgemeinen zwischen der Zeit der höchsten Temperatur und der Zeit der Ablesung besteht. Das Minimumthermometer verwendet Alkohol und ist nach Rutherford (1794) so eingerichtet, daß sich in dem Alkohol ein leichter gläserner Schwimmer in Stäbchenform mit kugelförmigen Enden befindet, der bei Einstellung des Thermometers am äußersten Ende des Alkoholfadens anliegt und beim Sinken der Temperatur zurückgezogen wird, beim nachfolgenden Steigen aber liegen bleibt. — Zur gleichzeitigen Registrierung der höchsten und der niedrigsten Temperatur dient das Extremthermometer von Six (1781), das später von Kappeller u. a. mehrfach abgeändert wurde. Es besteht aus einer U-förmig gebogenen engen Glasröhre, deren gleichlange Schenkel an den Enden zu geschlossenen Gefäßen erweitert sind. Die Biegung der Röhre ist zum Teil mit Quecksilber angefüllt, während das eine größere Gefäß am Ende mit Alkohol gefüllt ist, der bis zum Quecksilberfaden reicht und sich eine geringere Menge Alkohol über dem andern Quecksilberende im zweiten Schenkel befindet; zwei Schwimmer berühren bei der Einstellung des Instruments, im Alkohol liegend, die Enden der Quecksilbersäule und werden zugleich mit dem Quecksilberfaden verschoben, wenn sich der Alkohol in dem größeren Gefäße bei steigender Temperatur ausdehnt oder bei sinkender zusammenzieht, wobei also der dem Alkoholgefäß nähere Schwimmer die Minimum-, der andre die Maximumtemperatur registriert. Zur Registrierung beider Extremtemperaturen sind auch teilweise im Gebrauch die Metallthermometer von Hermann und Pfister (1865), die nach dem Prinzip des Breguetschen Metallthermometers (1817) auf der ungleichen Ausdehnung von Metallen beruhen und zusammengelötete Streifen verschiedener Metalle in Gestalt einer Spirale benutzen. Als Bodenthermometer dienten früher Quecksilberthermometer mit großen Gefäßen und so langen Kapillaren, daß das in bestimmter Tiefe in den Erdboden eingegrabene Thermometer die Temperatur oberhalb des Erdbodens abzulesen gestattete; heute verwendet man meist kurze Quecksilberthermometer, die in einer Leiste eingebettet in einer Holzführung in den Erdboden eingesenkt werden und etwas größere Gefäße besitzen, um eine Aenderung des Standes beim Herausziehen des Thermometers zur Ablesung zu vermeiden. Von großer Bedeutung ist die Art der Aufstellung der Thermometer auf den meteorologischen Stationen in Thermometergehäusen und -hütten verschiedener Konstruktion, die der Aufgabe dienen, die wahre Lufttemperatur möglichst richtig zu bestimmen. Dem letzteren Zwecke entspricht am besten das Aßmannsche Aspirationspsychrometer, das die Thermometer vollkommen gegen Strahlung schützt und einen konstanten Luftstrom verwendet. Thermometer für hohe Temperaturen s. Pyrometer; vgl. a. Siedethermometer.

Literatur: Scott, Brief Notes on the history of thermometers, Quarterly Journal of the R. Met. Society 1884; Gerland, Zur Geschichte des Thermometers, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1893; Hellmann, Die ältesten Quecksilberthermometer, Met. Zeitschr. 1897, XIV; Metronomische Beiträge Nr. 3: Thermometrische Untersuchungen, herausgeg. von W. Förster, Berlin 1881; Amtliche Prüfung von Thermometern, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1888; Wiebe, Ueber die Verwendung des Quecksilberthermometers in hohen Temperaturen, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1890. Weitere Vergleichungen von Quecksilberthermometern aus verschiedenen Glassorten zwischen 0° und 100°, ebend. 1890; Wiebe und Böttcher, Vergleichung der Luftthermometer mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Queckſilbertherm. aus Jenenſer Glas in Temp. zwiſchen 100° und 300°, ebend. 1890; Abbe, Cleveland, Treatise on Meteorological Apparatus and Methods, Annual Report of the Chief Signal Officer for 1887, Waſhington 1888; Wiſſenſchaftl. Arbeiten der Phyſik.-techn. Reichsanſtalt, Bd. 1; Thermometr. Arbeiten betr. die Herſtellung und Unterſuchung der Queckſilbernormaltherm. unter Leitung und Mitwirkung von J. Pernet, ausgef. von W. Jäger und E. Gumlich, Berlin 1894; Chree, Notes on Thermometrie, S. A. Phil. Magaz. 1898; Bolton, Evolution of the thermometer 1592—1743, Eaſton 1900; Sprung, Bericht über vergleichende Beobachtungen an verſchiedenen Thermometeraufſtellungen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin, Abhandl. d. Kgl. preuß. Met. Inſtituts, Bd. 1, Nr. 2, Berlin 1890. *Großmann.*

Thermophon, ſ. v. w. Radiophon (ſ. d.), Thermophon nach Wiborg, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 281, und Pyrometer.

Thermophor, ein von B. Szczawinski und C. Cronenberg, Berlin N., erfundenes und in allen Staaten patentiertes (D.R.P. Nr. 79924 und 83929) Verfahren, die latente Wärme geſchmolzener kriſtallwaſſerhaltiger Salze, insbeſondere des Natriumacetats, zum Warmhalten von Körperteilen, auch von gekochten Speiſen u. ſ. w., nutzbar zu machen. *Häußermann.*

Thermoſäule, ſ. Thermoelektrizität.

Thermoſkop (Wärmemelder), ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 768.

Thermoſtat, Thermoregulator, Vorrichtungen zum Konſtanthalten der Temperatur.

Die Anordnung der Apparate beruht entweder auf der Tatſache, daß bei Aggregatzuſtandsänderungen eines Stoffes, ſolange noch Mengen des Stoffes in beiden Zuſtänden nebeneinander vorhanden ſind, die Temperatur ſtets dieſelbe bleibt, oder darauf, daß ein Flüſſigkeitsbad durch eine Heizvorrichtung, welche eintretende Temperaturwechſel mit Hilfe eines Thermoregulators ſelbſttätig wieder ausgleicht, auf konſtante Temperatur erwärmt wird. Als Quellen konſtanter Temperaturen kommen entweder ſchmelzende Körper oder ſiedende Dämpfe in Betracht. Außer Schnee oder Eis haben ſchmelzende Körper bisher keine Verwendung gefunden. Größere Anwendung finden Thermoſtaten mit ſiedenden Subſtanzen. Bei allen dieſen Apparaten können beliebige Temperaturen nicht erzeugt werden, da man ſtets vom Siedepunkt der verwendeten Subſtanz abhängig iſt. Für thermoſtatiſche Zwecke vielfach benutzte Flüſſigkeiten und ſchmelzbare feſte Körper ſind folgende:

Waſſer . . .	100°	Anifol . . .	155°	Dimethylanilin . .	192°	Diphenylamin	310°
Toluol . . .	110°	Teer-Cumol .	169°	Benzoeſäureäthyleſter	213°	Queckſilber .	357°
Xylol . .	136—141°	Anilin . . .	183°	Naphthalin	218°	Schwefel . .	448°

Verwendet man Miſchungen, ſo kann man eine etwas größere Mannigfaltigkeit in den Temperaturen herbeiführen. Die genannten Flüſſigkeiten und ſchmelzbaren Körper benutzt man hauptſächlich bei chemiſchen und phyſikaliſchen Arbeiten. Die auf beſtimmte Temperaturen zu erhitzenden Stoffe oder Körper ſetzt man je nachdem für ſich oder in geeigneten Gefäßen in die mit den entſprechenden zum Sieden erhitzten Flüſſigkeiten gefüllten Apparate (Kochgefäße, Deſtillierapparate u. ſ. w.) ein. Wieder andre Thermoſtaten beſtehen im weſentlichen aus einem Flüſſigkeitsbade, welches durch ein Rührwerk fortwährend gründlich durchmiſcht wird, und aus einer Heizvorrichtung, bei welcher z. B. ſelbſttätig der Durchfluß des Heizgaſes geregelt und ſo das Bad auf der einmal eingeſtellten gleichen Temperatur erhalten wird. Es wird damit bezweckt, die Wärmezufuhr zu regeln in der Weiſe, daß bei einer Abkühlung des Bades die Wärmezufuhr größer, beim Steigen der Badtemperatur aber kleiner wird. Apparate, die einen ſolchen Ausgleich bewirken, heißen Thermoregulatoren. Bei dieſen kommt in erſter Linie Leucht- oder Heizgas in Betracht. Ein in die zu temperierende Flüſſigkeit oder in Trockenvorrichtungen, Heißluftbäder u. dergl. eingehängter Körper wird ſich bei Abkühlung des Apparats zuſammenziehen, beim Heißwerden aber ausdehnen. Dies gibt Volumveränderungen, die mit Hilfe von Vorrichtungen auf einen andern, in einer Gaszuleitung befindlichen Körper übertragen werden, welcher dem Gas den Weg öffnen oder ihm verſperren kann. Je nachdem die in den zu erhitzenden Apparat eingehängte Vorrichtung ein Gas, Dampf, eine Flüſſigkeit oder einen feſten Körper enthält, teilen ſich die Regulatoren in Gas- und Dampfregulatoren, in Regulatoren mit Flüſſigkeiten oder ſolche mit feſten Körpern ein. Thermoſtaten heißt man auch alle Heißluft- und Brutſchränke für Gärungs- und bakteriologiſche Zwecke, die Brutapparate (ſ. d.), die entſprechenden Apparate für elektriſche Meſſungen u. ſ. w. Deren Temperaturen werden durchweg unter Verwendung von Thermoregulatoren eingeſtellt. Fig. 1 und 2 veranſchaulichen ſolche Thermoregulatoren. Ferner gibt es Regulatoren, bei denen der elektriſche Strom die Wärmezufuhr reguliert. Bei Queckſilber-Thermoregulatoren werden an Stelle des

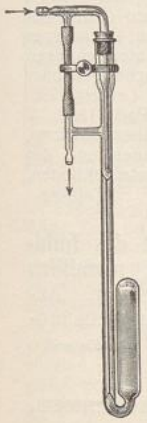


Fig. 1. Gasregulator mit Toluol.

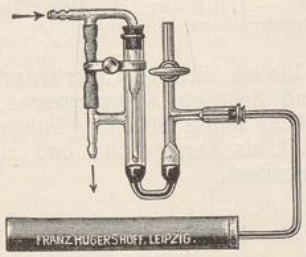


Fig. 2. Gasregulator mit Queckſilber.

Queckfilbers zur Regelung auch Kautfchukmembranen benutzt. Membranregulatoren in Schneckenform mit Schraubvorrichtungen finden zur Regulierung der Zimmertemperaturen an Gasheizöfen ausgedehnte Anwendung. Der Johnfonfche Apparat ift ebenfalls ein Membranregulator: Die Raumtemperatur wirkt auf eine Metallfeder, die aus zwei verfchiedenen Metallen zufammengelötet ift. Die verfchiedene Ausdehnung der beiden Metalle bewirkt, daß fich die Feder bei Abkühlung zufammenzieht und bei Erwärmung ftreckt. Durch diefe Bewegung wird eine nadelfeine Ausblafeöffnung von Druckluft gefchloffen oder geöffnet und dadurch eine Membran gehoben oder gefenkt. Der Apparat wird, wie auch die andern Regulatoren, durch Reguliervorrichtungen eingeftellt (vgl. die Profpekte der Gefellfchaft für felbftttätige Temperaturregelung, Berlin W 15, Schaperftr. 18). Der Apparat ift anwendbar für Zentralheizungs- und Lüftungs-, Trocken- und Kühlanlagen, für Warmwafferbereitungen u. f. w. Für Warmwafferbereitungen und -keffel wird der Apparat nicht für Luftdruck, fondern für Waffer leitungsdruck eingerichtet. Erwähnt feien noch der Thermoftat von W. C. Green für elektrifche Heizung, welcher zwifchen 20 und 50° die Temperatur auf 0,005° konftant hält, und derjenige von Bradley & Browne, beide in [5]. Patterfons Regulator f. in [6].

Literatur: [1] Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch d. Chemie, Bd. 7, Braunfchweig 1905. — [2] Oftwald, Hand- u. Hilfsbuch zur Ausführung phyfico-chemifcher Meffungen, Leipzig 1893. — [3] Traube, Phyfikalifch-chemifche Methoden, Hamburg und Leipzig 1893. — [4] Arendt, Technik der Experimentalchemie, Hamburg und Leipzig 1900. — [5] Geer, W. C., Ueber Thermoftaten, The Journ. of Physical Chemistry, 6, 85 ff. — [6] Journ. Chem. Soc. Ind., 21, 456 ff. *Bujard.*

Thetafunktionen (Jacobifche Funktionen), einfach periodifche Funktionen, welche in der Theorie der doppelperiodifchen oder elliptifchen Funktionen eine große Rolle fpielen.

Man unterfcheidet vier Thetafunktionen $\vartheta_0(w)$, $\vartheta_1(w)$, $\vartheta_2(w)$, $\vartheta_3(w)$, welche aus der allgemeinen Funktion:

$$\vartheta(w;\ \varepsilon,\ \varepsilon') = \sum_{-\infty}^{\infty} e^{\left\{\left(n+\frac{\varepsilon}{2}\right)^2 iK' + \left(n+\frac{\varepsilon}{2}\right)(n+\varepsilon' K)\right\}\frac{\pi i}{K}}$$

durch Spezialwerte von ε und ε' hervorgehen. Es ift nämlich $\vartheta_0(w) = \vartheta(w;\ 0,\ -1)$; $\vartheta_1(w) = \vartheta(w;\ 1,\ -1)$; $\vartheta_2(w) = \vartheta(w;\ 1{,}0)$; $\vartheta_3(w) = \vartheta(w;\ 0{,}0)$. Die Thetafunktionen haben bezw. die Perioden $2K$, $4K$, $4K$, $2K$. ϑ_1 ift eine ungerade, die andern gerade Funktionen. Alle befitzen doppelt unendlich viele Nullftellen, dagegen werden fie nur durch unendlich oftes Hinzufügen der Periode unendlich groß. Die Quotienten von Thetafunktionen find elliptifche Funktionen, nämlich: $\sin\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_3(0)}{\vartheta_2(0)} \cdot \frac{\vartheta_1(w)}{\vartheta_0(w)}$; $\cos\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_0(0)}{\vartheta_2(0)} \frac{\vartheta_2(w)}{\vartheta_0(w)}$;

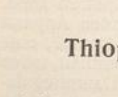
$$\Delta\operatorname{am} w = \frac{\vartheta_0(0)}{\vartheta_3(0)} \frac{\vartheta_3(w)}{\vartheta_0(w)}. \quad \text{Es ift } \vartheta_1'(0) = \frac{\pi}{2K} \vartheta_0(0)\,\vartheta_2(0)\,\vartheta_3(0).$$

Die Differentialgleichung der allgemeinen Thetafunktion ift $\frac{\partial^2 \vartheta(w)}{\partial w^2} = \frac{\pi}{K} \frac{\partial \vartheta(w)}{\partial K}$. Wie zu den elliptifchen gehören auch zu den hyperelliptifchen Funktionen entfprechende (höhere) Thetafunktionen.

Literatur: [1] Bobek, K., Einleitung in die Theorie der elliptifchen Funktionen, Leipzig 1884. — [2] Neumann, C., Vorlefungen über Riemanns Theorie der Abelfchen Integrale, 2. Aufl., Leipzig 1884. — [3] Krazer, A., Theorie der zweifach unendlichen Thetareihen auf Grund der Riemannfchen Thetaformel, Leipzig 1882. — [4] Krazer, A. und Prym, F., Neue Grundlagen einer Theorie der allgemeinen Thetafunktionen, Leipzig 1892. — [5] Prym, F., Unterfuchungen über die Riemannfche Thetaformel, Leipzig 1882. — [6] Wirtinger, W., Unterfuchungen über Thetafunktionen, Leipzig 1895. — [7] Stahl, H., Theorie der Abelfchen Funktionen, Leipzig 1896. — [8] Tannery u. Molk, Eléments de la théorie des fonctions elliptiques, II, Paris 1896. — [9] Baker, Abels Theorem and the allied theory including the theory of the thetafunctions, Cambridge 1897. — [10] Thomä, Abriß einer Theorie der komplexen Funktionen und der Thetafunktionen einer Veränderlichen, Halle 1870. — [11] Kötter, F., Ueber Thetafunktionen, Berlin 1896. — [12] Krazer, A., Lehrbuch der Thetafunktionen, Leipzig 1903. *Wölffing.*

Thibet, f. Weberei.

Thionin (Ehrlich), Lauthfches Violett, ift das Chlorhydrat des Imidamidothiodiphenylimids $C_{12}H_{10}N_3SCl$ und ftellt ein fchwarzgrünes, metallifch glänzendes, in kaltem Waffer mit violetter Farbe lösliches Pulver dar. Anwendung: In der mikrofkopifchen Technik als Kernfarbftoff und zu metachromatifchen Unterfuchungen (Schleim, Maftzellen). *Bujard.*

Thiophen C_4H_4S oder  , ein Beftandteil des Steinkohlenteers, wird aus diefem bezw. dem rohen Steinkohlenteerbenzol dargeftellt und ift eine farblofe Flüffigkeit von 1,072 fpez. Gew. bei 15° C. und einem Siedepunkt von 84° C., von fchwachem, wenig charakteriftifchem Geruch.

Synthetifch kann Thiophen auf verfchiedene Weife gewonnen werden; am wichtigften ift feine Darftellung durch Erhitzen von Bernfteinfäure mit Schwefelphosphor und Deftillieren des Reaktionsgemenges. Im Deftillat befteht der Hauptanteil aus Thiophen. Es unterfcheidet fich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Benzol auch durch die Indopheninreaktion, welche übrigens auch ſeinen Derivaten zukommt. Mit Iſatin und Schwefelſäure gibt es eine dunkelblaue Färbung. Hat antiſeptiſche Eigenſchaften.

Literatur: Die Lehrbücher der organiſchen Chemie. Ausführlich in Fehling-Hells Neuem Handwörterbuch der Chemie, Bd. 7, Braunſchweig 1905. *Bujard.*

Thioſchwefelſäure, unterſchweflige Säure $H_2S_2O_3$; vgl. Thioſulfate und Thioverbindungen.

Thioſulfate (Hypoſulfite), die Salze der unterſchwefligen Säure, die in freiem Zuſtande nicht bekannt iſt. Ueber die Darſtellung des wichtigſten, des Natriumthioſulfats, ſ. Soda (Verarbeitung der Rückſtände, S. 144). *Bujard.*

Thioverbindungen, beſondere Art von Schwefelverbindungen.

Der Schwefel bildet mit Waſſerſtoff eine nach dem Typus Waſſer (*H—O—H*) zuſammengeſetzte Verbindung *H—S—H*, in welcher er zweiwertig auftritt, und ähnlich wie das Hydroxyl *—OH* tritt die einwertige Gruppe *—SH* in Verbindungen ein. Solche Verbindungen nennt man Thioverbindungen; eine ſolche iſt z. B. die Thioſchwefelſäure. Man kann dieſe als eine Schwefelſäure $SO_2\langle^{OH}_{OH}$ anſehen, in welcher ein Hydroxyl durch *SH* erſetzt iſt. Die Formel der Thioſchwefelſäure iſt demnach $SO_2\langle^{SH}_{OH}$. Die Säure iſt überhaupt nur in verdünnter wäſſeriger Löſung exiſtenzfähig und zerſetzt ſich völlig in kurzer Zeit. Die Salze ſind beſtändig, am wichtigſten iſt das Natriumthioſulfat (ſ. Soda, Verarbeitung der Rückſtände, S. 144).

Im Gegenſatz zu den Thioverbindungen nennt man Verbindungen, in welchen der Schwefel vierwertig auftritt, Sulfinverbindungen, in welchen er ſechswertig auftritt, Sulfoverbindungen.

In der organiſchen Chemie nennt man Thioverbindungen diejenigen Schwefelverbindungen, welche nicht direkt mit Sauerſtoff verbundenen Schwefel enthalten, ſondern bei welchen der Schwefel direkt mit dem Kohlenſtoff verbunden iſt. *Bujard.*

Thomasprozeß, -roheiſen, -flußeiſen, -ſtahl, -werk. Thomasprozeß iſt der von Thomas und Percy Gilchriſt 1878 zuerſt durchgeführte Prozeß der Herſtellung von Flußeiſen bezw. Stahl aus phosphorhaltigem (Thomas-)Roheiſen in einer mit (baſiſcher) Teerdolomitmaſſe ausgemauerten Beſſemerbirne (vgl. a. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112, Roheiſen, Bd. 7, S. 461). — Thomaswerk bezeichnet ein Stahlwerk, in dem der Thomasprozeß ausgeübt wird. *A. Widmaier.*

Thomasſchlacke, ein Nebenprodukt der Stahlfabrikation im Beſſemerprozeß (vgl. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112). Nach Thomas und Gilchriſt wird behufs der ſo notwendigen Entphosphorung des Eiſens die ſogenannte Beſſemerbirne mit Steinen von Dolomit ausgekleidet. Der Phosphor des Eiſens wird infolge der hohen Temperatur und des zugeführten Sauerſtoffs der atmoſphäriſchen Luft zu Phosphorſäure oxydiert und dieſe verbindet ſich mit dem Kalk der Dolomitſteine und mit dem außerdem zur Schonung der Ausfütterung der Birne noch direkt hinzugegebenen Kalk zu phosphorſauerm Kalk, welcher nach Beendigung des Prozeſſes als Schlacke gewonnen und fein gemahlen als künſtliches Düngemittel in den Handel kommt. Deutſchland konſumierte 1901 ca. 10000000 dz Thomasſchlacke bei einem Konſum von ca. 22000000 dz Phosphate überhaupt [1].

Ueber die Wirkung der Phosphorſäure in der Thomasſchlacke im Verhältnis zu derjenigen im Superphosphat war man lange im unklaren. Die Phosphorſäure im Thomasmehl koſtete lange Zeit ungefähr die Hälfte des Preiſes jener im Superphosphat und ſollte auch ungefähr nur halb ſo wirkſam ſein, was von vielen Landwirten beſtätigt wurde, während ihr zahlreiche andre nach den damit erzielten Erträgen bald eine größere, bald eine geringere Wirkung zuerkannten. Dieſer Mißſtand war um ſo größer, weil es allgemein üblich iſt, den Preis der künſtlichen Düngemittel nur nach den in ihnen enthaltenen wirkſamen Subſtanzen feſtzuſetzen. — Paul Wagner-Darmſtadt [2] hat dieſe Streitfrage endgültig entſchieden. Er ſtellte Düngungsverſuche mit verſchiedenen Thomasmehlen an, ſetzte die Wirkung der beſten, welche faſt ſo gut wirkten wie Superphosphat, gleich 100 und fand im Verhältnis hierzu die Wirkung der andern gleich 80, 66, 50, 30 u. ſ. w. Dieſe ſo verſchieden wirkſamen Thomasmehle wurden bisher alle als gleichwertig behandelt, und es gab einen Preisunterſchied zwiſchen ihnen nur nach der Feinheit des beim Mahlen erzielten Kornes. Wagner ſtellte feſt, daß jedes der unterſuchten Thomasmehle in demſelben Maße wirkte, als ſeine Phosphorſäure zitratlöslich war und hat ſomit einen Maßſtab für die Bewertung der Thomasſchlacke gefunden. — Die Richtigkeit ſeiner Theorie hat Wagner durch vergleichende Kulturverſuche bewieſen. — Die Zitratlöslichkeit ſtellte Wagner durch Einwirkung einer ſchwachen Löſung von Ammoniumzitrat in freier Zitronenſäure auf das betreffende Phosphat feſt. Er unterſuchte weiter, woran es wohl läge, daß einzelne Thomasmehle ſo außerordentlich zitratlöslich ſind und infolgedeſſen ſo gut wirken, während das bei andern nicht der Fall iſt, und wie man die letzteren wohl verbeſſern könnte. Er hat gefunden, daß die Zitratlöslichkeit der einzelnen Thomasmehle mit ihrem Kieſelſäuregehalt Hand

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Hand geht. — Wie man alſo die Rohphosphate mit Schwefelſäure auffchließt, um ſie hierdurch zu Superphosphaten, d. h. ihre Phosphörſäure, löslich zu machen, ſind jene Thomasmehle, welche hochprozentig zitratlöslich ſind, gewiſſermaßen mittels Kiefelſäure aufgeſchloſſen. Wagner empfiehlt deshalb, in die flüſſige Schlacke der Hochöfen einige Karren Sand zu ſchütten, um durch dieſen Zuſatz von Kiefelſäure die Zitratlöslichkeit der betreffenden Thomasſchlacken weſentlich zu erhöhen.

Literatur: [1] Rümpler, A., Käufliche Düngeſtoffe, 3. Aufl., Berlin 1889; Weitz, M., Der landwirtſchaftliche Raubbau, 3. Aufl., Berlin 1895. — [2] Wagner, Paul, Düngungsfragen, Heft 3, Berlin 1896, Heft 4, 1898, Heft 5, 1904.

Weitz.

Thomaſſetmaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 734.

Thomſonſche Gleichung in der Wärmetheorie. Wirkt auf die Oberfläche eines Körpers lediglich ein gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit und es wird p um Δp erhöht, ohne daß Wärme zu- oder abgeführt wird, ſo ändert ſich die Temperatur t des Körpers um einen Betrag, welchen zuerſt W. Thomſon feſtſtellte [1] S. 283:

$$\Delta t = \frac{\alpha v_0}{c_p} A T \Delta p,$$

weshalb dieſe Beziehung mitunter die Thomſonſche Gleichung genannt wird.

Es bedeuten darin α den kubiſchen Ausdehnungskoeffizienten (ſ. d.), c_p die ſpezifiſche Wärme (ſ. d.) bei konſtantem Druck, $1/A = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent (ſ. d.), $T = 273 + t$ die abſolute Temperatur (ſ. d.) und v_0 das Volumen der Gewichtseinheit, welches dem Anfangsdrucke p bei $t = 0°$ entſprechen würde. Eine ähnliche Formel beſteht für axial beanſpruchte Stäbe [2] S. 91, [4] S. 517, [8]. Die Thomſonſche Gleichung ergibt ſich aus den Hauptgleichungen der Wärmetheorie (ſ. d.) für unendlich kleine Aenderungen $\Delta p = d p$, $\Delta t = d t$, bleibt aber für feſte und flüſſige Körper auch bei erheblichen endlichen Δp (welchen nur kleine Δt entſprechen) genügend genau und iſt für ſolche durch Verſuche von Joule u. a. beſtätigt worden [2], [3], [4] S. 481, 517. Vgl. Kompreſſionswärme.

Literatur: [1] Thomſon, On the dynamical theory of heat etc., Edinburgh Transactions 1851, XX, S. 270. — [2] Joule, On the thermal effects of compressing fluids, Phil. Transactions 1859, CIL, S, 133. — [3] Derſ., On some thermodynamic properties of solids, Phil. Transactions 1859, CIL, S. 91. — [4] Rühlmann, Handbuch der mechan. Wärmetheorie I, Braunſchweig 1876, S. 475, 476, 481, 492, 517, 524 u. f. w. — [5] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 598. — [6] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 562. — [7] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 637. — [8] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie II, Stuttgart 1907, S. 388, 389.

Weyrauch.

Thorit, Mineral, waſſerhaltiges Thor- und Siliciumoxyd.

Kriſtalliſiert tetragonal; meiſt derb, ſchwarz, von dunkelbraunem Strich, glasglänzend, undurchſichtig. Spez. Gew. 4,5. Sehr ſchwer ſchmelzbar; von Salzſäure unter Abſcheidung von Kiefelgallert zerſetzbar. Im Syenit bei Brevig in Norwegen. Zur Gewinnung der Thorerde benutzt und zur Herſtellung von Glühlichtſtrümpfen verwendet. Radioaktiv.

Literatur: Schilling, J., Die eigentlichen Thoritmineralien, Zeitſchr. f. angew. Chemie 1902, 869 und 921.

Leppla.

Thorium *Th*, Atomgew. 232,5. Graues, grell leuchtend verbrennbares Pulver von 11,0 ſpez. Gew.

Seine Verbindungen kommen in der Natur vor ſim Thorit (ThO_2, $SiO_2 + 2\,H_2O$), in einigen andern ſeltenen Mineralien und im Monazit (ſ. d., Bd. 6, S. 480). Feingemahlener Monazit wird mit Schwefelſäure aufgeſchloſſen und ſämtliche Erden durch Oxalſäure als Oxalate gefällt, die nach verſchiedenen Methoden voneinander getrennt werden. Das reine Thoriumſulfat wird ſchließlich durch Baryumnitrat in Thoriumnitrat umgeſetzt, deſſen Löſung zum Imprägnieren der Auerlichtſtrümpfe dient und das bei dem Ausbrennen der Strümpfe in Thorerde, Thoriumdioxyd, ThO_2, übergeht.

Moye.

Thornycroftkeſſel, ein Waſſerrohrkeſſel, ſ. Schiffskeſſel.

Thulitſtein, ein aus einem roſenroten, manganhaltigen Epidot beſtehendes, im Gneis bei Trondhjem in Norwegen auftretendes, ziemlich weiches Geſtein, welches in Paris zu kleineren Ornamenten und Zieraten verarbeitet wird. *Leppla.*

Thulium *Thu*, Atomgew. 169,65, chemiſches Element, in einigen norwegiſchen ſeltenen Mineralien vorkommend, ſo im Gadolinit, auch im Samarſkit von Nordkarolina.

Bujard.

Thymol (Thymiankampfer), eine in großen, durchſichtigen Würfeln und Oktaedern kriſtalliſierende, zu den Phenolen (ſ. d.) gehörige organiſche Verbindung $C_{10}H_{14}O$.

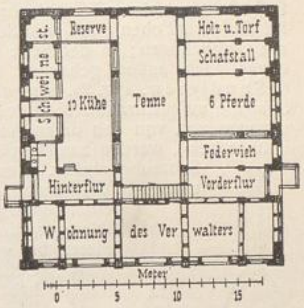
Schmelzpunkt 44° und Siedepunkt 230°. Das Thymol iſt iſomer mit dem Carvacrol (ſ. d.) und beſitzt die Formel $C_6H_3\overset{(1)}{OH}\overset{(3)}{CH_3}\overset{(6)}{C_3H_7}$ eines Methyliſopropylphenols. Es findet ſich in einer Anzahl von ätheriſchen Oelen, ſo namentlich im Thymianöl und dem Oel von Monarda punctata,

und wird hieraus durch Schütteln mit Kalilauge und Ausfällung der filtrierten Löfung mit Salzfäure gewonnen. Es befitzt einen thymianähnlichen Geruch und dient als Antifeptikum. *Bujard.*

Ti, in der Chemie Zeichen für Titan.

Tiefbau, Gegenfatz zu Hochbau, unrichtige Bezeichnung für Arbeiten der Ingenieure gegenüber folcher der Architekten; im Bergbau der Betrieb unterhalb des tiefften Stollns (f. d.).

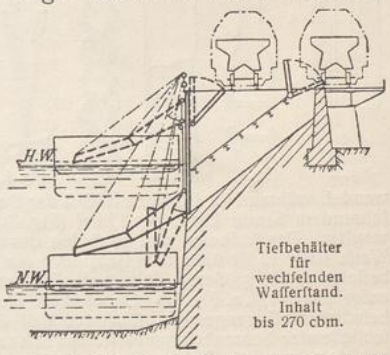
Tiefbauten, landwirtfchaftliche, find Gebäude, die fämtliche zum Betriebe der Landwirtfchaft gehörigen Räume, zuweilen fogar einfchließlich der Wohnung des Verwalters oder Befitzers, unter einem Dach vereinigen.



Diefer von dem Kreisbaumeifter a. D. Hoffmann angeregte Gedanke hat nur in vereinzelten Beifpielen zu Bauausführungen geführt. Der Grundriß knüpft an das altfächfifche Bauernhaus an (f. Gehöfteanlagen). Durch Annäherung der Grundform an das Quadrat und Verminderung des Gebäudeumfanges werden Baukoften und Wärmeverlufte erfpart. Die Stallungen liegen zu ebener Erde, darüber die Scheunenräume. Das Erdgefchoß ift feuerficher ohne Anwendung von Eifen überwölbt. Die Lüftung erfolgt durch gemauerte Vierrichtungsfchlote (vgl. Lüftung der Ställe), und zur Beleuchtung der ungewöhnlich tiefen Räume dienen fogenannte „Lichter", d. h. mit feft vermauerten Rohglasfcheiben gefchloffene Maueröffnungen, welche die ganzen Schildbögen der Gewölbe einnehmen (f. die Figur). Einige ausgeführte Beifpiele find in der angeführten Schrift [1] mitgeteilt.

Literatur: [1] Hoffmann, E. H., Ueber landwirtfchaftl. feuerficbere Tiefbauten, Berlin 1867. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Tiefbehälter (Erdfüllrümpfe, Bunker u. f. w.) find — ähnlich wie Hochbehälter (f. d.) — meift in Form von Tafchen (f. d.) in Stein oder Beton ausgeführte, zur Lagerung von Schüttgut beftimmte Vorratsräume als Einfchaltungen zwifchen Verkehrsmittel verfchiedener Art, zwifchen Verkehrsmittel und Gebäude- oder Haufenlager und umgekehrt. Vgl. Haufenlager, Kipper, Konveyor, Krane für Maffentransport, Schwerkraftbahnen, Silofpeicher, Maffentransport und [1].



Tiefbehälter für wechfelnden Waffertand. Inhalt bis 270 cbm.

Vielfach mit Sturzbahnen bei wechfelndem Waffertand (f. die Figur) [2] für Kohlen- und Erzverladung von der Eifenbahn in Schiffe (Schonung der Rohftoffe) verbunden. Tiefbehälter für Erze bei Hochofenbefchickung (f. Schrägaufzüge und [3]), für Kohle bei Lokomotivbekohlungsanlagen (f. d.), für Gasfabriken (f. d.), für Verfatzmaterial auf Hüttenwerken (f. d. fowie Druckwafferförderer und [4]).

Literatur: [1] Buhle, Maffentransport, Stuttgart 1908, S. 341; Derf., Glafers Annalen 1898, II, S. 88 ff. und Tafel VI; Derf., Techn. Hilfsmittel zur Beförd. u. Lagerung von Sammelkörpern (im folgenden bezeichnet mit T. H.), Berlin 1906, III, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 1598); T. H., III, S. 273 ff.; ferner „Stahl und Eifen" 1909, S. 457, bezw. „Glückauf" 1909, S. 37 ff., und Eng. News 1908, S. 729 ff. — [2] Berkenkamp, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 361; „Stahl und Eifen" 1906, S. 1033 ff. — [3] Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 322; 1904, S. 199 u. f. w. — [4] Pütz, O., Das Spülverfatzverfahren, Berlin 1907, S. 19 ff. *M. Buhle.*

Tiefbohren oder Erdbohren [1] bezweckt die Unterfuchung der Erdrinde in größerer Tiefe. Im allgemeinen dient das Tiefbohren der Vorbereitung des Bergbaubetriebes durch Auffuchung von Lagerftätten nutzbarer Mineralien; doch kann in einzelnen Fällen das Bohrloch felbft zur Gewinnung von Mineralien (Salzfole, Erdöl, Schwefel) auch zur Befchaffung von brauchbarem Waffer (f. Brunnen) dienen (Erdbohren zur Feftftellung der Befchaffenheit des Baugrundes vgl. Sondieren). Beim eigentlichen Grubenbetriebe werden Tiefbohrungen zuweilen angewendet, z. B. zur Herftellung von Wetterbohrlöchern an Stelle von Wetterfchächten. Ferner hat man beim Abteufen eines neuen Schachtes für eine fchon beftehende Grube den Schachtpunkt mittels Strecke unterfahren und dann ein Bohrloch auf diefe niedergebracht, um hierdurch die Waffethaltung aus dem Schachtabteufen zu erfparen. Man führt das Waffer durch das Bohrloch den Pumpen der bereits vorhandenen Schächte zu. Auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Suchbohren, besonders in geneigter Richtung zur Gebirgsunterfuchung von vorhandenen Grubenbauen aus, findet immer mehr Eingang, und zwar unter Anwendung der Diamantbohrung. Ueber die Herftellung der Gefrierbohrlöcher beim Schachtabteufen nach dem Poetfchen Verfahren und über Schachtbohren vgl. Schachtabteufen, Bd. 7, S. 578.

Das **Geftängebohren** umfaßt diejenigen Verfahren, bei denen der Bohrer an einem aus maffiven, miteinander verfchraubten Stangen beftehenden Geftänge gehandhabt wird. In lofem und weichem Gebirge wird der Bohrer gedreht und wirkt fchneidend, während in feftem Geftein der Meißelbohrer (Fig. 1), gewöhnlich mit Ohrenfchneiden *o* verfehen, ftoßend gebraucht wird.

Das **Drehbohren.** Der hierbei am meiften angewendete Bohrer ift die Schappe (Fig. 2); fie befteht aus einem Eifenblechzylinder, deffen oberes Ende an eine gegabelte Stange angenietet ift, diefe trägt oben Bund und Schraube. Ein breiter Lappen am unteren Zylinderrande ift eigenartig umgebogen; an der Seite ift der Zylinder aufgefchnitten und der eine Rand als Schneide etwas nach außen gebogen. Zur Drehung des Bohrers wird gewöhnlich ein Drehhebel (f. Sondieren, Fig. 2), Krückel genannt, auf das eine Schraube bildende obere Ende der Schappe aufgefchraubt. Nachdem diefe um ein gewiffes Maß eingedrungen ift, wird fie herausgezogen und von den daran haftenden Bodenmaffen befreit. Dem Fortfchreiten der Bohrung entfprechend, werden zwifchen Schappe und Krückel Bohrftangen — unten in die entfprechende Schraubenmutter, oben in die Schraubenfpindel endend und außerdem an jedem Ende mit einer Verdickung, dem Bunde, verfehen — eingefügt; fie find aus Schmiedeeifen gefertigt oder beftehen aus Holz mit eifernen Befchlägen an den Enden. Die gewöhnlich verwendeten Stangen (Hauptftangen) haben mehrere Meter, bei großen Bohrungen bis zu 20 m Länge; um jedoch jederzeit das Geftänge nur fo viel zu verlängern, daß der Krückel bequem gehandhabt werden kann, find Hilfs- oder Auffatzftangen vorhanden, deren Länge $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ u. f. w. der Hauptftange beträgt. Bringt die Schappe den losgebohrten Boden nicht heraus, fo führt man den Löffel (Fig. 3) ein; er ift ein Eifenblechzylinder, etwa vom Durchmeffer des Bohrloches, unten mit einem Ventil, z. B. Kugelventil, verfehen. Die Maffen öffnen das Ventil, treten in den Löffel ein, und ihr Gewicht fchließt beim Aufholen das Ventil wieder. Oben ift der Löffel an eine gegabelte Stange mit Bund und Schraube angenietet. In härterem Boden wird der Schnecken- oder Spiralbohrer (Fig. 4) und auch der Trepanierbohrer (Fig. 5) angewendet, während im fandigen Boden der Sackbohrer (f. d.) gute Dienfte leiftet. In ftark waffer-führendem Sande kann der Löffel (Fig. 3), dann Ventilbohrer genannt, zum Bohren benutzt werden. Das Aufholen und Einholen des Geftänges findet bei größerem Gewichte in folgender Weife ftatt: es ift über dem Bohrloche ein Gerüft (in einfachen Fällen aus drei ftarken Bäumen beftehend, bei größeren Bohrungen Bohrturm genannt) aufgeftellt und darin eine Seilfcheibe aufgehängt (vgl. a. Fig. 17). Ueber diefe läuft von einem Vorgelegehafpel aus ein Seil mit daran befeftigtem Gegengewicht (um das Seil ftets gefpannt zu erhalten), einem Wirbel und anfchließender Schraubenmutter (Kopffchraube) oder ftatt derfelben einem Förderhaken, mit dem man die Bohrwerkzeuge unter dem Bunde faffen kann; im letzteren Falle müffen doppelte Bunde vorhanden fein. Auf die Mündung des Bohrloches ift eine zweiteilige ftarke Decke (Bohrfchere) gelegt, die nur das Geftänge durchläßt. Man befeftigt nun, um das Geftänge aufzuholen, die Kopffchraube an der oberften Stange und hebt das Bohrzeug mit Hafpel und Seil fo weit an, daß man auf der Bohrfchere unter den nächften Stangenbund eine Abfangegabel oder Geftängegabel (Fig. 6) unterfchieben kann und läßt auf diefe das Geftänge auffetzen. Die oberfte Stange wird darauf abgefchraubt, zur Seite gerückt, die Kopffchraube gelöft und, nachdem das Seil nachgelaffen wurde, von neuem auf der nächften Stange befeftigt. So holt man nach und nach das ganze Geftänge auf; beim Einlaffen verfährt man umgekehrt. Stangenzug nennt man mehrere, beim Aufholen miteinander verfchraubt bleibende Stangen; der Bohrturm muß entfprechende Höhe haben.


Fig. 2.


Fig. 1.

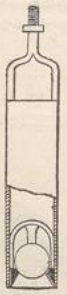

Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.

In feftem Geftein muß zum **Stoßbohren** übergegangen werden. Stoßbohren an einem mit dem Meißel feft verfchraubten, ununterbrochen bis zu Tage reichenden Geftänge nennt man englifches Stoßbohren; es kann nur bis zu befchränkten Bohrlochtiefen angewendet werden, da bei zu großem Gewichte des Bohrzeuges infolge Stauchungen Brüche eintreten. Das deutfche Stoßbohren vermeidet diefen Uebelftand dadurch, daß das Geftänge durch ein Zwifchenftück (Rutfchfchere oder Freifallbohrer, f. weiter unten) in zwei voneinander unabhängige Teile, das mit dem Meißelbohrer feft verbundene Untergeftänge und das Obergeftänge, zerlegt wird. Das letztere wird von den Meißelfchlägen nicht mit betroffen und dient lediglich zur Verbindung des Zwifchenftückes mit der an der Oberfläche befindlichen Bewegungseinrichtung. Kanadifches Bohren nennt man eine für nicht zu harte Geftеine geeignete Methode, die zuerft in den Erdöldiftrikten Nordamerikas ausgebildet wurde und auch heute noch in ähnlicher Form in den Petroleumgebieten Anwendung findet. — Die Bewegungseinrichtung für das Stoßbohren über Tage befteht aus einem zweiarmigen Hebel (Bohrfchwengel), der auf dem Schwengelftänder, auch Bohrdocke genannt, verlagert ift

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(vgl. *f* in Fig. 17); an dem kurzen Laſtarme iſt das Bohrgeſtänge unter Einfügung der Kopfſtücke aufgehängt, an dem langen Kraftarme greift bei kleinen Bohrungen die Mannſchaft an; bei größeren Bohrungen iſt ein ſtehender Dampfzylinder angeordnet, deſſen Lenkſtange direkt am Bohrſchwengel befeſtigt iſt. Das Bohrgeſtänge wird jedesmal angehoben und dann fallen gelaſſen, damit der Meißel vor dem Bohrorte den Schlag führt. Zu großes Gewicht des Bohrzeuges, beim deutſchen Bohren das Gewicht des Obergeſtänges, iſt durch Gegengewicht am Kraftarme des Bohrſchwengels ausgeglichen; überdies iſt eine ſtarke Prellvorrichtung vorhanden, welche die Umkehr der Bewegung erleichtert. Die Kopfſtücke (Fig. 7) beſtehen aus dem Wirbel *w* nebſt Krückel *k* zum Umſetzen des Bohrers (Drehen um einen kleinen Winkel) nach jedem Schlage (zuweilen dient auch der Krückel zum Auslöſen des Abfallſtückes am Freifallbohrer), ferner aus der Nachlaßſchraube *n*, welche eine dem Bohrvorſchritte entſprechende allmähliche Verlängerung des Bohrgeſtänges geſtattet. Es iſt ein Schraubenbolzen von der Länge der kürzeſten Hilfsſtange, deſſen Mutter ſich in einer Schere befindet; letztere wird nach und nach abgeſchraubt. Beim Stoßbohren muß von Zeit zu Zeit zur Beſeitigung des abgebohrten Geſteins (Bohrmehl, Bohrſchlamm) gelöffelt werden. Die Zeit, während welcher fortgebohrt werden kann, nennt man eine Bohrhitze. Zum Löffeln muß zunächſt das Geſtänge mit dem Meißel aufgeholt werden, dann wird der Löffel gewöhnlich mit einem beſonderen Haſpel am Seile (Löffelſeil) verwendet. An die Stelle der Nachlaßſchraube tritt jetzt häufig die Nachlaßkette (vgl. Fig. 12 und kanadiſches Bohren, weiter unten). Um das Löffeln zu erſparen, hat man auch beim Stoßbohren Hohlgeſtänge und Waſſerſpülung zur Entfernung des Bohrmehls in Anwendung gebracht (vgl. Spülbohren, weiter unten).

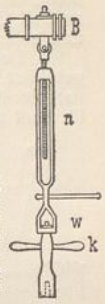


Fig. 7.

Die Zwiſchenſtücke. Die Rutſchſchere wurde zuerſt 1834 durch v. Oeynhauſen zur Anwendung gebracht; ſie beſteht (Fig. 8) aus der an das Obergeſtänge anſchließenden Schere *a*, deren Arme unten durch einen Ring verbunden ſind, und dem Abfallſtück *b*, deſſen Zunge durch eine entſprechende Bohrung des Ringes hindurchgeht und oben den von einem durchgeſteckten Keile gebildeten Kopf *F* trägt. Die Schere endet oben in Bund und Schraube, das Abfallſtück unten in die Schraubenmutter zur Verbindung mit dem Untergeſtänge. Beim Anheben des Meißels ruht der Kopf des Abfallſtückes auf dem Ringe der Schere; wird der Schlag geführt, ſo wirkt nur das Gewicht des Meißels und des Untergeſtänges, das Obergeſtänge nebſt Schere gleitet ein Stück an der Zunge des Abfallſtückes abwärts. Die Rutſchſchere von Kind beſteht aus zwei um 90° gegeneinander gedrehten Scheren. — Von Freifallbohrern ſeien hier diejenigen von Kind, 1844 eingeführt und von Fabian beſchrieben, da die meiſten andern Bauarten ſich an die beiden genannten anlehnen. Bei dem Kindſchen Freifallbohrer (Fig. 9 und 10) endet das Obergeſtänge *O* in eine Schere *S*, deren beide Hälften unten durch einen Ring *r* verbunden ſind. In dieſem führt ſich die Zunge des Abfallſtückes *A*, welche oben in das Köpfchen *k* endet; innerhalb der Schere iſt ferner die Zange *Z* eingebaut, deren beide Hälften oben durch einen Winkelhebel verbunden ſind. An dieſen ſchließt eine gegabelte Zugſtange an, die oben das kreisförmige Hütchen *H*, angenähert vom Bohrlochdurchmeſſer trägt. Iſt der Schlag des Meißels erfolgt (Fig. 10), ſo geht auch das Obergeſtänge mit Schere und Zange abwärts; hierbei drückt das Waſſer von unten gegen das Hütchen, und die Zange ſchiebt ſich geöffnet über den Kopf des Abfallſtückes. Wird dann das Obergeſtänge wieder angehoben, ſo drückt (Fig. 9) das Waſſer das Hütchen in die tiefſte Stellung, die Zange ſchließt ſich, faßt den Kopf des Abfallſtückes und hebt dieſes mit hoch. Bei Beginn des Niederganges wird das Hütchen durch den Waſſerdruck wieder in die höchſte Stellung gebracht, die Zange öffnet ſich und läßt das Abfallſtück fallen. — Der Fabianſche Freifallbohrer (Fig. 11) beſteht aus einem hohlen Zylinder *C*, der an das Obergeſtänge *O* anſchließt; derſelbe hat außer einer axialen Bohrung zwei ſenkrechte Schlitze *s*, welche ſich oben verbreitern, die obere Abſchrägung *a* heißt Gleitfläche, die wagerechte Fläche *b* Sitzfläche. Das Abfallſtück *A* bewegt ſich in der axialen Bohrung des Zylinders und trägt oben einen Kopf (oder Flügel) *F*, der in den Schlitzen geführt wird. Nachdem der Meißel einen Schlag auf die Bohrlochſohle geführt hat, folgt das Obergeſtänge nach, die Flügel des Abfallſtückes gleiten in den Schlitzen des Zylinders aufwärts, werden dann durch die Gleitflächen ſeitwärts gedrückt und über die Sitzflächen gebracht. Auf dieſen ruhen beim Wiederaufgang des Geſtänges die Flügel des Abfallſtückes, das mit gehoben wird. Nach Beendigung des Aufganges gibt der Bohrmeiſter am Krückel dem Obergeſtänge eine kurze plötzliche Drehung; hierdurch gleiten die Flügel von den Sitzflächen ab, und es erfolgt, während ſich das Obergeſtänge in Ruhe befindet, der Schlag des Meißels vor dem Bohrort. — Um bei Benutzung eines Zwiſchenſtückes über ein genügendes Schlaggewicht zu verfügen, wird zwiſchen Bohrmeißel und Abfallſtück eine ſtarke Stange (Bohrklotz, -bär, Schwerſtange) eingeſchaltet. Wird beim Bohren mit dem Meißel in ungleich

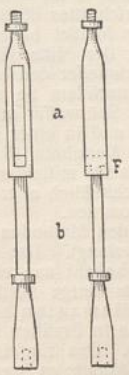


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

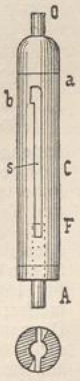


Fig. 11.

harten Gesteinen, z. B. in Konglomeraten, das Bohrloch nicht gleichmäßig rund, so bedient man sich zum Nachbohren (Nachbüchsen) der Bohrbüchse, d. i. ein zylindrischer Bohrer mit kreisförmiger Schneide. — Die Natur der durchbohrten Schichten muß beim stoßenden Bohren aus dem aufgeholten Bohrschlamme beurteilt werden, der namentlich dann, wenn von den Wandungen des Bohrloches Gesteinsmaterial nachfällt, nur unsichere Schlüsse gestattet. Man hat daher versucht, mit Meißeln, an denen die Mitte der Schneide ausgespart ist (Kernbohrer), von Zeit zu Zeit Gesteinskerne abzubohren, mit besonderen Werkzeugen (Kernbrecher) abzubrechen und aufzuholen. Näheres hierüber in [1], Bd. 1.

Das kanadische Bohrsystem ist gekennzeichnet durch einfache, aber gut durchgebildete Apparate bei Anwendung von Holzgestänge, Rutschschere und Nachlaßkette (Fig. 12) statt der Nachlaßschraube. Die Nachlaßkette, an der das Gestänge mittels Kopfschraube befestigt ist, läuft am Bohrschwengel mehrere Male über eine starke eiserne Spirale, um die nötige Reibung zu erzeugen; das Ende der Kette ist auf eine kleine Welle aufgewickelt, die auf dem Bohrschwengel verlagert ist. Sperrklinke nebst Sperrad, die in der Regel das Abwickeln der Kette hindern, können gegen den Zug der Feder *f* nach Bedarf durch den Seilzug *s* vom Krückelführer ausgelöst werden, um die Kette nachzulassen. Der Antrieb des Bohrschwengels erfolgt durch Riemenübertragung, Kurbel und Lenkstange von einer Lokomobile aus; mittels eines zweiten Riemens, der durch eine Spannrolle angedrückt wird, kann nach Lösung der Lenkstange auch der Haspel mit dem Seile zum Aufholen und Einlassen des Gestänges in Betrieb gesetzt werden. Es wird am Gestänge gelöffelt. Das Verfahren wird bis zu Tiefen von 200 und 400 m angewendet, und es werden mit geübten Arbeitern Fortschritte bis zu 10 m täglich erzielt ([1], Bd. 1). Dem hier beschriebenen kanadischen Bohrsystem schließen sich die in den Erdölgebieten angewendeten Einrichtungen an, jedoch wird, um Zeit zu ersparen, am Seil gelöffelt.

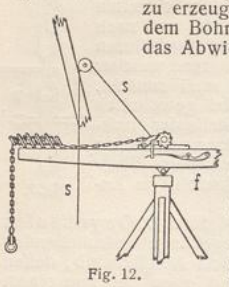


Fig. 12.

Spülbohren ([1], Bd. 2) umfaßt alle diejenigen Verfahren der Tiefbohrtechnik, bei denen als Gestänge Rohre benutzt werden und ein mittels Druckpumpe durch dieselben bis vor das Bohrort gedrückter Wasserstrom entweder die losen Gebirgsmassen selbst löst (Dänisches Spülbohren) oder den durch ein Bohrwerkzeug gelösten Bohrschmand fortspült. Das Spülwasser steigt, indem es das Gesteinsmaterial mit sich fortführt, zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwand oder einer an ihre Stelle tretenden Verrohrung (s. weiter unten) wieder in die Höhe und verläßt durch einen aufgesetzten Ausguß das Bohrloch. Das Löffeln fällt also fort, die eigentliche Bohrarbeit kann längere Zeit ununterbrochen fortgesetzt werden, und das Bohrwerkzeug wirkt kräftiger auf der stets reinen Bohrlochsohle. Das dänische Spülbohren wurde zuerst 1855 in größerem Umfange angewendet; durch das Bohrrohr *a* (Fig. 13) gelangt der Wasserstrom bis auf die Bohrlochsohle, löst dort die losen Massen und führt sie in die Höhe, indem er zwischen Bohrrohr und Futterrohr *b* aufsteigt. — Fauck führte 1877 Zwischenstücke für das stoßende Spülbohren ein; in neuester Zeit bohren Fauck und Raky mit Bohrtürmen, welche mit den kanadischen Aehnlichkeit haben, und wenden hierbei mit bemerkenswertem Erfolge die Wasserspülung an. Beide arbeiten mit verhältnismäßig kleinem Hub und hoher Spielzahl. Dabei ist die Verlagerung des Bohrschwengels oder das Bohrgerüst federnd ausgestaltet, und es wird auch auf die Elastizität des Bohrgestänges gerechnet. Die Wirkungsweise erhellt am besten daraus, daß der Hub so eingestellt wird, daß der Bohrmeißel beim Beginn der Arbeit die Bohrlochsohle nicht berührt; erst wenn bei Steigerung der Spielzahl die Schwingungen des Bohrzeuges größer werden, führt der Bohrer kurze, kräftige Schläge auf die Bohrlochsohle. Fauck hat außerdem die umgekehrte Spülung eingeführt, um beim Meißelbohren Kerne zu erhalten und sie selbsttätig an die Oberfläche zu befördern, d. h. er pumpt das Spülwasser, nachdem auf das oberste Futterrohr ein Aufsatz mit Stopfbüchse für das Rohrgestänge aufgesetzt worden ist, zwischen Bohrwand und Rohrgestänge in das Bohrloch hinunter und läßt es im Rohrgestänge wieder aufsteigen. Wegen des kleinen Querschnittes ist die Geschwindigkeit hier verhältnismäßig groß. Der Meißel besteht aus mehreren parallelen Schneiden (Fig. 14), in der Mitte ist eine Bohrung ausgespart, welche dem inneren Durchmesser des Rohrgestänges entspricht. Die Bohrkerne brechen ab, nachdem sie eine gewisse Länge erreicht haben, werden von dem Spülwasser mit in die Höhe geführt, an die Oberfläche gebracht und in einer seitlich an das Rohrgestänge angebauten Kammer aufgefangen. Das Verfahren (Schnellschlagbohren, auch Rapidbohren genannt) eignet sich besonders für mittelharte Gesteine; es kann auf eine durchschnittliche tägliche Leistung von 20 m, einschließlich aller Nebenarbeiten, gerechnet werden, doch sind Tagesleistungen von 200 m vorgekommen.

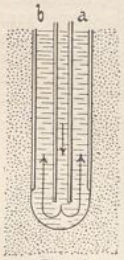


Fig. 13.



Fig. 14. Kernbohrer von Fauck (Ansicht von unten).

Besondere Wichtigkeit hat unter den Methoden des Spülbohrens das 1864 von Lefchot (Genf) erfundene Diamantbohren erlangt. Das Bohrwerkzeug, die Bohrkrone (vgl. a. Steinbearbeitungsmaschinen), besteht aus einem stählernen zylindrischen Ring (*R* in Fig. 15), dessen äußerer Durchmesser um einige Millimeter kleiner ist als der Bohrlochdurchmesser; die untere Fläche ist mit Bohrdiamanten besetzt. Hierzu dienen gewöhnlich schwarze Diamanten, Carbonados genannt, die in Brasilien in Seifen gewonnen werden, oder unreine, nicht schleifwürdige Diamanten (bort). Das Einsetzen der Steine in die Bohrkrone ist eine äußerst wichtige, aber auch schwierige Arbeit; es werden der Form der Steine entsprechende Löcher ausgemeißelt, die so gestellt sind, daß die größte Abmessung der Steine in die radiale

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 16.

Richtung fällt; dann treibt man den Stahl mittels Meißels und Hammers fo an die Steine heran, daß fie ficher feftgehalten werden; größere Zwifchenräume werden durch Kupferfpäne ausgefüllt. Am äußeren und inneren Rande ftehen einige Steine etwas über — um die Bohrkrone frei zu bohren —, während die übrigen fo angeordnet find, daß fie bei der Drehung der Bohrkrone die ganze Ringfläche beftreichen. Der Preis der Bohrdiamanten ift fehr fchwankend, zwifchen 25 und 80 ℳ für 1 Karat = 0,206 g; dabei wiegt ein Stein von reichlich Erbfengröße etwa 5 Karat. Die Krone macht über 200 Umdrehungen in der Minute und fchleift dabei vor Ort einen ringförmigen Raum aus; im mittleren Teile bleibt ein zylindrifcher Bohrkern *K* ftehen. Oben fchließt an die Bohrkrone das zur Aufnahme der Bohrkerne beftimmte Kernrohr *A* an, das durch ein Verbindungsftück *v* in das Bohrgeftänge *G* übergeht; durch letzteres wird das Spülwaffer zugeführt. Es geht unter der Diamantkrone, die für diefen Zweck mehrere vertiefte Riefen hat, hindurch und fteigt, mit dem Bohrfchmand beladen, zwifchen Bohrzeug und Bohrlochwand wieder aufwärts. Die Kerne, welche mit der Zeit abbrechen, werden durch einen federnden Ring *r* am Herabgleiten gehindert. Die Länge des Kernrohrs ergibt das Maß, um welches, ohne daß die Bohrkrone aufgeholt zu werden braucht, fortgebohrt werden kann. Die zweckmäßigfte Art der Bohrrohre zeigt Fig. 16; es werden patentgefchweißte, bei tiefen Bohrungen auch Mannesmannrohre verwendet, welche an den Enden, dort, wo die Gewinde eingefchnitten find, größere Wandftärke erhalten. Die hierdurch entftehende Verdickung bildet zu gleicher Zeit den Bund. Die Verbindung der einzelnen Rohrlängen gefchieht am zweckmäßigften durch äußere Muffe, da das Geftänge beim Bohren etwas fchwankt und die Rohre felbft durch die Muffen vor Abnutzung durch das Anftreifen an den Bohrlochwänden gefchützt werden, während letztere fich leicht und billig erfetzen laffen. Innere Muffen (Nippel) werden nur noch felten gebraucht; fie hemmen den Spülwafferftrom. — Ueber den Antrieb des Bohrgeftänges, Klemmfutter, Wafferwirbel oder Drehkopf f. [1], Bd. 3.

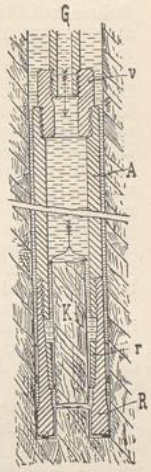




Fig. 15.

Je nach der Härte des Geftеins, dem Durchmeffer und der Tiefe des Bohrloches beträgt die durchfchnittliche tägliche Leiftung beim Diamantbohren etwa 6—15 m. Außer dem fchnelleren Fortfchritte gegenüber dem Stoßbohren befteht der wefentlichfte Vorteil darin, daß die Bohrkerne viel zuverläffigeren Aufchluß über die Natur der durchbohrten Gebirgsfchichten geben als der Bohrfchlamm. Auch im löslichen Gebirge, z. B. in Salzen, kann man Bohrkerne erhalten; man verwendet dann ftatt des Spülwaffers eine gefättigte Löfung von Magnefiafalzen, die den erbohrten Salzkern nicht auflöft. Für fehr tiefe Bohrungen wird jetzt nur noch die Diamantbohrung angewendet.

Eine weitere Methode des Tiefbohrens, das **Seilbohren**, ift dadurch gekennzeichnet ([1], Bd. 4), daß ftatt des Geftänges ein Seil verwendet und an diefem ftoßend gebohrt wird; es verringert fich der Zeitaufwand beim Einlaffen und Aufholen des Bohrers ganz wefentlich, da das Zufammenfchrauben und Auseinanderfchrauben des Geftänges fortfällt. Das Seil wird mittels Seilklemme gefaßt und diefe am Bohrfchwengel befeftigt. Das geringere Gewicht des Seiles gegenüber dem Geftänge geftattet die Anwendung des Verfahrens auch für Tiefen bis zu 1600 m. Als Nachteile find zu nennen, daß wegen der Längung und Drehung des Seiles die Fallhöhe des Meißels nicht genau beftimmt werden kann und daß auch das Umfetzen unregelmäßig erfolgt. — Nach zuverläffigen Berichten wendeten die Chinefen befonders zum Erbohren von Salzquellen das Verfahren fchon feit 2000 Jahren an, man nennt diefe Methode daher auch chinefifches Bohren; in den letzten 20 Jahren ift es namentlich in Nordamerika, Galizien und Deutfchland für kleinere Bohrungen zur Trinkwaffergewinnung in Gebrauch, daher wird es auch Brunnenbohren genannt. Im allgemeinen ift diefe Methode jedoch von geringerer Wichtigkeit. Für weichere Geftеine werden auch Bohrer gebraucht, die aus einem längeren Rohrftücke beftehen, das unten eine kreisförmige Schneide trägt und den Bohrfchmand zum Teil aufnimmt (Röhrenbohrer).

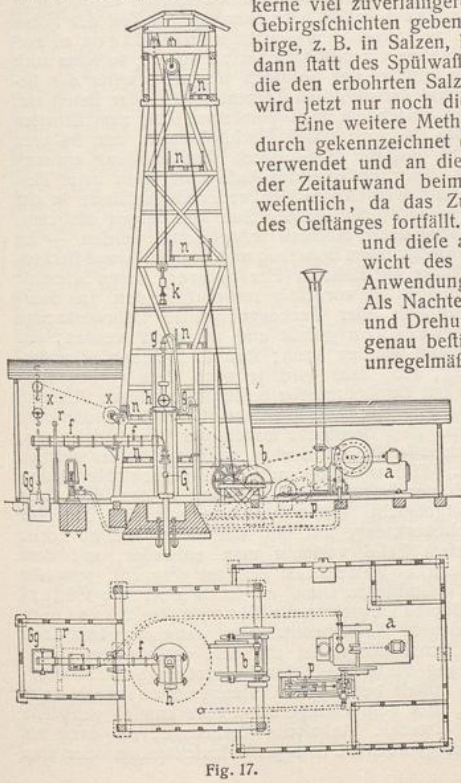
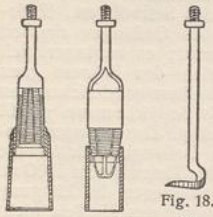


Fig. 17.

Als Beifpiel für eine moderne Bohranlage fei hier nach der Zeitfchrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwefen im preußifchen Staate 1888, S. 296, und Tafel X, der Bohrturm von Köbrich, welcher die Anlagen für ftoßendes

Bohren mit Stahlmeißel und Diamantbohrer vereinigt, an der Hand der Fig. 17 kurz beſchrieben. In dem aus Holz gebauten Bohrturme iſt oben eine Scheibe aufgehängt, über welche die zum Aufholen und Einlaſſen des Geſtänges angewendete Kette mit Kopfſchraube *k* geführt iſt; die Kette geht noch um eine loſe Rolle; ihr Ende iſt im Bohrturme feſtgelegt. Die verſchiedenen Bühnen *n* ſind zur Bedienung des Bohrzeuges notwendig. Das Kettenkabel *b* kann mittels Riemen von der Lokomobile *a* her angetrieben werden und iſt mit Kupplungen für Rechts- und Linksgang ſowie mit Bremsſcheibe verſehen. In den Figuren iſt die Anwendung des Diamantbohrens dargeſtellt: *h* iſt der Antrieb für die Drehbewegung, *g* die Waſſerzuführung zum Waſſerwirbel von der Druckpumpe *p* aus. Das Geſtänge *G* hängt am Bohrſchwengel *f* und iſt durch Gegengewicht *Gg* entlaſtet. Der Haſpel *x* dient zur Entfernung des Gegengewichtes und zum Zurückziehen des Bohrſchwengels, wenn das Geſtänge aufgeholt oder eingelaſſen werden ſoll. Beim ſtoßenden Bohren wird die Lenkſtange des Dampfzylinders *l* mit dem Bohrſchwengel verbunden; *r* iſt die Prellvorrichtung (vgl. weiter oben Stoßbohren). Ein Haſpel für das Löffelfeil iſt nicht vorgeſehen, da auch das ſtoßende Bohren mit Waſſerſpülung betrieben wurde.

Das **Verrohren** eines Bohrloches wird nötig in loſem Gebirge (z. B. Sand) und in brüchigem Geſtein, da ſich hier leicht Maſſen (Nachfall) an den Bohrlochwänden löſen und in das Bohrloch hinabſtürzen. Sie würden den Fortſchritt der Bohrarbeiten hemmen, und es treten auf dieſe Weiſe auch leicht Klemmungen des Bohrzeuges ein. Weiter muß verrohrt werden, wenn waſſerführende Schichten abzuſperren ſind, z. B. beim Bohren auf Salzſole oder Naphtha. — Die Rohre, welche zur Verkleidung eines Bohrloches dienen (Futterrohre), ſind innen und außen tunlichſt glatt gearbeitet, da ſo der Bohrlochdurchmeſſer am wenigſten verkleinert wird. Der äußere Durchmeſſer der Futterrohre wird etwa um 10 mm kleiner gewählt als der Bohrlochdurchmeſſer; beim Einlaſſen faßt man die Rohre auf der Außenſeite durch einen zweiteiligen Ring (Röhrenbündel), der auch zum Abfangen dient; die einzelnen Längen werden aufgeſchraubt oder durch Nietung verbunden und dann das Einlaſſen fortgeſetzt, bis der Rohrſtrang die nötige Länge hat. Doch kommt es auch nicht ſelten vor, daß die Röhren durch weiteren Nachfall feſtgehalten werden und trotz Belaſtung oder Anwendung hydrauliſcher Preſſen nicht weiter eingedrückt werden können. Dann muß unter Umſtänden innerhalb des erſten ein zweiter Rohrſtrang eingelaſſen werden. Soll dann das Bohrloch noch weiter vertieft werden, ſo muß man entweder mit ſchwächerem Bohrer weiter arbeiten, der ſich durch die Verrohrung einbringen läßt, oder es muß ein Erweiterungsbohrer ([1], Bd. 3, S. 15, und Bd. 5, S. 123) angewendet werden, der ſo eingerichtet iſt, daß nach dem Einführen durch die Verrohrung ſogenannte Nachſchneiden heraustreten und die ringförmige Geſteinsmaſſe unter der Verrohrung fortnehmen; es iſt dann möglich, die Verrohrung dem Bohrfortſchritte entſprechend weiter einzuſenken. Falls das Bohrloch ſeinen Zweck erfüllt hat, kann oft ein Teil der Rohre wieder herausgezogen werden; feſtſitzende Rohre verſucht man durch Röhrenſägen zu zerſchneiden. — Handelt es ſich darum, einzelne Stellen eines Bohrloches zu ſichern, ſo kann auch das Zementieren in Frage kommen. Man ſchüttet das Bohrloch bis nahe unter der betreffenden Stelle mit feinem Sande zu und bringt darauf guten Zementmörtel oder Beton ein, der feſtgeſtampft wird. Nachdem man demſelben Zeit zum Erhärten gelaſſen hat, wird das Bohrloch durch Nachbohren in der früheren Weiſe wiederhergeſtellt und der Sand durch Waſſerſpülung entfernt.


Fig. 21. Fig. 22. Fig. 18.

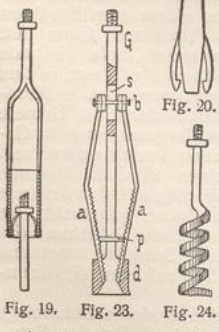


Fig. 19. Fig. 23. Fig. 20. Fig. 24.

Die **Fangarbeit.** Sehr bedeutender Aufenthalt kann beim Tiefbohren dadurch veranlaßt werden, daß entweder Gegenſtände in das Bohrloch hineinfallen oder Brüche an den Bohrwerkzeugen eintreten; auch kann das Bohrzeug durch Nachfall feſtgeklemmt werden. — Im letzteren Falle müſſen die zwiſchen Bohrzeug und Bohrlochwand ſteckengebliebenen Geſteinsſtücke mit Bohrern (Freibohrer), deren Schneide nach der Kreislinie gebogen iſt, vorſichtig zerbohrt werden. Ins Bohrloch gefallene Gegenſtände oder ſteckengebliebene Bohrwerkzeuge müſſen mit Fangwerkzeugen gefaßt und aufgeholt werden, ehe die Bohrarbeit fortgeſetzt werden kann; ihre Einrichtung iſt außerordentlich mannigfaltig, ihre Zahl wird je nach dem vorliegenden Falle durch die Findigkeit der Bohrmeiſter beſtändig vermehrt. Kleinere Gegenſtände, z. B. ausgebrochene Diamanten, eine Schraubenmutter oder dergl. entfernt man aus dem Bohrloche mittels der Wachsbüchſe, eine Glocke vom Durchmeſſer des Bohrloches, welche mit einer weichen Wachsmaſſe gefüllt iſt. Wird dieſe bis auf die Bohrlochſohle niedergelaſſen, ſo drückt ſich der betreffende Gegenſtand in das Wachs ein und wird dann heraufgebracht. Dann kommt es vor, daß ſich eine Verſchraubung der Bohrwerkzeuge löſt und der untere Teil im Loche zurückbleibt. In dieſem Falle verſucht man entweder, mit dem Glückshaken, auch Stangenhaken genannt (Fig. 18), von der Seite unter den oben befindlichen Bund zu faſſen oder die Federfalle (Fig. 19), bei größeren Gewichten die Kluppe (Fig. 20) von oben über den Bund zu ſchieben. Auch benutzt man, wenn das obere Ende des Bohrzeuges eine Schraubenſpindel iſt, eine entſprechende, mit einer Glocke als Führung verſehene Schraubenmutter (Schraubentute, Fig. 21), um ſie mittels beſonderen Geſtänges (Fanggeſtänge) aufzuſchrauben und ſo das Bohrzeug zu faſſen. Bei Rohrgeſtänge dient eine koniſch gehaltene Schraubenſpindel (Fig. 22) zu demſelben Zwecke. Aehnliche Werkzeuge, die dann als Schraubenſchneiden dienen, ſucht man wohl auf gebrochene Stangen aufzuſchrauben oder man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

faßt sie mit dem Wolfsrachen, auch Fangschere genannt (Fig. 23). Er besteht aus zwei Teilen: in das Gestänge *G* ist ein Schlitz *s* eingeschnitten, dann gabelt es sich und trägt unten eine starke Glocke *d*. Der zweite Teil besteht aus den federharten, gezähnten Fängern *a*, die oben durch einen Bolzen *b* verbunden sind, welcher im Schlitze *s* geführt wird; eine kleine Holzspreize *p* hält beim Einführen des Werkzeuges die Fänger in der gezeichneten Stellung. Gelingt es, den Wolfsrachen über das Stangenende zu schieben, so wird hierbei die Spreize *p* herausgestoßen, die Fänger rutschen etwas abwärts, legen sich an die Stange an, drücken sich beim Anheben fest und bringen das Gestänge zutage. Zum Fassen eines gerissenen Seils dient der Krätzer (Fig. 24). Die erwähnten Fangwerkzeuge sind die am häufigsten angewendeten.

Der Verlauf der Bohrarbeit einschließlich aller Nebenarbeiten und die erlangten Ergebnisse sind von dem Bohrmeister fortlaufend in dem Bohrjournale zu buchen, die Bohrproben (getrockneter Bohrschlamm oder die Bohrkerne) sind geordnet und deutlich bezeichnet aufzubewahren. Außerdem wird gewöhnlich ein Bohrlochprofil gezeichnet. — Beim Bohren auf Naphtha hat man in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und auch in Galizien bei Bohrlöchern mit nicht zufriedenstellendem Ertrage das Torpedieren, d. h. die Zündung einer Sprengladung in den naphthaführenden Schichten angewendet. Durch die Explosion entstehen einmal im Gebirge Risse, anderseits wird die im Bohrloche befindliche Wassersäule herausgeschleudert und dadurch für kurze Zeit eine Druckentlastung herbeigeführt.

Gewinnung aus Tiefbohrlöchern. Nur selten werden Naphthaspringquellen erbohrt; in der Regel muß nach Erreichen der betreffenden Schichten durch Löffeln (Schöpfen) oder durch Betrieb einer in das Bohrloch gehängten Hubpumpe (Bohrlochpumpe) die Naphtha gehoben werden. — In gleicher Weise wird beim laufenden Betriebe die Salzsole gehoben ([1], Bd. 5, S. 111).

Seit kurzer Zeit wird Druckluft zur Hebung der Naphtha aus Bohrlöchern verwendet (Mammutpumpen). In Stufenkompressoren mit Zwischenkühlung wird Preßluft von 25 bis 35 Atmosphären Spannung erzeugt. In das Bohrloch ist ein Steigrohr eingelassen, das durch ein luftdicht an die Verrohrung des Bohrloches angeschlossenes Auffatzstück hindurchgeht. Durch einen seitlichen Rohrstutzen tritt die Preßluft ein, verdrängt die in dem ringförmigen Raume zwischen Verrohrung und Steigrohr befindliche Flüssigkeitssäule und steigt endlich mit der Naphtha und Sand vermischt in dem Steigrohre beständig in die Höhe. An das untere Ende des Steigrohres kann zur Verteilung der Luft ein Mischungsstück befestigt werden. Nach der Inbetriebsetzung kann der Anfangsdruck, welcher zur Verdrängung der Flüssigkeit nötig war, durch ein Reduzierventil erniedrigt werden, weil sich das Gewicht der aufsteigenden Flüssigkeitssäule durch die Luftblasen verringert. Der Ertrag einzelner Bohrlöcher ist gegenüber dem Schöpfen mittels Löffel erheblich gesteigert worden. — Neu ist auch die Ausbeutung der reichen Schwefellager in Louisiana an der nördlichen Küste des Golfes von Mexiko durch Bohrlöcher. Das Verfahren beruht darauf, daß der Schmelzpunkt des Schwefels bei 109° C. liegt. Unter mehr als 100 m Bedeckung wurde schon im Jahre 1868 ein bis 32 m mächtiges Lager von fast reinem Schwefel erbohrt. Da starke Triebsandschichten im Deckgebirge dem Schachtabteufen unüberwindliche Schwierigkeiten bereiteten, hat seit 1895 der Generaldirektor Frasch der Standard Oil Co. das folgende Verfahren zur Gewinnung ausgebildet: Es werden Bohrlöcher bis in das Lager niedergebracht und verrohrt, außerdem wird ein engeres Rohr eingeführt. Durch das letztere wird zunächst überhitztes Wasser unter starkem Druck eingepreßt und der Schwefel geschmolzen, dann wird durch den zwischen beiden Rohren vorhandenen Zwischenraum erwärmte Preßluft eingeführt und hierdurch der geschmolzene Schwefel zum Ausfließen gebracht. Täglich können aus einem Bohrloche 300 t reiner Schwefel von 98% gewonnen werden. Wenn die Ergiebigkeit des Bohrloches abnimmt, bringt man in der Nähe ein neues Bohrloch nieder. — Beim Bohren auf Salzquellen bedient man sich zur Entnahme von Soleproben aus bestimmter Tiefe des Solhebers, eines starken zylindrischen Gefäßes mit eingeschliffenem Verschlußstopfen; es ist oben mittels gegabelten Gestänges mit Bund und Schraube zum Einlassen am Seil eingerichtet. Der Stopfen ist mit einem Bügel verbunden, der an den Seiten des zylindrischen Gefäßes geführt wird und unten in ein Belastungsgewicht endet. Läßt man den Solheber bis auf die Bohrlochsohle ein, so setzt der Bügel auf und öffnet den Stopfen, letzterer verschließt jedoch nach erneutem Anheben das Gefäß wieder, und die Solprobe gelangt unvermischt zutage. Will man in bestimmter Höhe über der Sohle eine Probe entnehmen, so werden an den Bügel des Stopfens unten eine entsprechende Anzahl Stangen angeschraubt.

Stratameter (s. d.) sind Einrichtungen, um den Verlauf eines Tiefbohrloches [2] festzustellen. — Von besonderer Wichtigkeit sind die Stratameter geworden, seitdem das Gefrierverfahren von Pötsch (Bd. 4, S. 340) des öfteren angewendet wird, da von der senkrechten Lage der Gefrierbohrlöcher das Gelingen der Frostmauer abhängt. — Haußmann, Aachen (D.R.P. Nr. 196237), hat vorgeschlagen, den Kreisel als Zeiger zu benutzen. Am besten dürften zurzeit den Zweck die neuen Stratameter von Erlinghagen (Essener „Glückauf“ 1907, S. 738) und von Guido Körner (D.R.P. Nr. 197213) erfüllen.

Literatur: [1] Tecklenburg, Th., Handbuch der Tiefbohrkunde, Bd. 1: Das Gestängebohren — Drehbohren; englisches, deutsches und kanadisches Stoßbohren, 2. Aufl., Leipzig 1900; Bd. 2: Das Spülbohren, 2. Aufl., ebend. 1906; Bd. 3: Das Diamantbohren, ebend. 1889; Bd. 4: Das Seilbohren (Brunnenbohren), ebend. 1891; Bd. 5: Geneigtbohren, Verrohren, Fangarbeit, Pumpbetrieb; Ergänzungen zu Bd. 1—4, ebend. 1893; Bd. 6: Schachtbohren, ebend. 1896; Organ des Vereins der Bohrtechniker, Wien, seit 1894; Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde einschließlich Aufbereitung und Brikettieren, 4. Aufl., 1907, S. 46—73. — [2] Erlinghagen, Die Feststellung des Fallens und Streichens von Tiefbohrlöchern durch Messung, Essener „Glückauf“ 1907, S. 697; Freise, Neuere Stratameter und Bohrlochneigungsmesser, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1907, S. 293.

Treptow.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tiefenmaß, f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 401, Fig. 22.

Tiefenmeſſer, f. Lotmaſchine.

Tiefgang eines Schiffes. Entfernung von Unterkante Kiel, d. h. dem tiefſten Punkt des Schiffsrumpfes bis zur Schwimmebene, bei ſteuerlaſtigem Schiff iſt der Tiefgang hinten größer wie vorne. — Tiefgangsmarken, ſ. Ahming.

Tiefladelinie, Ladewaſſerlinie, bis zu welcher ein Frachtſchiff höchſtens beladen werden darf (ſ. Freibord).

Tieflot, ſ. Loten, Lotmaſchine.

Tiegel, bei Buchdruckmaſchinen (ſ. d.) die Platte, die den Papierbogen gegen die Form preßt.

Tiegelflußeiſen, (-fluß-)ſtahl, -gußſtahl, -ſtahlguß, Bezeichnungen für das im Tiegel geſchmolzene ſchmiedbare Eiſen.

Das Verfahren iſt ſehr teuer, das erzeugte Material zeichnet ſich aber durch hervorragende Eigenſchaften (ſehr hohe Feſtigkeit bei großer Zähigkeit, gleichmäßige Beſchaffenheit) aus; es gelangt da zur Verwendung, wo beſonders hohe Anforderungen an die Feſtigkeitseigenſchaften geſtellt werden (z. B. für Geſchütze, Werkzeuge, Achſen u. ſ. w.). Die Tiegelſtahlherſtellung rührt von B. Huntsman (1730) her, der mit ſeiner Einführung den Zweck verfolgte, den durch andre Verfahren hergeſtellten Rohſtahl durch Umſchmelzen in Tiegeln gleichmäßiger zu machen. Die Tiegel beſtehen aus Graphit, Ton, Sand, Kaolin u. a. Sie werden in wechſelnder Zuſammenſetzung auf Preſſen unter Verwendung von Metallformen hergeſtellt. Ihre Trocknung, die langſam erfolgen muß, beträgt bis zu 10 Wochen. Ueber die Herſtellung der Tiegel vgl. [1]. Das Faſſungsvermögen der Tiegel beträgt bis zu 60 kg. In der Regel wird jeder Tiegel nur einmal benutzt. Ihre Wandſtärke liegt zwiſchen 2 und 3 cm, ihre Bodenſtärke zwiſchen 2,5 und 3,5 cm. Die Tiegelöfen ſind entweder Schachtöfen (ſ. Oefen für techniſche Zwecke) oder Flammöfen mit Wärmeſpeichern (Regeneratoren). Dieſe beſtehen aus drei Kammern für je ſechs bis zwölf Tiegel [2] oder aus einem einzigen Raum. Tiegelöfen mit 2,5—2,6 qm Herdfläche faſſen 40—55 Tiegel von 30—35 kg Inhalt. Bei 5—7ſtündiger Chargendauer macht man in 24 Stunden 4—2,5 Chargen. Als Rohmaterial für Tiegelſtahl verwendet man möglichſt phosphor- und ſchwefelarmen Puddelſtahl, Herdfriſchſtahl, Zementſtahl und Flußſtahl. Zur Erzielung eines beſtimmten Kohlenſtoffgehalts werden ferner ſchmiedbares Eiſen, Roheiſen geeigneter Zuſammenſetzung oder Ferromangan verwendet. Zur Darſtellung von Spezialſtahlſorten (wie Chromſtahl u. ſ. w.) werden die entſprechenden Zuſätze gemacht. Der Verlauf des Schmelzens iſt von der Temperatur im Schmelzofen und von der Art der verwendeten Tiegel abhängig. Der Stahl erleidet eine um ſo größere Veränderung ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung, je höher der Kohlenſtoffgehalt des Tiegels und je höher der Mangangehalt des Einſatzes iſt. — Die mit dem Einſatz gefüllten Tiegel werden zunächſt in einem Tiegelbrennofen bis zur Rotglut erhitzt und dann erſt in den Tiegelſchmelzofen mit Hilfe langer Zangen, welche den Bauch des Tiegels umfaſſen, gebracht. Während des Schmelzens ſind die Tiegel mit einem Deckel, der zum Durchſtecken einer Stange mit einem Loch verſehen iſt, abgedeckt. Gußſtücke aus Tiegelſtahl (ſ. a. Stahlguß) erhalten gewöhnlich einen mäßigen Gehalt an Silicium und Mangan, um dichte Güſſe zu erzielen. Vielfach verwendet man für Formgußſtücke gewöhnlichen Flußſtahl, der in Tiegel eingegoſſen und im Tiegelſchmelzofen $^1/_2$ Stunde oder länger zwecks Entgaſung und Ausſcheidung von Oxyden erhitzt wird. — S. a. Stahl.

Literatur: [1] Wernicke, Fr., Die Fabrikation der feuerfeſten Steine, Berlin 1905, S. 80. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 422. — [3] Handbücher des Eiſenhüttenweſens von Ledebur, Wedding u. a.

A. Widmaier.

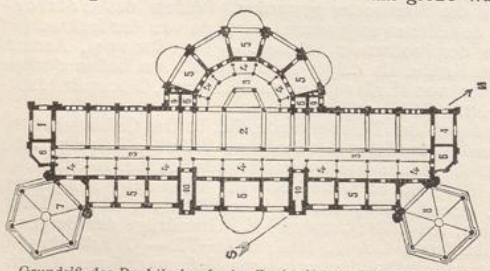
Tiegelofen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke.

Tiegelpreſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen.

Tiegelprobe, ſ. Bleiproben, Goldproben, Silberproben.

Tiergarten, 1. (Wildpark) ein weites Gehege in waldigem Gebiet.

Er dient zur Züchtung von Waldtieren wie Hirſche, Rehe, Wildſchweine u. dergl. ſowie zur Abhaltung von Jagden; anderſeits auch, um dem Wildſchaden auf den umliegenden Feldern vorzubeugen. Da es ſich hierbei meiſt um große Waldgebiete handelt, die zu umhegen ſind, iſt die Umzäunung tunlichſt leicht und nicht zu koſtſpielig herzuſtellen. Früher ausſchließlich aus Holz gebildet, unten aus Brettern, oben aus Latten, wird jetzt durch die Steigerung der Holzpreiſe der Zaun meiſt aus ſtarken Pfoſten mit dazwiſchen geſpanntem Zinkdraht erſtellt. An Gebäuden ſind Forſthäuſer für das Aufſichtsperſonal und Futterſcheuern nötig.



Grundriß des Raubtierhauſes im Zoologiſchen Garten zu Berlin. Maßſtab 1 : 1000. 1 Vorhallen. 2 Publikum. 3 Gang für den Wärter. 4 Winterkäfige. 5 Sommerkäfige. 6 Wurfkäfige. 7 Königstiger. 8 Löwen. 9 Wärter. 10 Heizungsräume.

2. (Zoologiſcher Garten) zur Haltung und Züchtung einer Sammlung verſchiedenſter Tiergattungen ſowohl zum wiſſenſchaftlichen Studium als zur Unterhaltung und Belehrung des Volks.

Die Unterbringung der Tierarten wird sich je nach der Eigenart derselben richten. Bei den Raubtieren wie Bären, Löwen u. dergl. dienen weite und tiefe Zwinger mit geschützten Liegeräumen, bei andern Tieren, wie z. B. Affen, Vögel, weite Käfige oder Laufräume. Im übrigen sucht man die Aufenthaltsorte meist der Heimat der Tiere anzupassen, und diesen tunlichste Freiheit der Bewegung zu verschaffen. — Aeltere Anlagen sind die zu Schönbrunn bei Wien (18. Jahrhundert), der Jardin des plantes, und Jardin d'acclimatation zu Paris. In neuerer Zeit besitzen fast alle Großstädte sowie besonders die großen Handels- und Seestädte Europas solche Gärten, die mit einfacheren oder reicheren charakteristischen Bauten und Anlagen ausgestaltet sind [2]. Gesellschaftshaus des Zoologischen Gartens zu Frankfurt a. M. s. Bd. 4, S. 442.

Literatur: [1] Zeitschr. Der Zoologische Garten, Frankfurt a. M. — [2] Berlin und seine Bauten, 2 Bde., Berlin 1896.

Weinbrenner.

Tigerauge, s. Quarz, Bd. 7, S. 314.

Tinkal, s. Borax.

Tinte (Dinte, Atramentum), zur Herstellung von Schrift oder Zeichnung geeignete, beliebig gefärbte, zumeist aber schwarze oder nach dem Auftragen schwarz werdende Flüssigkeit.

Die gewöhnliche schwarze oder blauschwarze **Tinte** besteht in der Regel aus gerbsauerm und gallussauerm Eisen, das durch einen Zusatz von Gummi, Zucker u. s. w. in der wässerigen Flüssigkeit suspendiert erhalten wird. Sie ist nicht unauslöschlich, dunkelt zunächst nach und vergilbt dann nach längerer oder kürzerer Zeit (Dauerhaftigkeit). Je nach ihrer Verwendung teilt man sie in drei Klassen ein:

1. Kanzleitinte. Diese muß aus Galläpfeln oder Tannin bereitet sein. Sie hat den gesetzlichen Anforderungen (s. unten) zu genügen und wird verwendet für Akten, Dokumente, überhaupt für Schriftstücke, die eine lange Dauer haben sollen.

2. Kopiertinte besteht aus Galläpfelauszügen bezw. Tannin oder Blauholz (auch Teerfarben) und soll gute Kopien liefern.

3. Schreibtinte für Haus- und Schulgebrauch. Von dieser Tinte verlangt man gute Eigenschaften, aber keine lange Dauer.

Nach den neueren Verfahren, Darstellung der Gallustinten aus käuflichem Tannin durch teilweises Ueberführen des letzteren in Gallussäure, d. h. durch Fermentieren mit Wasser angefeuchteter grobgepulverter Galläpfel und Zusatz von Eisenoxyd- oder -oxydulsalzen, erhält man nur Tinten, die anfangs blasse Schrift ergeben. Diese Tinten werden daher mit Teerfarben nachgefärbt. Hierbei hat sich die auffallende Tatsache ergeben, daß die Teerfarben den Flüssigkeitsgrad (Viskosität) der so nachgefärbten Tinten beeinflussen, indem die einen die Tinte dickflüssiger, andre sie leichter fließend machen.

Zum Galläpfelauszug durchfeuchtet man 200 Teile grobgepulverte chinesische Galläpfel (s. d.) mit Wasser, läßt die Masse bei einer Temperatur von 20—25° C. bis zu erfolgter reichlicher Schimmelbildung unter täglichem Ersatz der verdunstenden Feuchtigkeit (die Fermentation braucht 8—10 Tage) stehen und extrahiert sie im Dampfbade eine Stunde lang mit 400 Teilen destilliertem oder Regenwasser, preßt ab, behandelt den Rückstand in gleicher Weise mit 400 Teilen und 200 Teilen Wasser, rührt in die vereinigten Auszüge Talkpulver, läßt 24 Stunden stehen und filtriert. Das Filtrat betrage 1000 Teile (Haltbarkeit: einige Tage). Hieraus wird der Galläpfelkanzleitintenkörper bereitet: 1000 Galläpfelauszug werden mit 100 10% Eisen enthaltender Eisenchloridlösung vermischt, die Mischung 14 Tage in verschlossener Flasche gehalten und dann filtriert. Auch mit Tannin direkt werden in ähnlicher Weise Tintenkörper bereitet; Näheres in [1]. — Aus diesen Tintenkörpern kann man durch Pigmentzusätze die ganze Reihe von Kanzleitinten herstellen. — Als für alle diese Tinten geltenden Typus folgt die Vorschrift für die sogenannte blaue Galluskanzleitinte (Reichstinte, Aleppotinte, blauschwarze Japantinte genannt).

a) Galläpfeltinte: 3,0 Phenolblau, 4 *F* (Schaal, Dresden) löst man in der Wärme in 400 Wasser, mischt 600,0 des Galläpfelkanzleitintenkörpers und dann noch 1,0 Karbolsäure zu, läßt die Mischung in mit Papier umschlagenen Kolben eine Woche in kühlem Raume stehen und gießt hierauf vom Bodensatz klar ab oder filtriert.

b) Tannintinte: s. in [1] und in [2]. Man mischt zu 400,0 des Tanninkanzleitintenkörpers, zuletzt 1,0 Karbolsäure und 2,0 Zucker und läßt die Tinte wie bei a) stehen.

Zu den Galluskopiertinten wird der Galläpfelkopiertintenkörper wie folgt hergestellt: 900 Galläpfelauszug, 4,0 Schwefelsäure (spez. Gew. 1,835) werden ¼ Stunde im Dampfbade erhitzt, mit 60,0 kristallisiertem Eisenvitriol versetzt, 2 Wochen in verschlossener Flasche stehengelassen, filtriert und unter Nachwaschen des Filters auf 1000 gebracht. Ueber Herstellung des Tanninkopiertintenkörpers s. [1] und [2].

Als Typus der Kopiertinten folgt die Vorschrift der blauen Galluskopiertinte mit Galläpfelkopiertintenkörper: 2,5 Phenolblau, 3 *F*, 30,0 Zucker löst man heiß in 70 Wasser, mischt 900 Galläpfelkopiertintenkörper und 1,0 Karbolsäure zu, läßt eine Woche bedeckt stehen und gießt klar ab.

Blauholztinten sind Chromtinten, welche aus Blauholzextrakt, Kaliumdichromat, Chromalaun oder andern in der Färberei als Beizen gebrauchten Salzen oder sauern Salzen sowie Säuren bereitet werden. Je nach der Menge dieser Zusätze variiert die Farbe und die Viskosität. Die Kopierfähigkeit ist eine vorzügliche; auf dünnes Seidenpapier kann man bis zu vier Abzüge auf einmal machen, ferner liefern sie noch nach Monaten brauchbare Kopien; hieraus folgt aber auch, daß die Schriftzüge leichter entfernt werden können. Läßt man Ammoniakdämpfe auf die Schrift einwirken, so wird die Kopierfähigkeit aufgehoben. — Als Beispiel ihrer Darstellung mögen folgende Vorschriften dienen:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tintenkörper: 200,0 Blauholzextrakt werden in 1000,0 heißem Waffer gelöft. Dann läßt man 8 Tage lang abfitzen und gießt klar ab.

Blauholzkopiertinte (Hämateinkopiertinte): 600,0 Blauholzextraktlöfung (Tintenkörper) erhitzt man 1/4 Stunde lang mit 1,5 Schwefelfäure (fpez. Gew. 1,835). Alsdann mifcht man in dünnem Strahl folgende Mifchung hinein: 40,0 fchwefelfaure Tonerde löft man in 120,0 warmem Waffer, gibt 40,0 Pottafche zu Kohlenfäure, alsdann 40,0 Oxalfäure behufs Löfung des Tonerdeniederfchlages und hierauf 3,0 Kaliumdichromat. Sodann erhitzt man alles noch 1/4 Stunde im Dampfbade, bringt auf 1000,0, gibt 1,0 Karbolfäure zu, läßt 14 Tage ftehen und gießt klar ab.

Farbige Tinten (violett, rot, grün) fowie Alizarintinten werden genau fo wie Galläpfeltinten und Tannintinten bezw. Alizarinkopiergallus- und Tannintinten mit den entfprechenden Farben hergeftellt; ebenfo wie die Blauholzkopiertinte werden auch die violetten und veilchenblauen Tinten gemacht; nur nimmt man 1,0 Schwefelfäure und 3,5 Kaliumdichromat bezw. 0,5 Schwefelfäure und 4,0 Kaliumdichromat. — Anilintinten werden aus Teerfarben hergeftellt und liefern die größte Anzahl der Farbtinten fowie der Salon- und Schultinten, von deren Schrift man eine lange Dauer nicht verlangt; zu Violett z. B. verwendet man: Methylviolett 6,0, kaltes Waffer 20,0, heißes Waffer 960,0, 33%ige Effigfäure 5,0, Zucker 20,0. Näheres in [1] und [2]. Die Kopiertinte bereitet man ebenfo, verwendet aber etwas mehr Farbe und fetzt als Säure, mit Ausnahme der roten Kopiertinte, 2,0 Oxalfäure zu.

Hektographentinten find wäfferige, 10—20%ige Löfungen von Teerfarben mit 10% Alkohol, eventuell unter Zufatz von 4% Glyzerin und Effigfäure. Violett: Methylviolett, Blau: Reforzinblau, Grün: Anilingrün, Rot: Eofin.

Druck- und Stempeltinte (D.R.P. Nr. 57848) nach Higgins. Geeignete Anilinfarben werden in Nelken-, Zimmt- oder Pfefferöl gelöft; zum Stempelblau wird Berlinerblau mit Glyzerin angerieben bis zur erforderlichen Konfiftenz.

Glasätztinte. 3 Teile Baryumfulfat werden mit 1 Teil Fluorammonium und Schwefelfäure zu einem dünnen, zum Schreiben geeigneten Brei angerührt (eigne Vorfchrift).

Tinte zum Schreiben auf Glas (durch Waffer nicht angreifbar): Weißer Schellack 10,0, Terpentinöl 15,0, Venezianer Terpentin 5,0, Indigopulver 5,0.

Tinte zum Schreiben auf Metall (Zinn und Zink und Weißblech). 3,0 Kaliumchlorat, 6,0 Kupferfulfat, 7,0 Waffer werden gemifcht mit einer Löfung von 0,05 Reforzinblau *M.*, 20,0 Waffer und 5,0 30%iger Effigfäure. Die Haltbarkeit der Tinte ift eine befchränkte.

Wäfchezeichentinte. Man löft 20,0 Silbernitrat in 50,0 Ammoniak und fügt 30 bis 40 konzentrierte Gummiarabikumlöfung zu. — Nach Kindt (Dingl. Polyt. Journ.) benutzt man den ätheralkoholifchen und bis zur Sirupskonfiftenz eingedickten Auszug der von den öligen Kernen befreiten Früchte von Anacardium orientale (fogenannte Elefantenläufe). Man fchreibt die Zeichen in die Wäfche und befeuchtet die getrocknete Schrift mit Kalkwaffer, wodurch fie tiefchwarz wird.

Lithographifche Tinte. Diefe muß in den Stein eindringen und der Säure widerftehen. Man bereitet fie mit Talg, Wachs und Seife, wobei es als Regel gilt, daß die Tinte ebenfoviel Seife als nicht verfeifbare Subftanzen enthält (Villon, Lemercier). Lemercier gibt folgende Vorfchrift: Gelbes Wachs 4 Teile, Talg 3 Teile, weiße Marfeiller Seife 13 Teile, Lackgummi 6 Teile, Schwarz 3 Teile. Näheres in [1].

Unauslöfchliche Tinte: 10%ige Silbernitratlöfung.

Sympathetifche Tinten fpielen wohl praktifch keine Rolle, dienen aber zu chemifchen Spielereien. So gibt z. B. eine 10%ige Löfung von Ferrocyankalium nach dem Trockenwerden faft unfichtbare Schriftzüge; überpinfelt man fie mit einer verdünnten Eifenchloridlöfung, fo tritt die Schrift blau hervor. Nach Péchard erhält man tiefblaue Schriftzüge, wenn man die Schrift mit einer wäfferigen Oxalomolybdänfäure (hergeftellt durch Eintragen von Molybdänfäure in eine heiße Oxalfäurelöfung) dem Sonnenlicht ausfetzt. — Braune Schrift entfteht bei Verwendung einer 10%igen Bleiacetatlöfung beim Ueberpinfeln derfelben mit Schwefelammonium. — Rote Schrift erzielt man mit einer Rhodankaliumlöfung und Ueberpinfelung mit verdünnter Eifenchloridlöfung.

Tintenprüfung. Im Jahre 1888 erfolgte in den Mitteilungen der Kgl. Preußifchen Technifchen Verfuchsftation zu Charlottenburg eine Veröffentlichung über die „Grundfätze für amtliche Tintenprüfung", die vom Kgl. Preußifchen Staatsminifterium genehmigt find; f. in [1].

Literatur: [1] Ditrich, Pharmaz. Manual, 1892. — [2] Fehling-Hell, Neues Handwörterbuch der Chemie, Bd. 7, Braunfchweig 1905. — [3] Schluttig und Neumann, Die Eifengallustinten, Dresden 1890.

Bujard.

Tirefonds, f. v. w. Schwellenfchrauben für Holzfchwellen; f. Oberbau.

Tifch bezeichnet bei Werkzeugmafchinen (mit Ausnahme der Drehbänke) den zur Aufnahme des Arbeitsftückes dienenden Mafchinenteil; f. Bohr-, Fräs-, Hobel-, Shaping-, Stoß-, Schleifmafchinen. *A. Widmaier.*

Tifchkloben, f. Feilkloben.

Tifchlerarbeiten. I. Bautifchlerei, umfaffend alle leichten, nicht zu den eigentlichen tragenden Holzkonftruktionen gehörigen Teile, wie Fußböden, Wände, Täfelwerk, Treppen, Verfchalungen, Gefimfe, Fenfterftöcke, -rahmen u. f. w. II. Möbeltifchlerei (für feinere Gegenftände: Kunfttifchlerei), umfaffend alle Möbel und Einrichtungen für Wohnungen. III. Mafchinen- oder Modelltifchlerei, umfaffend alle hölzernen Beftandteile von Mafchinen, wie Geftelle, Schwengel, Wände u. f. w. und die Holzmodelle für Gießereizwecke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tiffiérographie, von L. Tiffiér in Paris ausgearbeitetes Verfahren, durch Abformung von hochgeätzten lithographiſchen Druckformen (ſ. Lithographie) mittels Stereotypie (ſ. d.) oder Galvanoplaſtik (ſ. Elektrotypie) Kliſchees für die Buchdruckpreſſe zu erzeugen (vgl. Lithotypographie). *A. W. Unger.*

Titan *Ti*, Atomgew. 48,1, dunkelgraues Pulver, unter dem Polierſtahl metalliſchen Strich annehmend; an der Luft erhitzt, verbrennt es mit blendendem Glanz.

Titanſäureanhydrid, TiO_2, findet ſich kriſtalliſiert als Rutil, Brookit und Anatas (ſ. d.); ferner iſt Titan im Titaneiſenerz, im Titanit und in einer Reihe andrer Erze enthalten. Bei der Verhüttung titanhaltiger Eiſenerze bildet ſich titanhaltiges Eiſen; in den Schlacken findet man dann ſtark glänzende, gelblich-kupferrote Kriſtalle von Cyanſtickſtofftitan, $Ti_{10}C_2N_8$. Bei hoher Temperatur verbindet ſich Titan direkt mit Stickſtoff. Titanſalze finden als vorzügliche Beize in der Färberei Verwendung. Titankaliumoxalat wird zum Lederfärben gebraucht. Dieſe Titanſalze liefern engliſche Alaunfabriken als Nebenerzeugnis. *Moye.*

Titanbronze iſt Titandiſulfid TiS_2. Gelbe, dem Muſivgold ähnliche, ſchwach nach Schwefelwaſſerſtoff riechende und beim Erhitzen verbrennende Kriſtallblättchen.

Es entſteht beim Durchleiten einer Miſchung von Titanchloriddampf und Schwefelwaſſerſtoffgas durch eine glühende Porzellanröhre oder durch Zuſammenſchmelzen von gleichen Teilen Rutil, Schwefel und Natriumkarbonat unter einer Kohlendecke im Graphittiegel. Rutil iſt ein im weſentlichen aus Titandioxyd beſtehendes, in der Natur vorkommendes Mineral. Auch eine Legierung von Kupfer und Eiſen mit Titan nennt man Titanbronze. *Bujard.*

Titaneiſenerz (Ilmenit, Iferin, Menakkanit), Mineral, wechſelnde Miſchung von Titan- und Eiſenoxyd.

Kriſtalliſiert hexagonal-rhomboedriſch. Schwarz, metallglänzend, undurchſichtig; Härte 5—6; ſpez. Gew. 4,3—5,2. Sehr ſchwer ſchmelzbar, unmagnetiſch, nach dem Glühen magnetiſch. Schwer löslich in Salzſäure. Wird durch Schmelzen mit ſauerm ſchwefelſauerm Kali aufgeſchloſſen. Stetiger Gemengteil faſt aller Eruptivgeſteine ſowie vieler kriſtalliner Schiefer. *Leppla.*

Titanit (Sphen, Greenovit, Menackerz), Mineral, titan- und kieſelſaurer Kalk, $CaTiSiO_5$.

Kriſtalliſiert monoklin. Durchſichtig bis durchſcheinend, glasglänzend, grün, gelb, braun. Spröde. Härte 5—5½; ſpez. Gew. 3,4—3,6. Schmelzbar. Durch Schwefelſäure vollſtändig zerſetzbar. Viel verbreitet in kriſtallinen Schiefern, Hornblendegeſteinen ſowie in Sanden und Sandſteinen. *Leppla.*

Titriermethode, ſ. Analyſe; vgl. a. Alkalimetrie, Normallöſungen.

Tl, in der Chemie Zeichen für Thallium.

To (Tſcho), Hohlmaß in China und Japan. Der japaniſche Scheffel Seï = 2 Hwo zu 10 Schin zu 10 Tſching zu 10 Tſcho = 122,43 l.

Tobinbronze, dem Deltametall (ſ. d.) ähnliche Bronze, 61—81 % Kupfer, 2,7—5 % Zink, 0,2 % Eiſen, etwas Zinn und Blei enthaltend.

Toende (norwegiſche Tonne), Getreidemaß auf Island = 131,3923 l.

Töpferſcheibe, ſ. Tonwaren.

Toiſe (Peru-Toiſe), ein eiſerner Maßſtab, angefertigt 1735 für die Gradmeſſung in Peru (ſ. Erde) nach dem öffentlichen eiſernen Eichmaße, das 1668 in die Treppe des Grand Châtelet de Paris eingelaſſen war. 1 Toiſe = 6 Pariſer Fuß = 864 Pariſer Linien.

Der Maßſtab diente gleichzeitig als End- und Strichmaß, da er an beiden Enden Ausſchnitte trägt, auf denen das Strichmaß durch Punkte in der Verlängerung der Endflächen bezeichnet iſt. Die Peru-Toiſe wurde 1766 für Frankreich und damit für alle wiſſenſchaftlichen Maßvergleiche als Prototyptoiſe erklärt. Es wurde eine große Anzahl Kopien angefertigt. Sie wurde benutzt als Urmaß für die Baſismeſſungen (ſ. d.) der großen franzöſiſchen Gradmeſſung zur Einführung des metriſchen Maßſyſtems (ſ. Erde) und bildet daher die Grundlage dieſes 1791 in Frankreich und ſpäter nach und nach in den meiſten Kulturſtaaten angenommenen Syſtems. 1799 wurde beſtimmt, daß 1 m bei 0° gleich 443,296 Linien der Peru-Toiſe bei 13° R. gleich 16,25° C. ſein ſoll. Neuere Maßvergleichungen haben ergeben, daß bei 13° R. die Länge des Endmaßes 1949,093 mm, des Strichmaßes 1949,001 mm des internationalen Meters beträgt, während ſie nach der Definition des legalen Meters 1949,040 mm betragen ſollte.

Literatur: Unter Angabe der Originalliteratur iſt berichtet in: [1] Zeitſchr. f. Inſtr. 1883, S. 64, 176, 248, 392 über Wolf, Hiſtoriſche Unterſuchungen über die Urmaße des Pariſer Obſervatoriums. — [2] Ebend. 1886, S. 284, über Peters, Zur Geſchichte und Kritik der Toiſenmaßſtäbe; Wolf, Sur l'authenticité de la toise du Pérou; Förſter, Sur la toiſe du Pérou. — [3] Ebend. 1888, S. 330, über Wolf und Benoît, Vergleichung der Toise du Pérou mit dem internationalen Meter. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Tola, 1. Gewicht in Oſtindien = 11,664 g. 5 Tola = 1 Chittak, 16 Chittaks = 1 Seer (Siho), 40 Seer = 1 Maund. 2. Gold- und Silbergewicht = 12 Maſcha zu 12 Rättibs zu 4 Dhan = 11,6—11,7 g.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Toleranzlehre (Differenzlehre), f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402.

Tolidin, Toluidin, f. Farbſtoffe, künſtliche organiſche.

Toluol (Methylbenzol) $C_6H_5 \cdot CH_3$, ein aromatiſcher Kohlenwaſſerſtoff und das nächſthöhere Homologe des Benzols, welches ſich alſo vom Benzol durch Erſatz eines Waſſerſtoffatoms durch die Methylgruppe ableitet.

Das Toluol iſt eine Flüſſigkeit von benzolartigem Geruch, vom ſpez. Gew. 0,8720 bei 15° C. und dem Siedepunkt 110,3°. Es entſteht bei der trockenen Deſtillation des Tolubalſams (daher der Name), findet ſich im Steinkohlenteer, im Holzteer und im animaliſchen Teer; wird insbeſondere aus leichtem Steinkohlenteer durch Deſtillation gewonnen und iſt, wie das Benzol, für die Technik ſehr wertvoll. Durch Oxydation mit verdünnter Salpeterſäure oder mit Chromſäure liefert es Benzoeſäure. Durch Chlor wird in der Siedehitze ausſchließlich Waſſerſtoff der Methylgruppe ſubſtituiert, und es entſtehen nacheinander Benzylchlorid $C_6H_5 \cdot CH_2Cl$, Benzalchlorid $C_6H_5 \cdot CHCl_2$, Benzotrichlorid $C_6H_5 \cdot CCl_3$. In der Kälte entſtehen dagegen o- und p-Chlortoluol $C_6H_4 < \begin{matrix} CH_3 \\ Cl \end{matrix}$, indem das Chlor in den Kern tritt. Anwendung in der Teerfarbeninduſtrie; zur Erzeugung von künſtlichem Moſchus; als Löſungsmittel; ſ. a. Benzol und Aromatiſche Verbindungen. *Bujard.*

Toman, perſiſche Goldmünze = 7,12 ℳ.

Tombak, ſ. Meſſing; Tombak, weißer, ſ. v. w. Weißkupfer (ſ. d.).

Ton, ſ. Schall.

Tonalit, ein aus Hornblende, Feldſpat (Plagioklas), Quarz und Biotit beſtehendes dioritiſches Geſtein in den Südalpen.

Tonbäder und **Tonfixierbäder,** Löſungen, welche hauptſächlich Salze der Edelmetalle (Gold, Platin u. ſ. w.) neben andern Chemikalien enthalten. Kommt eine ſolche Löſung mit fein verteiltem Silber oder Silberſubſalzen in Berührung, ſo erfolgt eine Abſcheidung des Edelmetalles (Gold, Platin u. ſ. w.). Man benutzt dieſe Reaktion, um den Silberbildern auf photographiſchen Kopierpapieren, welche beim Fixieren (d. i. Behandlung mit unterſchwefligſauerm Natrium) ſonſt eine gelbrote Farbe annehmen würden, eine ſchönere Färbung, die ſich beim Fixieren nicht mehr verändert, und eine größere Haltbarkeit zu erteilen (Tonen der Kopien).

Die Goldtonbäder werden in zwei Gruppen geteilt: 1. in Tonbäder, welche keine fixierende Wirkung beſitzen (getrennte Goldtonbäder) und 2. in ſolche, bei deren Gebrauch ein teilweiſes oder vollkommenes Fixieren erfolgt. Zur letzteren Klaſſe gehören die Rhodangoldbäder und Tonfixierbäder.

Literatur: Eder, J. M., Ausführliches Handbuch der Photographie, Bd. 4, 2. Aufl., Halle a. S. 1899; Derſ., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 7. Aufl., Halle a. S. 1908; Valenta, Ed., Die Behandlung der für den Auskopierprozeß beſtimmten Emulſionspapiere, Halle a. S. 1896; Schmidt, F., Kompendium der Photographie, Karlsruhe 1903; Sedlacek, Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren, Halle a. S. 1906. *Novak.*

Tondruck, in der Buchdruckerei und Lithographie das Bedrucken von Flächen mit hellen farbigen Nuancen, entweder um eine „geſchloſſenere“ (weiche) Wirkung bei Strichbildern zu erzielen (vgl. Clair-obſcur-Druck und Duplexdruck), oder zur Verzierung größerer leerer Flächen (vgl. Chaostypie), oder zur Erſchwerung von Fälſchungen (vgl. Banknotendruck).

Man bedient ſich hierbei für den Druck in der Buchdruckpreſſe glatter, geſchnittener, geätzter oder guillochierter (ſ. Guillochieren) Holz- oder Metallplatten; ferner kommen Tafeln aus Karton (ſie ſind zumeiſt mit mehrfachen Barytſchichten u. dergl. verſehen), Celluloid und Linoleum, die ſämtlich vom Setzer ſelbſt leicht bearbeitet werden können (Tonplattenſchnitt), zur Verwendung. Im Steindruck benutzt man glatte oder gekörnte, dann mit Tangierplatten (ſ. Carreaugraphie), dem Luftpinſel (ſ. d.), durch Tamponieren (Wiſchen, vgl. Tamponiermanier) oder mittels Spritzgitter gemuſterte Steine. Die lichten Tonfarben werden durch Vermiſchen der kräftigen Pigmente mit farbloſen (z. B. gebleichtem Firnis, in Firnis angeriebenem palmitinſauerm Tonerdehydrat u. ſ. w.) oder weißen Subſtanzen (hauptſächlich Zinkweiß) erhalten.

Tone, die Rückſtände der Verwitterung tonerdehaltiger Silikatgeſteine, unterſchieden als magere Tone mit größerem, als fette mit geringem Sandgehalt. Ein ſehr reiner Ton iſt Kaolin (ſ. d.). Vgl. a. Aluminium.

Tonerde, -hydrat, ſ. Aluminiumoxyd, -oxydhydrat.

Tonerde, kieſelſaure, ſ. Aluminiumſilikate.

Tonerdenatron, ſ. Aluminate.

Tonerdephosphat, entweder ein Mineral, wie der Wawellit, beſtehend aus phosphorſaurer Tonerde, oder ein Kunſtprodukt, wie das Kladnophosphat. Sein hoher Tonerdegehalt macht es zur Fabrikation von Superphosphaten ungeeignet (ſ. Phosphorſäuredünger). *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tonerde, ſchwefelſaure, ſ. Alaune.

Tonerdeſilikate, ſ. Aluminiumſilikate.

Tonfixierbäder, ſ. Tonbäder.

Tonhobel, -knetmaſchine, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonit, ſ. Sprengſtoffe, S. 224.

Tonknopfdecke (Erſatz für Rohrdecken), erfunden von S. Müller in Oberfähring bei München, D.R.P. Nr. 14298.

Die Knöpfe aus gebranntem Ton ſind koniſch, mit 35 mm äußerem Durchmeſſer und 10 mm dick; ſie werden in Abſtänden von 4—6 cm auf ſchmale, 2 cm ſtarke Deckenſchalbretter genagelt, ehe dieſe an der Decke befeſtigt werden. Sie ſollen die Nachteile, welche durch Fäulnis des Schilfrohrs oder Roſten des Drahtes entſtehen, beſeitigen. *Weinbrenner.*

Tonmühle, -preſſe, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonne, Gewicht, in Deutſchland und Frankreich = 1000 kg, in England und den Vereinigten Staaten = 20 Ztr. zu 112 Pfd. — Regiſtertonne, ſ. unter Schiffsvermeſſung. — Tonne im Bergbau, ſ. Schachtförderung; als Seezeichen, ſ. Bojen. *Plato.*

Tonnenfach, -feld, ſ. Schacht, Schachtförderung.

Tonnengehalt, ſ. Schiffsvermeſſung.

Tonnenlage (Tonnlage, verſtümmelt Donlage), im Bergbau ſ. v. w. Neigung gegen den Horizont. Der Ausdruck rührt daher, daß in flachen Schächten (ſ. Schacht) auf die mehr oder weniger geneigte Lage der Fördertonne Rückſicht zu nehmen iſt. Davon abgeleitet: tonnenlägig (donnlägig u. ſ. w.), ſ. v. w. geneigt oder flach, z. B. tonnenlägiger Schacht. *Treptow.*

Tonnenſyſtem, ſ. Abfuhr, Bedürfnisanſtalten.

Tonnung, ſ. Schachtförderung, Bd. 7, S. 584.

Tonſchiefer (Phyllad, Schiefer), gleichmäßig dichte, dünnſchiefrige bis dünnplattige, meiſt graue, auch wohl rotbraune oder grünlichgraue und blaugraue feſte Geſteine, welche durch chemiſche Umlagerung aus Ton und kalihaltigen löslichen Verbindungen hervorgegangen ſind. Den Uebergang zu Ton bilden die ebenfalls ſchiefrigen, aber noch vorwiegend aus Ton ſelbſt beſtehenden, meiſt mit dem Finger zerreiblichen und weichen Schiefertone.

Die Tonſchiefer ſetzen ſich in der Hauptſache aus einem äußerſt feinen und nur ſehr ſchwer entzifferbaren Gemenge von weißem Glimmer zuſammen, welches durch ſtaubartiges Eiſenerz gelb, rot oder braun, durch feinſte Kohlenteilchen ſchwarz gefärbt iſt. Iſt ſtatt des weißen Glimmers ein grünlicher (Sericit) oder Chlorit in feiner Verteilung vorhanden, ſo entſtehen grüne oder hellblaue Farben. Zwiſchen dem Glimmer treten öfters kleine Körner von Quarz und ſehr viel Rutil in Nädelchen auf, ebenſo die Schiefer rot färbendes Roteiſenerz (Eiſenglanz). Wird die glimmerartige Hauptmaſſe grobkörniger, ſo daß man einzelne Glimmerblättchen erkennen kann, ſo entſtehen Uebergänge zu Phylliten und zu Glimmerſchiefer. Zu nebenſächlichen, aber häufigen Einſchlüſſen der Tonſchiefer gehören Quarz in Linſenform, Schwefelkies in Kriſtallen, auch wohl Kalkknollen. Die Tonſchiefer ſind äußerſt fein geſchichtet und außerdem meiſt noch von einem zweiten, ſchief zur Schichtung gerichteten Syſtem von Ablöſungsflächen (Schieferung) durchſetzt (geſchiefert). Sehr oft ſind nur letztere ausgeprägt und die Schiefer nach ihnen ſpaltbar (vgl. Dachſchiefer, Bd. 2, S. 511). Treten Schicht- und Schieferflächen oder von dieſen zwei Syſteme gleichzeitig als Ablöſungs- und Spaltflächen und dichtgedrängt auf, ſo entſtehen ſtengelige oder griffelförmige Abſonderungen oder Griffelſchiefer (Sonneberg in Thüringen). Als Wetzſchiefer gelten ebenfalls ſehr dichte, aber ſehr viele fein verteilte Quarzkörner führende, meiſt heller gefärbte, feſte und dicker ſchiefrige Tonſchiefer (Thüringer Wald, Ardennen). Die Tonſchiefer beſtehen chemiſch zumeiſt aus Kieſelſäure, Tonerde und etwas Eiſenoxyd ſowie geringem Gehalt an Kalk, Magneſia, Kali und Natron. Beim Verwittern blättern ſie ſich meiſt auf, werden heller, gelb und gehen in unreinen Ton über. Das ſpez. Gew. liegt bei 2,8. Vorkommen in älteren Formationen (Kambrium, Silur, Devon) und hier durchweg gefaltet, gebogen und verquetſcht, wodurch wohl die Umwandlung des Tones in Glimmer beeinflußt wurde. Feſte, dünnſpaltende Schiefer dienen zur Dachdeckung, ſchwarze, reine als Tafelſchiefer, quarzreiche als Wetzſchiefer, quarzarme oder -freie, weichere zur Griffelherſtellung. Dickſchiefrige Arten werden als Baumaterial für rauhes Mauerwerk benutzt, ſind hier ſehr wetterbeſtändig, aber der vielen Ablöſungsflächen wegen ſchwer bearbeitbar. Zu Fundierungen beſſer geeignet als Schieferton.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, Bd. 3; Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, 2. Aufl., Freiburg 1907. *Leppla.*

Tonſchlag, ſ. Lehmſchlag 2, Bd. 6, S. 117.

Tonſchneider, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Tonſchnitt, ſ. Holzſchneidekunſt.

Tonſtein, dichte, graue oder hellgefärbte, meiſt feſt geſchichtete Geſteine, welche in der Hauptſache aus einem verfeſtigten Ton beſtehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorkommen in der Steinkohlenformation und im Rotliegenden und teilweise als Tuffe von Porphyren (Felsitporphyren) entstanden. Eisen- und kalkfreie und quarzreiche Arten werden als Rohmaterial zur Herstellung hochfeuerfester Waren viel verwendet (Neurode in Niederschlesien, Saargebiet).

Leppla.

Tonwaren, alle aus Ton oder tonhaltigen Massen hergestellten Waren. Wir unterscheiden dabei, je nach der Wasseraufnahmefähigkeit des Scherbens, Tongut und Tonzeug.

I. Tongut.

Solches hat stets den porösen, allgemein bekannten, ziegelartigen, durchlässigen, über 5 % wasseraufnahmefähigen, an der Zunge klebenden Scherben. Tongut kommt, je nach dem Verwendungszweck, glasiert und unglasiert im Handel vor. Der Wert der Waren des Tongutes wird weniger nach dem verwendeten Rohmaterial, als vielmehr nach der Art und dem Wert der Herstellung, ob handwerksmäßig, maschinell oder künstlerisch, bestimmt.

Gemeines Tongut. Hierunter versteht man alle Waren aus kalk- und eisenoxydhaltigem Ton, Lehm, Tonmergel, Schluff u. s. w.; wenn ungeschlämmt verarbeitet, müssen diese von schädlichen, grobkörnigen Beimengungen frei sein. Die sich weißlich, meistens aber hell- bis dunkelbunt brennenden Fabrikate müssen wetterbeständig sein. Zu dem gemeinen Tongut rechnen — unglasiert und gewöhnlich glasiert — alle Arten Mauerziegel, Verblender, Hartbrandziegel mit dichter Brennhaut für Bauzwecke (über dichtere Klinker s. Gemeines Steinzeug, S. 561) Falzziegel, Biberschwänze, poröse Ziegel, die auch unter Zusatz von Sägespänen und Kohlengrus hergestellt werden, und Hohlziegel, Blumentöpfe, Wasserkühler, Drainageröhren für Wiesen- und Untergrundentwässerungen, sowie die gewöhnlichen irdenen Töpfe, Kannen u. s. w. für den Küchen- und Hausgebrauch, auch das Bunzlauer und Cosswiger bleifrei glasierte Geschirr. Ferner gehören hierzu Viehtröge und die Tongutröhren für Kanalisationszwecke, d. h. Röhren mit buntfarbigem, ziegelartigem, erdigem, über 5 % wasserfaugendem Scherben. Um diese für Kanalisationszwecke, wobei sie ausschließlich zur Leitung von durchweg mehr oder minder säurehaltigen Flüssigkeiten dienen, geeigneter zu machen, und um ein Durchlassen der Flüssigkeiten bezw. ein Diffundieren mit dem Untergrundwasser zu vermeiden, werden solche Röhren, da sie oftmals keine Salzglasur annehmen, mit einer Lehmglasur versehen. Die Glasur, auch die Salzglasur, verleiht ihnen indessen nur einen fragwürdigen Schutz gegen das Eindringen der Kanalflüssigkeit, denn es kommt vor, daß die Glasur nach verhältnismäßig kurzer Zeit von dem Geschiebe der Abwässer, Sand u. s. w., abgescheuert wird. Der dann, wenn auch nur an einzelnen Stellen, von der Glasur entblößte freiliegende Scherben saugt gierig das säurehaltige Abwasser auf und dieses zerstört das Rohr. Wenn außerdem die auf der Außenwand des Rohres befindliche Glasur gar an einer Stelle fehlt oder auf dem Wege zur Verwendungsstelle oder beim Verlegen verletzt wurde und absprang, so tritt eine Verbindung der Kanalflüssigkeit mit dem Grundwasser ein und eine Verseuchung des Untergrundes, die ja gerade durch die Kanalisation vermieden werden soll, findet statt. Für die überaus wichtig gewordene Kanalisation der Städte und Ortschaften (s. d., Bd. 5, S. 351) verwendet man daher seit ca. 20 Jahren meist Röhren aus Steinzeug (s. Tonzeug, S. 560).

Der Unterschied zwischen Steinzeug und Tongut besteht im wesentlichen in der Säurebeständigkeit und in der Wasseraufnahme des Scherbens, deren Feststellung im folgenden an dem Beispiele von Röhren — einem Massenerzeugnis — besprochen werden soll.

Von den Kanalisationsverwaltungen wird vielfach vorgeschrieben, daß die Röhren, wenn sie 24 Stunden im Wasser gelegen, nicht mehr als 2—3 % ihres eignen Gewichts zunehmen dürfen. Diese Prüfungsart ist aber nicht zuverlässig. Nach diesem Verfahren geprüft, werden selbst an den Rändern der Spitzenden und an den Muffen gut glasierte, poröse Tongutröhren das vorgeschriebene Prüfungsergebnis liefern, weil hierbei die Flüssigkeit in den Scherben selbst nicht eindringen kann. Zur Beurteilung der Güte des Scherbens nimmt man in der Praxis die Auffaugeprobe in der Weise vor, daß aus einer in Tinte getauchten Schreibfeder oder aus einer Pipette ein Tropfen Tinte auf die unglasierte Bruchfläche eines Scherbenstückes getropft wird. Aus der Verschiedenartigkeit des Auffaugens macht der Praktiker sich dann ein Bild von der Wasseraufnahmefähigkeit. Oder aber man prüft die Wasserdurchlässigkeit der Oberfläche der inneren und äußeren Wandung durch Aufsetzen von graduierten Glasröhren und beobachtet, innerhalb welcher Zeit das Wasser eindringt. Den Begriff der Dichtheit des Scherbens dadurch festzustellen, daß ein auf die Bruchfläche gebrachter Wassertropfen nicht früher verschwinden darf, als es durch Verdampfung allein geschehen kann, ist mehr denn unklar. Alle diese Prüfungen sind nicht zuverlässig.

Die Wasseraufnahmefähigkeit wird zuverlässig in folgender Weise bestimmt: Aus dem zu prüfenden Rohr wird ein etwa 10 × 10 cm großes Stück, welches an allen Seitenkanten von der Glasur entblößt sein muß, damit das Wasser wirklich in den Scherben eindringen kann, herausgemeißelt. Dieses Stück wird im Trockenschrank bei 120° C. getrocknet, dann das Gewicht festgestellt, der Scherben eine Stunde gekocht, nach insgesamt 24 Stunden aus dem Wasser genommen, das Gewicht wieder ermittelt und die Gewichtszunahme nach Prozenten berechnet. Soll die Wasseraufnahmefähigkeit von mehreren Konkurrenzwaren festgestellt werden, so ist selbstverständlich, daß die zu prüfenden Rohrstücke alle von möglichst gleicher Größe und von gleicher Wandstärke sein müssen. Tongutröhren geben, nach dem bei der nachfolgenden Besprechung der Steinzeugröhren beschriebenen Verfahren geprüft, über 2 % an Säure ab.

Auch poröse Tongutröhren zeigen öfters einen dunkelgrau gefärbten Scherben, der dadurch erzeugt wird, daß man mit stark rauchendem, qualmendem, also reduzierendem Feuer brennt, wodurch sich der Kohlenstoff in den porösen Röhren ablagert und sich das im Ton

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

enthaltene Eisenoxyd reduziert. Diese dunkelgraue Farbe kann der eines gesinterten Steinzeugscherbens ähnlich erscheinen.

Feines Tongut. Zu dem „feinen Tongut" gehören meistens aus geschlämmter Masse hergestellte, unglasierte und auch künstlerisch glasierte, lackierte, sowie in der Masse gefärbte und engobierte Waren, wie Platten und Fliesen mit dichter Brennhaut und über 5 % wassersaugendem Scherben, Terrakotten für Bau-, Haus- und Gartenschmuck, bunt stumpf bemalte, lackierte und broncierte sogenannte Kunstterrakotten, Ofenkacheln, Fayence und Majolika mit buntem Scherben und weißer Zinnglasur, die oftmals mit malerischen oder plastischen Verzierungen versehen ist; ferner antike Geschirre und die Terra-sigillata-Gefäße, die durch ein kürzlich patentiertes Verfahren jetzt wieder hergestellt werden sollen und zwar durch Glätten und Dichtpolieren. Die antike Terra-sigillata dürfte in den am Fuße der Berge oder in den Tälern abgelagerten, feinst geschlämmten eisenoxydhaltigen, sich also oxydierend rotbrennenden Tonen zu suchen sein. Hier hatten die Atmosphärilien den Schlämmprozeß des Tones Jahrtausende hindurch bewerkstelligt. Dieser natürliche Schlämmprozeß kann durch unsre heutigen Schlämmereieinrichtungen nicht ersetzt werden. Da der von der Natur selbst gebildete Tonschlamm im Altertum verarbeitet und auch überlagert worden ist, so können jetzt die Terra-sigillata-Gefäße nicht mehr hergestellt werden. Die warme rote hauchartige Außenfarbe, die als Glasur angesehen wird, ist höchstwahrscheinlich gar keine Glasur, sondern die während der Bearbeitung gedichtete äußere Brennhaut. Nach dem D.R.P. Nr. 136273 werden Diaphragmen hergestellt, die bei der Elektrolyse der Chloralkalien sich als sehr gut widerstandsfähig gegen die Einwirkungen der Alkalien, der Säuren und des Chlors bewähren sollen. Die poröse Masse besteht aus Eisenoxyd mit Ton versetzt, oxydierend gebrannt.

Feuerfestes Tongut hat einen weißlichen bis bunten, porösen, saugenden, schroffen Temperaturwechseln und hohen Hitzegraden widerstehenden Scherben, der einen sogenannten Schmelzpunkt von mindestens Segerkegel 26 besitzt. Unter dem Schmelzpunkt der Tone versteht man in der Praxis einen bestimmten, in der Technik allgemein angenommenen Erweichungsgrad derselben. Dieser Erweichungsgrad wird mit demjenigen der Segerkegel verglichen, welche eine nach bestimmten Hitzewirkungen abgestufte Reihe von Tongemischen von verschiedener Schmelzbarkeit darstellen. Je höher der Schmelzpunkt eines Tones oder feuerfesten Erzeugnisses, je höher ferner seine mechanische Festigkeit, desto besser die Beschaffenheit. Feuerfestes Tongut findet Verwendung zum Ausmauern des Innern von Oefen der verschiedensten Systeme, also für Ring- und Flammöfen, Steingut-, Porzellan- und Glasöfen, Calcinier- und Glühöfen, für Koksöfen, für Hochöfen, für Kupol-, Schweiß- und Stahlöfen, für Dampfkesseleinmauerungen u. s. w. Es werden daraus ferner gefertigt Kapseln, Muffeln, Retorten, Pyrometerröhren, Schmelztiegel, Glashäfen, Zinkdestilliergefäße u. s. w.

Feuerfestes Tongut wird aus Schiefertonen, Rohkaolinen und sandhaltigen Tonen, auch aus feuerfesten plastischen Tonen und aus Quarzgestein für Dinasziegel hergestellt. Für gute Dinasziegel verwendet man nur den als festes Gestein vorkommenden Quarzit, nicht aber Quarzsand und Quarzkiesel. Der fette Ton wird mit Sand, Quarz und Quarzgestein in zerkleinertem Zustande, am besten aber mit Schamotte gemagert. Die Größe der Körnung der zu verwendenden Magerungsmittel spielt für feuerfestes Tongut eine wichtige Rolle; ist doch die Körnung von wesentlichem Einflusse auf Festigkeit und Widerstand, auch wegen der Haltbarkeit im Feuer, namentlich, wenn rascher Temperaturwechsel in Frage kommt. Ueberschuß von Sand nimmt dem Ton seine Dichtigkeit, die lockere, löcherige und poröse Masse verliert ihre Zähigkeit. Der beste und wesentlichste Zusatz für feuerfestes Tongut ist Schamotte. Schamotte wird aus gebranntem Ton, grob- oder feinkörnig, hergestellt. Durch das Brennen wird die Schamotte dichter und fester und dadurch unveränderlicher, also nicht mehr schwindbar gemacht. Die Schamotte wird entweder direkt aus rohem, feuerfestem Ton gebrannt, oder man erhält sie als Abfall von feuerfesten Fabrikaten, wie von Ziegeln, Muffeln, Kapseln u. s. w. Als Zusatz zur Masse für Tongut, Steingut, Steinzeug und Porzellanzeug werden die Scherben dieser Massen als Schamotte gemahlen und wieder zugesetzt. Die Schamotte besitzt vor allen Magerungsmitteln den großen Vorzug, daß sie bei der Verwendung ihre Schwindung bereits hergegeben hat.

Man unterscheidet bei feuerfestem Material basische, also stark tonhaltige, und saure, also stark sandige (kieselsäurehaltige), feuerfeste Produkte, die aus 1. reiner Tonschamotte, 2. aus Quarzschamotte, 3. aus Schamotte, die aus 1 und 2 gemischt hergestellt werden und 4. aus Tonschamotte mit andern Zusätzen bestehen.

Zur Herstellung von feuerfesten Produkten werden weiter als Zusatz zu feuerfesten Tonen verwendet: Koks, Holzkohle, Graphit, Bauxit, Magnesia, Kalkschiefer, Speckstein, Serpentin, Chromeisenstein, Korund, künstlicher, in verschiedener Form gewonnen, auch der beim Goldschmidtschen Thermitverfahren als Abfallprodukt gewonnene Korund, der nahezu reines Aluminiumoxyd darstellt, sowie der in der Natur als Schmirgel (vgl. Schleifen) vorkommende natürliche Korund. Die ersten feuerfesten Gegenstände aus künstlichem Korund, feuerfeste Ziegel u. s. w., fertigte Goldschmidt in Essen. Heute kommen Schmelztiegel aus Korund unter dem Namen Dynamidon auf den Markt. Ferner wird das nach dem patentierten amerikanischen Verfahren künstlich hergestellte Karborund (s. Carborundum) als Zusatz für die Herstellung von feuerfesten Fabrikaten verwendet. Ebenso wird auch amorphes Karborund und das ihm nahestehende Siloxikon (s. d.) verwendet, letzteres namentlich zur Auskleidung von Oelfeuerungen und zur Herstellung für die an besonders beanspruchten Stellen zu errichtenden Feuerbrücken in Flammöfen u. s. w. Zum Schutz für die feuerfesten Tonschamotteziegel, die als Futter von Oefen und Feuerungsanlagen dienen sollen, fertigt man einen Ueberzug aus Diamantin. Man verwendet derartig überzogene Tonschamotteziegel besonders an den Stellen, an denen Flugasche, Schlacken, schmelzende Gläser, Kalk, Zement u. s. w. schädliche Angriffe auszuüben pflegen. Das Diamantin besteht im wesentlichen aus reiner Tonerde mit geringem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zusatz von Kieselsäure, im elektrischen Ofen hergestellt. Auch wird Karborundum zur Herstellung von Retorten zur Zinkdestillation benutzt. Ferner wird das erstmals in Amerika im elektrischen Ofen hergestellte Siliciumoxyd, das unter dem Namen Monox in den Handel kommt, und die von Riecke erstmals benutzte brasilianische Zirkonerde verwendet. Vgl. a. Steine, feuerfeste.

Steingut. Hierunter versteht man eine sich weiß brennende, mehr oder weniger, aber stets poröse, also über 5% wasserlaugende Ware mit einem gleichmäßig feinen, erdigen, an der Zunge klebenden undurchsichtigen Scherben, der für die Gebrauchsgegenstände der Haushaltungen nur Dichtigkeit durch eine beiderseits aufgetragene dünne, farblose, durchsichtige Glasur erhält, die sich deutlich vom Scherben abgrenzt. Die Steingutgrundmasse wird aus einem bildsamen, wenig eisenoxydhaltigen Ton gebildet. Das Steingut, das für die verschiedensten Zwecke gebraucht wird und aus dem auch Figuren, Vasen u. s. w. hergestellt werden, wird auch in der Masse gefärbt und zwar dadurch, daß der Masse fein gemahlene Metalloxyde oder Farbkörper zugesetzt werden. Elfenbeinsteingut wird meistens nicht in der Masse gefärbt, weil sich oftmals die Tone elfenbeinartig natürlich brennen. Eisenoxydhaltiger Quarz färbt die Massen rötlich. Steingut wird auch engobiert (s. Engobe); ebenso wird es mit Unterglasurfarben auf den Biskuitscherben oder auf den fertig gebrannten, also auf der Glasur liegend, je nach dem Verwendungszweck, durch das Umdruckverfahren, durch Schablonieren oder durch Bemalen, auch mit Gold, sowie künstlerisch dekoriert.

Gemeines Steingut ist ein Gemisch von Tonmergel und Quarz mit 10—25% kohlensauerm Kalkgehalt. Dasselbe muß, damit keine Schmelzung eintritt, bei niedriger Hitze gebrannt werden, so daß die Kohlensäure aus dem Kalk nicht ausgetrieben wird; infolgedessen braust diese Masse mit Säuren und ist weich. Aus gemeinem Steingut werden die weißen, die durch Umdruck und die durch Schablonieren hergestellten gewöhnlichen Haus- und Küchengeräte, einfach dekorierte Vasen, Figuren u. s. w. hergestellt. Auch werden hieraus die gewöhnlichen weißen, porösen, nicht glasierten Tonpfeifen, sowie Diaphragmen für elektrolytische Zwecke (Puckallsche Zellen) und Filterkörper fabriziert. Da an die Diaphragmen für elektrolytische Zwecke Ansprüche an Säure- und Alkalibeständigkeit gestellt werden, so werden solche auch unter Verwendung von Beauxit und Korund, und zwar künstlichem und natürlichem, hergestellt. Solche aus Korund brachte auf Grund von Patenten die Deutsche Steinzeugwarenfabrik Friedrichsfeld in Baden erstmals auf den Markt. Steingutröhren für Kanalisationszwecke (bei diesen könnte es sich, der Kosten wegen, doch nur um solche aus gemeinem Steingut handeln), kommen überhaupt nicht zur Verwendung; sie wären, der Massenzusammensetzung wegen, durchaus ungeeignet. Die Bezeichnung „Steingutkanalisationsröhren“ in manchen fachmännischen Handbüchern und in den Ausschreibungsbedingungen für Kanalisationsgegenstände ist eine absolut irrige.

Feines Steingut. Hierunter versteht man die weiße Steingutmasse mit Zusatz von Feldspat, also die dichtere, undurchscheinende Hartsteingutmasse, die über 5% Wasser saugt. Dichte, bis 5% Wasser aufnehmende, höchstens an den Rändern durchsichtige Masse, rechnet zu dem Steinzeug. Die aus Feinsteingut hergestellten feineren Waren für den besseren Haus- und Küchengebrauch werden in der Regel (einfach und künstlerisch) bemalt. Für Tafelservice, künstlerisch ausgeführte Vasen, Figuren u. s. w. kommt ebenfalls Feinsteingut zur Verwendung. Aus der Hartsteingutmasse werden auch Gegenstände für sanitäre Einrichtungen, und zwar Waschtische, freistehende Klosetts, Pissoirbecken, Badewannen u. s. w., hergestellt. Gemeines Steingut eignet sich, feines stark porösen Scherbens wegen, für diese Gegenstände nicht; denn wird die Glasur an irgend einer Stelle, beispielsweise bei einem im Winter kaltstehenden Klosett, abgestoßen, so dringt das Wasser in den Scherben ein, das Wasser gefriert und sprengt den Scherben auseinander.

II. Tonzeug.

Mit diesem Namen bezeichnet man alle Tonwaren mit absolut bis praktisch dichtem, d. h. also bis höchstens 5% Wasser saugendem Scherben.

Steinzeug nennt man dichte, porzellanartige Ware, mit weißem, gelb bis blaugrau oder anders buntfarbigem, undurchscheinendem, höchstens nur an den Kanten transparentem Scherben, der eigentlich wie Porzellan gar kein, bei der Kochprobe (s. S. 558) aber bis höchstens 5% Wasser aufnehmen darf. Steinzeug ist also gewissermaßen als unechtes Porzellan anzusprechen; während aber echtes Porzellan, wie bekannt, einen weißen Scherben zeigt, der durchscheinend ist, hat Steinzeug einen muscheligen, steinartigen, auch nicht an der Zunge klebenden Scherben, der aber nicht durchscheinend ist. Des natursteinfarbigen Aussehens wegen wird die Masse Steinzeug genannt. Steinzeug wird auch bei niedrigerer Hitze gargebrannt wie Porzellan. Für größere und große Gegenstände, als Kanalisationsröhren, Gefäße und Apparate für die chemische Großindustrie, die, außer säure- und temperaturbeständig, auch elastisch und druckfest sein sollen, sowie aus fabrikationstechnischen Gründen muß die Masse entsprechend zusammengesetzt sein, wodurch auch eine höhere, bis höchstens 5% betragende Wasseraufnahmefähigkeit bedingt wird.

Zur Herstellung werden hochbildsame, reine, reichlich Kieselsäure enthaltende Tone verwendet, die bei verhältnismäßig niederer Hitze sintern und sich dicht brennen, ohne besonders ihre Gestalt zu verändern. Je nach dem Verwendungszweck wird der Masse auch künstlicher oder natürlicher Korund, Feldspat und feldspathaltiges Gestein, wie Porphyr u. s. w., zugesetzt. Der Sinterungs- und der Schmelzpunkt der Steinzeugtone muß gehörig weit auseinander liegen. Die Steinzeugmasse, die sich hart brennt, und selbst wenn nicht glasiert, praktisch für Flüssigkeiten undurchdringlich ist, sich hierdurch also vom Ton- und Steingut unterscheidet, nimmt Salzglasur an. Diese wird erzeugt durch das Zusammenwirken von Kochsalzdämpfen mit der Kieselsäure des Tones und dem in der Flamme enthaltenen Wasserdampf, welcher sich mit Kochsalz in Chlorwasserstoff umsetzt, während die Kieselsäure sich mit dem Natrium verbindet. Das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo entſtandene Natronglas bildet dann einen dünnen Ueberzug. Steinzeugmaſſe muß, um durchweg gute Ware zu geben, ſelbſtredend unter peinlich genauer Ofenkontrolle bei im ganzen Ofeninhalt möglichſt gleichmäßiger Hitze gargebrannt werden. Feines Steinzeug wird außer mit Salzglaſuren auch mit Erdglaſuren und andern bunten Metallglaſuren verſehen.

Gemeines Steinzeug. Dasſelbe wird faſt durchweg ungeſchlämmt verarbeitet. Es werden hieraus hergeſtellt Klinker, auch ſolche für ſäure- und temperaturbeſtändige Zwecke, alſo für Glover- und Gay-Luſſac-Turmfüllung, für bunte unglaſierte und für einfarbig glaſierte Fußbodenbelagplatten, Wandfliefen, Kanalauskleidungsplatten u. ſ. w. Aus dem gemeinen Steinzeug des Krug- und Kannenbäckerlandes, nach den mittelalterlichen Handelsbezeichnungen Kölniſches, Rheiniſches und Flandriſches Steinzeug benannt, werden, und zwar im Kannenbäckerlande, perlgraue ſalzglaſierte, auch nach der Ritztechnik mit blauen Schmalten verſehene gewöhnliche Gebrauchswaren, als Krüge für Waſſer, Bier und Wein, die ſogenannten Maßkrüge, Butter- und Zuckerdoſen, Einmachtöpfe, Gerätſchaften für pharmazeutiſche und chemiſche Zwecke hergeſtellt. Die Gegenſtände mit Unterglaſurſchmalten werden nur einmal gebrannt, auch werden derartige Waren mit einer Innenglaſur aus Lehm und Pottaſche, Soda, Borax und auch Mennige ausgegoſſen. Solche Gegenſtände werden gleichfalls im Oberelfaß gefertigt. Im Krugbäckerlande werden die rotbraun ſalzglaſierten gewöhnlichen Mineralwaſſerkrüge, Einmach- und Konſervenbüchſen, auch ſolche mit aufgeſchliffenen Verſchlüſſen, hauptſächlich aus ungeſchlämmter, teilweiſe aber auch aus geſchlämmter Maſſe hergeſtellt. Die Steinzeugwaren des Krugbäckerlandes ſind dichter als die des Kannenbäckerlandes. Aus gewöhnlichem Steinzeug werden auch an andern Orten Gefäße und Apparate für die chemiſche Induſtrie (Exhauſtoren, Pumpen, Druckgefäße, Wannen, Transportgefäße, Säure-, Reaktions- und Abſorptionstürme, Kühlſchlangen u. ſ. w.) hergeſtellt. Die Friedrichsfelder Steinzeugwarenfabrik ſtellte auf der Pariſer Weltausſtellung 1900 ein Säureaufbewahrungsgefäß von 6000 l Inhalt aus, ein ſo großes, wie ſolches vorher noch nie gefertigt wurde. 1901 wurde von derſelben Fabrik, die alſo die erſte war, die derartig große Gefäße herſtellte, ein eiſenummanteltes Steinzeuggefäß von 10600 l Inhalt gefertigt und einer chemiſchen Fabrik für den Gebrauch geliefert.

Gemeines Steinzeug findet aber hervorragend Verwendung für Artikel für die Kanaliſation von Städten und Ortſchaften. Für dieſe Zwecke hat Hoffmann vor ca. 20 Jahren das ſäurebeſtändige Steinzeug mit brauner Salzglaſur zuſammengeſetzt, das durch die Deutſche Steinzeugwarenfabrik Friedrichsfeld in Baden erſtmals auf den Markt gebracht wurde. Das wichtigſte Erzeugnis, die Steinzeugröhren, ſind Röhren mit dichtem, gelb- bis braun- oder blaugrauem, auch andersfarbigem, hartem, geſintertem Bruch, die immer innen und außen mit Salzglaſur verſehen ſein müſſen. Sie haben alſo einen praktiſch dichten, rißfreien, nicht blätterigen Bruch von geringer Waſſeraufnahmefähigkeit; ſie ſind, ihrer Salzglaſur entblößt — alſo ihr eigentlicher Scherben —, ſäurebeſtändig und für die Kanalflüſſigkeit undurchdringlich. Sie dürfen eine Waſſeraufnahmefähigkeit bis höchſtens 5%, nach dem S. 558 beſchriebenen Kochverfahren geprüft, haben. Die Prüfung des Scherbens auf Säurebeſtändigkeit wird in folgender Weiſe vorgenommen: Das auf Waſſeraufnahmefähigkeit bereits vorher geprüfte und nochmals bei 120° im Trockenſchrank getrocknete Stück wird zerkleinert, bis auf einem Sieb von 60 Maſchen/qcm kein Rückſtand mehr hinterbleibt. Von dem durchgeſiebten Material werden ſodann nur diejenigen Körner zur Unterſuchung verwendet, welche auf dem Sieb von 120 Maſchen/qcm zurückbleiben. Die Körner werden durch Waſchen von den anhängenden Staubteilen befreit und bis zur Gewichtsbeſtändigkeit getrocknet. 100 g der ſo vorbereiteten Körner werden in einer Platinſchale mit einer Säuremiſchung übergoſſen, beſtehend aus 25 Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelſäure, 10 Gewichtsteilen Salpeterſäure (ſpez. Gew. 1,4) und 65 Gewichtsteilen Waſſer. Der Inhalt der Platinſchale wird ſo lange zum Kochen erhitzt, bis Waſſer und Salpeterſäure vollſtändig verdampft ſind und die Schwefelſäure ſtark raucht; nach dem Erkalten wird unter Beachtung der nötigen Vorſichtsmaßregeln der Schaleninhalt unter Umrühren mit Waſſer verdünnt, dem 10 ccm Salpeterſäure (ſpez. Gew. 1,4) beigegeben werden. Die Schale wird nochmals zum Kochen gebracht, ſodann das Säuregemiſch abgegoſſen und die Körner mit Waſſer gewaſchen, bis die Säurereaktion verſchwunden iſt. Nach dem Trocknen wird dann der Gewichtsverluſt, den die Körner erlitten haben, feſtgeſtellt. Etwa in den Körnern zurückgebliebene Feuchtigkeit wird ſowohl vor als auch nach der Säurebehandlung durch Glühen einer Durchſchnittsprobe ermittelt. Steinzeugwaren für Kanaliſationszwecke, in dieſer Weiſe geprüft, dürfen höchſtens bis 2% an Säuren abgeben.

Steinzeug, das die für Kanaliſationszwecke notwendigen Eigenſchaften beſitzt, darf nicht ſpröde, muß hart aber von einer gewiſſen Elaſtizität ſein, daher mit Hammer und Meißel gut bearbeitet werden können, einen metalliſchen Klang haben, gute Druckfeſtigkeit beſitzen; je weniger Waſſer es innerhalb der beſprochenen Grenzen aufnimmt und je höhere Säurebeſtändigkeit es zeigt, um ſo beſſer iſt es. Die Deutſche Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld in Baden bringt zurzeit die gelbgrün ſalzglaſierte oder hellbraungrau unglaſierte ſäurebeſtändige Hoffmann-Maſſe für Steinzeuggefäße und Apparate für die chemiſche Induſtrie auf den Markt, die weniger als 1% Waſſer aufnimmt, gut temperaturbeſtändig und gasdicht iſt. Die für Steinzeug angewendete Salzglaſur, welche wegen der Dichtheit des Scherbens eigentlich nicht nötig wäre, hat nur den Zweck, den Glanz der Fabrikate zu erhöhen und im Innern glatte Flächen zu ſchaffen.

Dichtes Korundſteinzeug für Gefäße und Apparate für die chemiſche Großinduſtrie wurde von Hoffmann in der Deutſchen Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld in Baden erſtmals zuſammengeſetzt (D.R.P. Nr. 158336 und 210085 der Klaſſe 80b und Gruppe 8).

Feines Steinzeug. Auch bei dieſem, deſſen Maſſe geſchlämmt verarbeitet wird, ſpielt der Wert der Maſſe keine beſondere Rolle, ſondern der Wert iſt durch die künſtleriſche und mehrfarbige Glaſurherſtellung oder die ſchwierige Formgebung bedingt. Zu dem feinen Steinzeug gehört das durch Eiſenoxyd rot, durch den Brennprozeß auch grau oder ſchwärzlich gefärbte,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meiſtens geſchliffene Böttger-Steinzeug, das dem vorwiegend roten chineſiſchen Steinzeug nachgebildet wurde, und das gefrittete weiße unglaſierte oder in der Maſſe mit Metalloxyden gefärbte Wedgwood-Steinzeug, das auch oberflächlich mit Angußfarbe begoſſen wird; ferner die weißen Steinzeugſanitätswaren: Waſch- und Spültiſche, Badewannen u. ſ. w., die im Scherben noch dichter ſind als die aus feinem Steingut (Hartſteingut) hergeſtellten.

Die Fein- reſp. Kunſtſteinzeuggegenſtände des Kannenbäckerlandes — im Krugbäckerlande werden ſolche nicht fabriziert — werden aus dem dort ſich vorfindenden Steinzeugton, der geſchlämmt, dem aber kein Feldſpat oder dergleichen zugegeben wird, hergeſtellt. Es werden erzeugt moderne und altdeutſche — Renaiſſance — Bier-, Wein- und Prunkkrüge mit aufgelegten, in Gipsformen ausgepreßten Roſetten- und Figurenverzierungen, Tee- und Kaffeeſervice, Zucker- und Butterdoſen, Jardinieren, Vaſen, Blumentopf- und Schirmſtänder, Phantaſieartikel u. dergl. m. Dieſe Gegenſtände werden entweder reduzierend mit perlgrauer Salzglaſur, mit in Zellen eingelegten Schmalten, die Zellen in ſauberer Ritztechnik hergeſtellt, gebrannt oder aber ſie werden oxydierend, praktiſch dicht, gelb mit farbloſer Steingutglaſur mit Schmalten und Unterglaſurmalerei oder auch im Muffelofen mit Aufglaſurmalerei verſehen, gebrannt. Die nach dieſer letztgedachten Manier gefertigten Wein- und Bierkrüge werden oftmals innen mit einer weißen zinnhaltigen Majolikaglaſur verſehen. Brennt man aber dieſe Gegenſtände reduzierend abſolut dicht, nach der Technik des Weichporzellans, ſo erhält man ein prachtvolles blaugraues Feinſteinzeug. Die Waren der Scharffeuertechnik werden erſt reduzierend und nachträglich oxydierend gebrannt. Dieſe ſo erzeugten, mit dunkelfarbigen, faſt ſchwarzen Schmalten oder Engoben verſehenen Waren ſind ſehr ſchön, ebenſo die mattſchwarzen, mattbraunen und andersfarbigen Kriſtall- und Laufglaſuren, und die geflammten Kupferoxydul-(China-)Glaſuren. An andern Orten werden Brunnen, Kamine, Portale und ſonſtige Architekturgegenſtände hergeſtellt. Ferner rechnen zu dem Feinſteinzeug die mehrfarbigen, auch in der Maſſe gefärbten, mit ſchönen Muſtern verzierten Moſaik-, Steinzeugfußboden- und Wandbekleidungsplatten (vgl. Mettlacher Platten).

Porzellanzeug, in China erfunden und von Böttger für Europa nacherfunden, milchweiß ſich brennend, wenn es nicht abſichtlich in der Maſſe gefärbt iſt, iſt bei nicht zu ſtarkem Scherben ſtets durchſcheinend, was bei dem weißen Hartſteingut und Feinſteinzeug wie bekannt nicht der Fall iſt. Der Scherben iſt ſtark klingend, vom Stahl nicht ritzbar, abſolut dicht bis nur geringe Bruchteile eines Prozents Waſſer aufnehmend, ſäurebeſtändig, gefrittet und nicht an der Zunge klebend. Die Maſſe, die hoch bis Segerkegel 16 gebrannt wird, beſteht aus Kaolin (ſ. d.), der auch durch einen Teil plaſtiſchen, ſich weiß brennenden Ton erſetzt werden kann und aus Feldſpat, für den auch Kalk, Kreide und oftmals Sand und Quarz verwendet wird. Die Maſſe wird geſchlämmt. Das weiße Kaolin, nicht ſehr plaſtiſch, iſt der feuerbeſtändige Teil, der dem gebrannten Porzellan ſeine Feſtigkeit verleiht; der Feldſpat, die Kreide oder der Kalk iſt der im Feuer flüſſig werdende Teil, der dem Porzellan ſeine Durchſichtigkeit gibt. Quarz erhöht nach dem Brande die Durchſichtigkeit der Porzellane. Die meiſten Gegenſtände werden glaſiert. Die Glaſur, meiſt ſtark glänzend, beſteht aus derſelben Zuſammenſetzung wie die Maſſe, nur enthält ſie, um gut durchſcheinend zu ſein, etwas mehr Flußmittel. Porzellan verträgt ſchroffen Temperaturwechſel. Bei Gegenſtänden mit möglichſt gleichſtarkem Scherben verträgt Porzellanzeug auch die direkte Berührung mit dem Feuer. Steinzeugmaſſe iſt plaſtiſcher (bildſamer) wie Porzellanzeugmaſſe. Man unterſcheidet Weich-, Seger- und Hartporzellanzeug. Erſteres enthält mehr Flußmittel und wird daher weniger hoch als letzteres gebrannt. Weichporzellan iſt in der Regel weniger gegen ſchroffen Temperaturwechſel geeignet als Hartporzellanzeug. Porzellanzeug iſt das wertvollſte Produkt in der keramiſchen Induſtrie. Es kann, ähnlich wie Steingut, ſchön künſtleriſch mit Unterglaſurfarben, Muffelfeuerfarben und Gold, beſonders gut das Seger- und Weichporzellanzeug, verſehen werden. Die Farben der Unterglaſurmalerei auf Weichporzellanzeug erſcheinen viel prächtiger und glänzender als auf Hartporzellanzeug, weshalb das Hartporzellanzeug auch beſonders mit Aufglaſurmalerei verſehen wird. Auch bei dem Wert des Porzellanzeuges kommt es weniger auf die Maſſe als auf die Art der Herſtellung, ob handwerksmäßig, maſchinell oder künſtleriſch, und auf die Art der Bemalung, ob durch Druck, Schablonieren oder Künſtlerhand, und auf die Farbenpracht der Glaſuren an.

Gemeines Porzellanzeug. Hierzu rechnen die einfachen weißen und die dekorierten Haus- und Küchengeräte, Wand- und Bodenbelagplatten, Sanitätsgeſchirre, wie Waſch- und Spültiſche, Iſolatoren und Artikel für Laboratorien von chemiſchen Fabriken u. ſ. w.

Feines Porzellanzeug. Hierunter werden alle künſtleriſch hergeſtellten und bemalten und vergoldeten Eßſervice, Vaſen, Figuren u. ſ. w. für den Hausſchmuck u. ſ. w. verſtanden. Eine der hervorragendſten, nach entwicklungsgeſchichtlichen Geſichtspunkten geordnete Sammlung dieſer Art befindet ſich im Johanneum in Dresden. *Otto Hoffmann.*

III. Fabrikation.

Die Rohmaterialien der Ziegel-, Ton- und Porzellanwarenfabrikation müſſen, um eine völlig gleichmäßige Maſſe zu bilden, nachdem ſie in den erforderlichen Mengen zuſammengemiſcht worden ſind, längere Zeit eingeſumpft werden. — Beim **Einſumpfen** (Mauken) verbringt man entweder die gemiſchten, ſoweit nötig angefeuchteten Maſſen in Gruben von ungefähr $1^1/_2$ m Tiefe oder man lagert die vollſtändig vorbereiteten Maſſen in Kellern oder kellerähnlichen Räumen. Bei der Ziegelfabrikation auf trockenem Wege werden dieſelben auch in geſchloſſenen, gegen Wind, Sonne und Regen geſchützten Schuppen hoch aufgeſchüttet, z. B. in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Die **Formgebung der Tonwaren** geſchieht entweder auf maſchinellem Wege, durch Handformerei oder durch Gießen. Die maſchinelle Formgebung iſt derjenigen bei der Formgebung der Ziegel (ſ. d.) und übrigen baukeramiſchen Waren ähnlich.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Handformerei wird die richtig vorbereitete plaſtiſche Maſſe unter Benutzung von Spachteln, Modellierhölzern oder dergl. zuſammengeſchoben oder auseinander gebreitet und von derſelben ſo viel Ton fortgenommen oder hinzugefügt, daß der fertige Gegenſtand die gewünſchte Form zeigt. Es iſt hierbei gleichgültig, ob die zum Formen genommene Tonmaſſe feſtliegt, wie dies bei Herſtellung von reliefierten Platten und ähnlichen Waren der Fall iſt, oder ob dieſelbe bewegt wird, wie dies bei Benutzung der Drehſcheibe geſchieht. Das direkte Formen kommt, abgeſehen von der Anfertigung von Modellen, bei Herſtellung von Gebrauchsgeſchirren nur ſelten vor. — Die hauptſächlich angewandte Art der freihändigen Formgebung in der Geſchirrfabrikation iſt die mittels der Drehſcheibe und erfolgt entweder durch den Arbeiter mittels Fingerdrucks oder durch während der Drehung angelegte Schablonen, die ſowohl innerhalb wie außerhalb des zu formenden Stückes benutzt werden. Größere Gegenſtände, wie z. B. Vaſen, werden aus mehreren Stücken hergeſtellt und ſpäter in geeigneter Weiſe miteinander verbunden. Die Bewegung der Drehſcheibe kann durch den drehenden Arbeiter mittels der Fußſcheibe oder auf maſchinellem Wege geſchehen. Im letzteren Falle iſt Vorſorge zu treffen, daß die Bewegung verzögert oder beſchleunigt werden kann.

In Fig. 1 iſt eine gewöhnliche Töpferdrehſcheibe mit maſchineller Bewegung abgebildet; der Oberteil *A* derſelben, an deſſen unterem Fuß *g* die Schablone befeſtigt wird, iſt drehbar mittels einer Spindel *a* in zwei an einem Balken befeſtigten Lagern *b*, von denen das untere mit einer Kuliſſe *c* verſehen iſt, welche behufs einer exzentriſchen Schablonenſtellung die Drehung geſtattet. In dem Schlitz der Kuliſſe (ſ. *C* bei Fig. 1) iſt ein mit dem Ständer des Oberteils der Maſchine feſt verſchraubter Gleitbock verſchiebbar, der mittels zweier Stellſchrauben *d* fixiert wird. Die drehbare, oben gebogene Spindel *a* trägt eine Rolle *e*, die geſtattet, mittels einer Kette die zweite Spindel *f*, an der die Schablone befeſtigt iſt, in Führungen beliebig hinauf und herab zu ſchieben. Der Unterteil *B* der Maſchine enthält

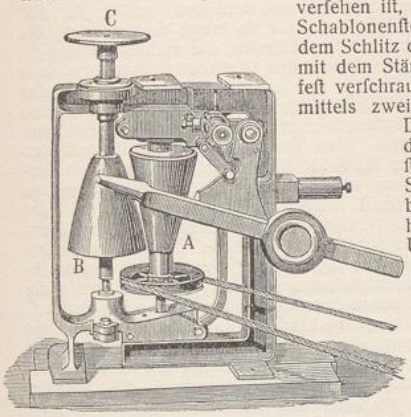


Fig. 3.

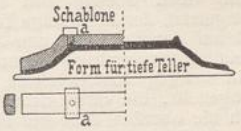


Fig. 2.

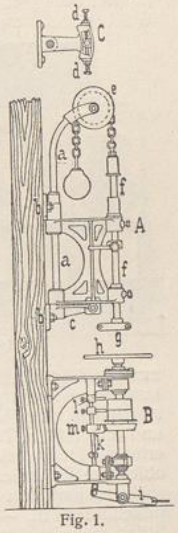


Fig. 1.

einen Ständer mit zwei Führungen für die Scheibenſpindel und ein Metallfußlager mit ſtählerner Linſe. Die drehende Bewegung der Scheibe *h* wird erzielt mittels einer feſten und loſen Riemſcheibe; die Ausrückung derſelben geſchieht durch einen Fußtritt *i* und eine Ausrückſpindel *k* mit Gabel *l* und Bremſe *m*. Auf die Scheibenplatte wird ein Gußring geſchraubt, welcher den umzubildenden Ton aufnimmt; bisweilen iſt dieſer Gußring gleich mit einer Gipsform verſehen, welche der Innenform, ſeltener der Außenform des zu bildenden Geſchirres entſpricht. Eine ſolche Scheibenform iſt in Fig. 2 in Querſchnitt und Oberanſicht der Außenſchablone eines tiefen Tellers abgebildet. Fig. 3 gibt die perſpektiviſche Anſicht einer Töpferdrehſcheibe mit Friktionskegelantrieb; der Friktionskegel *A* wird durch das Treibſeil kontinuierlich umgedreht und kann mittels des in der Figur ſichtbaren Hebelmechanismus gegen den andern Friktionskegel gedrückt werden, und zwar ſo, daß die Berührung zwiſchen beiden Kegeln in verſchiedenen Höhen ſtattfindet, wodurch die Umdrehung des Kegels *B* und damit der Scheibe *C* mit ſehr verſchiedener Schnelligkeit erfolgt. Um dieſe Berührung der beiden Kegel in verſchiedenen Lagen zu ermöglichen, iſt die Führungslinie des Kegels *B* konvex, ſo daß der Kegel *A*, je mehr ſeine obere Achſe nach links geſchoben wird, an einem um ſo höher gelegenen Punkte mit dem Kegel *B* in Berührung kommt.

Kompliziertere Formen, die ſich nicht auf der Drehſcheibe herſtellen laſſen, werden durch Einſchlagen oder Eindrücken in Formen hergeſtellt, was teils ausſchließlich von Hand, wie bei den Formen in Gips, oder mit Hilfe von Schlegeln, wie beim Formen größerer Stücke in Holzmodellen, geſchieht. — Das Einſchlagen erfolgt in der Weiſe, daß um einen feſten Kern ein zweiter Mantel gelegt wird, in deſſen Zwiſchenraum lagenweiſe der vorbereitete Ton eingeſtampft wird. Dieſe Art der Formung wird bei Anfertigung von Gasretorten und ähnlichen Waren vielfach angewendet; nachdem der innere Kern entfernt iſt, wird bei derartigen Waren die innere Fläche durch Schlagen und Streichen geglättet. — Häufiger, namentlich bei feineren Waren, wird das Eindrücken und Abformen angewendet. Hierbei wird der vorbereitete Tonſtreifen, welcher die Geſtalt des zu formenden Stückes beſitzt, nur daß er rundum etwas kleiner iſt, auf oder in die Form eingelegt und dann mit der Hand leicht angedrückt. Die Form, in welcher das Stück abgeformt wird, beſteht faſt immer aus Gips, da ſich dieſes Material am beſten für genannten Zweck eignet.

Bei dem neuerdings zur Formung der Porzellan- und Steingutwaren angewendeten Gießverfahren wird die mit etwas Soda verſetzte Maſſe in gut trockene Gipsformen geſchüttet; der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlamm verdickt ſich nach und nach an den poröſen Wandungen, mit denen er in Berührung kommt. Iſt dieſe Schicht genügend dick geworden, ſo leert man die Form, indem man ſie umſtürzt, wobei die überflüſſige Maſſe entfernt wird, während die feſtgewordenen Teile derſelben an der Gipsform haften. Infolge der Abſorption des Waſſers durch den Gips trocknet die Maſſe und es tritt eine Schwindung derſelben ein, welche geſtattet, den gegoſſenen Gegenſtand aus der Form zu entfernen. Kleinere Gegenſtände laſſen ſich auf vorſtehend beſchriebene Weiſe leicht anfertigen. — Um größere Gefäße ohne Gefahr zu gießen, muß der Tonſchlamm von unten in die Form eintreten; zu dieſem Zwecke ſetzt man das Formſtück auf einen Gießtiſch (Fig. 4), der eine Oeffnung beſitzt, die durch ein abſchließbares Rohr mit dem Tonbehälter *C* in Verbindung ſteht. Hat man die Gipsform *B* auf die Gußſcheibe *A* geſtellt, ſo wird der betreffende Hahn geöffnet, nachdem vorher einige Liter reines Waſſer in die Form geſchüttet worden ſind. In demſelben Maße, wie der Schlamm in der Form ſteigt, treibt er das Waſſer vor ſich her, welches den Gips leicht anfeuchtet und das Steigen der Maſſe reguliert, indem es plötzliche, ſtoßartige Bewegungen derſelben verhindert. Das Einfüllen der Tonmaſſe muß ſo weit erfolgen, daß letztere noch über den oberen Rand der Form herausdringt und einen Wulſt bildet, welcher die ganze Stärke des Gipſes bedeckt. Der Gips abſorbiert von dem Moment des Eingießens der Tonmaſſe aus derſelben Waſſer und würde damit die Maſſe in der Form ſenken; um dies zu verhindern, muß ſtets ſo viel Maſſe durch Offenſtehen des betreffenden Hahnes nachgelaſſen werden, daß die Form voll mit derſelben gefüllt iſt. Mit dieſem Nachfüllen hat man ſo lange fortzufahren, bis die Tonſchicht an den Wänden die richtige Stärke erhalten hat. Die Dauer des Gießens ſchwankt je nach Größe und Geſtalt des zu gießenden Gegenſtandes zwiſchen 1 und 5 Stunden. Hat man die gewünſchte Wandſtärke erhalten, ſo muß der überſchüſſige Tonſchlamm entfernt werden. Man ſchneidet zunächſt ſchnell den obenerwähnten Wulſt ab, läßt hierauf nochmals den Tonſchlamm ſteigen, und zwar ſo weit, daß er nochmals oben einen Wulſt bildet, worauf man eine mit der Schraubenpreſſe *G G H* befeſtigte Scheibe auf die Form auflegt. Dieſe Scheibe iſt mit einer Oeffnung verſehen, welche durch eine Rohrleitung mit einer Luftdruckpumpe *E* in Verbindung ſteht. Sodann wird der Tonablaßhahn geöffnet und gleichzeitig die Luftpumpe in Tätigkeit geſetzt, der überflüſſige Tonſchlamm herausgetrieben und in das Baſſin *D* abgelaſſen. Der Wulſt auf der Form hat den Zweck, zu verhindern, daß Luft zwiſchen Gips und angeſetzten Ton eintritt, wodurch eine Vernichtung des gegoſſenen Stückes unzweifelhaft erfolgen müßte. Sobald das gegoſſene Stück zu ſchwinden beginnt, wird der am Manometer *F* ablesbare Luftdruck abgeſtellt, die obere Scheibe und obere Form entfernt; 1—1⅛ Stunden ſpäter nimmt man auch die oberſten Teile der Form ab, damit das Stück in ſeiner Schwindung unbehindert iſt. — In einzelnen Fällen iſt auch der untere Teil der Form zu entfernen; das Stück ſchwebt dann, nur durch den mittleren Teil derſelben gehalten, frei in der Luft.

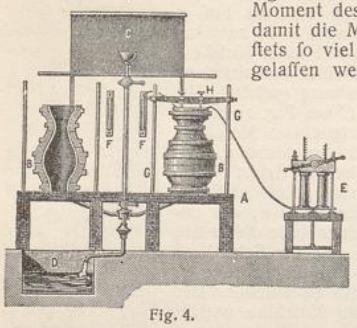


Fig. 4.

Beim Gießen mit Luftleere wird, nachdem das Stück in vorſtehend beſchriebener Weiſe hergeſtellt worden iſt, ein luftdicht ſchließender Zylinder um das Gefäß geſetzt und mit einem Deckel verſchloſſen, der mit einer entſprechenden Oeffnung verſehen iſt, welche der Außenluft den Zutritt zu dem Inneren des gegoſſenen Stückes geſtattet; der zwiſchen der Form und dem Zylinder befindliche geſchloſſene Raum ſteht mit einer Luftpumpe in Verbindung, durch deren Ingangſetzung die Luft in dieſem Raum verdünnt wird. Hat ſich ein genügend ſtarker Niederſchlag des Schlammes an den Wandungen der Form gebildet, ſo wird der überſchüſſige Tonſchlamm abgelaſſen und das Gußſtück von der Form befreit. Um Stücke von größerer Wandſtärke zu gießen, läßt man in die Gußform, nachdem der erſte Niederſchlag etwas angetrocknet, wiederum Tonbrei bis oben eintreten und entfernt denſelben, nachdem ſich eine zweite Tonſchicht angeſetzt hat. — Um zu vermeiden, daß während der Schwindung des gegoſſenen Stückes letzteres reißt oder ſich verzieht, legt man ſchmale Streifen von Kanevas an die innere Wandung der Form und befeſtigt dieſelben mit Tonſchlicker an derſelben. — Das Gießen wird erleichtert, wenn man der Maſſe vor dem Guß etwas Soda zuſetzt, welche den Schlamm leichtflüſſiger macht; vgl. darüber Sprechſaal 1897, Nr. 44 und 45.

Soweit ſich einzelne Gegenſtände nicht aus einem Stücke formen oder gießen laſſen, z. B. Taſſen, Vaſen u. ſ. w. mit Henkeln, müſſen die betreffenden Teile nachträglich angeſetzt werden (Garnieren). Man rauht die zuſammenzuſetzenden Teile im friſch geformten oder lederharten Zuſtande an den Stellen, wo ſie ſich gegenſeitig berühren, etwas auf und gibt Schlicker (dünnen Tonbrei) dazwiſchen; die einzelnen Teile preßt man ſodann feſt aneinander.

Große Sorgfalt erfordert das **Trocknen der geformten Waren**, dabei bleiben dieſelben entweder an ihrem Platze ſtehen oder ſie werden während des Trockenprozeſſes bewegt. Der Prozeß kann ſich — entſprechend der Jahreszeit — in freier Luft, in bedeckten, ſeitlich offenen Schuppen oder in geſchloſſenen geheizten Räumen, je nach der Maſſe des Scherbens, mehr oder weniger ſchnell vollziehen; die Beſchleunigung erfolgt — ſoweit zuläſſig — durch Anwendung von Wärme oder durch Herſtellung eines Luftzugs.

Die Tonwaren werden vielfach auch farbig durch Bemalung dekoriert; entweder wird die Maſſe gefärbt oder die Oberfläche des Gegenſtandes mit einem Ueberzug verſehen bezw. bemalt. Dies **Dekorieren der Waren** wird im plaſtiſchen, im lederharten, im lufttrockenen oder im gebrannten Zuſtande vorgenommen, auf maſchinellem Wege oder von Hand in einfachſter Form bis zu künſtleriſcher Vollendung. — Wir verweiſen auf Bauernmajolika,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Engobe, Farben, keramiſche, Fayence, Fußböden, Glaſuren, Keramik, Kunſtgewerbe, Majolika, Mettlacher Platten, Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren u. ſ. w., Ziegel, Ziegelfabrikation und die unter dieſen Artikeln angegebene Literatur; ſ. a. Borrmann, Die Keramik in der Baukunſt, Stuttgart 1897. *Dümmler.*

Top, ſ. Bemaſtung.

Topas, Mineral, kieſelſaure Tonerde und Kieſelfluoraluminium, $5\,Al_2SiO_5 + Al_2Fl_{10}Si$.

Kriſtalliſiert rhombiſch, ſäulenförmig; auch ſtengelig (Pyknit). Farblos und waſſerklar, oft aber gelb in verſchiedenen Tönen, auch rot, violett und grün; die Farben verſchwinden unter langem Einfluß von Tageslicht; glasglänzend, durchſichtig bis durchſcheinend. Sehr gut ſpaltbar ſenkrecht zur Säulenrichtung, daher vor Stoß und Fallen zu hüten, weil leicht zerſpringend; ſpröde. Härte 8; ſpez. Gew. 3,5—3,56. Sehr ſchwer ſchmelzbar, dabei undurchſichtig und farblos werdend. Von Säuren nicht angreifbar. Auf Klüften in kriſtallinen Schiefern und im Granit, im Topasfels (einem quarz- und turmalinreichen Schiefer) von Schneckenſtein im ſächſiſchen Erzgebirge (Schneckentopas), im Ural (Aduntſchilon bei Nertſchinsk), in Nordamerika, in Braſilien (Ouro Preto), hier oft als waſſerhelle Geſchiebe Waſſertropfen (Pingos d'agoa, goutte d'eau), Indien, Ceylon u. ſ. w. Nimmt wegen ſeiner großen Härte ſchöne Politur und hohen Glanz an und gilt als wertvoller Edelſtein. Beſonders geſchätzt wird der gelbe, gleichmäßig gefärbte, klare Goldtopas. Die Steine werden meiſt als Treppenſteine geſchliffen, ſeltener als Brillant (farbloſe Steine). Nur klare und wertvolle Steine werden à jour gefaßt. Minderwertige Steine werden zu Schleifpulver verwendet.

Literatur: Bauer, M., Edelſteinkunde, Leipzig 1896, S. 371. *Leppla.*

Topasafterien, ſ. v. w. Sternſaphir; ſ. Korund.

Topfſcheibe, ſ. Schleifen, Bd. 7, S. 707, Fig. 9 und 10.

Topfſtein, ſ. Talk.

Topographie, Darſtellung der Erdoberfläche in topographiſchen Karten (ſ. Bd. 5, S. 386). Man unterſcheidet Spezialkarten in den Maßſtäben 1 : 10000 bis 1 : 50000 und Ueberſichtskarten in 1 : 100000 bis 1 : 500000. — Der Herſtellung der Spezialkarten geht die topographiſche Aufnahme oder Spezialvermeſſung voraus. Dieſe iſt ein Teil der Landesvermeſſung (ſ. d.).

Es kommen zwei Verfahren in Betracht, die Herſtellung der Karten auf Grund einer ſelbſtändigen topographiſchen Vermeſſung oder unter unmittelbarer Benutzung vorhandener einheitlicher geometriſcher Spezialkarten. In letztem Falle wird die topographiſche Vermeſſung auf die Aufnahme der Höhenverhältniſſe beſchränkt (ſ. Bd. 6, S. 66).

Die Unterlagen der Vermeſſung ſind die Landestriangulierung (ſ. Triangulierung C.) und das Landeshöhennetz (ſ. Nivellieren, Bd. 6, S. 654). Im Anſchluß hieran werden die Höhen einer Anzahl paſſend gelegener Dreieckspunkte durch Hauptnivellierung zweiter Ordnung, das ſogenannte Signalnivellement, und die Höhen andrer Dreieckspunkte bei der Kleintriangulation durch trigonometriſche Höhenmeſſung (ſ. Bd. 5, S. 92) ermittelt. Die ſelbſtändige topographiſche Vermeſſung iſt vorwiegend eine tachymetriſche Meßtiſchaufnahme (ſ. Bd. 6, S. 392). Sie nimmt bei der Darſtellung der Situation natürlich die Ergebniſſe von geometriſchen Spezialvermeſſungen zu Hilfe, wenn ſolche vorliegen. Die Karte entſteht jedoch im weſentlichen auf dem Meßtiſche im Felde. Weiteres ſ. [1]. — Die Kartenblätter werden begrenzt nach der Gradeinteilung der mathematiſchen Erdoberfläche (ſ. Gradabteilungskarte, Bd. 4, S. 603). Durch dieſe Einteilung entſtehen kleine ſphäroidiſche Trapeze, die in einer geeigneten Projektion abgebildet werden, z. B. in der Polyederprojektion (ſ. Bd. 7, S. 182) und der polykoniſchen Projektion (ſ. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 390). Die Spezialkarten der preußiſchen Landesvermeſſung in 1 : 25000 und in der Polyederprojektion heißen nach ihrer Entſtehung Meßtiſchblätter. Ihre Begrenzungslinien umfaſſen in der geographiſchen Breite 6′ und in der Länge 10′, in Längenmaß etwa 11—12 km.

Die topographiſchen Einzelheiten werden durch beſondere Signaturen dargeſtellt, wobei die Wege in verſchiedene Klaſſen eingeteilt ſind, z. B. in Fuß-, Feld-, Verbindungsweg, befeſtigter Weg, Chauſſee. Bei Angabe der Kulturarten berückſichtigt man möglichſt den dauernden Zuſtand. Näheres ſ. in den amtlichen Muſterblättern, z. B. [2], die auch Anweiſung über die Ausziehnung, Schrift und Zahlen ſowie die Anordnung und Schreibweiſe der Namen geben (ſ. a. Karte, Bd. 5, S. 386).

Die Bodenformen können dargeſtellt werden durch Schichtlinien (Horizontalkurven), durch Bergſtriche (ſ. Bd. 1, S. 701) oder Abtönung der Flächen (ſogenannte Schummerung) nach dem Beleuchtungsprinzip der Bergſtriche oder durch eine geeignete Verbindung dieſer Darſtellungsarten. Bei den preußiſchen Meßtiſchblättern werden nur Schichtlinien angewendet, und zwar mit Schichthöhen von 20, 10, 5 oder auch 2,5 und 1,25 m, je nach den Geländeverhältniſſen. Die normale Schichthöhe beträgt 5 m. Grundſatz iſt, daß ein leicht lesbares, anſchauliches Geländebild gewonnen wird. Dementſprechend ſind die Schichtlinien nach unmittelbarer Anſchauung auf Grund der gemeſſenen Höhenpunkte und der Geripp- und Fallinien zu entwerfen, ſo daß ſowohl eine klare Darſtellung der Formen im einzelnen als auch in ihrer Geſamtheit erzielt wird (ſ. [1]). Daneben werden die Höhen einzelner beſonderer Punkte bis auf Dezimeter in der Zeichnung angegeben. Die Genauigkeit einer aus der Karte zwiſchen den Kurven abgeleſenen Höhe iſt im allgemeinen auf einige Meter zu ſchätzen. Ueber eine Genauigkeitsunterſuchung von topographiſchen Aufnahmen im Harz ſ. [3], S. 412. Eine eingehende Beſchreibung der preußiſchen topographiſchen Aufnahmen findet ſich in [4]. Bei der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

preußiſchen Landesaufnahme werden die Meßtiſchblätter in Grundriß und Schichtlinien nur ſchwarz bearbeitet und durch Lithographie vervielfältigt. Ein viel anſchaulicheres und überſichtlicheres Bild liefern ſolche Blätter, bei denen, wie z. B. in Baden, mehrere Farben zur Anwendung kommen: Grundriß ſchwarz, Gewäſſer blau, Gelände braun.

Werden, wie in Bayern und Württemberg, die vorhandenen Flurkarten der Spezialvermeſſungen in 1:5000 bezw. 1:2500 unmittelbar für die Darſtellung des Grundriſſes benutzt, ſo iſt, von Ergänzungsmeſſungen abgeſehen, die topographiſche Aufnahme nur eine tachymetriſche oder barometriſche Höhenbeſtimmung im Anſchluß an die durch Nivellieren oder trigonometriſche Höhenmeſſung beſtimmten Feſtpunkte (ſ. Tachymetrie, S. 410, Nivellieren, Bd. 6, S. 649). In dieſem Falle wird die Projektion der topographiſchen Karte auch aus der Projektion der geometriſchen Spezialkarte entwickelt. Wegen Bayern ſ. [5], S. 218, [6] und [7]. Beſonders iſt dieſes tachymetriſche Verfahren in Württemberg ausgebildet. Vgl. hierzu [8]. Ferner ſei kurz hingewieſen auf die jüngſt in Angriff genommene neue Karte von Braunſchweig in 1:10000, deren Blätter nach Soldnerſchen Koordinaten (ſ. Bd. 5, S. 621, Rechtwinklig-ſphäriſche u. ſ. w. Koordinaten) im Syſtem Kaltenborn des preußiſchen Kataſters eingeteilt ſind (ſ. [3] und [9]). — Eine zuſammenfaſſende Darſtellung der deutſchen Topographie gibt [5]. Eine kurze Ueberſicht mit Literaturangaben iſt enthalten in [10], S. 903. — Für topographiſche Aufnahmen im Hochgebirge wird neuerdings die photogrammetriſche Meſſung angewendet und durchgebildet (ſ. Photogrammetrie, Bd. 7, S. 113).

Die topographiſche Spezialkarte bildet die Unterlage für die topographiſchen Ueberſichtskarten und weiterhin für die hieraus entſtehenden geographiſchen Karten. In Deutſchland iſt die wichtigſte Karte die Karte des Deutſchen Reiches von 15′ Breiten- und 30′ Längenausdehnung in 1:100000 mit 674 Blättern. Die Geländeformen ſind durch Bergſtriche mit einzelnen Höhenzahlen angegeben. Die Karte erſcheint in drei Ausgaben, in ſchwarzem Kupferdruck mit Handkolorit der Grenzen und Gewäſſer, in dreifarbigem Kupferbuntdruck, Bergſtriche und Horizontalkurven in 50 m Abſtand braun, Gewäſſer blau, das übrige ſchwarz, und ſchließlich in ſchwarzem Umdruck. Die zunächſt für Militärzwecke geſchaffene Karte iſt eine einheitliche nach der preußiſchen Polyederprojektion. Die einzelnen Bundesſtaaten bearbeiten nach beſonderen Feſtſetzungen die auf ihre Gebiete entfallenden Anteile. Ueber die Abweichungen in der Orientierung der verſchiedenen Landestriangulationen und in den Projektionen der Spezialkarten von der der Reichskarte ſ. [5]. Außer dieſer Karte werden in neuerer Zeit herausgegeben die topographiſche Ueberſichtskarte des Deutſchen Reiches in 30′ Breiten- und 1° Längenausdehnung in 1:200000 und in Kupferbuntdruck ſowie ſeit 1906 nur für den Militärdienſtgebrauch die Ueberſichtskarte von Mitteleuropa mit 1° Breiten- und 2° Längenausdehnung in 1:300000 in Lithographie und Buntdruck. Hierneben ſind an älteren Karten zu nennen die Reymannſche topographiſche Spezialkarte von Mitteleuropa in 1:200000 und die Ueberſichtskarte von Weſtdeutſchland in 1:250000. Ueber die deutſche Topographie wird fortlaufend berichtet in der Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen. Auskunft über die wichtigſten europäiſchen und teilweiſe auch über außereuropäiſche Kartenwerke, den Stand der Bearbeitungen und Veröffentlichungen geben [11]—[13]. S. a. die Literaturberichte in Petermanns Geographiſchen Mitteilungen.

Literatur: [1] Vorſchrift für die Topogr. Abt. der Landesaufnahme, 2 Hefte, Berlin 1898; Kartentafeln zum Gebrauch bei Meßtiſchaufnahmen, Berlin 1899. — [2] Muſterblätter für die topographiſchen und kartographiſchen Arbeiten der Kgl. preuß. Landesaufnahme, 4. Aufl., Berlin 1898. — [3] Zeitſchr. f. Verm. 1902, S. 397. — [4] Schulze, Das militäriſche Aufnehmen, Leipzig und Berlin 1903. — [5] Jordan und Steppes, Das deutſche Vermeſſungsweſen u. ſ. w., Stuttgart 1882, Bd. 1; Jordan, Höhere Geodäſie und Topographie des Deutſchen Reichs. — [6] Then, Die bayriſchen Kartenwerke in ihren mathematiſchen Grundlagen, München und Berlin 1905. — [7] Heller, Die Tätigkeit des Bayr. Topogr. Bureaus in den letzten 10 Jahren, München 1908. — [8] Zeitſchr. f. Verm. 1893, S. 315; 1896, S. 353; 1898, S. 65. — [9] Ebend. 1906, S. 45. — [10] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 7. Aufl., fortgeſetzt von Reinhertz, bearbeitet von Eggert, Stuttgart 1908. — [11] Geographiſches Jahrbuch, Bd. 1, Gotha 1866, v. Sydow, Ueberſicht der neuen topographiſchen Spezialkarten der europäiſchen Länder; ebend. 1891, Bd. 14, S. 237, Heinrich, Der Standpunkt der offiziellen Kartographie; ebend. 1902, Bd. 25; 1906, Bd. 29, Wagner, Ueberſichtskarten der wichtigſten topographiſchen Karten Europas und einiger andrer Länder; ebend. 1894, Bd. 17, S. 41; 1896, Bd. 19, S. 1; 1897, Bd. 20, S. 425; 1901, Bd. 24, S. 3; 1903, Bd. 26, S. 358; 1906, Bd. 29, S. 322; Hammer und Haack, Die Fortſchr. d. Kartenprojektionslehre, der Kartenzeichnung u. ſ. w.; ebend. 1899, Bd. 22, S. 37; 1902, Bd. 25, S. 343, Hammer, Die methodiſchen Fortſchritte der geographiſchen Landmeſſung; ebend. 1905, Bd. 28, S. 373, Marcuſe, Die Fortſchritte der geographiſchen, geodätiſchen und aeronautiſchen Ortsbeſtimmung. — [12] Jahresberichte über Veränderungen im Militärweſen 1895 und 1896, Bd. 22 und 23; Kaupert, Der gegenwärtige Stand der topographiſchen Kartenwerke in den Kulturſtaaten. — [13] Petermanns Mitteilungen, Erg.-Bd. 31, 1904; Stavenhagen, Skizze der Entwicklung und des Standes des Kartenweſens des außerdeutſchen Europas.

(† Reinhertz) Hillmer.

Topometer von Heller, ein für die bayriſche Militärtopographie konſtruiertes kleines Buſſolentachymeter mit Diſtanzmeßfäden und Höhengradbogen. — Topometer von Hammer, ein Tachygraphometer, ſ. Tachymetrie, S. 403.

Topp, das obere Ende eines Maſtes oder einer Stenge; ſ. Bemaſtung.

Toppenant, ſ. Takelage.

Topplaterne, Schiffslaterne mit weißem Licht, welche am Fockmaſt gefahren wird; ſ. Poſitionslaternen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Toppfegel, das als Marsfegel ausgebildete Raafegel am Fockmaft eines Toppfegelfchooners.

Topzeichen, die am Kopfe fchwimmender Seezeichen, aber auch an den Maftfpitzen von Fahrzeugen, fpeziell Torpedobooten, vorgefehenen Unterfcheidungszeichen.

Als Topzeichen können alle Körper verwendet werden, die fich durch ihre Form gut abheben, und zwar einzeln oder zu mehreren. Bei Seezeichen muß das Topzeichen nach allen Seiten hin diefelbe Form haben. Als letztere ift vorherrfchend ein Kegel (Spitze nach oben oder nach unten), ein Doppelkegel, eine Kugel, ein Zylinder. Bei Fahrzeugen find fpeziell Kombinationen verfchiedener Formen üblich. — Vgl. z. B. Verzeichnis der Sommerfeezeichen, Reichsmarineamt (erfcheint jährlich). *von Nießen.*

Tor, f. v. w. breiter Eingang bezw. Einfahrt in ein Gebäude, einen Hofraum oder Garten, durch eine Ringmauer u. f. w. Die geringfte Breite und Höhe ift etwa = 2,30 m und find die größeren Ausmeffungen je nach den gegebenen Verhältniffen zu wählen.

Die Tore können überbaut oder frei ftehend fein. In erfterem Falle liegt dahinter der Torweg oder die Durchfahrt (Bd. 3, S. 162). Der obere Abfchluß wird dabei durch einen Bogen (f. d. und auch Kernbogen), feltener durch den fcheitrechten Sturz gebildet. Bei frei ftehenden Toren find die Pfeiler aus großen Werkftücken, wenn tunlich aus einem Stück zu erftellen, das noch tief in die Erde reicht, um dem Gewichte der Torflügel entgegenzuwirken. Stehen die Pfeiler mit Mauern in Verbindung, fo können fie aus einzelnen Schichten im Verband ausgeführt werden. — Große Tore mit ftarkem Verkehr, wie Stadt- und Feftungstore [1], oder an Tunnels erhalten oft zwei oder drei Einfahrten nebeneinander, erftere auch Fußgängertüren auf einer oder zu beiden Seiten.

Die Verfchlüffe der Tore können in Holz oder Eifen erftellt werden. Für die hölzernen Torflügel gelten die Grundfätze, welche unter Türen (f. d.) in II. Abf. A. entwickelt find. Die eifernen Tore werden entweder bei gefchloffener Form in Blech oder Wellblech erftellt oder aber als Gittertore (f. Gitter, Bd. 4, S. 534) ausgebildet. Solche werden in einfacher Durchführung aus quadratifchem oder flachem Vierkantftabeifen oder Rundeifen verfertigt oder in reichentwickelter getriebener Arbeit, in welcher die Schmiedekunft feit Jahrhunderten Meifterwerke gefchaffen hat (f. [1]—[9]).

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture française, Paris 1864, Bd. 7, S. 314—386, Porte fortifiée, Feftungstor im Mittelalter. — [2] Keller, P. J., Balthafar Neumann, Würzburg 1896, S. 79 und 203. — [3] Gewerbehalle, Stuttgart, Jahrgänge 1880—87. — [4] Architekton. Skizzenbuch, Berlin. — [5] Zeitfchr. d. Kunftgewerbevereins, München 1885 ff. — [6] Blätter für Kunftgewerbe, Wien. — [7] Rafchdorff, Abbildungen deutfcher Schmiedewerke, Berlin 1875/78. — [8] Hefner-Alteneck, Eifenwerk und Ornament der Schmiedekunft, Frankfurt 1889. — [9] Meyer, F. S., Mufterbuch moderner Schmiedeeifenarbeiten, Karlsruhe 1888. *Weinbrenner.*

Torbonit, f. Afphalt (Bogheadkohle).

Torchongrund, f. Spitzen, S. 218.

Torf, f. Brennftoffe, Moorkultur, Torfgewinnung.

Torfgewinnung und -verwertung. Ueber die Entftehung des Torfes, deffen Zufammenfetzung und Eigenfchaften f. Brennftoffe, Bd. 2, S. 285, und Moorkultur, Bd. 6, S. 490. Die Gewinnung und Verwertung der reichen in den Torflagern aufgefpeicherten Naturfchätze begegnet großen Schwierigkeiten und ift trotz der außerordentlichen technifchen Fortfchritte der Neuzeit bis heute noch nicht in allgemein befriedigender Weife gelungen.

Die Urfache liegt in den ungünftigen phyfikalifchen Eigenfchaften des Torfmaterials, die eine lohnende Gewinnung und Verarbeitung fehr erfchweren und den Wettbewerb mit ähnlichen Naturftoffen, z. B. der Kohle, vielfach unmöglich machen. Urfprünglich und bis über die Mitte des vorigen Jahrhunderts hinaus kam außer der landwirtfchaftlichen Ausnutzung der Moorflächen (f. Moorkultur) nur die Verwertung der ausgebeuteten Torfmaffen als Brennmaterial in Betracht (neuerdings macht — vornehmlich infolge des Ausbaues der Schiffahrtswege — die Kohle dem Brenntorf felbft in den Torfgegenden wirkfamen Wettbewerb). Noch nicht lange her hat man erkannt, daß gewiffe Schichten der Torflager zu einem vom Landwirt gefchätzten Streumaterial (Torfftreu) fich verarbeiten laffen. Endlich auch hat man eine Reihe von induftriellen Ausnutzungen des Torfmaterials, z. B. die Gewinnung von Gas, Teer, Paraffin, Ammoniak, die Verarbeitung der Torffafer zu Gefpinften u. a., in die Hand genommen. Im ganzen bietet jedoch die Torfinduftrie bis jetzt noch kein fehr erfreuliches Bild, und groß ift die Zahl der Mißerfolge. Gleichwohl haben die Beftrebungen nach Vervollkommnung auf diefem Gebiet erfreulicherweife nicht nachgelaffen.

A. Brenntorf.

Die Schichten eines Torflagers find von verfchiedenartiger Befchaffenheit, je nach den zu ihrem Aufbau verwendeten Pflanzenarten und dem Grad der Zerfetzung der Torfmaffe. Zur Verwendung als Brenntorf find diejenigen Schichten am geeignetften, welche in der Zerfetzung am weiteften vorgefchritten find, alfo die zu unterft liegenden; diefelben befitzen den größten Kohlenftoffgehalt (bis zu 60 % vom Gewicht des trockenen Torfes). In der Regel können drei Schichtungen unterfchieden werden: zu unterft der Pech- oder Specktorf, eine dunkelgefärbte

amorphe Maſſe von relativ hohem ſpezifiſchem Gewicht (bis 1,2), in welcher Pflanzenreſte kaum noch erkennbar ſind; über dieſem der heller gefärbte Sumpf- oder Modertorf und obenauf der Faſertorf, ein lockeres filzartiges Gewebe aus deutlich erkennbaren Pflanzenteilen, letztere Schicht von geringem Brennwert. Von weſentlichem Einfluß auf die Güte des Torfes iſt deſſen Aſchengehalt. Derſelbe verdankt ſeinen Urſprung teils den anorganiſchen Beſtandteilen der moorbildenden Pflanzen, teils den bei der Entſtehung des Torflagers von außen hinzugetretenen Mineralſubſtanzen. Den höchſten Aſchengehalt, ſomit den geringſten Brennwert, beſitzen auf Grund ihrer Entſtehungsweiſe (ſ. Moorkultur) die Torfe der Niederungsmoore, wogegen Hochmoore in der Regel einen aſchenarmen guten Brenntorf liefern. Im allgemeinen ſchwankt der Aſchengehalt zwiſchen 1 und 50 % des Gewichts der vollſtändig getrockneten Torfmaſſe; ganz gute Brenntorfe haben nicht über 5 % Aſche; ein Aſchengehalt von mehr als 25 % macht den Torf für Heizzwecke überhaupt ungeeignet. Der Ausbeutung des Torflagers hat deſſen Entwäſſerung voranzugehen. Dieſelbe geſchieht durch ein Syſtem von offenen Gräben (Hauptgräben und ſenkrecht dazu verlaufende Seitengräben), welche in einem tiefergelegenen Vorflutgewäſſer ihren Abfluß mit natürlichem Gefälle finden oder aber durch Schöpfwerke (ſ. d.) entleert werden. Durch die Entwäſſerung ſoll lediglich der vorhandene Waſſerüberſchuß beſeitigt, nicht aber die Torfmaſſe vollſtändig ausgetrocknet werden; dieſe muß, um ſtichfähig zu ſein, immer noch einen Waſſergehalt von 60—80 % beſitzen; durch zu weitgehende Entwäſſerung wird dieſelbe ſpröde und für die weitere Behandlung ungeeignet, weshalb das Ausheben der Gräben nach Ausdehnung und Tiefe am beſten mit dem Abbau des Torfes allmählich voranſchreitet. Die Hauptgräben werden in Entfernungen von 50—200 m, die Seitengräben von 9—10 m ausgehoben; die Böſchungen erfordern im weichen Moor eine Neigung von $1:1^1/_2$, im feſtgelagerten, verfilzten Moor nur $1:^1/_2$; die Tiefe der Hauptgräben wird zu höchſtens 1 m, der Seitengräben zu 0,5—0,7 m und die Sohlenbreite zu 0,5—1 m angenommen. Wo der Torfbetrieb ein dauernder, d. h. auf die Wiedererzeugung der abgeführten Torfmaſſe gerichtet, die abgebaute Moorfläche ſomit nicht dem Feld- oder Waldbau gewidmet iſt, muß bei der Anlage des Entwäſſerungsnetzes durch Herſtellung von Stauſchleuſen u. ſ. w. die Möglichkeit einer geeigneten Bewäſſerung der Moorfläche geſchaffen werden. Das Nachwachſen des Torfes findet erfahrungsgemäß nur da ſtatt, wo die Bedingungen, unter denen das Moor ſeinerzeit entſtanden iſt, ſich im weſentlichen nicht geändert haben. Hierzu gehört vor allem die Erhaltung der Feuchtigkeit, weshalb die abgebauten Flächen dauernd überſtaut werden müſſen. Die Schnelligkeit des Nachwachſens iſt übrigens ſehr verſchieden; in einzelnen Torfmooren iſt ſchon ein jährlicher Nachwuchs von 20 cm beobachtet worden, in andern iſt die Nachbildung ganz unterblieben.

Je nach der Gewinnung und Zubereitung des Materials unterſcheidet man Stichtorf, Model- oder Streichtorf und Maſchinentorf.

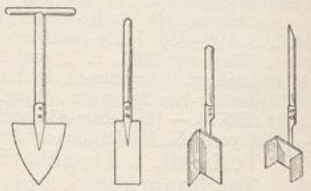


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

1. Der Stichtorf wird von Hand geſtochen und getrocknet. Das Stechen erfolgt mittels eines ſcharfen Spatens, der mitunter zwei oder auch drei im rechten Winkel zueinander ſtehende Schneiden (Fig. 3 und 4) beſitzt, und zwar werden die einzelnen Stücke — Soden, Ziegel, Käſe oder Waſen genannt — entweder horizontal oder vertikal herausgeſtochen. Das Geſchäft des Stechens beginnt nach Beendigung der Spätfröſte — in der Regel im Mai — und währt bis in den Auguſt; eine weitere Fortſetzung desſelben iſt nicht ſtatthaft, weil ſonſt die geſtochene Ware nicht mehr vor Eintritt des Winters trocknet; über den Winter aber darf der Brenntorf nicht im Freien bleiben, weil durch das Gefrieren der Heizwert bedeutend vermindert wird.

Ein genügendes Trocknen des geſtochenen Torfes iſt von größter Wichtigkeit, weil durch den Waſſergehalt der Heizwert weſentlich beeinflußt wird. Im gut lufttrockenen Zuſtande ſoll der Waſſergehalt nicht mehr als 25 % des Torfgewichtes betragen. Das Trocknen geſchieht auf natürlichem Wege an der Luft, wozu unter günſtigen Witterungsverhältniſſen ein Zeitraum von 4—6 Wochen erforderlich iſt. Zum Trocknen werden die geſtochenen Soden auf einem gut entwäſſerten Teil des Torfmoores — dem Trockenfeld — entweder einzeln mit kleinen Zwiſchenräumen oder in Häufchen von fünf Stück aufgeſetzt und wiederholt umgewendet; in den ſüddeutſchen Mooren pflegt man meiſtens die Soden um ſenkrecht in den Boden geſteckte Stäbe in Form eines Hohlzylinders bis zur Höhe von 1,5 m aufzuſchichten; in Kärnten werden dieſelben gehiefelt, d. h. an Stangen von 3—4 m Höhe, welche ſeitlich eingeſteckte zugeſpitzte Stäbe von 70—80 cm Länge tragen, aufgeſpießt. Um das Trockengeſchäft unabhängiger von der Witterung zu machen, hat man da und dort überdachte Trockengerüſte, ähnlich wie bei der Ziegelfabrikation, angewendet, in welche die Soden mit Zwiſchenräumen eingeſetzt werden; in der Regel wird jedoch der dadurch gewonnene Vorteil wieder aufgehoben durch den in Anſehung der Geringwertigkeit des Materials zu hohen Koſtenaufwand für Herſtellung und Unterhaltung dieſer Gerüſte. Dem Trockengeſchäfte ſtellen ſich infolge der ſtarken Hygroſkopität des Torfes bei naſſer Witterung oder bei einigermaßen ungünſtigen klimatiſchen Verhältniſſen der Oertlichkeit (z. B. in höherer Gebirgslage) oft ſo große Schwierigkeiten entgegen, daß ein regelmäßiger Betrieb des Torfwerkes unmöglich gemacht oder doch der finanzielle Erfolg in Frage geſtellt wird. Man hat deshalb künſtliche Trocknungsmethoden, z. B. durch Darren in geheizten Räumen, durch Auspreſſen der Feuchtigkeit oder Ausſchleudern derſelben mittels Zentrifugen, verſucht; dieſelben haben ſich jedoch wegen der zu hohen Koſten nicht bewährt. Der getrocknete Stichtorf muß, ſoweit er nicht alsbald verwendet wird, gegen die Witterung geſchützt aufbewahrt werden; zu dieſem Zweck wird er im Freien in größeren Haufen aufgeſetzt, die man mit einem fliegenden Dache aus Brettern überdeckt. Beſſeren Schutz gewähren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lagerfchuppen (Torffcheunen), deren Koften jedoch zumeift gefcheut werden. — Das fpez. Gew. des lufttrockenen, aus gut zerfetztem Modertorf gewonnenen Stichtorfes beträgt 0,5—0,75; fein Heizwert verhält fich zu demjenigen einer befferen Steinkohle, auf die gleiche Gewichtsmenge bezogen, wie 1 : 1,6 und, auf das gleiche Raummaß bezogen, wie 1 : 5.

Dem Stichtorf haften folgende Mängel an: Durch das Beftreben, fortwährend wieder Feuchtigkeit aufzunehmen, wird der Heizwert vermindert; die bröckelige Befchaffenheit der Torfftücke verurfacht erhebliche Materialverlufte (unter Umftänden bis zu 25 %) und unangenehme Staubbildung; das geringe Volumgewicht hat zur Folge, daß Aufbewahrungsräume und Feuerungsanlagen übermäßig groß fein müffen, die letzteren auch vermehrte Bedienung verlangen, und daß das Ladegewicht der Transportgefäße nicht ausgenutzt werden kann.

2. Zu Model- oder Streichtorf werden diejenigen Torfforten verwendet, welche im natürlichen Zuftande infolge übermäßigen Waffergehalts eine fchlammige Maffe bilden oder wegen Waffermangels ftaubartige Befchaffenheit haben und deswegen nicht geftochen werden können. Das Rohmaterial wird in eine Grube gebracht, wobei dem zu trockenen Torf Waffer zugefetzt wird. Hier wird derfelbe durch Stechen mit der Schaufel, durch Schlagen mit Hölzern oder durch Treten mit den bloßen Füßen zu einer möglichft gleichartigen Maffe verarbeitet und alsdann in rechtwinklige Hohlformen (Model) verbracht und glatt abgeftrichen. Die nach Beseitigung des Models verbleibenden Torfziegel werden in derfelben Weife wie Stichtorf getrocknet und aufbewahrt. Der Streichtorf befitzt die Mängel des Stichtorfs in annähernd gleichem Maße.

3. Der Maſchinentorf verdankt fein Entftehen dem Beftreben, die obengenannten Mängel nach Möglichkeit zu vermeiden und dem Torf den Wettbewerb mit andern foffilen Brennftoffen zu ermöglichen. Die mafchinelle Behandlung des aus der Torfgrube gewonnenen Rohmaterials muß deshalb darauf hinausgehen, den Torf dichter und fchwerer fowie zufammenhängender zu machen und ihm feine hygrofkopifche Eigenfchaft zu entziehen. Verfuche, dies durch Preffen des Rohmaterials — teils im naffen Zuftande (Naßpreßmethode von Koch & Mannhart), teils nach künftlicher Trocknung im Darrofen (Trockenpreßmethode von Exter-Gwynne) — zu erreichen (Preßtorf), hatten keinen befriedigenden Erfolg [1]. Solchen hatte nur die von v. Weber in München erfundene und 1858 erftmals im Staltacher Moor eingeführte Verarbeitungsweife, bei der durch Zerreißen der Wurzel- und Pflanzenfafern die natürliche ungleichartige Struktur des Torfes vollftändig zerftört und durch kräftiges Durcharbeiten des Rohmaterials eine möglichft feine, gleichmäßig dichte, breiartige Maffe hergeftellt wird, die alsdann in paffende Stücke geformt und an der Luft getrocknet wird. Das derartig hergeftellte Produkt zieht fich beim Trocknen bis auf ein Fünftel des Volumens des Rohtorfes zufammen und erlangt ein fpez. Gew. bis zu 1,2; außerdem wird dasfelbe hart und widerftandsfähig; durch die fchon zu Anfang des Trockenprozeffes eintretende Bildung einer fehr feinen, dichten, gelatinöfen Haut wird die Neuaufnahme von Feuchtigkeit vollftändig verhindert, fo daß diefes Fabrikat ungleich brauchbarer, allerdings auch koftfpieliger ift als Stichtorf. Nach obigem Grundfatze wurde eine Reihe von Torfmafchinen konftruiert, die im wefentlichen folgender Art find: das entweder von Hand mit dem Spaten oder durch Mafchinenkraft mit dem Bagger in unregelmäßigen Stücken gelöfte Rohmaterial wird im naffen Zuftande in ein gefchloffenes Gehäufe gebracht, in dem eine mit Meffern befetzte Welle rotiert; das hierdurch zerkleinerte und homogenifierte Material wird durch den Druck der fchraubenförmig verfetzten Meffer an das entgegengefetzte Ende des Gehäufes gefchoben, wo es durch eine Mundöffnung geformt und ausgeworfen wird, um alsdann in Stücken von paffender Länge abgefchnitten und getrocknet zu werden; die getrockneten Mafchinentorffoden haben meift 18—22 cm Länge bei 30—50 qcm Querfchnitt. — Abweichend hiervon wird bei der in Hannover und Oldenburg gebräuchlichen Herftellung des Mafchinenbacktorfes der von der Torfmafchine ausgeworfene Brei in 10—20 cm hoher Schicht über ein nebengelegenes Trockenfeld ausgebreitet, nach einigen Tagen durch Arbeiter mit an die Füße gefchnallten Brettern feftgetreten und alsdann in rechteckige Stücke zerfchnitten, die an der Luft getrocknet werden. Näheres über die Fabrikationsmethoden und Mafchinen in [1].

B. Streutorf.

Zur Herftellung von Streutorf eignen fich nur die noch wenig zerfetzten jüngeren Torfichichten (Fafertorf), die als Brennmaterial von geringem Werte find. Man hat diefelben, foweit fie nicht fchon früher an einzelnen Orten in primitiver Weife als Streufurrogat benutzt wurden, vielfach als läftigen Abraum bei der Brenntorfbereitung betrachtet, bis in neuerer Zeit deren Verarbeitung zu einem wertvollen Streumaterial aufkam. Das befte Rohmaterial liefern die oberen Schichten der Hochmoore mit den Reften von Torfmoofen (Sphagnum) und Wollgras (Eriophorum); von etwas geringerem Werte find die aus Gräfern und Halbgräfern (Phragmites, Carex, Juncus u. f. w.) entftandenen Schichten der Niederungsmoore. Bei geeignetem Rohmaterial und forgfältiger Herftellung kommen alle Vorzüge, die von einer guten Einftreu gefordert werden können, dem Streutorf in höherem Grade als den meiften übrigen Streumitteln zu, nämlich: infolge des außerordentlichen Waffera uffaugungsvermögens der noch wenig zerfetzten Pflanzenfafer (gut lufttrockener Streutorf nimmt das 10- bis 20fache feines Volumens an Flüffigkeit auf) bleibt das Lager der Tiere trocken, reinlich und warm, und die flüffigen Abgänge derfelben (Gülle) werden vor dem Verluft durch Ablaufen bewahrt; das aus der Zerfetzung der tierifchen Abfallftoffe fich entwickelnde Ammoniakgas wird durch den Torf gebunden und hierdurch nicht bloß der Wert des Stalldüngers erhöht, fondern auch die Stalluft verbeffert und die Gefundheit der Tiere gefördert. Damit der Streutorf diefe guten Eigenfchaften befitze, wird vorausgefetzt, daß er aus möglichft langfaferigem, von erdigen Beimengungen freiem Rohtorf gewonnen, daß er durch die mafchinelle Behandlung gut verarbeitet und nicht mit harten Stücken untermengt, fowie daß er vollftändig lufttrocken fei (der Waffergehalt foll höchftens 25 % betragen). — Bei der Herftellung des Streutorfes erfolgt das Stechen und Trocknen des Materials in gleicher Weife

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wie beim Stichtorf, mit dem Unterſchied jedoch, daß das Gefrieren des Torfes für die Beſchaffenheit des Fabrikates günſtig iſt, weil dadurch der Zuſammenhang gelockert und die Streu weicher und auffaugungsfähiger wird; der Torfſtich kann mit Rückſicht hierauf auch im Spätjahr und Winter betrieben werden. Die getrockneten Torfſoden werden in die Zerreißmaſchine, den ſogenannten Reißwolf, verbracht. Beim Trommelreißwolf werden die aus einer rotierenden Trommel hervorſtehenden eiſernen Zähne zwiſchen den feſtſtehenden Zähnen der Trommelhülle hindurchbewegt; beim Scheibenreißwolf befinden ſich die Zähne an einer um eine horizontale Achſe rotierenden Scheibe bezw. an einer feſtſtehenden Gegenſcheibe. Aus dem Reißwolf fällt das zerriſſene Material auf ein Siebwerk (entweder Schüttel- oder Trommelſieb), durch welches das gröbere Produkt (die Streu) von dem feineren (Mull) geſchieden wird. Um verſandfähig zu ſein, werden beide Produkte in Ballenform gepreßt; die Torfpreſſe beſteht in der Regel aus einem parallelepipediſchen ſtehenden Kaſten, in den das lockere Material von oben eingefüllt wird; der kolbenartig ſich bewegende Boden des Kaſtens preßt hierauf unter dem Druck eines Kniehebels die Füllung nach oben gegen den feſtverſchloſſenen Deckel und die Seitenwände, bis das Volumen auf etwa ein Drittel vermindert iſt. Das ſo zuſammengepreßte Material iſt konſiſtent genug, um mittels ſechs bis acht ſeitlich angelegter Lattenſtücke von der Länge des Torfballens und vier quer zu den Latten herumgeſchlungener Drähte zum Verſand verpackt zu werden. Die Größe der Torfballen beträgt bei den meiſten Torfwerken nach der Länge 1,2 m bei einem Querſchnitt von 60 cm auf 80—90 cm. Das Gewicht eines Ballens ſchwankt für Streu zwiſchen 180 und 280 kg, für Mull zwiſchen 250 und 310 kg. — Torfſtreu wird mit Vorteil ebenſowohl in Rindvieh- wie in Pferdeſtallungen verwendet. Nach gemachten Erfahrungen ſind Erkrankungen des Viehs ſeltener als bei Strohſtreu; insbeſondere ſoll die Zahl huflahmer Pferde um 30% geringer ſein. Auch mit dem aus Torfſtreu gewonnenen Dünger ſind gute Erfahrungen gemacht worden. Steht er auch in der Fähigkeit, Humus zu bilden und den Boden zu lockern, hinter dem Strohdünger zurück, ſo hat er anderſeits den Vorzug, die wichtigen Stickſtoffbeſtandteile des Harns und der Exkremente weit beſſer zu erhalten und nutzbar zu machen. — Auch Torfmull findet mancherlei nützliche Verwendung. Vorab für die Behandlung menſchlicher Entleerungen in Abortgruben, Tonnen, Torfklofetts u. ſ. w. Durch Ueberſtreuen mit Torfmull werden die obigen Stoffe geruchlos gemacht, außerdem wird das als Dungmittel wertvolle Ammoniak durch den Torf gebunden und vor Verluſt bewahrt. Ferner wird Torfmull und Torfſtreu mit Vorteil verwendet als Verbandſtoff, als Wärmeſchutzmittel (z. B. bei Eiskellern), als Auffaugungsmittel, zum Verpacken und Aufbewahren von Früchten, Gemüſen, Fleiſch u. ſ. w.

C. Induſtrielle Verwertung des Torfes.

1. Zu Geweben. Zur Verarbeitung als Spinnfaſer eignet ſich nur der aus Wollgras (Eriophorum vaginatum) gebildete Torf, der in den Hochmooren nicht ſelten eine eigne Torfſchicht — Wollgrastorf — bildet. Die Torffaſer wird zunächſt durch eine ziemlich komplizierte chemiſche und mechaniſche Behandlung gereinigt und geſchmeidig gemacht [1] und liefert eine als Verbandmittel ſehr geſchätzte Watte (Torfwatte); dieſe kann zu den feinſten Garnen verſponnen werden. Mit Wolle, Baumwolle, Leinen oder dergl. gemiſcht, werden hieraus Kleiderſtoffe, Teppiche, Decken und andre Gebrauchsgegenſtände hergeſtellt, die allen Anſprüchen genügen. Allein die Herſtellung iſt wirtſchaftlich nicht lohnend, und ſo hat die Torfwollinduſtrie trotz der Aufwendung erheblicher Kapitalien für Neuanlagen noch keinen ſicheren Boden gewinnen können.

2. Zu Papier und Pappe. Die Verſuche, aus Torf Papier und Pappe herzuſtellen, ſind im großen ganzen nicht günſtig ausgefallen; teils war das Erzeugnis nicht brauchbar, teils die Herſtellung zu koſtſpielig. Als Zuſatzmittel zu Lumpen hat ſich der Torf bei der Papierfabrikation als brauchbar erwieſen; allein in weitaus den meiſten Fällen erfüllt Holzſtoff oder Stroh dieſen Zweck billiger.

3. Sonſtige Verwertung des Torfes. Zahlreiche Verſuche und große Kapitalaufwendungen werden ſeit Jahrzehnten gemacht, um eine lohnende Gewinnung der in der Torfſubſtanz enthaltenen wertvollen Stoffe oder der maſſenhaft in den Torflagern aufgeſpeicherten Energie zu ermöglichen, jedoch bis jetzt nirgends mit durchſchlagendem Erfolg. So hat man eine Reihe von Verfahren erfunden zur Herſtellung von Torfkohle, -koks, -gas, Teer, Torföl, Paraffin u. a.; der Erfolg ſcheiterte in der Regel an den zu hohen Herſtellungskoſten. Neueſtens wird Hoffnung auf ein von Frank und Caro in Charlottenburg erfundenes Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak und Kraftgas aus dem Rohtorf geſetzt, das nach den bisherigen im großen durchgeführten Verſuchen ſehr günſtige Ergebniſſe geliefert haben und demnächſt durch eine hannoverſche Geſellſchaft für Moorkultivierung in der Form von Errichtung großer elektriſcher Zentralen und Kultivierung des abgebauten Moores ausgebeutet werden ſoll [15].

Literatur: [1] Hausding, Handbuch der Torfgewinnung und -verwertung, 2. Aufl., Berlin 1904. — [2] Derſ., Die Torfwirtſchaft Süddeutſchlands und Oeſterreichs, Berlin 1878. — [3] Gyßer, Der Torf, Weimar 1864. — [4] Seydel, Der Torf und ſeine rationelle Verwertung, Berlin 1873. — [5] Stiemer, Der Torf und deſſen Maſſenproduktion, Halle 1883. — [6] Schreiber, Der Moostorf, ſeine Gewinnung und Bedeutung, Prag 1898. — [7] Schreiber, Neues über Moorkultur und Torfverwertung (jährlich 1 Heft). — [8] Gayer, Die Forſtbenutzung, 9. Aufl., Berlin 1903, 3. Teil, 4. Abſchn. — [9] Fürſt, Die Torfſtreu und ihre Bedeutung für Stadt und Land, Berlin 1892. — [10] Jünger, Die Torfſtreu in ihrer Bedeutung für die Landwirtſchaft und Städtereinigung, Berlin 1890. — [11] Fleiſcher, Die Torfſtreu, ihre Herſtellung und Verwendung, 2. Aufl., Bremen 1890. — [12] Linsbauer, Die Abſcheidung und die Charakteriſtik der Torffaſer, Dinglers Polyt. Journ. 1900, S. 439. — [13] Bericht über das Torfwerk Schuſſenried in Württemberg, in Baurs Zentralblatt 1881, S. 88. — [14] Verhandlungsberichte der Zentralmoorkommiſſion in Preußen. — [15] Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutſchen Reiche, 1909, Heft 7. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[16] Oeſterr. Moorzeitſchrift. — [17] Zeitſchrift für Moorkultur und Torfverwertung. — [18] Mitteilungen des Heidekulturvereins für Schleswig-Holſtein. — [19] Der Kulturtechniker. — [20] Meddelelse fra Mosindustrie-Föreningen, Viborg. — [21] Meddelelser von „Det norske Myrselskab", Kristiania. — [22] „Finska Mosskulturföreningens Arsbok", Helſingfors. — [23] Druckſchriften von „Föreningen för torfindustriens befrämjande inom Vestergötland och Dalsland", 1901, Tvenne Föredrag. — [24] „Hedeseskabets Tidskrift", Aarhus. — [25] Meddelande från Södra sveriges torfindustriförening. — [26] „Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift", Jönköping.

Drach.

Torfit, Maſſe zum Beſtreichen von Piſſoirs u. ſ. w. Chemiſche Fabrik von Rud. Grevenberg & Co., A.-G., Hemelingen b. Bremen.

Torgament, beſteht im weſentlichen aus unverbrennlicher Holzmaſſe und Aſbeſt, Torgamentfabrik Franz Lehmann & Co., Leipzig.

Torpedo, ein Unterwaſſergeſchoß, mit Sprengſtoff — Dynamit oder Schießbaumwolle — geladen, verfolgt den Zweck, in den Schiffsrumpf eines feindlichen Schiffes unterhalb der Schwimmebene durch Exploſion des Sprengſtoffes große Löcher zu reißen und hierdurch das Schiff zum Sinken zu bringen.

Man gliedert die Torpedos in Wurftorpedos (Ericſontorpedo), welche nach Art eines Geſchoſſes aus dem Lancierrohr hinausgeſchoſſen werden; Raketentorpedos, welche mittels eines Raketenſatzes durch Reaktion getrieben werden; lenkbare Torpedos und automobile Torpedos. Die Schleppmine oder der Schlepptorpedo von Harvey bildet einen Uebergang von der Seemine zum automobilen Torpedo. Die lenkbaren Torpedos, welche ſich vorzugsweiſe für die Küſtenverteidigung eignen, werden vom Lande aus durch ein Kabel elektriſch geſteuert, ſo daß man dem Feinde folgen kann. Die Treibkraft der lenkbaren Torpedos iſt eine mannigfache. Der Torpedo von Lay ſowie der von Patrick wird durch flüſſige Kohlenſäure getrieben, der Berdan-Torpedo durch eine Turbine, in welche das durch Verbrennung einer Zündmaſſe entſtehende Gas ſtrömt. Der Sims-Ericſontorpedo [3], welcher aus einem Schwimmkörper und dem etwa 1,8 m darunter befeſtigten Torpedo beſteht, wird durch Elektrizität getrieben, und enthält das Kabel, welches ſich von dem Torpedo abwickelt, dementſprechend zwei iſolierte Leitungen. Der Nordenfeld-Torpedo beſitzt zum Antrieb der Maſchine Akkumulatoren. Eigenartig iſt der Brennantorpedo, welcher durch zwei ſich abwickelnde Drähte bewegt und geſteuert wird. Neuerdings verſucht man einen automobilen Torpedo durch Hertzſche Wellen ohne mechaniſche Verbindung mit der Lancierſtelle zu ſteuern [9]; wir verweiſen auf [1], [3], [5]. Die automobilen Torpedos beſchränkten ſich anfangs auf die ſogenannten Spierentorpedos, an langen Stangen befeſtigte Minengefäße, welche von kleinen, ſchnellaufenden Dampfbooten aus gegen das feindliche Schiff vorgeſchoben und vom Boote aus entzündet wurden.

Der 1868 erfundene Whitehead- oder Fiſchtorpedo, die verbreitetſte und zuverläſſigſte Torpedowaffe aller Kriegsmarinen, von dem Erfinder ſelbſt aus Stahl, von Schwartzkopff aus Phosphorbronze hergeſtellt, hat die Form einer Zigarre. Er nimmt je nach ſeiner Größe und Ausdehnung eine Sprengladung von 30—120 kg auf und erreicht bei einem Gewicht von 300—600 kg eine Länge von 5 m bei 45 cm größtem Durchmeſſer. Die treibende Kraft des Torpedos iſt komprimierte Luft von 90 Atmoſphären; ſie erteilt demſelben mit Hilfe von zwei zweiflügeligen Schrauben mit entgegengeſetzter Drehrichtung eine Geſchwindigkeit bis zu 32 Seemeilen pro Stunde bis auf eine Entfernung von 500—800 m. Zur Erhöhung der Schußweite bis auf 3000 m ſowie der Steigerung der Geſchwindigkeit bis auf 38 Seemeilen in der Stunde hat man allmählich den Luftkeſſel vergrößert und die Luftſpannung bis auf 150 Atmoſphären geſteigert; zugleich iſt man dazu übergegangen, die Luft anzuwärmen, um eine größere Leiſtung zu erzielen und zugleich die Eisbildung bei geringen Waſſertemperaturen (5—10° C.) zu vermeiden. Die Anwärmung von Bliß erfolgt durch Aethylalkohol mittels Zündvorrichtung im Luftkeſſel, Tebal und Fuchs haben Termit verwandt, während die Anwärmung der Luft mittels Benzin, welches als Sprühregen in einen beſonderen Verbrennungsraum, durch welchen die Luft ſtreicht, befördert wird — Syſtem Armſtrong, Whitworth & Co. ſowie Gesztesy — ſich am beſten bewährt hat. Durch Erwärmung der Luft auf 500—700° C. hat man folgende Geſchwindigkeiten und Laufweiten erhalten:

43 Seemeilen pro Stunde . . .	1000 m,	31,2 Seemeilen pro Stunde . .	3000 m,
36,4 „ „ „ . . .	2000 m,	26,0 „ „ „ . .	4000 m [7].

Der Torpedo enthält fünf waſſerdicht abgeſchloſſene Kammern. Näheres in [1]—[4]. Die vorderſte Abteilung bildet der Gefechtskopf mit der Gefechtspiſtole, dann folgt die Schwimmkammer, der Luftkeſſel und die Maſchinenkammer, welche die Dreizylinderantriebmaſchine, den Tiefenapparat nebſt Pendel, die Verzögerungsvorrichtung nebſt Waſſerſchlagplatte, die Sink- und Stoppvorrichtung, die Entkupplung des Pendels ſowie den Obryſchen Gradlaufapparat enthält. An Stelle der Dreizylindermaſchine iſt in einzelnen Marinen eine vierzylindrige Maſchine in Gebrauch; auch ſind Verſuche im Gange, die Kolbenmaſchine durch eine Turbine zu erſetzen — Bliß-Leavitt-Torpedo [10].

Der wichtigſte Teil des Torpedos iſt der Tiefenapparat. Er beruht auf dem wechſelnden Waſſerdruck in verſchiedenen Tiefen und beſteht aus einem hydrauliſchen Kolben, auf welchen von außen der Waſſerdruck, von innen eine Feder wirkt, welche für beſtimmte Waſſertiefen eingeſtellt werden kann. Geht z. B. der Torpedo tiefer, wie nach der Federſpannung beabſichtigt, ſo treibt der überwiegende Waſſerdruck den Kolben nach einwärts; das Horizontalruder wird nach oben gedreht und bewirkt ein Aufſchwimmen des Torpedos. Läuft der Torpedo zu flach, ſo überwiegt der Federdruck und treibt den Kolben nach außen, das Horizontalruder wird dann nach unten bewegt und bewirkt ein Tiefergehen des Torpedos. Die Bewegung des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kolbens wird nun auf die Schieberwelle der Steuermaſchine durch Einſchaltung des Schwingehebels eines Pendels übertragen. Das Pendel hat den Zweck, die Bewegung des Tiefendruckkolbens zu regulieren. Da der Torpedo eine verhältnismäßig geringe Maſſe bei einer hohen Geſchwindigkeit beſitzt, ſo bewirken die Bewegungen des Horizontalruders ſehr kräftige Ablenkungen. Um nun die auf und nieder gehenden Bewegungen des Torpedos zu vermindern und demſelben einen möglichſt horizontalen Lauf in beſtimmter Waſſertiefe zu geben, kommt die Wirkung des Pendels hinzu. Liegt der Torpedo horizontal, ſo übt das Pendel keine Wirkung aus. Neigt ſich der Torpedo nach unten, ſo ſchwingt das Pendel nach vorne und bewegt das Horizontalruder nach oben; ſteigt der Torpedo nach oben, ſo geht das Pendel nach hinten und dreht das Horizontalruder nach unten. Die Bewegungen des Kolbens und des Pendels gleichen ſich nun beinahe aus, doch bleibt die Wirkung des Pendels auf die Betätigung des Horizontalruders immer etwas überwiegend. Die kombinierte Bewegung von Kolben und Pendel wird durch ein Syſtem von Hebeln und Stangen zur Steuermaſchine und von dort auf das Horizontalruder übertragen ([1]—[3], [5]). Um beim Lanzieren des Torpedos die Bewegung des Pendels infolge ſeiner Trägheit zu verhindern, da ſonſt der Torpedo im Anfang eine große Tiefenlage annehmen würde, wird dasſelbe anfangs arretiert und kommt erſt zur Wirkung, wenn der Torpedo eine möglichſt horizontale Lage angenommen hat. Die Steuermaſchine wird durch komprimierte Luft getrieben und dient dazu, die Wirkung des Tiefenapparats zu verſtärken und zugleich einen größeren Ausſchlag in der Bewegung der Uebertragung zum Ruder zu erhalten. Der Kolben der Steuermaſchine iſt hohl und trägt in der zentralen Bohrung den durch den Tiefenapparat betätigten Verteilungsſchieber. Die Luft tritt durch eine Ausdrehung des Kolbens in den Zylinder ein und gelangt durch Bohrungen im Kolben bis zum Verteilungsſchieber und von dort auf die eine oder andre Seite des Kolbens und ſchließlich durch die hohle Kolbenſtange in die Maſchinenkammer ([1], [2], [5]).

Den hinterſten Teil des Torpedos bildet das Tunnel- und Schwanzſtück. Das erſtere iſt eine Schwimmkammer und trägt den Bleiballaſt zur Erhaltung des Torpedos in der aufrechten Lage. Das Schwanzſtück ſchließt den Torpedo hinten ab und trägt die Horizontal- und Verikalfloſſen mit den Lagern für die beiden Schraubenpropeller ſowie für die Horizontal- und Vertikalruder. Da die beiden Schrauben entgegengeſetzte Drehrichtung haben, um eine Ablenkung des Torpedos durch die Propeller auszugleichen, ſo iſt die hintere, linksgängige Schraube auf der Welle befeſtigt, während die vordere, rechtsgängige Schraube auf einer hohlen Welle ſitzt, welche mittels koniſchen Rädergetriebes von der Hauptwelle angetrieben wird [1].

Während anfänglich die Seitenablenkungen des Torpedos durch feſtes Einſtellen eines kleinen Vertikalruders nach Möglichkeit ausgeglichen wurden, iſt neuerdings von dem Ingenieur Obry ein Apparat erdacht, welcher ein Vertikalruder betreibt und ſo dem Torpedo einen möglichſt flachgeſtreckten und geraden Kurs gibt. Der Apparat beſteht aus einem Gyroſkop, deſſen Achſe in der Längsachſe des Torpedos liegt. Das Schwungrad wird durch eine ſtarke Feder mittels eines Zahnſektors in Bewegung geſetzt, ſobald durch den Oeffnungshebel die Feder freigegeben wird. Da bei großen Laufſtrecken die Umdrehung des Kreiſels allmählich abnimmt und ſeine Wirkung auf die Vertikalruder geringer wird, hat man bei dem amerikaniſchen Torpedo verſucht, die Kreiſelumdrehung durch Einſchaltung einer Luftturbine auf 18000 pro Minute zu halten. Auch hat man verſucht, durch Einſtellen des Kreiſels dem Torpedo eine beliebige Richtung zu geben und damit eine Laufrichtung zu erzielen, welche von der Achſe des Ausſtoßrohres abweicht — Winkeltorpedo.

Von den automobilen Torpedos kommt neben dem Whitehead-Torpedo nur der Howell-Torpedo in Frage [6]. Die Treibkraft desſelben bildet ein Schwungrad, welches vor dem Lanzieren durch eine am Ausſtoßrohr gelagerte Dampfturbine eine Umdrehungszahl von 10000 pro Minute erhält. Das Schwungrad treibt mit der ihm verliehenen lebendigen Kraft mittels koniſcher Räderüberſetzung zwei nebeneinander liegende Schrauben. Zur Erzielung einer möglichſt gleichmäßigen Geſchwindigkeit wird die Steigung der Schraubenflügel vergrößert in dem Maße, als die Winkelgeſchwindigkeit des Schwungrades abnimmt. Der Tiefenapparat iſt nach Art des Whiteheadſchen. Der Howell-Torpedo ſoll infolge ſeines Beſtrebens, die Richtung der Drehachſe des Schwungrades beizubehalten, eine große Richtkraft beſitzen und einen guten Gradlauf erzielen. Da ein Krängen des Torpedos letzteren beeinträchtigt, iſt ein Aufrichteapparat eingebaut. Der Howell-Torpedo war nur in der Marine der Vereinigten Staaten in Gebrauch [6].

Literatur: [1] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [2] Engineering, The Whitehead Torpedo, London 1898. — [3] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [4] Sleeman, Torpedo and Torpedo Warfare, London 1889. — [5] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Veſſels, London 1901. — [6] Heinz, Howells automobiler Torpedo, Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, Pola 1891, 1893. — [7] Heinz, Ueber die Anwärmung der Betriebsluft des automobilen Torpedos, ebend., Pola 1909. — [8] Nauticus, Die neuſte Entwicklung der Torpedowaffe, Berlin 1907. — [9] Engineering, The Control of Torpedoes by Hertzian waves, 1907, I, S. 66. — [10] Ebend., The Bliß-Leavitt Turbine Torpedo, 1906, II, S. 496. *T. Schwarz.*

Torpedoarmierung eines Schiffes umfaßt alle Apparate und Einrichtungen, welche dazu dienen, vorzugsweiſe Whiteheadtorpedos an Bord zu lagern und zu transportieren, gefechtsbereit zu machen und zu lanzieren.

Die wichtigſten Teile ſind die Rohre bezw. Kanonen zum Lanzieren oder Ausſtoßen der Torpedos, die Luftkompreſſionspumpen nebſt Luftſammlern zur Erzeugung der komprimierten Luft ſowie die Zielapparate und Kommandoelemente zum Einſtellen der Torpedorohre. Je nach der Lage des Lanzierrohrs über oder unterhalb der Schwimmebene des Schiffes unterſcheidet man Ueberwaſſer- und Unterwaſſerrohre. Erſtere ſind meiſt auf den kleineren Kriegsſchiffen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Torpedofahrzeugen und Aviſos in Gebrauch; ſie werden entweder im Schiffskörper feſt eingebaut, Bug- und Heckrohr, oder zum Einſtellen mit Seitenrichtung in der Breitſeite aufgeſtellt. In letzterem Falle ſind ſie entweder auf dem Oberdeck auf einem Mittelpivot mit Schwenkbahn montiert oder unter dem Oberdeck an Laufſchienen aufgehängt und an der Bordwand zum waſſerdichten Abſchluß mit einem Kugelgelenk verſehen. Die Ueberwaſſerrohre beſitzen nach außen eine löffelförmige Verlängerung, damit der Torpedo mittels der T-förmigen Hängewarze, welche über dem Schwerpunkt des Torpedos angebracht iſt, ſo lange im Rohre geführt wird, bis er horizontal frei herabfallen kann. Da die Ueberwaſſerrohre durch die Geſchoſſe feindlicher Schnellfeuerkanonen leicht zerſtört bezw. der zum Lanzieren fertige Torpedo zur Exploſion gebracht werden kann, ſuchte man die Rohre mit leichtem Panzerſchutz zu verſehen. Neuerdings zieht man es vor, auf Panzerſchiffen und auf Kreuzern nur Unterwaſſerrohre zu verwenden; ſie werden teilweiſe im Bug, teilweiſe in der Breitſeite eingebaut. Das Unterwaſſerbugrohr ſoll in der Hauptſache den Rammſtoß erſetzen, welcher für das eigne Schiff meiſt mit erheblichen Havarien verknüpft iſt; es wird ſtets feſt eingebaut und ſo weit zurückgelagert, daß es beim Rammen keinen Schaden erleidet. Die Unterwaſſerbreitſeitrohre ſind teils feſt eingebaut, teils zum Schwenken eingerichtet und in ihrer Bauart ſehr kompliziert und ſchwer. Da der Torpedo, ſobald er aus dem Breitſeitrohr heraustritt, von den an der Schiffswand entlang gleitenden Waſſerfäden abgelenkt wird, ſo muß er eine feſte Führung erhalten, bis das Schwanzende des Torpedos frei von der Schiffswand iſt. Zu dieſem Zweck werden, wenn der Torpedo in das Rohr eingebracht iſt, entweder ſtarke Führungsſtangen oder ein entſprechend gebautes Rohr mittels beſonderer Luftmaſchine aus dem Schiffsrumpf hinausgeſchoben, und der Torpedo wird beim Lanzieren an den Führungsſtangen bezw. dem Rohre ſo lange geführt, bis er frei von der Schiffswand iſt. Auf dieſe Weiſe wird es ermöglicht, daß der Torpedo das Rohr in der Zielrichtung verläßt und von ſeinem Kurs nur unbedeutend abgelenkt wird. Das Einrennen der Führungsſtangen bezw. des Rohrs nach dem Schuß erfolgt teilweiſe automatiſch. Die Unterwaſſerrohre beſitzen nach außenbords beſondere Schleuſenſchieber, welche beim Einführen des Torpedos geſchloſſen ſind. Das im Rohr befindliche Waſſer wird vor dem Laden durch ein Entwäſſerungsrohr nach der Bilge oder der Drainageeinrichtung entfernt. Ein Lanzieren des Torpedos kann durch eine beſondere Verblockung der Abzugsſtange nur dann erfolgen, wenn die Schleuſe wieder geöffnet iſt. Das Ausſtoßen des Torpedos erfolgt entweder durch komprimierte Luft oder durch Pulverpatronen; letztere finden vorzugsweiſe bei den Ueberwaſſerrohren Verwendung. Zur Erzeugung der komprimierten Luft zum Auffüllen der Torpedos, zum Lanzieren derſelben ſowie zum Betrieb ſonſtiger Hilfsmaſchinen dienen Luftkompreſſionspumpen mit Waſſerkühlung von Brotherhood, Whitehead, Thirion u. a.; dieſelben erzeugen einen Luftdruck von 120—150 Atmoſphären. Die Luftſammler, beſtehend aus ſtählernen Mannesmannrohren, bilden einen Akkumulator, um den Luftdruck auszugleichen. Der Howelltorpedo erfordert zum Antrieb des Schwungrades eine Dampfturbine. — Die Torpedozielſtellen, von welchen aus die Ueber- und Unterwaſſerrohre eingeſtellt und abgezogen werden, erfordern ein freies Geſichtsfeld und ſind demnach in den oberen Decks eingerichtet. Finden ſie in den Kommandotürmen keinen Platz, ſo werden ſie mit leichtem Panzer geſchützt. Die Torpedozielſtellen enthalten den Torpedozielapparat und die nötigen Kommando- und Uebertragungsapparate. Der Zielapparat ergibt beim Zielen auf das feindliche Schiff die Richtachſe des Torpedorohres unter Berückſichtigung der Fahrtrichtung und der Geſchwindigkeit des feindlichen Schiffes ſowie der Geſchwindigkeit des Torpedos, welche in dem Apparat vorher eingeſtellt werden müſſen; er gibt daher im allgemeinen das ſogenannte Abkommdreieck wieder.

Literatur: [1] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [2] Sleeman, Torpedo and Torpedo Warfare, London 1889. — [3] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. — [4] Croneau, J., Canon, torpille, cuirasse, Paris 1904. — [5] Dredge, Modern French Artillery, London 1893. — [6] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. *T. Schwarz.*

Torpedobatterie, ein Ponton, welches zum Lancieren von automobilen Torpedos eingerichtet iſt, zur Verteidigung von Hafeneinfahrten und Flußmündungen. Das Lanzieren erfolgt meiſt unter Waſſer ohne Ausſtoßrohr durch Ingangſetzen der Antriebsmaſchine des Torpedos. *T. Schwarz.*

Torpedoboote älteſter Form waren kleine Dampfboote mit Einrichtungen für Spierentorpedos. Erſt die Erfolge, welche Thornycroft mit der von ihm erbauten kleinen Dampfjacht „Miranda“ errang — dieſelbe lief bei einem Deplacement von 16 t 16 Seemeilen die Stunde —, führten zum Bau von kleinen Torpedobooten, welche bedeutende Geſchwindigkeit — zunächſt bis zu 18 Seemeilen — mit großer Manövrierfähigkeit vereinigten und infolge der geringen Abmeſſungen eine kleine Zielfläche für die feindlichen Geſchoſſe bildeten. Das von Thornycroft 1878 erbaute Torpedoboot „Lightning“ diente als Vorbild für die nunmehr in allen Kriegsmarinen auftretenden Torpedoboote. An Stelle der Spierentorpedos erhielten dieſelben Einrichtungen zum Lanzieren von Whiteheadtorpedos, und zwar durchweg Ueberwaſſerrohre im Bug ſowie auf dem Oberdeck.

Neben Thornycroft traten alsbald in England Yarrow, in Frankreich Normand und in Deutschland Schichau mit beſonderen Torpedobootstypen in den Wettbewerb mit ein. Anfänglich begnügte man ſich mit zwei Klaſſen von Torpedobooten: I. Klaſſe für die hohe See, II. Klaſſe für die Küſten- und Hafenverteidigung beſtimmt. Letztere erreichen ein Deplacement bis zu 30 t und eine Geſchwindigkeit bis zu 16 Seemeilen, und dieſelben wurden in einzelnen Marinen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Panzerſchiffen mitgegeben. Die Torpedoboote I. Klaſſe entwickelten bei einem Deplacement von 80—150 t Geſchwindigkeiten von 17—22 Knoten. Später wurde in Deutſchland das Torpedodiviſionsboot mit einem Deplacement von 180—350 t und in England die Torpedobootszerſtörer in ähnlicher Größe eingeführt. Erſtere bilden das Flaggſchiff für eine Diviſion von ſechs Torpedobooten; letztere ſind für den Angriff und die Verfolgung von Torpedobooten mit hoher Geſchwindigkeit und mit Schnellfeuerkanonen ausgerüſtet, neben entſprechender Torpedoarmierung. Neuerdings iſt der Unterſchied zwiſchen Torpedoboot und Zerſtörer allmählich verſchwunden, nachdem die Torpedoboote zur Erweiterung der Aktionsfähigkeit und Steigerung der Seefähigkeit und Geſchwindigkeit bis zu 36 Knoten weit über das Deplacement der Diviſionsboote gewachſen ſind (bis zu 900 t) [9].

Die Torpedoboote und Torpedobootszerſtörer oder Torpedojäger, engliſch Deſtroyer, franzöſiſch Contre-torpilleur, werden als Ein- oder Zweiſchraubenboote gebaut; für hohe Geſchwindigkeiten zieht man zwei Schrauben vor. Die Maſchinen ſind dreifache Expanſionsmaſchinen. Neuerdings hat die Dampfturbine die Kolbenmaſchine faſt gänzlich verdrängt. Die anfänglich allgemein gebräuchlichen Lokomotivkeſſel ſind bei der ſteten Steigerung der Fahrgeſchwindigkeit bis zu 30 und 36 Seemeilen pro Stunde durch die verſchiedenſten Arten engrohriger Waſſerrohrkeſſel erſetzt. Um die Höchſtgeſchwindigkeit unabhängig zu machen von der körperlichen Kraft und Ausdauer des Heizerperſonals und die Leiſtung der Keſſel bei längerer Forcierung zu ſteigern, iſt man in verſchiedenen Marinen von der Kohlenfeuerung zur reinen Oelfeuerung übergegangen (vgl. Schiffskeſſel). Um die Steuerfähigkeit zu erhöhen, beſitzen alle Torpedoboote neben dem Heckruder ein Bugruder (ſ. Ruder). Die Torpedoboote haben durchweg nur geringen Freibord (0,8—1,5 m); das Deck iſt ſtark gewölbt und läuft vorn vom Vorſteven bis zum Kommandoturm ſtark auf. Vielfach befindet ſich auf dem Achterdeck ein zweiter Kommandoturm. Die Türme dienen als Kommando- und Steuerſtellen ſowie als Niedergänge zu den Offiziers- und Mannſchaftsräumen. Die letzteren ſind ſehr beſchränkt, da der größte Teil des Schiffsraumes von der Maſchinen- und Keſſelanlage nebſt Kohlenbunker in Anſpruch genommen wird. Die Armierung der Torpedoboote beſteht außer einigen Schnellfeuer- oder Maſchinenkanonen meiſt aus drei Ueberwaſſerlanzierrohren mit Pulverausſtoß für Whiteheadtorpedos, und zwar ein Rohr feſt im Bug und zwei auf Oberdeck zum Schwenken eingerichtet. Ueber die Bauweiſe der Torpedoboote ſ. [5].

Literatur: [1] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. — [2] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [3] Braſſey, The Naval Annual, Portsmouth (jährlich). — [4] Engineering, London 1878—1908. — [5] Croneau, Conſtruction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [6] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1890. — [7] Ueber die Entwicklung der Torpedofahrzeuge, Mitteil. a. d. Gebiet d. Seew., Pola 1892. — [8] Nauticus, Die neueſte Entwicklung der Torpedowaffe, Berlin 1907. — [9] Thornycroft, J. E., Modern Torpedoboats and Destroyers, Engineering 1908, I, S. 487.

T. Schwarz.

Torpedodepotſchiff, Kreuzer mit 18—19 Seemeilen Geſchwindigkeit pro Stunde, welcher als Operationsbaſis für einen Torpedobootsangriff dient.

Zu dieſem Zweck iſt das Schiff mit ſchweren Kranen verſehen, um 6—10 Torpedoboote II. Klaſſe bei jedem Wetter ausſetzen ſowie an Bord nehmen zu können; ferner ſind beſondere Reparaturwerkſtätten ſowie Stauräume für Torpedos, Kohlen und andre Materialien für die Torpedoboote vorgeſehen. Die engliſche Marine beſitzt in dem „Vulcan“, die franzöſiſche in dem „Foudre“ ein Torpedodepotſchiff.

Literatur: Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1896. *T. Schwarz.*

Torpedoſchutznetze, dienen zum Schutz der Kriegsſchiffe gegen automobile Torpedos. Sie halten den Torpedo in einer Entfernung von etwa 6 m von der Schiffswand auf und bringen ihn zur Exploſion.

Die Netze, welche in ihrer verbeſſerten Form zuerſt von Bullivant gefertigt wurden, beſtehen aus aneinander gefügten Ringen von verzinktem Stahl, welche an den Rändern durch Stahldrahtlieks begrenzt werden. Sie werden durch beſondere Spieren derartig gehalten, daß ſie in einer Entfernung von 6 m von der Bordwand vertikal herunterhängen. Um ein Auftreiben der Netze zu verhindern, iſt das Unterliek derſelben meiſt ein ſtarker Stahldraht oder eine Kette; beim Nichtgebrauch werden die Netze an der Bordwand in Käſten gelagert und die Spieren beigeklappt. Die Torpedoſchutznetze teilt man in drei Teile, das Hauptnetz an den Schiffsſeiten mittſchiffs zum Schutz der Maſchinen- und Keſſelräume und den Bug- und Heckſchutz. Letztere kommen in der Hauptſache nur bei vor Anker liegendem Schiff zur Aktion, während ſie bei Schiffen in Fahrt fortgenommen werden, um die Manövrierfähigkeit und Fahrtgeſchwindigkeit des Schiffes nicht zu beeinträchtigen; auch können die hinteren Netze leicht in die Schrauben geraten. — Nachdem zur Zerſtörung der Netze die Torpedos mit Netzſcheren ausgerüſtet werden, welche imſtande ſind, die Netze zu durchſchneiden und dem Torpedo demnach freien Durchgang zu verſchaffen, ſind die Torpedoſchutznetze vielfach beſeitigt worden, zumal ſie die freie Bewegung des Schiffes ſehr beeinträchtigen und das Setzen und Wiedereinholen der Netze umſtändliche Manöver bedingt.

Literatur: [1] Gercke, H., Die Torpedowaffe, Berlin 1898. — [2] Croneau, Canon, torpille, cuirasse, Paris 1904. — [3] Armſtrong, Torpedoes and Torpedo Vessels, London 1901. *T. Schwarz.*

Torricelliſche Leere, Röhre, ſ. Queckſilberbarometer.

Torſion = Drehung, Drillung, Verdrehung (von torquere, drehen, oder dem ſpätlateiniſchen torsio, das Drehen); in der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre die Drehung paralleler Schichten eines Körpers gegeneinander um eine ſenk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

recht zu ihnen gedachte Achse, insbesondere der Querschnitte eines Stabes um die Stabachse; s. Torsionselastizität, Torsionsfestigkeit, Torsionsarbeit, Torsionsschwingungen, Drehwage unter Wage. *Weyrauch.*

Torsionsarbeit wird meist die Arbeit T zur Ueberwindung der inneren Kräfte (Verschiebungsarbeit, s. d.) während der im Artikel Torsionselastizität besprochenen Torsion prismatischer Stäbe genannt. Virtuelle Torsionsarbeit $\mathfrak{T}$ ist die Arbeit, welche die Ueberwindung der inneren Kräfte hierbei erfordern würde (virtuelle Verschiebungsarbeit), wenn diese Kräfte konstant wie am Ende der Torsion wären.

Bezeichnen M das Torsionsmoment, ϑ den Torsionswinkel, l die Länge des Stabs zwischen Einspannungsquerschnitt und durch M ergriffenem Endquerschnitt, so hat man fürs Gleichgewicht [2], S. 73: $2T = \mathfrak{T} = \vartheta l M$. 1.

Nach den Beziehungen für die Torsionselastizität (s. d.) kann hierin ϑ durch M, oder M durch ϑ, ausgedrückt werden. Beispielsweise hat man in dem gewöhnlichen Falle eines kreisförmigen Querschnitts vom Radius R:

$$T = \frac{l M^2}{\pi G R^4} = \frac{\pi}{2} G l \vartheta^2 R^4, \qquad 2.$$

und für beliebige Querschnitte vom Inhalt F und polaren Trägheitsmoment J:

$$T = \frac{k l J M^2}{2 G F^4} = \frac{G l \vartheta^2 F^4}{2 k J}, \qquad 3.$$

worin bei vollen Querschnitten (nicht aber bei ringförmigen Querschnitten) vielfach genügend genau $k = 40$ gesetzt werden kann.

Mitunter wird auch für Torsion über die Elastizitätsgrenze hinaus die nötige Arbeit als Torsionsarbeit bezeichnet. Die Torsionsarbeit bis zum Bruche hat z. B. Tetmajer bei Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von Draht zu Drahtseilen herangezogen [3], 4. Heft.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, S. 394. — [2] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elastischer Körper, Leipzig 1885, S. 72. — [3] Tetmajer, Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 4. Heft, 1890, S. 242, 251 (Drähte); 9. Heft, 1900, S. 41, 48, 92, 144 (Aluminium und seine Legierungen). — [4] Derf., Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 340. — [5] Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 227. — [6] Bach, Elastizität und Festigkeit, Berlin 1905, S. 388. *Weyrauch.*

Torsionselastizität, die Elastizität (s. d.) bei der Beanspruchung fester Körper auf Torsion (s. d.).

Ein prismatischer Stab sei an einem Endquerschnitt derart festgehalten (Fig. 1), daß die Flächenelemente des letzteren keine Drehung um die Achse vornehmen können, während die Mantelfläche von äußeren Kräften frei ist. In den Elementen des andern Endquerschnitts wirkt lediglich ein Kräftepaar M um die Stabachse. Hierdurch wird eine Drehung des Endquerschnitts und der andern Querschnitte gegen den Einspannungsquerschnitt entstehen (Fig. 1), deren Winkel wir für einen Querschnitt in Entfernung z von der Einspannungsstelle durch φ und speziell für $z = 1$ durch ϑ bezeichnen. Das der Torsion entgegenwirkende Moment, welches im Zustand des Gleichgewichts gleich M ist, wird Torsionsmoment genannt, während ϑ der Torsionswinkel heißt. Es handelt sich darum, eine Beziehung zwischen M und φ, ϑ, sowie die Beanspruchungen des Stabmaterials unter den gewöhnlichen Voraussetzungen der Elastizitätslehre (Bd. 3, S. 389, 392) fürs Gleichgewicht nach so kleinen Verdrehungen abzuleiten, daß $\sin\varphi = \varphi$, $\cos\varphi = 1$ gesetzt werden dürfen. Im folgenden mögen G den konstant vorausgesetzten Schubelastizitätsmodul (Bd. 3, S. 393, 395; Bd. 7, S. 819) des isotropen Stabmaterials, F den Stabquerschnitt und J dessen polares Trägheitsmoment in Hinsicht seines Schwerpunkts bedeuten,

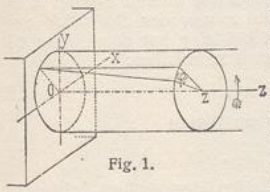


Fig. 1.

φ, ϑ aber in Bogenmaß ausgedrückt werden (Gradzahl mal $\frac{\pi}{180}$). Die resultierende Beanspruchung pro Flächeneinheit eines Querschnittselements soll durch τ und ihr größter Wert im Querschnitt durch $\max\tau$ bezeichnet sein, sie bedeuten stets Schub [17], S. 175.

a) Kreisquerschnitt, Kreisringquerschnitt. Für diese wichtigsten Fälle hat schon Coulomb das Problem gelöst [1]. Er fand die Verdrehungswinkel: $\varphi = \vartheta z, \qquad \vartheta = \frac{M}{GJ}$, 1.

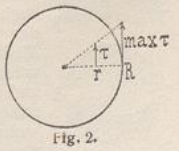


Fig. 2.

und die Spannungen in beliebiger Entfernung r sowie in der größten Entfernung R von der Stabachse in jedem Querschnitt:

$$\tau = G\vartheta r = \frac{M}{J} r, \qquad \max\tau = G\vartheta R = \frac{M}{J} R. \qquad 2.$$

Speziell für den Kreisquerschnitt vom Radius R (Fig. 2) hat man:

$$J = \frac{\pi}{2} R^4, \qquad \vartheta = \frac{2M}{\pi G R^4} \qquad 3.$$

und für den Kreisringquerschnitt vom äußeren Radius R und inneren Radius R_i (Fig. 3): $J = \frac{\pi}{2}(R^4 - R_i^4), \qquad \vartheta = \frac{2M}{\pi G (R^4 - R_i^4)}$. 4.

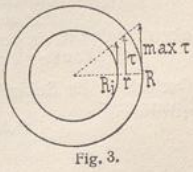


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber Stäbe mit veränderlichem Kreisquerſchnitt (Wellen u. ſ. w.) ſ. [26], [27], V, S. 177, und [29].

b) Beliebige Querſchnitte. Die Gleichungen 1., 2. ergeben ſich unter der Vorausſetzung, daß die Querſchnitte bei der Verdrehung eben bleiben, für beliebige prismatiſche Stäbe [1], [17], S. 176. Sie wurden auch früher als allgemein giltig angenommen, bis Saint-Venant nachwies, daß jene Vorausſetzung im Widerſpruche mit den allgemeinen Elaſtizitätsgleichungen iſotroper feſter Körper ſteht, und auf Grund dieſer Gleichungen (Bd. 3, S. 389) eine neue Löſung gab [2], [4]. Nach derſelben erleiden die Querſchnittselemente neben Drehungen φ um die Stabachſe auch Verrückungen ζ parallel derſelben. Die φ ſind proportional z, die ζ hängen nicht von z, ſondern nur von der Querſchnittsform und den Lagen der in Frage kommenden Querſchnittselemente gegen die Stabachſe ab, ſo daß für jeden Querſchnitt hinſichtlich eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems durch den Einſpannungsquerſchnitt mit der Stabachſe als z-Achſe geſetzt werden können:

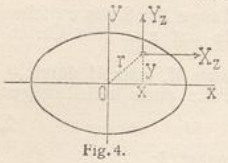


Fig. 4.

$$\varphi = \vartheta z, \qquad \zeta = f(x, y). \tag{5.}$$

Für dieſe Funktion f ergibt ſich die allgemeine Bedingung:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0, \tag{6.}$$

und ſpeziell an der Oberfläche, wenn $(n\,x)$, $(n\,y)$ die Winkel beliebiger Normalen n zur Mantelfläche mit den Richtungen x, y bezeichnen:

für $n \perp z$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x} - \vartheta y\right)\cos(n\,x) + \left(\frac{\partial f}{\partial y} + \vartheta x\right)\cos(n\,y) = 0. \tag{7.}$$

Iſt hiernach $f(x, y)$ beſtimmt, ſo folgen für ein bei x, y, z gelegenes beliebig geformtes Querſchnittselement dF (Fig. 4) die Spannungskomponenten in den Richtungen x, y:

$$X_z = G\left(\frac{\partial f}{\partial x} - y\right), \qquad Y_z = G\left(\frac{\partial f}{\partial y} + \vartheta x\right), \tag{8.}$$

und die reſultierende Spannung (Beanſpruchung pro Flächeneinheit) im fraglichen Querſchnittselement wie in einem Flächenelement ſenkrecht zu demſelben:

$$\tau = \sqrt{X_z^2 + Y_z^2}. \tag{9.}$$

Dies iſt zugleich die größte Spannung, welche für beliebig gerichtete Flächenelemente bei x, y, z vorkommt, da ſich die Hauptſpannungen (ſ. d.) gleich $+\tau$, $-\tau$, und 0 ergeben. Das Torſionsmoment läßt ſich ausdrücken: $M = \int (x\,Y_z - y\,X_z)\,dF$, (10.)

wobei die Integration auf den ganzen Querſchnitt zu erſtrecken iſt. Ableitungen vorſtehender Gleichungen ſ. [4], S. 237, [16], S. 178. Auf dieſen beruhen u. a. die folgenden Löſungen:

c) Elliptiſcher Querſchnitt [4], S. 274, [17], S. 180. Bezeichen a, b die größere und kleinere Halbachſe der Ellipſe, ſo ergeben ſich der Torſionswinkel und die größte Spannung, welche am meiſten intereſſieren:

$$\vartheta = \frac{M}{G\pi}\,\frac{a^2 + b^2}{a^3\,b^3}, \qquad \max\tau = \frac{2M}{\pi\,a\,b^2} = 2G\vartheta\,\frac{b\,a^2}{a^2 + b^2}. \tag{11.}$$

$\max\tau$ tritt an den Enden der kleinen Achſe ein, während es nach der älteren Formel 2. an den Enden der großen Achſe liegen ſollte (dem größten Abſtand r von der Stabachſe entſprechend). Für ein beliebiges Querſchnittselement bei x, y hat man, wenn die Koordinatenachſen x, y mit den Halbachſen a, b zuſammenfallen:

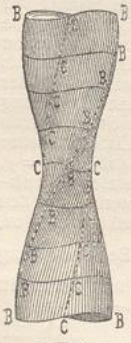




Fig. 5.

$$\tau = \frac{2G\vartheta}{a^2 + b^2}\sqrt{a^4 y^2 + b^4 x^2}, \tag{12.}$$

und ſpeziell für ein beliebiges Querſchnittselement am Rande

$$\tau = \frac{2G\vartheta\,b}{a^2 + b^2}\sqrt{a^4 - (a^2 - b^2)\,x^2}, \tag{13.}$$

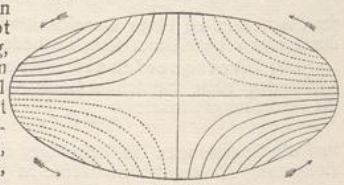
woraus $\max\tau$ für $x = 0$ folgt, während an den Enden der großen Achſe mit $x = a$:

$$\tau = \frac{2M}{\pi\,b\,a^2} = 2G\vartheta\,\frac{a\,b^2}{a^2 + b^2}. \tag{14.}$$

Die Form der Querſchnitte nach der Verdrehung iſt beſtimmt durch

$$\zeta = -\vartheta\,x\,y\,\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}, \tag{15.}$$

wonach für $x = 0$ und für $y = 0$, d. h. in beiden Ellipſenachſen, $\zeta = 0$. Fig. 5 gibt nach Saint-Venant ein Bild der Verdrehung, der Deutlichkeit halber in vergrößertem Maße (die Annahmen $\sin\varphi = \varphi$, $\cos\varphi = 1$ würden für ſo große Verdrehungen nicht mehr zuläſſig ſein), während in Fig. 6 verſchiedene Linien gleicher ζ angedeutet ſind, wobei ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Für $a = b = r$ gehen alle Formeln in die oben für den Kreis gegebenen über. Bezüglich des elliptiſchen Ringquerſchnitts ſ. [4], S. 368, 371.


Fig. 6.

d) Dreieckquerſchnitt [4], S. 283, [17], S. 182. Bezeichnen für ein gleichſeitiges Dreieck a die Seitenlänge, $h = \frac{a}{2}\sqrt{3}$ die Höhe, ſo ſind die Torſionswinkel und die größte Spannung:

$$\vartheta = \frac{5M}{3GJ} = \frac{80}{\sqrt{3}}\,\frac{M}{G\,a^4}, \qquad \max\tau = \frac{20M}{a^3} = \frac{\sqrt{3}}{4}G\vartheta\,a = \frac{G\vartheta h}{2}. \tag{16.}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\max \tau$ tritt in den Mitten der Seiten ein, während es nach der älteren Formel 2. an den Enden derſelben liegen ſollte. Für ein beliebiges Querſchnittselement bei x, y hat man, wenn die Koordinatenachſen wie in Fig. 7 gelegt werden und r die Entfernung vom Schwerpunkt bedeutet ($r^2 = x^2 + y^2$):

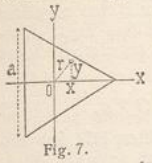


Fig. 7.

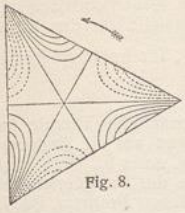
$$\tau = \frac{G\vartheta}{a}\sqrt{(a^2 + 3r^2)\,r^2 + 2\sqrt{3}\,(3r^2 - 4x^2)\,a\,x}, \qquad 17.$$

und ſpeziell für ein beliebiges Querſchnittselement am Rande:

$$\tau = \sqrt{3}\,\frac{G\vartheta}{a}\left(\frac{a^2}{3} - r^2\right), \qquad 18.$$

woraus $\max \tau$ für $r = \frac{h}{3} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$ folgt, während ſich an den Enden der Seiten mit $r = \frac{2h}{3}$ ergibt $\tau = 0$. Die Form des Querſchnitts nach der Verdrehung iſt beſtimmt durch:

$$\zeta = \vartheta\, y\,\frac{y^2 - 3x^2}{a\sqrt{3}}, \qquad 19.$$


Fig. 8.

ſo daß für $y = 0$ und damit für alle Elemente in den drei Symmetrieachſen des Querſchnitts $\zeta = 0$ iſt. In Fig. 8 ſind wieder Linien gleicher ζ angedeutet, wobei ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Bezüglich des dreieckigen Ringquerſchnitts ſ. [4] S. 368.

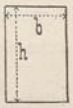


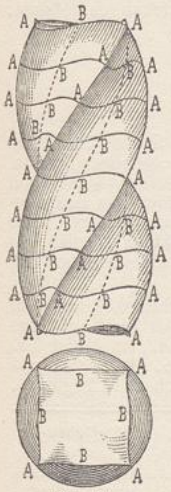
Fig. 9.

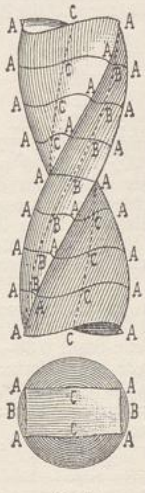
e) Rechtecksquerſchnitt [4] S. 291, [17] S. 184. Bezeichnen b und h die kürzere und längere der beiden Seiten (Fig. 9), ſo folgen der Torſionswinkel und die größte Spannung, welche in den Mitten der Längsſeiten eintritt,

$$\vartheta = \frac{m\,M}{G\,h\,b^3}, \qquad \max \tau = m\,n\,\frac{M}{h\,b^2} = n\,G\,\vartheta\,b, \qquad 20.$$

worin m, n auf Grund der Beziehungen unter b genau nur durch tranſzendente Funktionen darſtellbar ſind. Man erhält danach

für $\frac{h}{b} =$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5	10	20	∞
$m =$	7,1134	6,0197	5,3505	4,9082	4,5992	4,3729	3,7977	3,5611	3,4323	3,2018	3,0976	3
$n =$	0,6753	0,7587	0,8221	0,8694	0,9044	0,9300	0,9854	0,9970	0,9993	1,0000	1,0000	1
$m\,n =$	4,8037	4,5671	4,3986	4,2672	4,1595	4,0668	3,7423	3,5504	3,4299	3,2018	3,0976	3


Fig. 10.

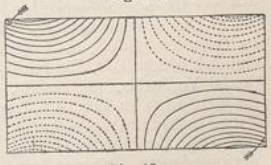

Fig. 11.

während man häufig nach Grashof [7] S. 140 zu allgemein geſetzt findet:

$$\max \tau = 4{,}5\,\frac{M}{h\,b^2}, \qquad 21.$$

alſo in 20. $m\,n = 4{,}5$. Die Verrückungen ζ und damit die ſchließliche Form des Querſchnitts ſind ebenfalls durch tranſzendente Funktionen beſtimmt. Für die Symmetrieachſen des Querſchnitts, alſo für Achſen durch den Schwerpunkt parallel den Seiten, und beim Quadrat auch in den Richtungen der Diagonalen hat man $\zeta = 0$. Fig. 10 und 11 geben nach Saint-Venant je ein Bild der Verdrehung für quadratiſche und rechteckige Stäbe in vergrößertem Maße, während in Fig. 12 und 13 Linien gleicher ζ dargeſtellt ſind, wobei wieder ausgezogene Linien poſitiven ζ, punktierte Linien negativen ζ entſprechen. Bezüglich des rechteckigen Ringquerſchnittes ſ. [4], S. 368.


Fig. 12.


Fig. 13.

f) Weitere Querſchnitte. Saint-Venant hat die Löſung der Gleichungen 5. bis 10. noch für eine Reihe andrer Querſchnitte gegeben (Kreisſektoren, Ringquerſchnitte, krummlinig begrenzte Querſchnitte u. ſ. w.) [4], S. 302, 305, 364, 368, [6], [16], S. 216, 217, 221, 240 u. ſ. w., und auch Fälle aniſotropen Materials berückſichtigt [4], S. 345, 358, [16], S. 220. Setzt man für iſotropes Material

$$\vartheta = \frac{k\,M\,J}{G\,F^4}, \qquad M = \frac{G\,\vartheta\,F^4}{k\,J}, \qquad 22.$$

ſo gelten für den Kreis- und Ellipſenquerſchnitt $k = 4\,\pi^2 = 39{,}5$, für das Quadrat $k = 42{,}7$, für Rechtecke der Seitenverhältniſſe $h : b = 2, 4, 8$ bezw. $k = 42{,}0,\ 40{,}2,\ 38{,}5$, für Kreisſektoren der Zentriwinkel 45, 90, 180° bezw. $k = 42{,}9,\ 42{,}4,\ 40{,}8$, dagegen für das gleichſeitige Dreieck $k = 45$. Saint-Venant ſchloß daraus, daß für die meiſten Querſchnitte in 22. mit genügender Genauigkeit $k = 40$ geſetzt werden könne [10], S. 142, [16], S. 219, doch iſt zu beachten, daß dies nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ohne Nachweis im einzelnen Falle gilt und beiſpielsweiſe für Hohlzylinder zu ſehr unrichtigen Ergebniſſen führen kann [24], S. 349. Bezüglich der größten Beanſpruchungen ſ. [4], S. 356, [16], S. 220. Dieſelben treten auch in andern als den obenerwähnten Fällen, z. B. bei regulären Vielecken, an derjenigen Stelle des Randes auf, welche der Stabachſe am nächſten liegt. Herrmann fand durch eine genügende Näherungsrechnung für das reguläre Sechseck von der Seitenlänge a (Fig. 14):

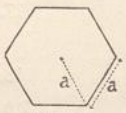


Fig. 14.

$$\vartheta = 0{,}976\,\frac{M}{G\,a^4}, \qquad \max\tau = 1{,}09\,\frac{M}{a^3} = 1{,}117\,G\,\vartheta\,a, \tag{23.}$$

wonach in 21. $k = 41{,}07$ wäre. Für eine Reihe von Querſchnitten läßt ſich ausdrücken:

$$\max\tau = \alpha\,c\,\frac{M}{\Theta}, \tag{24.}$$

worin c die kleinſte Entfernung des Randes vom Schwerpunkt, Θ das kleinſte Trägheitsmoment für Achſen durch den letzteren, α eine Konſtante, wonach in dieſen Fällen unter den Vorausſetzungen der Theorie $\max\tau$ mit wachſendem $\Theta : c$ abnimmt, alſo die Widerſtandsfähigkeit mit zunehmendem $\Theta : c$ wächſt (vgl. Torſionsfeſtigkeit). Man hat beiſpielsweiſe für den Kreis, Kreisring und die Ellipſe $\alpha = \frac{1}{2}$, für das gleichſeitige Dreieck $\alpha = \frac{5}{2\sqrt{3}}$, für beliebige Rechtecke $\alpha = \frac{m\,n}{6}$, für das reguläre Sechseck $\alpha = 0{,}6812$.

g) Verſuche. Schon die älteren Verſuche haben die Saint-Venantſche Theorie im allgemeinen beſtätigt [4], S. 617. Zwar ſollten nach letzterer die Spannungen auf die Endquerſchnitte in gleicher Weiſe verteilt ſein wie auf alle übrigen Querſchnitte (vgl. unter b), doch zeigt ſich, daß die Abweichungen hiervon bei beſtimmtem M nur in der Nähe der Endquerſchnitte von erheblichem Einfluß ſind (vgl. den analogen Fall beim Saint-Venantſchen Problem, Bd. 7, S. 556), wo bei Verſuchen meiſt mit Hohlkehle anſchließende Verſtärkungen der Stäbe ſtattfinden. Bei ſcharfen Abſätzen fand Wöhler die Widerſtandsfähigkeit bedeutend geringer (Zeitſchr. f. Bauweſen 1870, S. 95, vgl. [26]). Zu beachten iſt, daß ſich durch Erſchwerungen der Verrückungen ζ an den Endquerſchnitten die Torſionsverhältniſſe dafelbſt den von der älteren Theorie angenommenen nähern ($\zeta = 0$), und daneben neue Spannungen auftreten. Baufchinger hat die Theorie durch Meſſung der Torſionswinkel $\vartheta = \varphi : l$ verſchiedener Gußeiſenſtäbe von $l = 1$ m Länge zu kontrollieren geſucht [12], bei welchen allerdings die Vorausſetzung konſtanter Elaſtizitätsmoduln E, G für Zug (oder Druck) und Schub nicht erfüllt iſt. Entſprechen ϑ_1 dem Kreiſe vom Inhalt F, ϑ_2 der Ellipſe vom Inhalt F und Achſenverhältnis 1 : 2, ϑ_3 dem Quadrat vom Inhalt F, ϑ_4 und ϑ_5 Rechtecken von den Inhalten F und $F/2$ bei Achſenverhältniſſen 1 : 2 und 1 : 4, ſo ſollten nach den theoretiſchen Gleichungen 3., 11., 20. bei gleichem M die Beziehungen beſtehen:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}25 : 1{,}13 : 1{,}40 : 9{,}1,$$

und nach 21. mit $k = 40$ annähernd:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}25 : 1{,}05 : 1{,}31 : 8{,}9,$$

während Baufchinger für je zwei Stäbe im Mittel fand [12], S. 122:

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \vartheta_3 : \vartheta_4 : \vartheta_5 = 1 : 1{,}245 : 1{,}196 : 1{,}472 : 9{,}65.$$

Das Verhältnis $G : E$ zeigte ſich unabhängig von der Querſchnittsform [12], S. 126. Für Stäbe kreisförmigen Querſchnitts vom Durchmeſſer a ſollen nach 3., 20. die ϑ bei gleichem Material und gleichem M im Verhältnis 1 : 0,698 ſtehen. Baufchinger erhielt für derartige Wellen von $l = 0{,}66$ m, $a = 0{,}10$ m aus Siemens-Martin-Stahl 6 verſchiedener Härtegrade, aus Beſſemerſtahl 5 verſchiedener Härtegrade, aus Feinkorneiſen und ſehnigem Eiſen Werte zwiſchen 0,650 und 0,747, im Mittel 0,696, [12], S. 124. Bei Verſuchen von Voigt mit rechteckigen Glasſtäbchen von $h : b = 1$ bis 11 und verſchiedenen Längen ergaben ſich die ϑ in guter Uebereinſtimmung mit 20. ([13], S. 509, 513).

Das Verhältnis $G : E$ iſt nach der Theorie für Eiſen und Stahl zwiſchen 0,38 und 0,40 zu erwarten (Bd. 3, S. 395). Bei Verſuchen auf Torſion und Zug erhielt Wöhler für Kruppſches Gußſtahlblech 0,39, Baufchinger für Neuberger Siemens-Martin-Stahl 0,38—0,42, im Mittel 0,40 (je 10 Verſuche, [9], S. 83), für Teſchener Beſſemerſtahl 0,38 (je 2 Verſuche, [9], S. 85), und für den auch in den Art. Biegungselaſtizität, Druckelaſtizität, Schubfeſtigkeit, Zugelaſtizität erwähnten Ternitzer Beſſemerſtahl von verſchiedenem Kohlenſtoffgehalt die in nebenſtehender Tabelle angeführten Werte [9], S. 83. Die Elaſtizitätsgrenzen (ſ. d.) ſind beigeſetzt, abſolut und im Verhältnis zu den entſprechenden Werten für Zug (ſ. Zugelaſtizität), die Elaſtizitätsgrenzen wurden jedoch damals von Baufchinger noch etwas über der Proportionalitätsgrenze angenommen. Mit dem Ueberſchreiten der letzteren treten für Schweißeiſen und Flußeiſen ähnliche Verhältniſſe wie im gleichen Falle bei Zug, Druck und Biegung ein (Bd. 2, S. 4; Bd. 3, S. 116, 396). Vgl. Torſionsfeſtigkeit und [5], [8].

Kohlenſtoff %	Elaſtizitätsmoduln, kg pro qcm		$G : E$	Elaſtizitätsgrenze
	G	E		
0,19	878 000	2 050 000	0,40	1525 = 0,46
0,46	853 000	2 060 000	0,38	1470 = 0,43
0,54	856 000	2 030 000	0,40	1500 = 0,43
0,57	837 000	2 060 000	0,39	1583 = 0,48
0,66	869 000	2 260 000	0,38	1650 = 0,44
0,78	851 000	2 120 000	0,36	1750 = 0,47
0,80	893 000	2 320 000	0,42	1970 = 0,49
0,87	850 000	2 140 000	0,39	2030 = 0,47
0,96	876 000	2 060 000	0,40	2665 = 0,55
		Mittel	0,39	0,47

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Coulomb, Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion et sur l'élasticité des fils de métal etc., Histoire de l'Acad. des sciences 1784, Mémoires S. 229. — [2] de Saint-Venant, Mémoires sur la torsion des prismes, avec des considérations sur leur flexion ainsi que sur l'équilibre intérieur des solides élastiques en général, et des formules pratiques pour le calcul de leur résistance à divers efforts s'exercant simultanément, Mémoires des savants étrangers 1855, XIV, S. 233—560 (insbeſondere S. 323—528). — [3] de Saint-Venant, Etablissement élémentaire des formules de la torsion des prismes élastiques, Compt. rend. 1858, XLVI, S. 34. — [4] Navier, Resumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864 (Auszug und teilweiſe Ergänzung von [2]). — [5] Tresca, Etude sur la torsion prolongée au delà de la limité de l'élasticité, Compt. rend. 1871, LXXIII, S. 1104. — [6] de Saint-Venant, Sur la torsion des prismes à base mixtilique etc., Compt. rend. 1878, LXXXVII, S. 849, 893. — [7] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 133, 247, 394. — [8] Wiedemann, Ueber die Torſion, Wiedemanns Annalen 1879, VI, S. 485 (Drähte). — [9] Bauſchinger, Ueber die Querkonſtruktion und Dilatation bei der Längsausdehnung und Zuſammendrückung prismatiſcher Körper, Civilingenieur 1879, S. 81. — [10] de Saint-Venant, Sur une formule donnant approximativement le moment de torsion, Compt. rend. 1879, LXXXVIII, S. 142. — [11] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques etc., Turin 1879, S. 81 (deutſch von Hauff, Wien 1886, S. 75). — [12] Bauſchinger, Experimentelle Prüfung der neueren Formeln für die Torſion prismatiſcher Körper, Civilingenieur 1881, S. 115. — [13] Voigt, Ueber das Verhältnis der Querkontraktion zur Längsdilatation für Stäbe aus iſotropem Glas, Wiedemanns Annalen 1882, XV, S. 497. — [14] Herrmann, Die Torſionsſpannung regelmäßiger Vielecke, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 189. — [15] Thomſon and Tait, Treatise on Natural Philosophie, II, Cambridge 1883, S. 236 (deutſch von Helmholtz und Wertheim, Braunſchweig 1874, S. 222). — [16] Clebſch, Théorie de l'élasticité des corps solides, avec des notes entendues de Saint-Venant, Paris 1883, S. 210. — [17] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, A. 69—73 (auch A. 24, 36, 68, 81). — [18] Kowalski, Elaſtizität und Feſtigkeit des Glaſes, Wiedemanns Annalen 1890, XXXIX, S. 155. — [19] Bredt, Kritiſche Bemerkungen zur Drehungsfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 785, 813, 943. — [20] Schulz, Beitrag zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Architektur u. Ingenieurweſen 1899, S. 201, 569. — [21] Prandtl, Eine neue Darſtellung der Torſionsſpannungen bei prismatiſchen Stäben von beliebigem Querſchnitt, Jahresbericht der Deutſchen Mathematikervereinigung 1904, XIII, S. 31. — [22] Henneberg, Zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik 1904, LI, S. 225, 242. — [23] Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 334, 540. — [24] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 302. — [25] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 43 (Torſionsmoduln). — [26] Föppl, Ueber die Torſion von runden Stäben mit veränderlichem Durchmeſſer, Sitzungsber. d. math.-phyſ. Klaſſe d. bayr. Akad. d. Wiſſenſchaften 1905, S. 249, 504 (ſ. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1032 und [27], V, S. 177). — [27] Föppl, Vorleſungen über Techniſche Mechanik, III, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 384; V, Die wichtigſten Lehren der höheren Elaſtizitätslehre, Leipzig 1907, S. 145. — [28] Love, Lehrbuch der Elaſtizität, deutſch von Timpe, Leipzig und Berlin 1907, S. 360. — [29] Willers, Die Torſion eines Rotationskörpers um ſeine Achſe, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik 1907, LV, S. 225 (Wellen veränderlichen Querſchnitts). — [30] Goetzke, Zur Theorie der Torſion rechteckig-prismatiſcher Stäbe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1909, S. 935. — S. a. Torſionsarbeit, Torſionsfeſtigkeit und Torſionsſchwingungen. *Weyrauch.*

Torſionsfeſtigkeit heißt der Widerſtand der Körper gegen Trennung ihrer Teile durch Torſion (vgl. Feſtigkeit, Torſionselaſtizität).

Bei Verſuchen in dieſer Hinſicht pflegen prismatiſche Stäbe möglichſt ſo beanſprucht zu werden, wie dies in dem Art. Torſionselaſtizität vorausgeſetzt iſt. Obſchon die dort angeführten Beziehungen nur für elaſtiſche Torſion bei konſtanten Elaſtizitätsmoduln G, E abgeleitet wurden, pflegt doch die daraus folgende größte Spannung beim Eintritt der Trennung, $\max \tau = t$, als Maß der Torſionsfeſtigkeit angeſehen zu werden. Setzt man:

$$t = \alpha z = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} z,$$

unter z die Zugfeſtigkeit in der Richtung der Stabachſe verſtanden, ſo würde für iſotropes Material bei Proportionalität zwiſchen Spannungen und Verſchiebungen bis zum Bruche nach den Anſchauungen, auf welchen die gebräuchliche Feſtigkeitsbedingung beruht (Bd. 3, S. 716), ε den Elaſtizitätsquotienten bedeuten (unter gewiſſen Vorausſetzungen $\varepsilon = 4$, $\alpha = 0{,}8$, ſ. Bd. 3, S. 395) und damit die Torſionsfeſtigkeit auch als Schubfeſtigkeit zu gelten haben (ſ. deren Ausdruck, Bd. 7, S. 819). Doch wird dies nicht genügend durch die Erfahrung beſtätigt, da ſich t insbeſondere auch von der Querſchnittsform abhängig ergab.

So fand Bauſchinger für die oben unter Torſionselaſtizität g) erwähnten fünf Paar Gußeiſenſtäbe ([5], S. 127): beim Kreis $t_1 = 1950$, bei der Ellipſe vom Achſenverhältnis 1 : 2 $t_2 = 2540$, beim Quadrat $t_3 = 2450$, bei Rechtecken von den Seitenverhältniſſen $h : b = 2$ und 4 bezw. $t_4 = 2740$ und $t_5 = 3260$ kg pro Quadratzentimeter, wonach ſtets $\alpha > 1$ und

$$t_1 : t_2 : t_3 : t_4 : t_5 = 1 : 1{,}30 : 1{,}26 : 1{,}41 : 1{,}67.$$

Bauſchinger ſchrieb dieſe Abſtufung dem Umſtande zu, daß die Maximalſpannung beim Kreis am ganzen Umfang zugleich, bei den andern Querſchnitten aber zunächſt nur in einzelnen Punkten eintritt (vgl. Torſionselaſtizität), ſo daß nach entſprechenden bleibenden Deformationen an den Maximalſtellen die übrigen Teile ſtärker zur Mitwirkung herangezogen werden. Der Bruch werde um ſo ſpäter eintreten, je raſcher die Spannungen von den Maximalſtellen aus nach andern Querſchnittselementen hin abnehmen ([5], S. 127). Hieraus erklärt ſich auch, daß die Torſionsfeſtigkeit meiſt größer als die Schubfeſtigkeit gefunden wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bach zog aus ſeinen Verſuchen für unbearbeitete Gußeiſenſtäbe von $z = 1580$ und 1680 kg Zugfeſtigkeit (zäher, feſter Maſchinenguß) folgende Mittelwerte von $\alpha = t : z$ ([6], S. 165, [12], S. 355): für den Kreis reichlich 1, für den Kreisring 0,8 (Verhältnis vom inneren zum äußeren Durchmeſſer etwa 0,7), für die Ellipſe 1—1,25 (je näher dem Kreis, um ſo näher an 1), für den Ellipſenring 0,8—1 (je näher dem vollen Kreis, um ſo näher an 1), für das Rechteck 1,4—1,6 (je näher dem Quadrat, um ſo näher an 1,4), für den rechteckigen Ring 1—1,25, wobei für Rechtecke im Ausdruck 20. unter Torſionselaſtizität mit Grashof $mn = 4{,}5$ geſetzt iſt. Die Reſultate für volle Querſchnitte und Ringquerſchnitte zeigen, daß das Material nach der Stabachſe hin verhältnismäßig gut ausgenutzt wird, was aus dem angeführten Bauſchingerſchen Geſichtspunkte ſeine Erklärung findet. Für Gußeiſenſtäbe mit I-, ⊣⊢-, ⊏-, L-Querſchnitt hat Bach empiriſche Formeln gegeben ([6], S. 165, [12], S. 355). Da den Verſuchsſtäben Platten zum Einſetzen in die Maſchinen angegoſſen waren, wodurch ungünſtige Spannungen entſtehen können (vgl. Torſionselaſtizität, g), ſo haben ſich für einige Fälle die t eher kleiner als ohne dieſe mit Hohlkehlen angeſchloſſenen Anſätze ergeben. Quadratiſche Gußeiſenſtäbe zeigten bearbeitet etwas größere Torſionsfeſtigkeit als mit Gußhaut verſehene (durchſchnittlich 6,4 %), bei weſentlich größerer entſprechender Verdrehung ([12], S. 341). Die Torſionsfeſtigkeit gußeiſerner Stäbe mit ſymmetriſchen Trapezquerſchnitten und Dreiecksquerſchnitten der Höhe h konnte Bach [14] auf die nach der Grashoffſchen Formel 21. unter Torſionselaſtizität angenommene Torſionsfeſtigkeit von Stäben rechteckigen Querſchnitts zurückführen, wenn darin als Breite b die Entfernung der Punkte geſetzt wurde, welche die Senkrechten aus dem Schwerpunkte des Querſchnitts auf die ſymmetriſchen Seiten treffen.

Weiter erhielt Bach folgende Werte in Kilogramm pro Quadratzentimeter für Rundſtäbe [7]:

Material	für Zug		für Torſion	
	Streckgrenze	Feſtigkeit z	Streckgrenze	Feſtigkeit t
gewöhnliches weiches Schweißeiſen	2398	3409	$1358 = 0{,}57$	$3918 = 1{,}15$
gezogene Schweißeiſenſtangen	3611	4182	$1771 = 0{,}49$	$4067 = 0{,}97$
Flußeiſen	2364	3952	$1876 = 0{,}79$	$4632 = 1{,}17$
Schweißeiſen	1972	3695	$1558 = 0{,}79$	$3853 = 1{,}04$

Den Zahlen für Torſion iſt das Verhältnis zu den entſprechenden Werten für Zug beigefügt. Von Intereſſe iſt, daß die durch Torſion gebrochenen Stäbe Verlängerungen zeigten, welche in den vier Fällen auf 100 mm durchſchnittlich betrugen: 2,4 mm, 0,93 mm, 2,4 mm, 1,6 mm. Die Durchmeſſer hatten um ein Geringes abgenommen.

Für andre Materialien als Eiſen und Stahl liegen wenig neuere Verſuche über t vor. Bach erhielt für Granit von $d = 1006$ kg Druckfeſtigkeit und $z = 45{,}4$ kg Zugfeſtigkeit die Torſionsfeſtigkeit zweier kreiszylindriſcher Stäbe im Mittel $t = 77{,}6$ kg pro Quadratzentimeter. Betonkörper vom Miſchungsverhältnis 1 : 4, plaſtiſch hergeſtellt, Alter 2—3 Monate, ergaben im Mittel bei $z = 8$—9 kg als Vollzylinder $t = 17{,}1$ kg, als Hohlzylinder $t = 8{,}9$ kg, [15], S. 43.

Während die bisher erwähnten Verſuche ſich auf einmalige ruhende Beanſpruchung bezogen, ſetzte Wöhler Stäbe aus Eiſen, Stahl und Kupfer häufig wiederholten Beanſpruchungen auf Torſion aus ([2], S. 95, [3], S. 485), wobei ſich ähnliche Verhältniſſe wie im gleichen Falle bei Zug und Biegung ergaben (ſ. Arbeitsfeſtigkeit, Dauerverſuche). Sehr ungünſtig erwieſen ſich bei Wöhler ſcharf abgeſetzte Stäbe gegenüber mit Hohlkehlen verſehenen Stäben; vgl. hierüber [26] unter Torſionselaſtizität.

Literatur: [1] Morin, Résistance des matériaux, Paris 1853, S. 432 (ältere Verſuche). — [2] Wöhler, Ueber die Feſtigkeitsverſuche mit Eiſen und Stahl, Zeitſchr. f. Bauweſen 1870, S. 73. — [3] Spangenberg, Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anſtrengungen, ebend. 1874, S. 473. — [4] Navier, Mechanik der Baukunſt, deutſch von Weſtphal und Föppl, Hannover 1879, S. 95, 97, 101, 102 (ältere Verſuche). — [5] Bauſchinger, Experimentelle Prüfung der neueren Formeln für die Torſion prismatiſcher Körper, Zivilingenieur 1881, S. 115. — [6] Bach, Verſuche über die Drehungsfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1889, S. 137, 162 (Verſuche mit Gußeiſen; Granit f. 1897, S. 241). — [7] Derſ., Verſuche mit Schrauben aus Schweißeiſen und Flußeiſen gegenüber Drehung und gegenüber Zug, ebend. 1895, S. 854, 889. — [8] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, I, Berlin 1898, S. 142, 221, 400, 403, 416 u. f. w. — [9] Schulz, Beitrag zur Torſionsfeſtigkeit, Zeitſchr. f. Architektur und Ingenieurweſen 1899, S. 201, 569. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 9. Heft, 1900, S. 41, 48, 92, 144 (Aluminium und ſeine Legierungen). — [11] Derſ., Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 344. — [12] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 328. — [13] Divis, Einige Beiträge zu Biegungs-, Torſions- und Stoßverſuchen mit Seildrähten, Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- und Hüttenweſen 1905, S. 311, 329, 341. — [14] Bach, Verſuche über die Drehungsfeſtigkeit von Körpern mit trapezförmigem und dreieckigem Querſchnitt, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 481 (Gußeiſen). — [15] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 43, 60. *Weyrauch.*

Torſionsmodul oder Torſionselaſtizitätsmodul wird mitunter der in den Formeln für die Torſionselaſtizität (ſ. d.) auftretende Schubelaſtizitätsmodul G (Bd. 3, S. 393, 395) genannt. *Weyrauch.*

Torſionsmoment, ſ. Torſionselaſtizität.

Torſionsſchwingungen ſind elaſtiſche Schwingungen (ſ. d.), welche durch Torſion (ſ. d.) entſtehen.

Es handelt ſich meiſt um folgendes Problem (vgl. Drehwage unter Wage): Ein Stab (Draht u. ſ. w.) mit gerader Achſe iſt am oberen Ende derart feſtgeſpannt, daß eine Drehung daſelbſt nicht möglich iſt. Mit dem unteren Ende ſteht in feſter Verbindung eine Maſſe, deren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwerpunkt um l vom Einſpannungsquerſchnitt in der Stabachſe liegt, während ihr Trägheitsmoment (ſ. d.) hinſichtlich der letzteren K ſein mag. Die Maſſe wird durch Drehung um die Stabachſe aus der Gleichgewichtslage gebracht und nach Eintritt der Ruhe ſich ſelbſt überlaſſen. Es entſtehen Schwingungen um die Gleichgewichtslage, deren Dauer t für einen Hingang oder Hergang und deren Anzahl n (von dieſer Dauer) in der Zeiteinheit beſtimmt ſind durch

$$t = \pi \sqrt{\frac{K}{D}} = \frac{1}{n}, \qquad 1.$$

wenn $M = \varphi D$ das der Verdrehung entgegenwirkende Moment (Torſionsmoment, ſ. Torſionselaſtizität) bei Verdrehung des unteren Endes um einen Winkel $\varphi = \vartheta l$ bedeutet ([7], S. 282), wobei ϑ der Torſionswinkel heißt. Auf Grund der Beziehungen für die Torſionselaſtizität laſſen ſich in dem gewöhnlichen Falle eines kreiszylindriſchen Stabes vom Radius R ausdrücken:

$$D = \frac{\pi}{2l} G R^4, \qquad t = \frac{\pi}{R^2} \sqrt{\frac{2lK}{\pi G}} = \frac{1}{n}, \qquad G = 2\pi \frac{lK}{t^2 R^4}, \qquad 2.$$

unter G den Schubelaſtizitätsmodul verſtanden (Bd. 3, S. 393, 395), der hiernach durch Beobachtung der Zeit für eine Anzahl Schwingungen beſtimmt werden kann. Werte von D für andre Stabquerſchnitte ſ. Torſionselaſtizität.

Die Schwingungen ſind zufolge 1., 2. bei konſtantem D oder G von gleicher Dauer (iſochron) und t, n unabhängig von der Größe der anfänglichen Verdrehung, was zahlreiche Verſuche von Coulomb bis zur Gegenwart mit gewiſſen Beſchränkungen beſtätigen. Die Abweichungen erklären ſich daraus, daß bei Ableitung obiger Gleichungen iſotropes Material von vollkommener Elaſtizität (ſ. d.) vorausgeſetzt und die Maſſe des Stabs, Längenänderungen desſelben durch Gewichte und Temperaturänderungen ſowie Widerſtände der Luft u. ſ. w., vernachläſſigt wurden. Zufolge äußerer und innerer Widerſtände nehmen die Ausſchläge fortwährend ab, und es tritt ſchließlich Ruhe ein (vgl. Elaſtiſche Schwingungen, Bd. 3, S. 380). Bezüglich der Berückſichtigung der erwähnten Einflüſſe ſ. die angeführte Literatur, z. B. über Schwingungen mit Widerſtänden [7], S. 282, [8], [13], S. 312, Berückſichtigung der Längenänderung [4], [6], elaſtiſche Nachwirkung (ſ. d.) und Ueberſchreitung der Elaſtizitätsgrenze [3], [5]. Torſionsſchwingungen von Stäben ohne angehängte Maſſe [2], S. 634, [7], S. 326, [13], S. 814, Torſionsſchwingungen in Wellenleitungen von Schiffsmaſchinen [12].

Literatur: [1] Coulomb, Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion etc., Histoire de l'Académie des sciences, 1784, Mémoires, S. 229. — [2] Navier, Résumé des leçons sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. 631, 686. — [3] Kohlrauſch, Ueber die elaſtiſche Nachwirkung bei der Torſion, Poggendorffs Ann., 1863, CXIX, S. 337. — [4] Kohlrauſch und Loomis, Ueber die Elaſtizität des Eiſens, Kupfers und Meſſings, insbeſondere ihre Abhängigkeit von der Temperatur, Poggend. Ann., 1870, CXLI, S. 481. — [5] Wiedemann, Ueber die Torſion, Wiedemanns Ann., 1879, VI, S. 485. — [6] Baumeiſter, Experimentelle Unterſuchung über Torſionselaſtizität, Wied. Ann., 1883, XVIII, S. 578. — [7] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 282, 326. — [8] Koch, Ueber die Dämpfung der Torſionsſchwingungen von verſchiedenen Metalldrähten, Wied. Ann., 1889, XXXVI, S. 122. — [9] Violle, Lehrbuch der Phyſik, I, Mechanik, Berlin 1892, S. 416. — [10] Peddie, On torsion oscillations of wires, Phil. Mag. 1894 (5), XXXVIII, S. 36. — [11] Berſon et Bonaſſe, Sur l'élasticité d'un fil oscillant, Comptes rendus 1894, CXIX, S. 48 (plötzliche Entfernung aus der Gleichgewichtslage). — [12] Frahm, Neue Unterſuchungen über die dynamiſchen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaſchinen, mit beſonderer Berückſichtigung der Reſonanzſchwingungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 797, 880. — [13] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, I, Allgem. Phyſik und Akuſtik, Leipzig 1907 S. 251, 259, 296, 312, 814.

Weyrauch.

Torſionsverſuch, Feſtſtellung des Widerſtandes eines ſtabförmig angeordneten Materials gegen Verdrehen.

Spannt man einen geraden zylindriſchen Stab an dem einen Ende feſt ein, und läßt man an dem andern Ende ein Kräftepaar $P\,P$ (Fig. 1) einwirken, deſſen Ebene die Achſe ſenkrecht ſchneidet, ſo erzeugt das Kräftepaar an dem Stabe das Drehmoment $Md = 2\,Pr$, wenn r den Abſtand der Kräfte P von der Stabachſe bedeutet. Hierbei werden die einzelnen Querſchnitte des Stabes innerhalb der freien Länge L um die Achſe und gegeneinander verdreht derart, daß z. B. alle Punkte der Staboberfläche, die urſprünglich in der Spurgeraden $o\,a$ einer durch die Achſe gelegten Ebene lagen, nach oben aus dieſer Spurgeraden herausrücken. Nur der Endpunkt o behält ſeine Lage bei. In allen Stabquerſchnitten bis zu dem Endquerſchnitt im Abſtande L werden zugleich Gegenkräfte $P_1\,P_1$ erzeugt, die den Kräften $P\,P$ das Gleichgewicht halten und beſtrebt ſind, den als Einſpannung dienenden Körper A ebenfalls mit dem Moment Md zu drehen. Dieſer Umſtand wird beim Torſionsverſuch zur Beſtimmung des Drehmomentes benutzt, indem man die Verdrehung des Probeſtabes an deſſen einem Ende durch äußere Kräfte (den Antrieb) einleitet und das erzeugte Moment an dem andern Ende mißt, d. h. hier den Kraftmeſſer anſchließt. Die Einſpannvorrichtungen beider Stabenden müſſen hierzu drehbar gelagert werden. Die Lagerung der mit dem Antrieb verbundenen Einſpannvorrichtung kann in gewöhnlichem Gleitlager erfolgen, da die hier auftretenden Reibungswiderſtände wohl den Kraftaufwand vergrößern, aber auf das Verſuchsergebnis, insbeſondere auf die Ermittlung des Torſionsmomentes und der Torſionsſpannung im Probeſtabe, ohne Einfluß ſind. Dagegen machen Reibungswiderſtände in der Lagerung der mit dem Kraftmeſſer verbundenen Einſpannvorrichtung

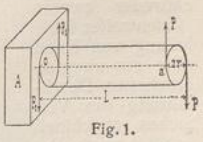


Fig. 1.

die Beſtimmung der Torſionsſpannung fehlerhaft, indem der Probeſtab in Wirklichkeit um das Reibungsmoment höher beanſprucht wird, als die Kraftmeſſung angibt.

Für die Art der Einſpannung iſt neben der Geſtalt des Probeſtabes die Bedingung maßgebend, daß nur Drehmomente, aber keine andern Spannungen, d. h. Nebenſpannungen, durch Biege-Zug- und -Druckbeanſpruchungen im Probeſtab erzeugt werden. Um Biegungsbeanſpruchungen zu vermeiden, müſſen die Achſen beider Einſpannvorrichtungen in derſelben Geraden liegen, und der Stab iſt dann ſo einzulegen, daß ſeine Achſe mit dieſer Geraden zuſammenfällt. Druck- und Zugbeanſpruchungen können dann noch dadurch entſtehen, daß einfache Stäbe ſich beim Verdrehen längen, zuſammengeſetzte ſich verkürzen. Um dieſe Nebenbeanſpruchungen zu vermeiden, muß daher wenigſtens eine der beiden Einſpannvorrichtungen in der Achsrichtung leicht verſchiebbar angeordnet ſein.

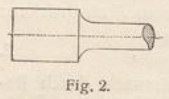


Fig. 2.

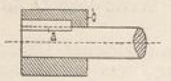


Fig. 4.



Fig. 3.

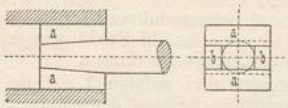


Fig. 5.

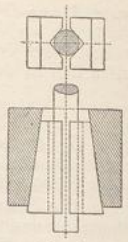


Fig. 6.

Die zur Vermeidung von Biegungsſpannungen genannte Bedingung, daß die Achſe des Probeſtabes in der gemeinſamen Drehachſe der beiden Einſpannvorrichtungen liegen ſoll, iſt am leichteſten zu erfüllen mit Stäben von prismatiſchem Querſchnitt oder mit zylindriſchen Proben, deren Enden zu quadratiſchen Köpfen ausgebildet ſind (Fig. 2). Dieſe Stabform wird man daher ſtets wählen, wenn die Stäbe beſonders gegoſſen oder aus dem Vollen herausgearbeitet werden können. Die Seitenflächen der Köpfe ſind dann ſymmetriſch und parallel zur Stabachſe herzurichten, und die Einſpannvorrichtungen erhalten zentriſch zur Achſe quadratiſche Löcher, die entweder unmittelbar zum Querſchnitt der Stabköpfe paſſen oder, wenn ſie größer ſind, nach Fig. 3 durch vier gleichſtarke Beilagen a—d ausgefüllt werden. Das Einſpannen zylindriſcher Stäbe ohne verſtärkte Köpfe bereitet beſondere Schwierigkeiten. Die zuverläſſigſte Zentrierung erreicht man durch Feſtlegen mittels Nut und Feder a nach Fig. 4, wenn die Bohrung im Einſpannkopf b gleich dem Durchmeſſer des Probeſtabes iſt. Die Stäbe brechen aber hierbei in der Regel im Querſchnitt am Ende der Feder. Der gleiche Mangel haftet der Einſpannweiſe nach Fig. 5 an, bei der die Enden des Stabes etwas abgeflacht und mit Keilbeilagen a feſtgelegt werden. Hierbei ſind zwecks guter Zentrierung ſowohl die beiden Abflachungen am Stabe ſymmetriſch zur Achſe anzuordnen, als auch die Keile a genau gleichſtark zu machen und ferner noch die beiden prismatiſchen Beilagen b anzuwenden. Bei dünnen Proben (Drähten u. ſ. w.) hat ſich das Einſpannen mittels Keilen mit Dreiecksnut (Fig. 6) gut bewährt. Die zu härtenden Keile ſind möglichſt lang zu machen und die Flächen der Nut aufzurauhen, damit die Probe ſich nicht zwiſchen den Keilen dreht. Hohle Proben (Rohre) ſind bei der Einſpannvorrichtung nach Fig. 4 oder 6 an den Enden mit ſtramm eingetriebenen Stopfen auszufüllen. Miller [1] hat ſeine Torſionsmaſchine mit Einſpannvorrichtungen nach Fig. 7 ausgerüſtet. Der Probeſtab ſteckt zwiſchen drei Streben a, die ihn mit den gehärteten und gezahnten Einſätzen b erfaſſen und ſich ſelbſttätig anziehen, indem ſie ſich bei Linksdrehung des Stabes auf ihren Wälzflächen w in dem Umfaſſungsrahmen R gleichzeitig drehen.

Die Erzeugung des Momentes, der Antrieb, erfolgt in der Weiſe, daß man die Einſpannvorrichtung mit einem Zahnradvorgelege — Maſchinen von Miller [1] und von Rudeloff — oder beſſer mit einem Schneckenradvorgelege — Maſchinen von Wickſteed [2], [3], Amsler-Laffon, Deely [4] — verbindet, das dann entweder zwecks ſtufenweiſer Belaſtung von Hand oder zur ununterbrochenen Durchführung des Verſuches maſchinell betätigt wird. Der Antrieb mittels Schneckenrad hat den Vorzug gleichmäßiger Kraftſteigerung und leichteren Innehaltens gleichbleibenden Momentes beim Stillſtellen des Antriebes. — Zum Meſſen der Kräfte oder des Momentes dienen mit der Einſpannvorrichtung verbundene Hebelwagen mit Gewichtsbelaſtung — Maſchine von Rudeloff — oder mit Laufgewicht — Maſchinen von Riehlé, Ohlſen [2], von Wickſteed, Larard [3] — oder mit Federwage — Maſchinen von Miller [1] und von Deely [4] — ſowie Neigungs- oder Pendelwagen — Maſchine von Thurſton und Amsler-Laffon. Eine ſehr gute Neigungswage iſt die kleine Maſchine von Amsler-Laffon. Bei ihr ruht die mit der

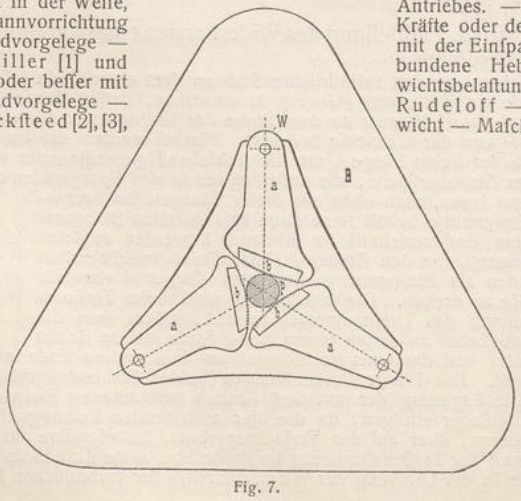


Fig. 7.

Einſpannvorrichtung verbundene Drehachſe des Pendels zur Vermeidung ſchädlicher Reibungswiderſtände in einem Kugellager. Für Hebelwagen mit Gewichtsbelaſtung oder Laufgewicht, die naturgemäß nur einen ſehr geringen Ausſchlag zu machen haben, hat Rudeloff eine ſehr empfindliche, nahezu reibungsfreie Lagerung der Hebelachſe auf Schneiden angegeben. Die Welle A (Fig. 8), auf die bei B der Wagehebel aufgekeilt iſt, und die am rechten Ende den Einſpannkopf trägt, iſt mit einer bis zur Mitte reichenden Dreiecksnut verſehen, deren Grund die Stützlinie der beiden Trageſchneiden C bildet. Die Stützlinie, d. h. die Schwingungsachſe des Hebels fällt auf dieſe Weiſe mit der Achſe des Probeſtabes zuſammen. Zur Sicherung gegen Herausſpringen beim Bruch der Probe kann die Welle über den Schneiden mit geringem Zwiſchenraum von Bügeln überſpannt werden. Die Grundplatte D der Schneiden C und das Kugellager bei der Maſchine von Amsler-Laffon ruht auf einem Wagen, ſo daß der Kraftmeſſer ſich der Längenänderung des Probeſtabes entſprechend leicht ſelbſttätig verſchieben kann.

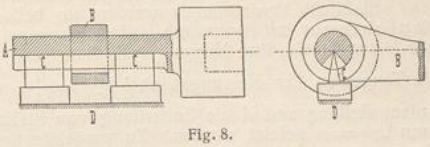


Fig. 8.

Eine ſehr ſinnreiche, ebenfalls von Amsler-Laffon ſtammende Einrichtung zum Meſſen des Momentes beſteht im weſentlichen aus zwei Scheiben, deren gemeinſame Achſe den Einſpannkopf trägt. Die eine Scheibe iſt kreisrund, die andre dagegen nach der archimediſchen Spirale geformt (Fig. 9). An beiden ſind an dünnen Seilen oder Stahlbändern gleichgroße Gewichte P, P_1 aufgehängt. In der Anfangsſtellung ſind die Scheiben Halbmeſſer r und r_1 gleich und demgemäß iſt auch das Moment $Pr = P_1 r_1$. Beim Verſuch werden die Scheiben vom Probeſtab in der Pfeilrichtung gedreht. Hierbei bleibt das Moment Pr an der Kreisſcheibe unverändert, dagegen wächſt $P_1 r_1$ entſprechend dem zunehmenden Halbmeſſer der Spirale proportional dem Drehungswinkel. Das Drehmoment im Probeſtabe $P_1 r_1 - Pr$ iſt demnach aus dem Drehungswinkel der Scheiben ohne weiteres zu entnehmen.

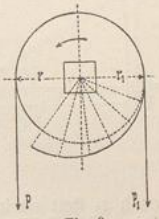


Fig. 9.

Ganz beſonders empfindlich ſind ſpröde Materialien gegen Biegungsbeanſpruchungen. Um letztere ſicher zu vermeiden, hat Mesnager folgende Einrichtung für Torſionsverſuche angegeben. Die Probe A (Fig. 10) iſt ſenkrecht ſtehend am unteren Ende feſt eingeſpannt, am oberen trägt ſie die zentrierte Scheibe B. Von dieſer führen Seile über die Rollen C_1, C_2 zu dem Balken D, an deſſen Mitte die Kraft P angreift. Auch die in Fig. 11 ſchematiſch dargeſtellte Anordnung nach Brauer [5] gewährleiſtet bei ſachgemäßer Ausführung reine Torſionsbeanſpruchung. Der Probeſtab A iſt mit ſeinen Enden in den Mitten der beiden gleichlangen Hebel B_1 und B_2 feſtgelegt, die bei C_1 und C_2 in Spitzen unterſtützt und bei D_1 und D_2 durch gleiche Kräfte P belaſtet ſind. Hierdurch wirkt auf jeden der beiden Arme CD ein Kräftepaar. Dieſe Kräftepaare ſind einander gleich, aber entgegengeſetzt gerichtet und ſtehen durch die Torſionsſpannung im Probeſtabe im Gleichgewicht. Die beiden Stützpunkte C_1, C_2 ſind durch gehärtete Schraubenſpitzen gebildet, von denen die eine in einer gehärteten Pfanne drehbar gelagert,

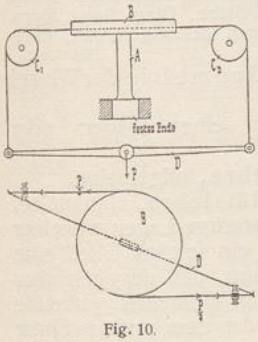


Fig. 10.

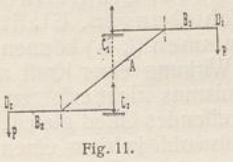


Fig. 11.

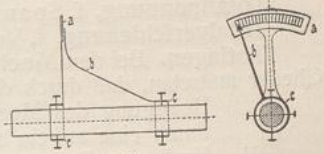


Fig. 12.

die andre frei beweglich anzuordnen iſt. Hempelmann [5] hat letztere hierzu in eine Winkelrinne geſtellt. Beſſer erſcheint es, ſie durch eine auf Kugeln ruhende Platte mit wagerechter Bahn zu unterſtützen, um möglichſt jeden Zwang zu vermeiden. Das Eigengewicht der belaſtenden Teile erzeugt ein Anfangsmoment, das bei den Verſuchen in Rückſicht zu ziehen iſt, ebenſo bei der Einrichtung von Mesnager.

Die Verdrehung des Probeſtabes wird in der Regel innerhalb einer beſtimmten Meßlänge, die auf dem prismatiſchen Teil abzugrenzen iſt, gemeſſen. Die einfachſte, aber auch am wenigſten feine Meßweiſe iſt die mittels Zeigerapparat nach Fig. 12. Hierbei wird in der einen Endmarke der Meßlänge die Bogenſkala a, in der andern der Zeiger b angebracht. Die Befeſtigung beider Teile erfolgt am beſten mit Ringen oder Bügeln, die den Stab umfaſſen und ſich mit Schrauben gegen ihn ſtützen. Miller [1] benutzt ſtatt der Bogenſkala einen zweiten Zeiger und mißt die Bewegung der beiden Zeigerenden gegeneinander mittels Mikrometerſchraube in Verbindung mit einem Galvanometer zur Anzeige des Schraubenkontaktes. Coker [6] verwendet eine um die Achſe des Probeſtabes drehbare Bogenſkala. Ihre Drehung erfolgt dem Torſionswinkel entſprechend mittels Einſtellſchraube von Hand bis zur Wiederherſtellung entweder des Kontaktes mit dem Zeiger oder der Anfangsableſung an dem vom Zeiger getragenen Ableſe-

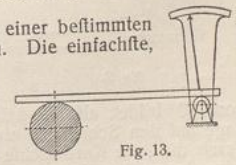


Fig. 13.

fernrohr. Empfindlicher iſt die Meſſung mittels Rollenapparaten bei der Anordnung Fig. 13. Mit jedem Endquerſchnitt der Meßlänge iſt ein Apparat zu verbinden und die Verdrehung aus der Differenz beider Anzeigen zu berechnen. Bedingung zur Erzielung zuverläſſiger Werte iſt, daß die Probe völlig gerade iſt und keine Durchbiegung erleidet, ſo daß der Abſtand der Stabachſe von den im Raum feſt aufgeſtellten Rollenapparaten ſich nicht ändert.

Elaſtiſche Verdrehungen werden am beſten mit optiſchen Hilfsmitteln gemeſſen. Nach Baufchinger mit Fernrohren F (Fig. 14) gegen feſte Latten L. Die Fernrohre ſind am Probeſtab P angebracht, ihre Neigung entſpricht ſomit dem Verdrehungswinkel φ. Abgeleſen werden die Tangenten der Neigungswinkel $\operatorname{tg}\varphi = \frac{a}{A}$, wenn a der Ableſungsunterſchied gegen die Anfangsſtellung und A die Entfernung von Stabmitte bis zur Latte iſt. Bei kleinen Winkeln kann $\operatorname{tg}\varphi = \varphi$ geſetzt werden. Zu berückſichtigen iſt, daß das Fernrohr nicht nur um den Verdrehungswinkel φ ſich neigt, ſondern im Raum auf einem Kreisbogen wandert. Der Beobachtungsfehler, der hiermit verbunden iſt, ergibt ſich aus Fig. 14 zu Δa.

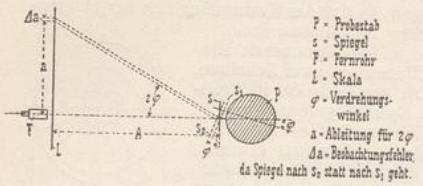
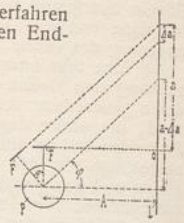


Fig. 15.

Ein zweites optiſches Verfahren beſteht darin, daß man in den Endpunkten der Meßlänge kleine Spiegel an dem Stabe ſo befeſtigt, daß ſie parallel zur Stabachſe ſtehen, und dann ihre Drehung mit Fernrohren F und Ableſeſkalen L beobachtet (vgl. Fig. 15). Auch hier bringt der Umſtand, daß der Spiegel im Raum wandert, nach s_2 ſtatt nach s_1 geht, einen geringen Beobachtungsfehler Δa mit ſich. Der Fehler iſt geringer, wenn der Spiegel vor dem Stabe angebracht wird, als wenn er ſenkrecht über ihm ſteht. Sehr geeignet ſind zu dieſem Zweck die Spiegelträger der Martensſchen Apparate (ſ. Dehnungsmeſſer, S. 698, Fig. 14). Sie laſſen ſich leicht mit Wachs am Probeſtabe befeſtigen und bequem ſo einſtellen, daß ſie das Bild der Skala in das Fernrohr reflektieren.


Fig. 14.

Literatur: [1] Miller, A New Torsion Machine, The Technology Quarterley 1893, S. 342. — [2] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, Berlin 1898. — [3] Larard, An Electrically Controlled Single Lever Testing Machine and some torsion tests, Engineering 1907, Bd. 2, S. 474. — [4] Deely, Testing Locomotive Materials, Engineering 1898, Bd. 2, S. 647. — [5] Hempelmann, Verſuche über Torſion rechteckig-prismatiſcher Stäbe, Dingl. Polyt. Journ. 1907, Bd. 322, S. 722. — [6] Coker, Instruments for measuring small torsional strains, Engineering 1898, Bd. 2, S. 503.

Rudeloff.

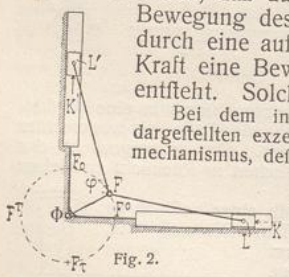
Torſionswinkel, ſ. Torſionselaſtizität; in der Geometrie der Winkel zweier aufeinander folgender Schmiegungsebenen.

Totalbelaſtung = Vollbelaſtung, die Belaſtung eines Trägers oder Trägerteils durch Eigengewicht und Verkehrslaſt.

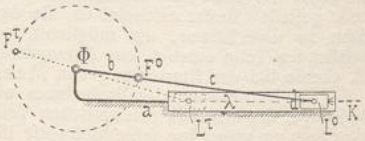
Totalſpannung, ſ. Spannungen, Elaſtizitätslehre, allgemeine.

Totalverſchiebung, ſ. Verſchiebungen, Elaſtizitätslehre, allgemeine.

Totlagen. Bei den Mechanismen (ſ. d.) können derartige Lagen einzelner Glieder auftreten, daß durch die Wirkung einer Kraft auf ein ſolches Glied eine Bewegung des Mechanismus nicht erfolgen kann, daß dagegen aber durch eine auf ein betreffendes Glied gleichzeitig, momentan wirkende Kraft eine Bewegung ſowohl in dem einen oder dem andern Sinne entſteht. Solche Lagen werden Totlagen genannt.


Fig. 2.

Bei dem in Fig. 1 beiſpielsweiſe dargeſtellten exzentriſchen Schubkurbelmechanismus, deſſen Glied a feſt iſt und der dann auch Schubkurbelgetriebe heißt, tritt eine Totlage ein, wenn die Kurbel ΦF^0 mit der Schubſtange $F^0 L^0$ einen Winkel von 180° bildet, alſo die Achſenpunkte Φ, F^0, L^0 in einer Geraden liegen. Denn wirkt in dieſer Lage auf den Schieber d eine Kraft K, ſo wird die in der Richtung $L^0 F^0$ wirkende Komponente durch die feſte Kurbelachſe Φ aufgehoben. Wird nun aber auf die Kurbel ΦF^0 von der einen oder der andern Seite her eine momentane Wirkung einer Kraft ausgeübt, ſo entſteht dementſprechend durch die Kraft K, welche auf den Schieber d wirkt, eine Drehung der Kurbel in dem einen oder dem andern Sinne. Eine zweite Totlage tritt ein, wenn, wie in der punktiert gezeichneten Lage, die Kurbel ΦF^τ mit der Schubſtange $F^\tau L^\tau$ den Winkel 0° bildet und die Achſenpunkte F^τ, Φ, L^τ ſich alſo in einer Geraden befinden. Die Punkte F^0, F^τ werden die Totpunkte genannt; die Punkte L^0, L^τ ſind die Endpunkte der von dem geradlinig bewegten


Fig. 1.

Achsenpunkt beschriebenen Bahn λ. Bezeichnen b, c resp. die Länge der Kurbel und die Länge der Schubstange, so werden die Punkte L^0, L^π auf der Geraden λ bestimmt, indem man die Strecke $\Phi L^0 = c + b$ und die Strecke $\Phi L^\pi = c - b$ macht.

Ein stetiges Ueberschreiten der Totlagen kann vermittelst eines auf der Welle Φ befestigten Schwungrades bewirkt werden. In manchen Fällen werden aber zu diesem Zwecke behufs einer weiteren Kraftwirkung geeignete Glieder an dem Mechanismus angebracht (vgl. Kinematische Kette). In Fig. 2 sind z. B. zwei zentrische Schubkurbelgetriebe verbunden, um ein stetiges Ueberschreiten der Totlagen zu bewirken. Dem Schubkurbelgetriebe $\Phi F L$ entsprechen die Totpunkte $F^0 F^\pi$, dem Schubkurbelgetriebe $\Phi F L'$ entsprechen die Totpunkte F_0, F_π. Wenn also das eine Schubkurbelgetriebe sich in einer Totlage befindet, so bewirkt das andre die stetige Drehung der Kurbel ΦF; und wenn die Kräfte K, K' in den eingezeichneten Richtungen wirken, so erfolgt diese Drehung im Sinne des Pfeiles φ. *Burmester.*

Touage, s. Seilschleppschiffahrt.

Tourenzähler, s. Geschwindigkeitsmesser, Bd. 4, S. 434.

Tournesol, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Tourniquet (Drehkreuz), s. Wegeschranken.

Tow, Towgarn, s. Wergspinnerei.

Townsche Träger, s. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 343.

Trace, Tracierung, s. Trasse, Trassierung.

Trachyt, jüngere, nachtertiäre, porphyrische Eruptivgesteine, welche vorzugsweise Feldspat- und besonders Sanidineinsprenglinge in einer ähnlich beschaffenen oder glasigen Grundmasse zeigen. Außerdem enthalten sie noch Hornblende oder Augit (Augittrachyt) oder dunkeln Glimmer, auch wohl Quarz, untergeordnet aber oft Magneteisen, Apatit, Titanit, Hauyn u. a.

Die Trachyte sind meist sehr hell gefärbt, ihre Grundmasse vielfach glasartig oder sogar bimsteinartig und die Steine daher porös und leicht. Das spez. Gew. beträgt 2,5—2,6, die Härte selten über 6. Chemisch sind sie an Eisen, Kalk und Magnesia arme, an Natron, Kali und Kieselsäure reiche Gesteine, welche teils kuppen-, teils lavaförmig in der Tertiärzeit zum Ausbruch gelangten. Die Absonderung ist selten regelmäßig; meist sind es plumpe Säulen- oder Prismenformen. Beim Verwittern geben sie helle, eisenarme Tone. Vorkommen im Siebengebirge, Westerwald, Ungarn, Umgebung des Vesuvs u. s. w. Verwendung als Straßenbaumaterial (Pflaster und Kleinschlag) in großem Maße, ferner zu Hochbauten (Kölner Dom). Druckfestigkeit des an großen Sanidintafeln reichen Trachyts von der Wolkenburg im Siebengebirge 522 kg pro 1 qcm, desjenigen vom Stenzelberg (ebenda) 883,5 kg pro 1 qcm. Die Wasserfassung beträgt 2%.

Literatur: Zirkel, F., Lehrb. d. Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, B. 3, S. 357. *Leppla.*

Träger. Ein Träger ist ein materielles System (s. Bd. 6, S. 333), welches zur Aufnahme und Uebertragung von Lasten und andern äußeren Aktivkräften auf außerhalb desselben gelegene Stützen dient (vgl. Spannweite, Aktivkräfte, Belastung der Träger, Eigengewicht, Verkehrslast, Winddruck, Lastäquivalente u. s. w.).

Unter dem Einflusse jener äußeren Kräfte und andrer Ursachen entstehen bei allen Trägern innere Kräfte und als weitere äußere Kräfte (Bd. 1, S. 103; Bd. 6, S. 333) Stützenreaktionen. Der Träger S kann aus mehreren Trägerstücken oder Scheiben bestehen, solchen Teilsystemen s (Bd. 6, S. 333), zwischen welchen infolge konstruktiver Mittel resultierende Kräfte von bekanntem Angriffspunkte, bekannter Richtung oder bekannter Größe wirken. Je nach der Anzahl und Anordnung der Auflager (Bd. 1, S. 354) und Scheiben unterscheidet man verschiedene Trägerarten (vgl. Balken, Bogen, Ketten, Gelenkträger, Hängebrücken, Hängewerke, Sprengwerke u. s. w.); der Verlauf der Begrenzung oder Achse gibt Veranlassung zur Unterscheidung verschiedener Trägerformen (vgl. Parallelträger, Dreieckträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipsenträger, Schwedlerträger u. s. w.) und die Gliederung der Scheiben zur Unterscheidung verschiedener Trägersysteme (vgl. Blechträger, Gitterträger, Fachwerke einfachen und mehrfachen Systems, Ständerfachwerke, Strebenfachwerke, Gewölbe u. s. w.) Ebene Träger sind dadurch charakterisiert, daß sämtliche äußere Kräfte und die mit ihnen ins Gleichgewicht tretenden Resultanten der inneren Kräfte (z. B. die Stabkräfte eines Fachwerks) in einer Ebene liegen. Alle statischen Untersuchungen lassen sich dann auf diese Trägerebene beschränken, welche bei Berücksichtigung des Eigengewichts nur eine Vertikalebene sein kann. In letzterem Falle heißen die Horizontalabstände zwischen unmittelbar aufeinander folgenden Stützpunkten Spannweiten (s. d.) oder Oeffnungen (s. d.), die Zwischenstützen Pfeiler, die Endstützen Widerlager. Der Träger ist ein einfacher Träger oder ein durchlaufender Träger (kontinuierlicher Träger), je nachdem er sich nur über eine Oeffnung oder aber ungetrennt über zwei und mehr Oeffnungen erstreckt (vgl. Balken, einfache und durchlaufende, Bd. 1, S. 503, 507, 518; Bogen, einfache und durchlaufende, Bd. 2, S. 141, 153, 155). Ueber räumliche Träger s. Fachwerk (Bd. 3, S. 533), Pfeiler der Brücken (Bd. 7, S. 83), Kuppeldach (Bd. 2, S. 496), Klostergewölbe (Bd. 4, S. 500, 508), Kreuzgewölbe (Bd. 4, S. 500, 507) u. s. w. Auch ganze Brückenjoche, Dachstühle u. s. w. sind als räumliche Träger anzusehen.

Eine Trägerart heißt statisch bestimmt oder statisch unbestimmt, je nachdem bei bekannten äußeren Aktivkräften (Lasten u. s. w.) und Gleichgewichtslagen der Scheiben

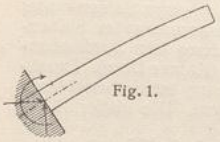
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

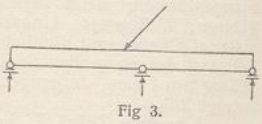
ſämtliche äußere Kräfte der letzteren durch die Statik allein beſtimmt ſind oder nicht; ſie heißt ſtabil oder labil, je nachdem, abgeſehen von elaſtiſchen Formänderungen, die relative Lage der Scheiben zueinander und zu den Stützen eine feſte oder mit den äußeren Kräften veränderliche iſt. Im allgemeinen hat der Ingenieur ſtabile Konſtruktionen herzuſtellen, ſo daß bei Anwendung labiler Träger (z. B. Ketten) beſondere Verſteifungsträger nötig werden (vgl. Hängebrücken, Bd. 4, S. 710, 718). — Die Stützenreaktionen eines Trägers mit n Stützen ſind vollſtändig beſtimmt durch ihre Angriffspunkte, Richtungen und Größen, alſo für die im folgenden vorausgeſetzten ebenen Träger durch je zwei Komponenten und ein Moment. Zur Ermittlung dieſer $3n$ Größen hat man zunächſt die drei Gleichgewichtsbedingungen der Ebene, welchen die am ganzen Träger wirkenden äußeren Kräfte genügen müſſen (Bd. 6, S. 333). Soll nun die Trägerart ſtatiſch beſtimmt ſein, ſo ſind konſtruktive Anordnungen bezüglich der Auflager und Zerfällung in Scheiben derart zu treffen, daß die übrigen $3(n-1)$ Größen bekannt oder durch neue ſtatiſche Gleichungen beſtimmt werden. Dies iſt durch verſchiedene Mittel erreichbar; die gewöhnlichſten ſind Gelenke (Schnittmoment in Hinſicht des Gelenkmittelpunkts gleich Null) und Gleitungen (Reaktionskomponente ſenkrecht zur Bahn gleich Null). Vgl. Auflager (Bd. 1, S. 354), Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen (Bd. 4, S. 358) und Schnittkräfte, Schnittmomente (Bd. 7, S. 768). Bei ſtatiſch unbeſtimmten Trägerarten ſind die Stützreaktionen nur unter Mitverwendung außerſtatiſcher Beziehungen beſtimmbar, welche die Elaſtizitätslehre liefert. Vgl. Balken und Bogen, Fachwerke (ſtatiſch unbeſtimmte), Hängewerke, Sprengwerke, Träger (zuſammengeſetzte), Verſchiebungsarbeit u. ſ. w.

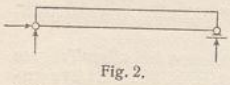
Für einen beliebigen ebenen Träger von s Scheiben mögen die Stützenreaktionen durch r, die Zwiſchenreaktionen (der Scheiben gegeneinander) durch z voneinander unabhängige Größen beſtimmt ſein. Dann beſtehen folgende Bedingungen ([12], S. 6):

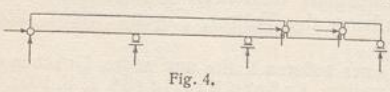
für ſtabile Trägerarten $3s < r+z$ 1.
„ ſtatiſch beſtimmte Trägerarten $3s \geq r+z$ 2.
alſo „ ſtatiſch beſtimmte und ſtabile Trägerarten $3s = r+z$. 3.

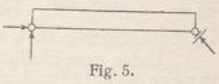
Zur Feſtlegung des Trägers gegen die Stützen muß mindeſtens $r=3$ ſein (Beiſpiele Fig. 1, 2, 5 u. ſ. w.). Die Erfüllung der Bedingung 1. oder 2. genügt jedoch nicht, eine Trägerart ſtabil oder ſtatiſch beſtimmt zu machen, es kommt nicht nur auf die Anzahl, ſondern auch auf die Anordnung jener unabhängigen Reaktionselemente an. So entſprechen ſowohl Fig. 1 und 2 als Fig. 3 wegen $s=1$, $r=3$, $z=0$ der Bedingung 3.; trotzdem ſind nur die Trägerarten Fig. 1 und 2 ſtatiſch beſtimmt und ſtabil, die Trägerart Fig. 3 dagegen ſtatiſch unbeſtimmt und labil, jede nicht vertikale Kraft würde den Träger Fig. 3 über die Stützen wegſchieben. Auch die Trägerart Fig. 4 erfüllt mit $s=3$, $r=5$, $z=4$ die Bedingung 3., während der Träger rechts labil, links ſtatiſch unbeſtimmt iſt. Es gilt nun der Satz: Eine Trägerart, welche bei s Scheiben $r+z=3s$ wirkſame Reaktionskomponenten beſitzt, die ſich für die vorkommenden Belaſtungen u. ſ. w aus ſtatiſchen Bedingungsgleichungen beſtimmen laſſen, iſt für dieſe Belaſtungen u. ſ. w. ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Vgl. [12], S. 7, und Bd. 3, S. 535. So iſt z. B. die Trägerart Fig. 2 für die gewöhnlichen (vertikal nach abwärts gerichteten) Aktivkräfte ſtabil, ſie wäre aber labil für Aktivkräfte, welche rechts eine von oben nach unten wirkende Reaktion erforderten, es ſei denn, daß durch geeignete Verankerung des Trägerendes die Möglichkeit ſolcher Reaktionen geboten würde. Der Fall kommt beiſpielsweiſe bei dem Träger Fig. 2 als Verſteifungsbalken von Hängebrücken vor (Bd. 4, S. 713).


Fig. 1.

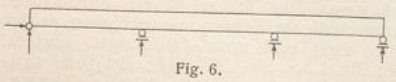

Fig 3.

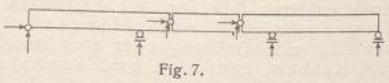

Fig. 2.


Fig. 4.


Fig. 5.

Faſſen wir nun noch einige ſpezielle Fälle ins Auge, wobei auch ſolche berückſichtigt werden ſollen, welche nicht in beſonderen Artikeln behandelt ſind. Die Trägerart mit einem feſten und einem in beliebiger Richtung frei verſchiebbaren Gelenkauflager Fig. 2, 5 iſt ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Gewöhnlich iſt die Verſchiebung horizontal (Fig. 2, vgl. Balken, Bd. 1, S. 519; Balkenfachwerke, Paralleträger, Dreieckträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipſenträger, Schwedlerträger, Pauliſche Träger, Polonceauträger, Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Hängewerke u. ſ. w.), doch wurde behufs Materialerſparnis auch der Träger mit ſchief verſchiebbarem Auflager unter gewiſſen Vorausſetzungen empfohlen ([6], S. 25, [8], S. 127), über ſeine Berechnung


Fig. 6.


Fig. 7.

ſ. [12], S. 289, 291, 295; [13], S. 464, 466, 469. Sind außer dem feſten Gelenkauflager mehrere in gleicher Richtung frei verſchiebbare vorhanden (Fig. 6), ſo iſt die Trägerart zwar ſtabil, aber ebenſo vielfach ſtatiſch unbeſtimmt (man hat ebenſoviel Reaktionselemente zuviel), als Zwiſchenſtützen vorhanden ſind (vgl. Balken, Bd. 1, S. 505, 508, Paralleträger u. ſ. w.). Werden jedoch an geeigneten Stellen (z. B. entſprechend Fig. 7, nicht Fig. 4) eine Anzahl Zwiſchen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelenke gleich der Zahl der Zwiſchenſtützen eingeſchaltet, ſo entſteht eine ſtatiſch beſtimmte Trägerart (vgl. Gelenkträger, Bd. 4, S. 361). Auch die Trägerarten Fig. 8 und 9 ſind ſtatiſch beſtimmt und ſtabil. Die Trägerart Fig. 10 iſt einfach ſtatiſch unbeſtimmt und diejenige Fig. 11 zweifach ſtatiſch unbeſtimmt (vgl. Balken, Bd. 1, S. 505, 520), während von den Trägerarten Fig. 12—15 die erſte dreifach, die zweite zweifach, die dritte einfach ſtatiſch unbeſtimmt, die vierte aber mit $s=2$, $r=4$, $z=2$ ſtatiſch beſtimmt iſt (vgl. Bogen, Bd. 2, S. 155, Bogenfachwerke, Bd. 2,

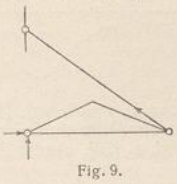


Fig. 9.

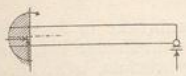


Fig. 10.



Fig. 11.

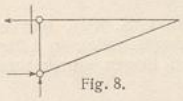


Fig. 8.

S. 161; bezüglich Fig. 13 [30] u. ſ. w. Anſtatt des reellen Zwiſchengelenks in Fig. 15 kann, wie in andern Fällen, auch ein imaginäres Gelenk angeordnet werden (Fig. 16, vgl. Bd. 4,

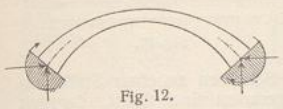


Fig. 12.

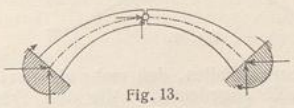


Fig. 13.

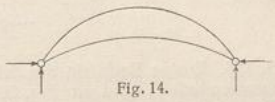


Fig. 14.

S. 368, [7], [8], S. 40), Berechnung des ſo entſtehenden Trägers ſ. [12], S. 296, [13], S. 471, 472 über andre Träger mit imaginären Gelenken ſ. Bd. 4, S. 357, 363; [8], S. 40, 115, 123, 131). Im

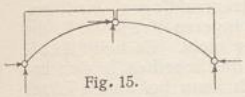


Fig. 15.

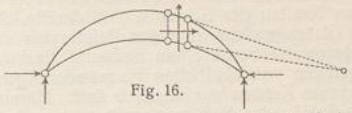


Fig. 16.

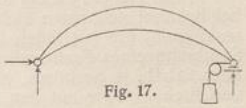


Fig. 17.

Gegenſatz zu der Trägerart Fig. 14, deren Horizontalſchub (ſ. d.) mittels der Elaſtizitätslehre beſtimmt werden muß, iſt der Träger mit konſtantem Horizontalſchub (Fig. 17), welcher für die Elbbrücke bei Riesa (Techn. Blätter 1880, S. 86) zur Ausführung kam, bezüglich der äußeren Kräfte ſtatiſch beſtimmt ([1], [4], [10], II, S. 216), ſeine Berechnung ſ. [12], S. 268, 271, [13], S. 411. Auch der Bogen mit Zugſtange Fig. 18 (Bd. 2, S. 175), Bogenſehnenträger (Bd. 2, S. 176) und Mittengelenkbalken (Bd. 6, S. 449) ſind von ſtatiſch beſtimmter Art, ſie beſitzen wie Fig. 2 bei $s=1$ ein feſtes und ein horizontal verſchiebbares Gelenkauflager

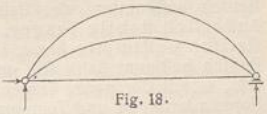


Fig. 18.

Während alle bisher angeführten Trägerarten ſtabil waren, ſtellen Fig. 19 und 20 einfach labile Trägerarten und Fig. 21 bei s Stäben mit $r=4$, $z=2$ $(s-1)$ eine $(s-2)$-fach labile

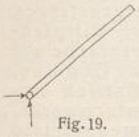


Fig. 19.

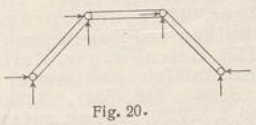


Fig. 20.

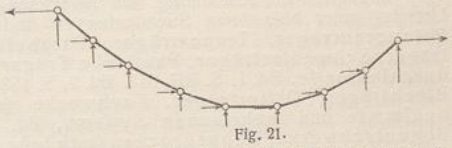


Fig. 21.

Trägerart dar (man hat $s-2$ Reaktionselemente zu wenig), welche dabei ſtatiſch beſtimmt ſind. Für $s=2$ führt Fig. 21 auf die ſtabile Trägerart Fig. 15, 22, für $s=1$ auf die einfach ſtatiſch unbeſtimmte Trägerart

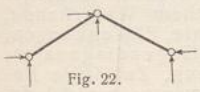


Fig. 22.

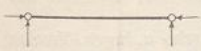


Fig 23.

Fig 14, 23. Wenn im Falle der Fig 21 die Gelenke ſtetig aufeinander folgen, ſo hat man trotz ∞-facher Labilität noch immer eine ſtatiſch beſtimmte Trägerart (vgl. Ketten, Kettenlinien, Bd. 5, S. 448, Navierſche Kettenbrückenlinie, Bd. 6, S. 589, Hängebrücken, Bd. 4, S. 710, u. ſ. w.). Von den Trägerarten Fig. 24—26 iſt die erſte ſtatiſch beſtimmt ſtabil

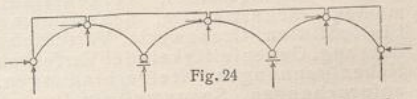


Fig. 24.

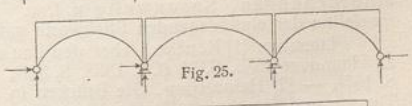


Fig. 25.

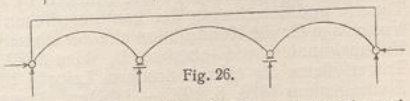


Fig. 26.

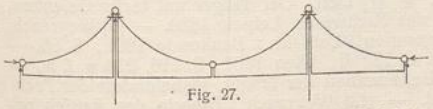


Fig. 27.

($s=4$, $r=6$, $z=6$), die zweite ſtabil und einfach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=3$, $r=6$, $z=4$), die dritte ſtabil und dreifach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=1$, $r=6$, $z=0$, vgl. Bogen, durchlaufende, Bd. 2, S. 153, Bogenfachwerke, Bd. 2, S. 167, und Hängebrücken, feſte, Bd. 4, S. 726). Bei m Zwiſchenſtützen iſt die Trägerart Fig. 26 $(m+1)$-fach ſtatiſch unbeſtimmt, gegenüber Fig. 6 kommt nur der Horizontalſchub hinzu. Fig. 27 und 28 ſtellen ſtatiſch beſtimmte Trägerarten dar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

($s=4$, $r=6$, $z=6$), der erſten entſpricht z. B. eine Mainbrücke in Frankfurt [42], II, 5, S. 264, der letzten die Viaurbrücke der Eiſenbahn Carmaux-Rodez in Frankreich mit dem größten Bogen (220 m) in Europa [32], [42], II, 5, S. 417. Die Trägerart Fig. 29 iſt dreifach ſtatiſch unbeſtimmt

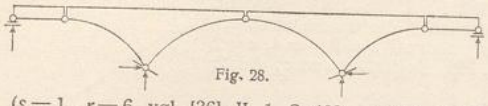


Fig. 28.

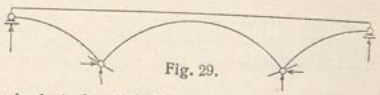


Fig. 29.

($s=1$, $r=6$, vgl. [36], II, 1, S. 402), würde jedoch wie bei der Mirabeaubrücke in Paris [29] in der Mitte ein Gelenk eingeſchaltet, ſo hätte man eine zweifach ſtatiſch unbeſtimmte Trägerart. Vgl. a. [26]. Andre Fälle ſ. Bogen, durchlaufende, Bd. 2, S. 153, und Hängebrücken, feſte, Bd. 4,

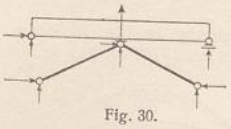


Fig. 30.

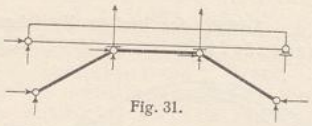


Fig. 31.

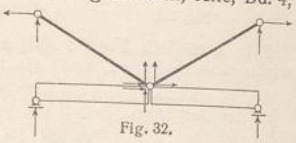


Fig. 32.

S. 726. Einige Beiſpiele des ſeltneren Falles, daß mehr als zwei Scheiben an einer Stelle zuſammenſtoßen, ſind in Fig. 30—32 angedeutet. Alle drei Trägerarten ſind ſtabil, dagegen Fig. 30 und 31 einfach ſtatiſch unbeſtimmt ($s=3$, $r=7$, $s=3$ bezw. $s=4$, $r=7$, $z=6$, vgl. Sprengwerke, S. 227), Fig. 32 ſtatiſch beſtimmt ($s=4$, $r=6$, $z=6$).

Ein Trägerſyſtem heißt ſtatiſch beſtimmt oder ſtatiſch unbeſtimmt, je nachdem bei bekannt gedachten äußeren Kräften der Scheiben (Aktivkräfte, Stützenreaktionen, Zwiſchenreaktionen) die mit ihnen ins Gleichgewicht tretenden Reſultanten der inneren Kräfte (z. B. die Stabkräfte eines Fachwerks) durch die Statik allein beſtimmt ſind oder nicht. Es heißt ſtabil oder labil, je nachdem, abgeſehen von elaſtiſchen Formänderungen, die Scheiben in ſich unverſchiebbar oder mit den äußeren Kräften veränderlich ſind. Demnach kann bei einem Träger die Art ſtatiſch beſtimmt oder ſtabil, das Syſtem aber ſtatiſch unbeſtimmt oder labil ſein und umgekehrt. Fig. 2 beiſpielsweiſe zeigt einen Träger von ſtatiſch beſtimmter Art, während bei Herſtellung mit voller Wand oder Gitterwerk das Syſtem ſtatiſch unbeſtimmt wäre. Träger von ſtatiſch beſtimmter oder ſtabiler Art heißen auch äußerlich ſtatiſch beſtimmte bezw. äußerlich ſtabile Träger, Träger von ſtatiſch beſtimmtem oder ſtabilem Syſtem innerlich ſtatiſch beſtimmte bezw. innerlich labile Träger. Damit ein Träger ohne Einſchränkung ſtatiſch beſtimmt ſtabil ſei, muß ſowohl ſeine Art wie ſein Syſtem ſtatiſch beſtimmt und ſtabil ſein, womit der ganze Träger innerhalb der üblichen Beanſpruchungsgrenzen nur durch elaſtiſche Formänderungen und Temperaturänderungen bedingte Verſchiebungen erleidet und alle äußeren und inneren Kräfte durch die Geſetze der Statik allein beſtimmt werden können. Vgl. Fachwerk, Bd. 3, S. 535.

Bezüglich der Anordnung und Berechnung der wichtigſten Träger ſind Angaben und Literatur unter beſonderen Stichworten zu finden. S. Paralleträger, Dreieckträger, Polonceauträger, Trapezträger, Parabelträger, Halbparabelträger, Ellipſenträger, Schwedlerträger, Pauliſche Träger, Balken und Bogen (auch einfache und durchlaufende, Bd. 1, S. 507, 518, Bd. 2, S. 153, 155), Gelenkträger, Ketten, Gewölbe, Blechträger, Gitterträger, Fachwerke (auch ſtatiſch beſtimmte, ſtatiſch unbeſtimmte und mehrfachen Syſtems, Bd. 3, S. 543, 548, 551), Balkenfachwerke, Bogenfachwerke, Hängebrücken (auch feſte, Bd. 4, S. 726), Träger, zuſammengeſetzte (kombinierte), Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Mittengelenkbalken, Hängewerke, Sprengwerke, eventuell auch Auflager, Einſpannung, Belaſtung der Träger, Eigengewicht, Verkehrslaſt, Winddruck, Laſtäquivalente, Angriffsmoment, Schnittkräfte, Schnittmomente, Körper von gleichem Widerſtande, Einflußlinien, Grenzwerte, Verſchiebungsarbeit, Elaſtiſche Linie, Einſenkungen, Biegung, Gegenſeitigkeit der Verſchiebungen, Knickfeſtigkeit, Gegendiagonalen, Nebenſpannungen, Nietverbindungen, Dimenſionenberechnung, Zuläſſige Beanſpruchungen, Spannweite u. ſ. w. Es empfiehlt ſich im allgemeinen, zunächſt das ſpeziellſte der einſchlagenden Stichworte aufzuſuchen.

Literatur: [1] Köpcke, Ueber den Bau eiſerner Brücken, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Vereins zu Hannover 1865, S. 71 (ſ. a. 1865, S. 346; 1861, S. 231; 1880, S. 112; 1888, S. 30, 373; 1889, S. 167). — [2] Heinzerling, Die Brücken in Eiſen, Leipzig 1870. — [3] Weyrauch, Allgemeine Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, Leipzig 1873. — [4] Foeppl, Vorſchläge für die Konſtruktion eiſerner Bogenbrücken, Deutſche Bauztg. 1875, S. 91. — [5] Ržiha, Eiſenbahnunter- und -oberbau, II, Wien 1877, S. 125, 141, 211, 455. — [6] Foeppl, Die neuen Trägerſyſteme für eiſerne Brücken, Leipzig 1878. — [7] Derſ., Der Träger mit ſechs Gelenken, Zivilingenieur 1879, S. 197. — [8] Derſ., Theorie des Fachwerks, Leipzig 1880. — [9] Weyrauch, Kennzeichen ſtatiſch beſtimmter und ſtabiler Trägerarten, Zeitſchr. f. Baukunde 1881, S. 55. — [10] Winkler, Theorie der Brücken, I, Wien 1886, S. 17; II, Wien 1881, S. 216, 218 u. ſ. w. — [11] Land, Ueber die ſtatiſche und geometriſche Beſtimmtheit der Träger, insbeſondere der Fachwerkträger, Zentralbl. der Bauverw. 1887, S. 363. — [12] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887. — [13] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888. — [14] Land, Kinematiſche Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger, Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ingen.-Ver. 1888, S. 11, 162. — [15] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, I—IV, Zürich 1888—1906. — [16] Häfeler, Der Brückenbau, I, Die eiſernen Brücken, Braunſchweig 1888—1908. — [17] Lang, Zur Entwicklungsgeſchichte der Spannwerke des Bauweſens, Riga 1890. — [18] Hübner, Durchgehende Träger mit Querkraftnullfeldern, Zeitſchr. f. Bauw. 1891, S. 549. — [19] Foeppl, Das Fachwerk im Raume, Leipzig 1892. — [20] Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie des räumlichen Fachwerks, Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 201, 225, 244, 256. — [21] Seefehlner, Beiträge zu den bei eiſernen Balkenbrücken vorkommenden Berechnungen, Allg. Bauztg. 1893, S. 25, 33, 49, 57, 73, 83. — [22] Zſchetzſche, Theorie laſtverteilender Querverbände, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver 1893, S. 553, 573, 588, 607. — [23] Labes bezw. Thullié, Zur Anwendung verzahnter und verdübelter Träger, Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 197 bezw. 296 (ſ. a. Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891, S. 21, 30, 46, 174, 203, 279, 299, 328, 349, 357; 1892, S. 405, 557; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1892, S. 100, 639). — [24] Hauger, Belaſtung und Berechnung eiſerner Brücken, Allg. Bauztg. 1896, S. 110. — [25] v. Leibbrand, Gewölbte Brücken, Leipzig 1897. — [26] Melan, Bogenträger mit vermindertem Horizontalſchub, Oeſterr. Monatsſchrift f. d. öffentl. Baudienſt 1897, 7. Heft. — [27] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entſprechend den Bedürfniſſen der Praxis, München 1897 (neue Auflage in Vorbereitung). — [28] Müller-Breslau, Ueber die Berechnung ſtatiſch unbeſtimmter Auslegerbrücken, Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 501, 513. — [29] Die Mirabeaubrücke in Paris, ebend. 1897, S. 241, 257. — [30] Bohny, Der Eingelenkbogen, Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1898, S. 147. — [31] Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie der Kuppel- und Turmdächer und verwandter Konſtruktionen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1898, S. 1205, 1233. — [32] Théry, Notes sur la construction du viaduc du Viaur, Ann. des ponts et chaussées 1898, I, S. 215, und II, S. 329; 1899, I, S. 57, und IV, S. 79; 1901, III, S. 244. — [33] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen, Stuttgart 1899 (aus dem Handbuch der Architektur). — [34] Mehrtens, Der deutſche Brückenbau im 19. Jahrh., Berlin 1901 (auch Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1900). — [35] Weyrauch, Ueber die Zunahme der Brückenſpannweiten im 19. Jahrhundert, Zeitſchr. f. Bauweſen 1901, S. 465, 617. — [36] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I—II, Leipzig 1901/08. — [37] Zimmermann, Ueber Raumfachwerke, Berlin 1901. — [38] Barkhauſen, Die Balkendecken, Stuttgart 1901. — [39] Foerſter, Die Eiſenkonſtruktionen der Ingenieurhochbauten, Leipzig 1903. — [40] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, I—III, Leipzig 1903/05. — [41] Freitag, Geſetzmäßigkeiten in der Trägertheorie, Berlin 1904 (Diſſertation). — [42] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, Leipzig, 1. Die Brücken im allgemeinen, ſteinerne Brücken, 1904; 2. Die eiſernen Brücken im allgemeinen, Theorie der eiſernen Balkenbrücken, 1901; 3. Die Konſtruktion der eiſernen Balkenbrücken, 1907; 4. Bewegliche Brücken, 1907; 5. Eiſerne Bogenbrücken und Hängebrücken, 1906; 6. Eiſerne Brückenpfeiler 1903. — [43] Schütz, Beiträge zur Bewegungslehre der ebenen ſtatiſch beſtimmten Fachwerkträger, Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1905, S. 154. — [44] Bohny, Theorie und Konſtruktion verſteifter Hängebrücken, Leipzig 1905. — [45] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der techniſchen Mechanik, Berlin 1906. — [46] Schlink, Statik der Raumfachwerke, Leipzig und Berlin 1907. — [47] Foerſter, Das Material und die ſtatiſche Berechnung der Eiſenbetonbauten, Leipzig 1907. — [48] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, ſeine Theorie und Anwendung, Stuttgart 1908. — [49] v. Emperger, Handbuch für Eiſenbetonbau, I, Berlin 1908. — [50] Haberkalt und Poſtuvanſchitz, Die Berechnung der Tragwerke aus Betoneiſen oder Stampfbeton bei Hochbauten und Straßenbrücken, Wien 1908. — S. a. die Literatur unter den oben im letzten Abſatze erwähnten Stichworten.

Weyrauch.

Träger, armierte (Poutres armées, von armer, bewaffnen) = verſtärkte Träger. Der Name wurde urſprünglich für Holzbalken verwendet, deren Tragfähigkeit durch andre, insbeſondere eiſerne Konſtruktionsteile, erhöht worden war [1]—[3].



Fig. 1.

Für die in Bd. 4, S. 734, berechneten armierten Balken Fig. 1, 2 beiſpielsweiſe beſtand der obere durchlaufende Balken (Bd. 1, S. 507) aus Holz, die darunterliegende Zugſtange aus Schmiedeeiſen. An Stelle des Holzes traten ſpäter mitunter zunächſt Gußeiſen und dann Schweiß- oder Flußeiſen. Die Zugſtange kann auch nach oben gerückt ſein (Fig. 3); bei nach oben gekrümmten Balken (Drehbrücken u. ſ. w.) liegt ſie ſelbſtverſtändlich über dem Balken (Fig. 4). Die in Fig. 5 angedeutete, in Amerika häufig vorkommende Anordnung ([5], S. 114) gehört hiernach ebenfalls zu den armierten Balken. In neuerer Zeit ſpricht man auch von armierten Betonträgern (Eiſenbetonkonſtruktionen, Bd. 1, S. 737, 739).

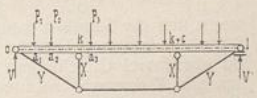


Fig. 2.

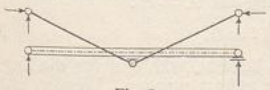


Fig. 3.

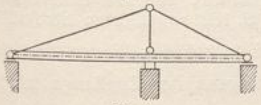


Fig. 4.

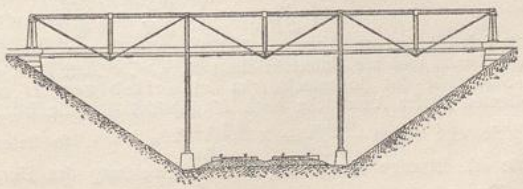


Fig. 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, Paris 1826, S. 281, 283. — [2] Emy, Traité de l'art de la charpenterie, I, Paris 1837, S. 401; II, Paris 1841, S. 287, 384, 401. — [3] Wiegmann, Ueber eine Konſtruktion ſich frei tragender Brücken aus Holz und Eiſen, Allg. Bauztg. 1842, S. 267. — [4] Fairbairn, Die eiſernen Träger, deutſch von Brauns, Braunſchweig 1859, S. 44. — [5] Steiner, Ueber Brückenbauten in den Vereinigten Staaten, Wien 1878, S. 113, 138. — [6] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, III, Zürich 1900, S. 201. — [7] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II 1, Leipzig 1903, S. 245; II 2, Leipzig 1908, S. 341. — [8] Müller, S., Beiträge zur Theorie hölzerner Tragwerke des Hochbaues, I, Hänge- und Sprengwerke, Zeitſchr. f. Bauweſen 1906, S. 678. — [9] Hailer, Statiſche Berechnung von Hängewerken (armierten Balken) für bewegliche Belaſtung, Der Eiſenkonſtrukteur 1907, S. 124. — [10] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Brückenbau, 2. Abt., Hölzerne Brücken u. ſ. w., Leipzig 1904, S. 27; 4. Abt., Bewegliche Brücken, Leipzig 1907, S. 17, 152.

Weyrauch.

Träger, ebener, einfacher und kontinuierlicher (durchlaufender), ſ. Träger. — Träger, kombinierte, ſ. Träger, zuſammengeſetzte. — Träger mit frei ſchwebenden Stützpunkten, ſ. Gelenkträger, durchlaufender.

Träger, zuſammengeſetzte (kombinierte) oder kombinierte Syſteme nannte man früher häufiger als jetzt Tragwerke, welche aus zwei oder mehreren ungleichartigen Teilen, wie Kette und Verſteifungsbalken, Bogen und Zugſtange, Bogen und Balken u. ſ. w., beſtehen (vgl. Hängebrücken, Bogen mit Zugſtange, Bogenfehnenträger, Hängewerke und armierte Balken, Sprengwerke, Träger, armierte).

Die meiſten bisher ausgeführten oder vorgeſchlagenen Konſtruktionen dieſer Art ſind ſtatiſch unbeſtimmt, d. h. ſie laſſen ſich nicht durch die Statik allein, ſondern nur mit Hilfe der Elaſtizitätslehre berechnen, und es kommt dann vor allem darauf an, die ſtatiſch unbeſtimmten Größen X (Stützenreaktionen, Stabkräfte u. ſ. w., vgl. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Verſchiebungsarbeit) zu berechnen, worauf die gewöhnlichen Beziehungen für die auftretenden Balken, Bogen, Ketten, Fachwerke u. ſ. w. (ſ. d. und bei veränderlicher Belaſtung Grenzwerte, Einflußlinien) zum Ziele führen. Eine Berechnungsart der X ſoll im folgenden angedeutet werden, während die unten angeführte Literatur auch andre Verfahren aufweiſt.

Der Träger beſtehe zu einem Teile I aus lediglich axial beanſpruchten geraden Stäben (z. B. Fachwerkſtäben), für welche s, F, E, S, α, τ Länge, konſtanten Querſchnitt, Elaſtizitätsmodul, Stabkraft, Ausdehnungskoeffizient und Temperaturänderung bezeichnen, zu einem Teile II aus geraden oder einfach gekrümmten Stäben, für welche $F, J, E, G, k, M_x, N_x, T_x, \alpha, \tau, ds$ Querſchnitt, Trägheitsmoment, Elaſtizitätsmodul, Schubelaſtizitätsmodul, Koeffizient der Schubwirkung (Bd. 1, S. 797), Angriffsmoment, Normalkraft, Transverſalkraft (Bd. 1, S. 197), Ausdehnungskoeffizient, Temperaturänderung und Achsdifferential beim Querſchnitt der Abſziſſe x vertreten. Die S, N_x ſeien poſitiv für Zug, die M_x, wenn ſie, wie der Zeiger der Uhr, rechts um den Achspunkt des Querſchnitts x drehen. U möge die Arbeit der mit ihren Endwerten konſtant gedachten ſtatiſch unbeſtimmten Reaktionen gegen den betrachteten Träger oder Trägerteil während der eingetretenen Verrückungen (Formänderungen vom ſpannungsloſen Zuſtande aus gerechnet) und ∂U die Aenderung von U bei konſtanten Verrückungen infolge irgend einer mit den ſtatiſchen Bedingungen verträglichen Aenderung einer beliebigen ſtatiſch unbeſtimmten Größe X bezeichnen (vgl. Bd. 3, S. 553, und Verſchiebungsarbeit). Dann hat man unter den gewöhnlichen Vorausſetzungen der Lehren von Zug-, Druck- und Biegungselaſtizität (ſ. d.) zur Berechnung der Größe X:

$$\sum_I \left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right) s \frac{\partial S}{\partial X} + \sum_{II} \int \left[\frac{M_x}{EJ}\frac{\partial M_x}{\partial X} + \left(\frac{N_x}{EF}+\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial X} + \frac{k T_x}{GF}\frac{\partial T_x}{\partial X}\right] ds = \frac{\partial U}{\partial X}, \quad 1.$$

worin ſich die Summen vom Index I und II auf alle Stäbe der Gruppen I und II beziehen. Für Stäbe der letzteren Gruppe kann auch $M_x = 0$ (vgl. Ketten) oder $N_x = 0$ (vgl. Balken) ſein. Da ebenſoviel Gleichungen 1. als unbekannte Größen X angeſetzt werden können, ſo laſſen ſich alle X daraus berechnen. Der Einfluß der Transverſalkräfte T_x auf die Beanſpruchungen iſt meiſt ſo gering, daß er gewöhnlich vernachläſſigt wird, womit das Glied mit T_x wegfällt. Ausdrücke entſprechend 1. für beliebige iſotrope Körper und andre Fälle ſ. Verſchiebungsarbeit und [8].

Es handle ſich beiſpielsweiſe um ein beliebiges Bogenfachwerk (ſ. d.) einfachen Syſtems (ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 534) mit Endgelenken, bei welchem der Horizontalſchub H, anſtatt durch die Widerlager, durch eine horizontale Zugſtange zwiſchen den Endgelenken aufgenommen wird. Gleichung 1. liefert mit $\mathfrak{U} = 0$ als Bedingung für $X = H$:

$$\Sigma\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right) s \frac{\partial S}{\partial H} + \left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'\right) l = 0, \quad 2.$$

worin ſich die Summe Σ nur auf die Stäbe des Bogenfachwerks bezieht, während für die Zugſtange $S = H$ und zur Unterſcheidung $\mathfrak{E}, \mathfrak{F}, \alpha', \tau'$ ſtatt E, F, α, τ geſetzt wurden. Werden nun die Stabkräfte des Bogenfachwerks bei beliebigem H ausgedrückt und die Differentialquotienten dieſer Ausdrücke nach H gebildet (für die Bd. 2, S. 162 angeführten Stabkräfte beiſpielsweiſe wären $\frac{\partial X_m}{\partial H} = \mp \frac{n_{3m} x_m}{l h_m}$ u. ſ. w.), ſo liefert 2. mit dieſen Werten das geſuchte H. Etwaige Hängeſtangen zur Vermeidung des Durchhängens der Zugſtange haben keinen Einfluß auf H, weil für ſie $\frac{\partial S}{\partial H}$ in 2. gleich Null iſt. Im vorliegenden Falle konnte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Träger auch als Fachwerk mit einem überzähligen Stabe angeſehen und X nach Bd. 3, S. 555, Formel 16 berechnet werden.

Beſteht der Träger aus einem ſtabförmigen Bogen mit Endgelenken, deſſen Horizontalſchub durch eine horizontale Zugſtange anſtatt durch die Widerlager aufgenommen wird (ſ. Bogen mit Zugſtange), ſo liefert 1. mit $\mathfrak{U}=0$ unter Vernachläſſigung des bei Bogen ſtets ſehr geringen Einfluſſes von T_x zur Beſtimmung von $X=H$:

$$\left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'\right)l+\int_0^l\left[\frac{M_x}{EJ}\frac{\partial M_x}{\partial H}+\left(\frac{N_x}{EF}-\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial H}\right]ds=0, \qquad 3.$$

wobei $-N_x$ an Stelle von N_x geſetzt wurde, ſo daß, wie bei Sprengbogen üblich, drückende N_x als poſitiv gelten. Für beliebige Belaſtung hat man im vorliegenden Falle die ſtatiſchen Beziehungen (ſ. Bogen):

$$M_x=Vx-Hy-\sum_0^x P(x-a), \qquad V=\frac{1}{l}\sum_0^l P(l-a),$$

$$N_x=\left(V-\sum_0^x P\right)\sin\varphi+H\cos\varphi, \qquad ds=\frac{dx}{\cos\varphi},$$

wonach in 3. $\frac{\partial M_x}{\partial H}=-y$, $\frac{\partial N_x}{\partial H}=\cos\varphi$, und nach 3. die Bedingungsgleichung für H lautet:

$$\left(\frac{H}{\mathfrak{E}\mathfrak{F}}+\alpha'\tau'-\alpha\tau\right)-\int_0^l\left(\frac{y\,M_x}{EJ\cos\varphi}-\frac{N_x}{EF}\right)dx=0. \qquad 4.$$

Die Integration iſt erſt ausführbar, wenn Beſtimmung über y, φ, F, J, d. h. über die Form der Bogenachſe und die Veränderlichkeit des Querſchnitts, getroffen iſt. Werte von H für paraboliſche Bogen von konſtantem $J\cos\varphi$ (Mittelwert), Halbkreisbogen von konſtantem F und Bogen mit beliebiger Achſe und beliebigen Querſchnitten ſ. [12], S. 157, 222.

Für eine Kette mit Verſteifungsfachwerk (vgl. Hängebrücken), bei welcher wie gewöhnlich freie Horizontalbewegung der Kabelſättel angenommen, eine Bewegung der Kabel über letztere hinweg ausgeſchloſſen und der Einfluß der Längenänderungen von Pylonen und Tragſtangen vernachläſſigt ſein ſoll, hat man nach 1. zur Berechnung von $X=H$ aus den Verhältniſſen einer Oeffnung l, mit $\mathfrak{U}=H\Delta l$ ($\mathfrak{U}$ iſt poſitiv, wenn die Verrückung, hier Δl, in der Richtung der Reaktion, hier H, erfolgt) und $\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial H}=\Delta l$:

$$\sum_l\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial H}+\int^l\left(\frac{N_x}{EF}+\alpha\tau\right)\frac{\partial N_x}{\partial H}ds=\Delta l, \qquad 5.$$

oder wegen $N_x=\frac{H}{\cos\varphi}$, $\frac{\partial N_x}{\partial H}=\frac{1}{\cos\varphi}$, $ds=\frac{dx}{\cos\varphi}$:

$$\sum_l\left(\frac{S}{EF}+\alpha\tau\right)s\frac{\partial S}{\partial H}+\int_0^l\left(\frac{H}{EF\cos\varphi}+\alpha\tau\right)\frac{dx}{\cos^2\varphi}=\Delta l. \qquad 6.$$

In 5., 6. iſt $\sum_l$ auf alle Fachwerkſtäbe zu erſtrecken. Wenn Δl nicht gleich Null (feſte Kabelenden) oder ſonſt bekannt iſt (Beobachtung, Schätzung), ſo muß Gleichung 6. für jede Oeffnung ausgedrückt und H aus der Bedingung $\Delta l_1+\Delta l_2+\ldots+\Delta l_n=\Delta L=0$ berechnet (vgl. Bd. 4, S. 715), oder ſchon 6. anſtatt für eine Oeffnung für den ganzen Träger angeſetzt werden.

Auf Grund von 1. ſind auch die in den Art. Sprengwerke und Hängewerke vorkommenden ſtatiſch unbeſtimmten Größen X vom Verfaſſer ermittelt. In vielen Fällen wird man die in 1. auftretenden Größen, ſoweit möglich, bei beliebigen X numeriſch ausdrücken und dementſprechend auch die Differentiale nach den X bilden.

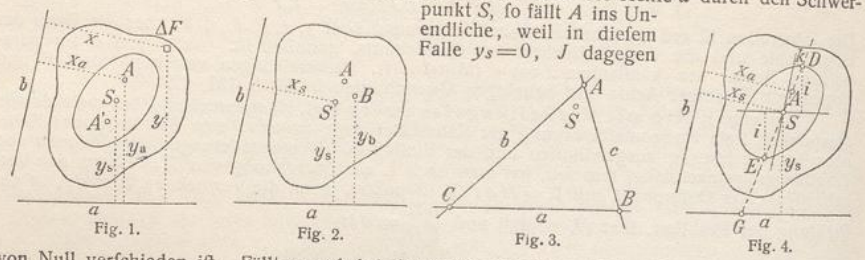
Literatur: [1] Langer, Theorie der kombinierten Brückenſyſteme und Dachſtühle, Prag 1873—74 (1. Aufl. 1862). — [2] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1880, S. 287, 315, 321, 328, 352, 362, 377, 390, 398 (deutſche Ausgabe, Wien 1886, S. 286, 316, 323, 330, 354, 364, 379, 391, 399). — [3] Krohn, Berechnung der durch einen Balken (Fachwerk) verſteiften Hängebrücke auf Grund der Deformation der einzelnen Fachwerkſtäbe, Zivilingenieur 1881, S. 347. — [4] Brik, Die neue Ferdinandsbrücke in Graz (Bogen mit untenliegendem Verſteifungsfachwerk), Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 43. — [5] Müller-Breslau, Theorie des durch einen Balken verſtärkten ſteifen Bogens, Zivilingenieur 1883, S. 13. — [6] Derſ., Beitrag zur Theorie der Verſteifung labiler und flexibler Bogenträger, Zeitſchr. f. Bauweſen 1883, S. 312. — [7] Derſ., Beitrag zur Theorie des durch einen Balken verſteiften Bogens, ebend. 1884, S. 323. — [8] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 211, 213, 221 (vgl. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 290). — [9] Winkler, Theorie der Brücken, 1. Heft, Wien 1886, S. 185 (Verbindung des Balkens mit dem Stabpolygon, S. 233, 256). — [10] Höch, Berechnung der doppelten Häng- und Sprengwerke bei einſeitiger Belaſtung, Zentralblatt der Bauverwaltung 1888, S. 474. — [11] Landsberg, Berechnung freitragender Wellblechdächer (Bogen mit Zugſtange), Zeitſchr. f. Bauweſen 1891, S. 387. — [12] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entſprechend den Bedürfniſſen der Praxis, München 1897, S. 157, 190, 222 (neue Auflage in Vorbereitung). — [13] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, III, Zürich 1900, S. 201 (Hänge- und Sprengwerke). — [14] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, II, 1, Leipzig 1903, S. 243, 265, 286, 290, 295, 418, 433; II, 2, Leipzig 1908, S. 341, 392, 429, 525. — [15] Derſ., Die neueren Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 21, 55, 195. — [16] Bohny, Theorie und Konſtruktion der Hängebrücken, Leipzig 1905. — [17] Müller, S., Beiträge zur Theorie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hölzerner Tragwerke des Hochbaues, I, Hängewerke und Sprengwerke, Zeitſchr. f. Bauweſen 1906, S. 678. — [18] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, Der Brückenbau, 4. Abt.: Bewegliche Brücken, Leipzig 1907, S. 17, 152; 5. Abt.: Eiſerne Bogenbrücken und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 17, 180. — S. a. Bogen mit Zugſtange, Bogenſehnenträger, Hängebrücken, Hängewerke, Sprengwerke, Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Träger, armierte, Verſchiebungsarbeit. *Weyrauch.*

Trägheitsellipſe, geometriſch abgeleitet.

Es ſei F der Flächeninhalt einer ebenen Figur, S ihr Schwerpunkt und ΔF ein unendlich kleines Element der Figur; a und b ſeien zwei in der Ebene gelegene Achſen und x und y ihre Abſtände vom Elemente ΔF. Das Produkt $\Delta F \cdot y$ nennt man das ſtatiſche Moment des Elementes in bezug auf die Achſe a. Nach der Theorie des Schwerpunktes iſt das ſtatiſche Moment der ganzen Fläche $\Sigma(\Delta F \cdot y) = F \cdot y_s$. Erſetzt man nun die Flächeninhalte ΔF durch die ſtatiſchen Momente $\Delta F \cdot y$ und beſtimmt deren Schwerpunkt, ſo findet man einen von S verſchiedenen Punkt A. Mit Hilfe dieſes Punktes kann der Wert $Z = \Sigma(\Delta F \cdot y \cdot x)$, das „Zentrifugalmoment“ der Figur in bezug auf die Achſen a und b berechnet werden. Da A der Schwerpunkt der ſtatiſchen Momente $\Delta F \cdot y$ iſt, ſo iſt nämlich das Zentrifugalmoment gleich der Summe der ſtatiſchen Momente multipliziert mit x_a oder $Z = x_a \Sigma(\Delta F \cdot y) = F \cdot y_s \cdot x_a$. Läßt man b mit a zuſammenfallen, ſo geht das Zentrifugalmoment in das Trägheitsmoment J für die Achſe a über und es iſt $J = \Sigma(\Delta F \cdot y^2) = F \cdot y_s \cdot y_a$. Der Punkt A iſt von der Lage der Achſe a abhängig; zu jeder Achſe a gehört ein beſtimmter Punkt A. Geht die Achſe a durch den Schwerpunkt S, ſo fällt A ins Unendliche, weil in dieſem Falle $y_s = 0$, J dagegen



von Null verſchieden iſt. Fällt umgekehrt die Achſe a ins Unendliche, ſo haben alle Elemente gleiche Hebelarme; der Punkt A als Mittelpunkt der ſtatiſchen Momente fällt daher mit dem Schwerpunkt S zuſammen. Gleich wie A der Schwerpunkt der auf a bezogenen ſtatiſchen Momente iſt, ſo ſei B der Schwerpunkt der auf b bezogenen ſtatiſchen Momente (Fig. 2). Dann iſt das Zentrifugalmoment Z auch gleich $y_b \Sigma(\Delta F \cdot x) = F \cdot x_s \cdot y_b$. Fällt A mit b zuſammen, ſo wird $Z = 0$; folglich iſt auch $y_b = 0$, und es fällt auch B mit a zuſammen (Fig. 3). Dreht ſich b um A, ſo bewegt ſich B auf a; dem Punkte A entſpricht ſomit umgekehrt (und zwar eindeutig) die Linie a. Dem Schnittpunkte C von a und b entſpricht ferner die Verbindungslinie c von A und B. Da dieſe Beziehungen allgemein gültig ſind, ſo folgt, daß die Achſen und die ihnen entſprechenden Punkte ein Polarſyſtem bilden, deſſen Mittelpunkt der Schwerpunkt S iſt. Erſetzt man die Punkte A durch die ſymmetriſch zu ihnen gelegenen Punkte A' (Fig. 1), ſo beſitzt das Polarſyſtem eine reelle Ordnungskurve, und zwar eine Ellipſe, die man „Trägheitsellipſe“ oder „Zentralellipſe“ der Figur nennt. Heißt man A den „Antipol“ (ſ. d.) von a, ſo ergeben ſich folgende Sätze: Das Zentrifugalmoment einer Figur in bezug auf zwei Achſen iſt gleich dem Flächeninhalte multipliziert mit dem Abſtande des Schwerpunktes von der einen Achſe und mit dem Abſtand des Antipols dieſer Achſe von der zweiten ($Z = F \cdot y_s \cdot x_a$). Das Trägheitsmoment einer Figur in bezug auf eine Achſe iſt gleich dem Flächeninhalte multipliziert mit den Abſtänden des Schwerpunktes und des Antipols von der Achſe ($J = F \cdot y_s \cdot y_a$). Sind die Achſen in bezug auf die Ellipſe zueinander konjugiert, d. h. geht die eine durch den Pol der andern, ſo wird $Z = 0$. Wird die Figur durch zwei aufeinander ſenkrecht ſtehende Achſen ſymmetriſch geteilt, ſo ſind dieſe Achſen die Ellipſenachſen.

In der Fig. 4 bilden die Punktepaare AG, DE und $S\infty$ eine Involution (ſ. d.). Folglich iſt $SA \cdot SD = SE : SG$. Hieraus folgt $x_a - x_s : k = i : y_s$ oder $y_s \cdot x_a = y_s \cdot x_s + i \cdot k$. Das Zentrifugalmoment iſt daher auch $Z = F(y_s \cdot x_s + i \cdot k)$ und das Trägheitsmoment $J = F(y_s^2 + i^2)$, da $i^2 = (y_a - y_s) y_s$, alſo $y_s \cdot y_a = i^2 + y_s^2$ iſt. Gehen beide Achſen durch den Schwerpunkt, ſo wird $Z = F \cdot i \cdot k$ und $J = F \cdot i^2$, womit die Uebereinſtimmung unſrer Ellipſe mit der analytiſch abgeleiteten Trägheitsellipſe nachgewieſen iſt.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1875; Guidi, Lezioni di Statica graf., Torino 1886/87; Ritter, W., Schweiz. Bauzeitung 1888, Bd. 11, S. 121. *(† W. Ritter) Mörſch.*

Trägheitsellipſoid, geometriſch abgeleitet.

Gleichwie die Trägheitsellipſe einer ebenen Figur, ſo läßt ſich auch das Trägheitsellipſoid eines Körpers geometriſch ableiten. Iſt V das Volumen des ganzen Körpers und ΔV dasjenige eines Elementes, und nennt man y und x die Abſtände des Elementes von zwei Ebenen α und β, ferner y_s den Abſtand des Schwerpunktes von der Ebene α, ſo iſt $\Sigma(\Delta V \cdot y) = V \cdot y_s$. Erſetzt man die ΔV durch ihre ſtatiſchen Momente $\Delta V \cdot y$ und beſtimmt deren Schwerpunkt A, ſo iſt, wenn y_a und x_a die Entfernungen des Punktes A von den beiden Ebenen bezeichnen, das Zentrifugalmoment $Z = V \cdot y_s \cdot x_a$ und das Trägheitsmoment $J = V \cdot y_s \cdot y_a$. Die weiteren Betrachtungen zeigen, daß die Ebenen α und die Punkte A zuſammen ein räumliches Antipolarſyſtem bilden, deſſen Ordnungsfläche das Trägheitsellipſoid iſt. *(† W. Ritter) Mörſch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Trägheitsfläche, f. Trägheitsmoment (graphiſche Berechnung).

Trägheitskreis, Mohrſcher. Der von Mohr (1888) angegebene Trägheitskreis bietet eine überſichtliche Darſtellung der Trägheits- und Zentrifugalmomente beliebiger Flächen auf Achſen, die durch einen Punkt gehen. Er erſetzt daher in vorteilhafter Weiſe die Trägheitsellipſe bei allen die Biegungslehre betreffenden Aufgaben.

Durch einen beliebigen Punkt O (Fig. 1) ſeien zwei Achſen (x) und (y) gelegt, die miteinander irgend einen Winkel einſchließen. Die lotrechten Abſtände des Flächenelements dF einer beliebigen Figur von dieſen Achſen ſeien x und y. Die Entfernung des Teilchens dF von O ſei ϱ, ferner ſeien α und β die Winkel, welche der von O nach dF führende Strahl mit den Achſen (x) und (y) bildet. Alsdann iſt das Zentrifugalmoment von dF in bezug auf die beiden Achſen:

$$dZ_{xy} = dF \cdot \varrho^2 \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta.$$

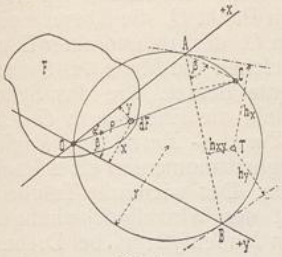


Fig. 1.

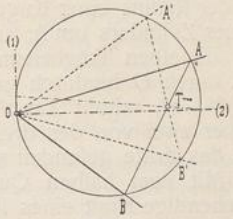


Fig. 2.

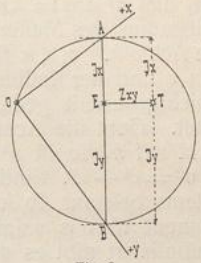


Fig. 3.

Legt man nun durch den Achſenſchnittpunkt O einen beliebigen Kreis mit dem Radius r, dann iſt die Sehne $AC = 2r \cdot \sin\alpha$, und der Abſtand des Punktes C von der Kreisſehne AB iſt $= 2r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta$. Wenn man daher dem Punkt C eine Maſſe von der Größe $\frac{dF \cdot \varrho^2}{2r}$ beilegt, ſo iſt das ſtatiſche Moment dieſer Maſſe in bezug auf die Sehne $AB = \frac{dF \cdot \varrho^2}{2r} \cdot 2r \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta = dZ_{xy}$.

Denkt man ſich nun zu jedem Flächenelement dF der ebenen Figur den zugehörigen Kreispunkt und die letzterem beizulegende Maſſe beſtimmt und ſchließlich den Schwerpunkt T aller dieſer Maſſenpunkte ermittelt, ſo erhält man, wenn T von der Sehne AB den Abſtand h_{xy} hat,

$$Z_{xy} = h_{xy} \int \frac{dF \cdot \varrho^2}{2r} = \frac{h_{xy} \cdot J_p}{2r},$$

wo J_p das polare Trägheitsmoment der Fläche in bezug auf den Punkt O bedeutet. Den Punkt T bezeichnet man als Trägheitsſchwerpunkt der Fläche F in bezug auf den Trägheitskreis OAB. Fallen die beiden Achſen (x) und (y) zuſammen, ſo wird aus dem Zentrifugalmoment ein Trägheitsmoment und aus der Kreisſehne AB eine Tangente. Bezeichnen alſo h_x und h_y die Abſtände des Trägheitsſchwerpunktes T von den in A' und B an den Kreis gelegten Tangenten, ſo iſt:

$$J_x = \frac{h_x \cdot J_p}{2r}, \qquad J_y = \frac{h_y \cdot J_p}{2r}.$$

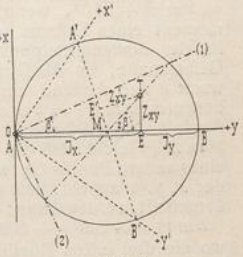


Fig. 4.

Wenn alſo die drei Flächenmomente $J_x J_y Z_{xy}$ auf irgend eine Art beſtimmt wären, ſo könnte man die Lage des Punktes T auf Grund der Bedingung beſtimmen, daß ſich die Abſtände $h_x : h_y : h_{xy} = J_x : J_y : Z_{xy}$ verhalten müſſen. Iſt dann der Trägheitsſchwerpunkt T bekannt, ſo iſt man imſtande, die Trägheits- und Zentrifugalmomente für alle durch den Punkt O gehenden Achſen ſehr ſchnell anzugeben. Geht die Kreisſehne AB durch den Punkt T, ſo iſt das Zentrifugalmoment $Z_{xy} = 0$; die Achſen (x) und (y) heißen dann zugeordnete oder konjugierte Achſen (Fig. 2). Stehen die Achſen (x) und (y) ſenkrecht aufeinander und macht man den Durchmeſſer des Trägheitskreiſes $2r = J_p = J_x + J_y$, dann wird die Sehne AB zum Durchmeſſer, und es iſt dann $J_x = h_x$, $J_y = h_y$, $Z_{xy} = h_{xy}$. Sind alſo in dieſem Fall die J_x, J_y und Z_{xy} gegeben, ſo beſtimmt ſich der Trägheitsſchwerpunkt T wie in Fig. 3 angegeben iſt. Noch einfacher geſtalten ſich die Verhältniſſe, wenn der Trägheitskreis mit dem Durchmeſſer $2r = J_p$ ſo gelegt wird, daß er in O die x-Achſe berührt (Fig. 4). Alsdann iſt die Sehne AB identiſch mit der (y)-Achſe, es iſt dann $AE = J_x$ und das Lot $ET = Z_{xy}$ zu machen, wobei als Regel gilt, daß man das poſitive Zentrifugalmoment nach der Richtung der poſitiven x abträgt. Für zwei beliebige aufeinander ſenkrechte Achſen $(x'\,y')$ erhält man dann die Trägheits- und Zentrifugalmomente, indem man auf die Sehne (Durchmeſſer) $A'B'$ von T aus ein Lot TE' fällt, und zwar iſt $A'E' = J_{x'}$, $B'E' = J_{y'}$, $T'E' = Z_{xy'}$. Die durch O gehenden Hauptträgheitsachſen der Fläche erhält man, indem man durch T den Kreisdurchmeſſer legt. Die Trägheitsmomente J_1 und J_2 ſind die größten bezw. kleinſten Werte für die durch O gelegten Achſen; in bezug auf die Achſen (1) und (2) iſt das Zentrifugalmoment gleich Null, alſo ſind auch die Hauptträgheitsachſen einander zugeordnet. Der Mohrſche Trägheitskreis findet hauptſächlich Anwendung bei Berechnung der Biegungsſpannung in unſymmetriſchen Querſchnitten. Die für

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Trägheitsmomente geltenden Formeln $J_x + J_y = J_1 + J_2$, $J_{45^0} = \frac{J_x + J_y}{2} - Z_{xy}$, $\operatorname{tg} 2\beta = \frac{2 Z_{xy}}{J_x - J_y}$ können leicht aus Fig. 4 abgeleitet werden.

Literatur: Mohr, Zivilingenieur 1887, S. 43, und Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik, Berlin 1906; Land, R., Zivilingenieur 1888, S. 123, und Zeitschr. f. Bauwesen 1892, S. 550; Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstr., Bd. 1, Stuttgart 1905. *Mörsch.*

Trägheitsmoment eines Punktes von der Masse m in bezug auf einen Punkt O (polares T.), eine Ebene ε (planares T.) oder eine Achse h (axiales T.) heißt das Produkt mp^2, mq^2 oder mr^2 aus der Masse m und dem Quadrate des Abstandes p, q, r des Punktes von O, ε oder h. Trägheitsmoment eines Punktsystems in bezug auf O, ε oder h heißt die Summe Σmp^2, Σmq^2 oder Σmr^2 der Trägheitsmomente aller Punkte des Systems. Drei Längen $\sigma, \iota, \varkappa$ der Art, daß $\sigma^2 \Sigma m = \Sigma mp^2$, $\iota^2 \Sigma m = \Sigma mq^2$, $\varkappa^2 \Sigma m = \Sigma mr^2$ ist, heißen der Trägheitsradius des Massenpunktsystems in bezug auf den Punkt O, die Ebene ε oder die Achse h. $\sigma, \iota, \varkappa$ sind der Radius einer Kugel um O, der Abstand einer Ebene von ε und der Radius eines Zylinders um h, auf welchen die Masse des Systems beliebig verteilt gedacht, dieselben Trägheitsmomente besitzt, wie das System selbst. Geht die Achse h durch O hindurch und steht die Ebene ε in O senkrecht auf h, so ist $p^2 = q^2 + r^2$, mithin $\Sigma mp^2 = \Sigma mq^2 + \Sigma mr^2$, und folglich ist $\sigma^2 = \iota^2 + \varkappa^2$. Sind daher zwei von den drei Trägheitsmomenten eines Punktsystems bekannt, so kann das dritte gefunden werden. Das wichtigste Trägheitsmoment ist das axiale. Mit dem halben Quadrat der Winkelgeschwindigkeit multipliziert gibt es die lebendige Kraft eines starren Massensystems bei Drehung um die Achse.

Die Aufgabe, die Trägheitsmomente eines Punktsystems für alle Punkte, Ebenen und Achsen des Raumes zu finden, kann durch Zurückführung auf die Aufgabe gelöst werden, die Trägheitsmomente für den Massenmittelpunkt, alle Ebenen und Achsen desselben zu bestimmen. Ist nämlich p der Abstand der Masse m eines Punktes vom Massenmittelpunkte S, p' sein Abstand von einem Punkte O und $SO = \delta$, so wird $p'^2 = p^2 + \delta^2 - 2p\delta \cos(p\,\delta)$ und mithin $\Sigma mp'^2 = \Sigma mp^2 + \delta^2 \cdot \Sigma m - 2\delta \Sigma mp \cos(p\,\delta)$ und da $p \cos(p\,\delta)$ der Abstand x der Masse m von einer auf δ senkrechten, durch S gehenden Ebene und mithin das Moment ersten Grades des Systems in bezug auf diese Ebene des Massenmittelpunktes, nämlich $\Sigma mx z = 0$ ist, so wird $\Sigma mp'^2 = \Sigma mp^2 + M\delta^2$, wenn M die Gesamtmasse des Systems ist, d. h. das (polare) Trägheitsmoment eines Systems in bezug auf einen Punkt O wird aus dem polaren Trägheitsmoment für den Massenmittelpunkt S gefunden, indem man zu diesem das Trägheitsmoment $M\delta^2$ der Gesamtmasse, im Massenmittelpunkt vereinigt gedacht, in bezug auf O addiert. Ebenso ist, wenn δ den Abstand einer Ebene ε' von der ihr parallelen Ebene ε des Massenmittelpunktes bedeutet, $\Sigma mq'^2 = \Sigma mq^2 + M\delta^2$ und wenn δ der Abstand einer Achse h' von der parallelen Achse h durch S bezeichnet $\Sigma mr'^2 = \Sigma mr^2 + M\delta^2$, wo q' und r' sich auf ε' und h' beziehen. Man zeigt leicht, daß das Trägheitsmoment für eine Achse h des Massenmittelpunkts S (oder auch eines andern Punkts O), wenn man diesen als Ursprung eines rechtwinkligen Koordinatensystems der x, y, z ansieht, mit dessen Achsen die Achse h die Winkel α, β, γ bildet, unter der Form dargestellt werden kann:

$$\Sigma mr^2 = A\cos^2\alpha + B\cos^2\beta + C\cos^2\gamma - 2D\cos\beta\cos\gamma - 2E\cos\gamma\cos\alpha - 2F\cos\alpha\cos\beta,$$

wo die drei ersten Koeffizienten $A = \Sigma m(y^2 + z^2)$, $B = \Sigma m(z^2 + x^2)$, $C = \Sigma m(x^2 + y^2)$ die Trägheitsmomente des Systems bezüglich der Achsen der x, y, z bedeuten, während die drei letzten $D = \Sigma myz$, $E = \Sigma mzx$, $F = \Sigma mxy$ die sogenannten Deviationsmomente des Systems in bezug auf die Koordinatenachsen sind. Während A, B, C stets positive sind, können D, E, F positiv oder negativ sein, je nach der Lage des Koordinatensystems. Ebenso zeigt man leicht, daß das Trägheitsmoment Σmq^2 für eine Ebene ε des Punktes S (oder O), deren Normale die Richtungswinkel α, β, γ besitzt, und das polare Trägheitsmoment für diesen Punkt die Werte hat: $\Sigma mq^2 = A'\cos\alpha^2 + B'\cos\beta^2 + C'\cos\gamma^2 + 2D\cos\beta\cos\gamma + 2E\cos\gamma\cos\alpha + 2F\cos\alpha\cos\beta^2$ und $\Sigma mp^2 = A + B + C$, wo $A' = \Sigma mx^2$, $B' = \Sigma my^2$, $C' = \Sigma mz^2$ die Trägheitsmomente des Systems für die Koordinatenebenen der yz, zx, xy sind.

Trägt man auf jeder Achse h eines Punktes O den reziproken Wert des zu ihr gehörigen Trägheitsradius $\varkappa$ von O aus nach beiden Seiten ab, so liegen die Endpunkte dieser Strecken auf einem Ellipsoid, dessen Mittelpunkt O ist (Trägheitsellipsoid). Die Gleichung $A\cos\alpha^2 + B\cos\beta^2 + C\cos\gamma^2 - 2D\cos\beta\cos\gamma - 2E\cos\gamma\cos\alpha - 2F\cos\alpha\cos\beta = \Sigma m \cdot \varkappa^2$ geht durch die Substitution $\varrho\varkappa = 1$ und $\varrho\cos\alpha = x$, $\varrho\cos\beta = y$, $\varrho\cos\gamma = z$ über die Gleichung der Mittelpunktsfläche zweiter Ordnung $Ax^2 + By^2 + Cz^2 - 2Dyz - 2Ezx - 2Fxy = \Sigma m$. Wählt man die Hauptachsen dieser Fläche zu den Koordinatenachsen der x, y, z, so verschwinden die Deviationsmomente D, E, F und bleibt $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = \Sigma m$, welches die Gleichung eines Ellipsoids ist, da die Trägheitsmomente A, B, C positive Größen sind. Die Hauptachsen dieses Ellipsoids heißen die Hauptträgheitsachsen des Punktes O, und für sie sind die drei Deviationsmomente $D = E = F = 0$. Das Ellipsoid selbst heißt das Trägheitsellipsoid des Punktes O und insbesondere für den Massenmittelpunkt S des Systems das Zentralellipsoid. Cauchy und Poinsot haben das Trägheitsellipsoid eingeführt. Mit Hilfe der Trägheitsmomente A, B, C für die Hauptachsen kann das Trägheitsmoment für eine beliebige Achse h ($\alpha\,\beta\,\gamma$) einfach durch $\Sigma m \cdot \varkappa^2 = A\cos^2\alpha + B\cos^2\beta + C\cos^2\gamma$ und sein Durchschnittsradius durch die Trägheits-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

radien der Hauptachfen a, b, c, wofür $A = \Sigma m \cdot a^2$, $B = \Sigma m \cdot b^2$, $C = \Sigma m \cdot c^2$, nämlich durch $\varkappa^2 = a^2 \cos^2\alpha + b^2 \cos^2\beta + c^2 \cos^2\gamma$ dargeſtellt werden. Errichtet man in den Endpunkten der Längen $\varkappa$ Ebenen ſenkrecht zu ihnen, ſo umhüllen ſie ein zweites Ellipſoid mit denſelben Hauptachſen, deſſen Gleichung $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ iſt, während $a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2 = 1$ die des Cauchy-Poinſotſchen Ellipſoids iſt. Dieſes Ellipſoid wurde zuerſt von Mac Cullagh angegeben und zur Konſtruktion der Trägheitsradien benutzt. Seine Halbachſen ſind die Hauptträgheitsradien a, b, c ſelbſt, während die Halbachſen des erſteren α, β, γ den Gleichungen genügen $a\alpha = b\beta = c\gamma = 1$. Beide Ellipſoide ſind reziproke Figuren zueinander. Auch für die Trägheitsmomente für Ebenen können in ähnlicher Weiſe derartige Ellipſoide konſtruiert werden. — Die Hauptachſen für einen Punkt O können als die Normalen dreier durch O gehenden um den Maſſenmittelpunkt S beſchriebenen konfokaler Flächen zweiter Ordnung, worunter das Ellipſoid von der Gleichung: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ iſt, gefunden werden. Die Achſen eines Punktes O gleichen Trägheitsmomentes bilden eine Kegelfläche zweiten Grades um O als Mittelpunkt. In jedem Punkt O gibt es eine Achſe des größten und eine des kleinſten Trägheitsmomentes. Sie ſind die Hauptachſen, deren Achſenlänge im Cauchy-Poinſotſchen Ellipſoid die kleinſte und größte ſind. Das Trägheitsellipſoid eines Punktes O kann in eine Kugel übergehen und es können für einen ſolchen Punkt die Trägheitsmomente aller Achſen gleich werden. Solcher Punkte gibt es im allgemeinen höchſtens zwei, und zwar nur dann, wenn das Zentralellipſoid ein Rotationsellipſoid um die Achſe des größten Trägheitsmomentes iſt, im Abſtande $\pm\sqrt{a^2 - c^2}$ vom Maſſenmittelpunkt S (Kugelpunkte).

Die Auswertung der Trägheitsmomente geſchieht mit Hilfe der Integralrechnung. Daneben gibt es ſynthetiſche Methoden, welche von den Verwandtſchaften der Figuren, der Kongruenz, Aehnlichkeit, Affinität, Kollimation und Reziprozität Gebrauch machen. Für ebene Flächenräume konſtanter Maſſe gleich 1, wie ſie in der Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit eine große Rolle ſpielen, liefern die Lehrbücher der graphiſchen Statik wertvolle zeichnende Methoden (ſ. den Art. Trägheitsmoment, graphiſche Berechnung). Trägheitsmomente für verſchiedene, häufiger vorkommende Querſchnitte ſ. Biegung, Bd. 1, S. 794—796.

Literatur: Hâton de la Goupillière, Mémoire sur une Théorie nouvelle de la géométrie des masses, Journ. de l'école polytechnique, Cah. XXXVII; Moigno, Leçons de Mécanique analytique, Statique, Paris 1868; Jullien, Problèmes de mécanique, 2. Aufl., Paris 1866; Reye, Beitrag zu der Lehre von den Trägheitsmomenten, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſik, Bd. 10, S. 433, und einfache Darſtellung der Trägheitsmomente ebener Figuren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Bd. 29, S. 401; Schlömilch, Ueber die Beſtimmung der Maſſen und Trägheitsmomente ſymmetriſcher Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit; Abhandl. der math.-phyſ. Klaſſe der Königl. ſächſ. Geſellſch. der Wiſſenſchaften, Bd. 2, S. 377 (1855); Somoff, Theoretiſche Mechanik, überſetzt von Ziwet, Leipzig 1878, Bd. 2; Routh, The elementary part of the treatise on the dynamics of a System of rigid bodies, Bd. 1, 5. Aufl., London 1891; auch in autoriſierter deutſcher Ausgabe von Schepp, Leipzig 1898; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 100—143, woſelbſt auch auf rein geometriſche Methoden Rückſicht genommen wird.

(† Schell) Finſterwalder.

Trägheitsmoment, graphiſche Berechnung.

Während das Trägheitsmoment bei einfachen oder rechtwinklig begrenzten Figuren mittels Formeln berechnet wird, empfiehlt ſich bei unregelmäßigen Figuren das graphiſche Verfahren. Soll z. B. das Trägheitsmoment eines Schienenprofils beſtimmt werden, ſo teilt man es durch wagerechte Linien in eine Anzahl gleich breiter Streifen (Fig. 1), betrachtet deren Flächeninhalte als Kräfte, läßt ſie in wagerechter Richtung wirken und ſetzt ſie durch ein Seilpolygon S_1 (ſ. d.) zuſammen. Die Flächeninhalte der Streifen werden hierbei unter Einhaltung eines beſtimmten Flächenmaßſtabes als Strecken ΔF zu einem Kräftepolygon K zuſammengetragen, deſſen Geſamtlänge $F = \Sigma(\Delta F)$ iſt. Die erſte und letzte Seite des Seilecks S_1 beſtimmen den Schwerpunkt (ſ. d.) der Figur, und die einzelnen Seilabſchnitte Δs auf der Schwerlinie

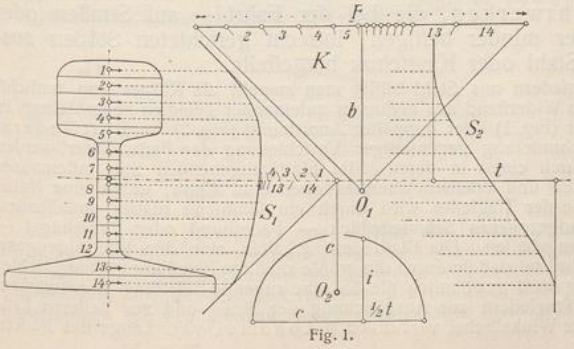


Fig. 1.

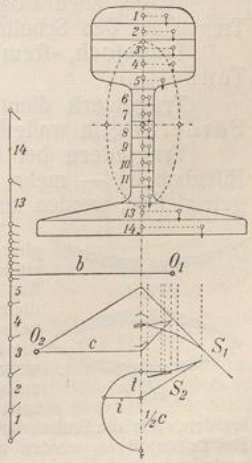


Fig. 2.

ſtellen mit der Polweite b multipliziert die ſtatiſchen Momente der Flächenſtreifen dar (vgl. Parallelkräfte). Betrachtet man jetzt dieſe Abſchnitte wiederum als Kräfte und ſetzt ſie durch ein zweites Seilpolygon S_2 zuſammen, ſo bekommt man die Trägheitsmomente der Flächenſtreifen bezogen auf die horizontale Schwerpunktsachſe des Schienenprofils als die einzelnen Seilabſchnitte von S_2 auf jener Schwerlinie. Dieſe Abſchnitte ſind aber noch mit der Polweite c des zweiten Kräftepolygons zu multiplizieren. Es iſt alſo das Trägheitsmoment:

$$J = \Sigma \Delta F \cdot y \cdot y = t \cdot b \cdot c.$$

Hierbei ſind die Größen t und c im Längenmaßſtab, b im Flächenmaßſtab abzumeſſen.

Will man die ſenkrechte Halbachſe i der Trägheitsellipſe (ſ. d.) beſtimmen, ſo ſetzt man $J = F \cdot i^2$ und bekommt $i = \sqrt{\frac{b \cdot c\, t}{F}}$. Macht man, was ſtets ratſam iſt, $b = \frac{1}{2} F$, ſo wird einfacher $i = \sqrt{\frac{1}{2} c \cdot t}$. Man findet daher i, indem man c und $\frac{1}{2} t$ nebeneinander aufträgt und über der Summe einen Halbkreis zeichnet (Fig. 1 unten). — Handelt es ſich darum, das Widerſtandsmoment W (ſ. d.) des Schienenquerſchnitts zu finden, ſo macht man c gleich der Entfernung der äußerſten Faſer und hat dann $W = b \cdot t$. — Ferner wird mit $b = \frac{F}{2}$ der Kernradius k (ſ. Kern), da $W = F \cdot k$ iſt, gleich $\frac{1}{2} t$.

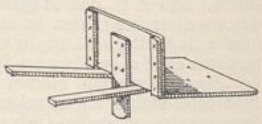
Die zwiſchen dem Seileck S_1 und ſeinen Endtangenten eingeſchloſſene Fläche iſt, wie man leicht erkennt, $F_1 = \Sigma \left(\frac{1}{2} \Delta s \cdot y \right)$, oder, da $b \cdot \Delta s = \Delta F \cdot y$, iſt $F_1 = \Sigma \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta F \cdot y^2}{b}$ oder $J = \Sigma \Delta F \cdot y^2 = 2 F_1 \cdot b$. Macht man $b = \frac{1}{2} F$, ſo wird $J = F \cdot F_1$. Die Fläche F_1 wird „Trägheitsfläche“ genannt; wenn man in großem Maßſtabe zeichnet, ſo kann der Inhalt von F_1 genau genug mit dem Planimeter (ſ. d.) gemeſſen werden; das zweite Seileck fällt hierbei weg.

Soll das Trägheitsmoment auch für die ſenkrechte Achſe der Schiene beſtimmt werden, ſo läßt man die Kräfte ΔF lotrecht wirken und zwar tangential an die Trägheitsellipſen der einzelnen Flächenſtreifen (Fig. 2). Die Ellipſen ſelbſt brauchen nicht gezeichnet zu werden; es genügt, deren wagerechte Halbachſen zu beſtimmen. Meiſtens verfährt man genau genug, wenn man die wagerechte Halbachſe gleich der Streifenlänge mal 0,289 $\left(= \sqrt{\frac{1}{12}} \right)$ macht. Man zeichnet nun wie oben ein erſtes Seileck S_1, betrachtet deſſen Abſchnitte auf der Schienenachſe als Kräfte und zeichnet hierauf das zweite Seileck S_2. Dann iſt wie oben $J = b \cdot c \cdot t$ und $i = \sqrt{\frac{1}{2} c \cdot t}$. Auch die Wiederholung des in Fig. 1 gezeigten Verfahrens mit lotrechter Streifeneinteilung führt zum Ziel. Andre Verfahren zur graphiſchen Berechnung von Trägheitsmomenten haben Vojacek, Nehls u. a. angegeben.

Literatur: Culmann, Graphiſche Statik, Zürich 1866, 2. Aufl. 1875; Bauſchinger, Elemente der graphiſchen Statik, München 1880; v. Ott, K., Das graphiſche Rechnen und die graphiſche Statik, Prag 1884—85; Vojacek, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1869, S. 182; Mohr, Zeitſchr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, S. 41; Nehls, Zivilingen. 1874, S. 295; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Stuttgart 1905; Lauenſtein, Graphiſche Statik, Stuttgart 1898; zahlreiche andre Werke über graphiſche Statik.

Mörſch.

Tragant, ſ. Gummi, Bd. 4, S. 675.



Trage, auch Vogel, leiterähnliches Gerät zum Tragen auf den Schultern (ſ. die Figur).

Tragejoch, -ſtempel, ſ. Grubenzimmerung, Tunnelbau.

Tragewerk dient beim Bergbau zur Fahrung (vgl. Bd. 3, S. 576) und Förderung in waſſerführenden Strecken.

Tragfedern bei Fuhrwerken, die bei der Fahrt — auf Straßen oder Eiſenbahnen — mehr oder minder heftigen, lotrecht gerichteten Stößen ausgeſetzt ſind, werden aus Stahl oder Kautſchuk hergeſtellt.



Fig. 1.



Fig. 2.

Tragfedern aus Stahl bildet man zumeiſt als Körper von tunlichſt gleichem Widerſtand aus mehreren aufeinander gelegten Federblättern in einfacher (Fig. 1) oder doppelter Anordnung (Fig. 2). — Blattfedern. Zur Verhinderung gegenſeitiger Verſchiebung der Federblätter werden dieſe durch einen in deren Mitte hindurchgehenden Stift miteinander verbunden und erhalten überdies oben eine Rippe, unten eine Nute; die Mitte der Tragfeder wird durch ein ſämtliche Blätter umfaſſendes, warm aufgezogenes Schmiedeſtück — Federbund oder Federbügel — zuſammengehalten. Die Blattfedern erhalten eine derartige Sprengung nach aufwärts, daß ſie durch die größte zuläſſige Belaſtung geradegerichtet werden. Für die Probebelaſtung wird gewöhnlich die 1½fache ruhende Belaſtung angenommen. Bei Lokomotiven werden die Tragfedern zur Ausgleichung der Stöße und zur beſſeren Laſtverteilung durch Balanciers oder Winkelhebel verbunden (ſ. Lokomotive). Länge der Federn

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

750—1100 mm, Breite 90 mm, Stärke 13 mm, Pfeil 10 mm (Normalien der preußiſchen Staatsbahnen). Perſonen- und Güterwagen, mit Ausnahme der nur in Arbeitszügen laufenden Wagen, müſſen mit Tragfedern verſehen ſein (Techn. Vereinb. d. Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen); Länge der geſtreckten Federn bei Güterwagen mindeſtens 1000 mm, bei Perſonen-, Poſt- und Gepäckwagen 1700 bis 2000 mm; Breite 90 mm, Stärke 13 mm; Anzahl der Lagen 7—12, je nach Belaſtung und Länge. Material beſter Flußſtahl, der behufs Erhöhung der Elaſtizitätsgrenze gehärtet wird. Für Laſtwagen, Truckgeſtelle, Tramwaywagen, auch für Lokomotiven haben mehrfach die Baillieſchen Schneckenfedern, auch Schraubenfedern (Fig. 3) Anwendung gefunden; mit Rückſicht auf die große Belaſtung der Achſen ſind aber in der Regel mehrere ſolche Federn für eine Achsbüchſe nötig. Tragfedern aus Kautſchuk oder Gummi, die zur Erhöhung ihrer Widerſtandsfähigkeit gegen Witterungseinflüſſe galvaniſiert werden müſſen, finden vornehmlich bei Tramwayfahrzeugen Anwendung, bei Lokomotiven und Eiſenbahnwagen zumeiſt nur in Amerika, vereinzelt in England (Fig. 4). — Vgl. a. Federaufhängung, Motorwagen (Bd. 6, S. 517).

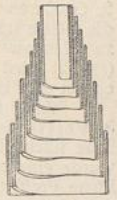


Fig. 3.



Fig. 4.

A. Birk.

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

Tragketten, ſ. Hängebrücken, Bd. 4, S. 720 ff.

Trajektanſtalt, auch Fähranſtalt, Eiſenbahnfähre (ſ. Fähren) genannt, iſt die Einrichtung jenes Schiffsverkehrs quer über Ströme, Seen, Meeresbuchten u. ſ. w., durch welchen insbeſondere Eiſenbahnwagen von einem Ufer zum andern im direkten Anſchluſſe an beſtehende Schienenwege übergeführt werden. Selten und nur bei kurzen Wegen iſt die Trajektanſtalt als Seil- oder Kettenfähre ausgebildet [1]; zumeiſt iſt das zum Ueberführen oder Trajektieren dienende Fahrzeug (Trajektſchiff) freifahrend. Die Anlande- oder Verladeeinrichtung ermöglicht den bequemen Uebergang der Eiſenbahnwagen aufs Boot oder umgekehrt.

I. Das freie Trajektſchiff war anfänglich als Schaufelraddampfer gebaut, wobei man beide Räder voneinander unabhängig mit je einer eignen Maſchine herſtellte; hierdurch wurde das ſchwierige Manöver des Anlandens erleichtert. Später kombinierte man den Raddampfer noch mit einer Schiffsſchraube. Jetzt ſind faſt nur Schraubendampfer, und zwar ſolche mit je einer Schraube hinten (achter) und vorne, d. i. mit einer Heck- und Bugſchraube *s* bezw. *s'* (Fig. 1), in Verwendung, welche auch an jedem Ende ein Steuerruder *r*, *r'* beſitzen [2]. Eine Beſonderheit iſt der Trajektdampfer „St.-Ignace“ am Detroitfluſſe in Nordamerika, deſſen vordere Schraube kleiner und mit einer ſchwächeren, ſeparaten Maſchine verſehen iſt als die hintere. Wenn nun der Fluß im Winter eine Eisdecke hat, ſo läßt man die hintere, ſtärkere Schraube nach vorwärts, die andre aber nach rückwärts arbeiten; durch die ſo am Bug hervorgerufene ſtarke Wellenbewegung wird das Eis gebrochen, und der Dampfer geht mit der Differenz der beiden Schraubenleiſtungen vorwärts. Auf dem Hauptdeck des Trajektſchiffes befinden ſich, gehörig unterſtützt, je nach der Größe des Schiffes und des Verkehrs entweder ein oder mehrere (bis 4) ſymmetriſch zur Schiffsmittellinie verteilte Gleiſe. Auf dieſe können die Eiſenbahnwagen, bei einigen Ausführungen nur einſeitig, über Heck, bei den meiſten aber von jeder Seite, d. i. ſowohl über Heck als über Bug, auffahren und ebenſo abfahren; dieſe letztere Art der Trajektſchiffe iſt als ſogenannter Doppelender (Fig. 1) vorne und achter gleich gebaut und bietet den Vorteil, daß kein Wenden des Schiffes nötig wird. Behufs Feſthaltens der Eiſenbahnwagen wird jeder derſelben beiderſeits mittels Tauen an die im Deck befeſtigten Sorringe angebunden und überdies noch je ein Rad mit einem Doppelhemmſchuh verſehen. Außer den ſelbſttragenden Trajektdampfern hat man zuweilen, wie z. B. auf dem Bodenſee, auch Trajektkähne, die geſchleppt werden [4], [5].

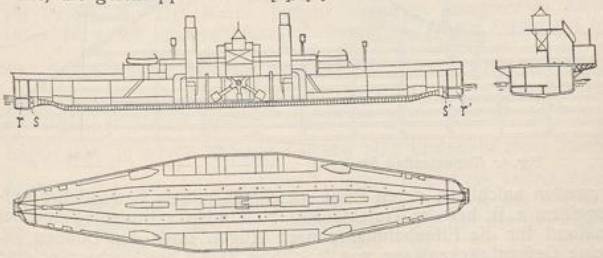


Fig. 1. Däniſcher Trajektdampfer „Kopenhagen“.

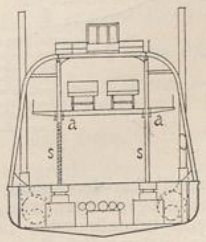


Fig. 2. Querſchnitt des Trajektdampfers „Finnieſton“.

II. Anlandevorkehrungen. Um das Deckgleiſe in gleich hohen Anſchluß mit dem Landgleiſe zu bringen, kann einerſeits die bezügliche Einrichtung auf dem Schiffe allein angebracht ſein, und zwar: 1. Bei nur geringem Steigem des Waſſerſtandes über das tiefſte Schifffahrtsniveau genügt ein Tiefertauchen des Schiffes durch Anfüllen entſprechender Schiffsabteilungen mit Waſſerballaſt; nach dem Beladen wird daſſelbe Waſſer wieder ausgepumpt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Größeren Waſſerſtandsunterſchieden vermag man zu entſprechen, wenn das Deck, welches die Gleiſe trägt, beweglich, zum Heben und Senken eingerichtet iſt, wie z. B. bei dem im Hafen zu Glasgow verkehrenden Trajektdampfer „Finnieſton“. Ein ſolches ſogenanntes Hebedeck *a* (Fig. 2) wird hier von ſechs, mittels Stirnradgetriebe drehbaren Schraubenſpindeln *s* getragen; es hat 23,7 m Länge, 9,75 m Breite und 4,25 m größte Hubhöhe [4], S. 130.

Anderſeits gibt es auch am Ufer angeordnete einſtellbare Ladeeinrichtungen, und zwar: 3. Vertikale Hebewerke, Aufzüge, mit turmförmigem Aufbau, als Hebeturm bezeichnet. Eine ſolche Konſtruktion war bei der Trajektanſtalt Homberg-Ruhrort in Anwendung. Hierbei wurde eine mit drei, je für einen Waggon geeigneten Gleiſe verſehene Plattform durch hydrauliſche Preſſen im Maximum um 8,46 m gehoben bezw. geſenkt bis zur Uebereinſtimmung mit dem Boots- oder dem Landgleiſe [1], Tafel 41. 4. Schiefe Ebenen oder Slipanlagen auf dem Anlandeufer. Dabei läßt ſich ein auf entſprechendem Gleiſe fahrbarer Verbindungswagen *a a* (Fig. 3) derart richtig einſtellen, daß das Auf- bezw. Abfahren der Wagen möglich iſt. Daſelbſt iſt noch eine Zugbrücke *b* vorhanden, welche eine Verlängerung des Uebergangswagens bildet und noch kleinere Höhenunterſchiede zwiſchen dieſem und dem Fährſchiffe vermittelt; für den vollkommenen Anſchluß der Schienen dienen die Zungenſtücke *c c*. 5. Trajektbrücken (Landebrücken). Dieſe ſind in neuerer Zeit am meiſten angewendet. Sie erſcheinen gleich den Zugbrücken an einem, dem landſeitigen Ende *d* (Fig. 4a) feſt, aber in vertikaler Ebene drehbar aufgelagert, während das waſſerſeitige Ende *e* gewöhnlich durch eine Aufhängevorrichtung *f g* (Fig. 4b) getragen wird und ſich entſprechend dem jeweiligen Waſſerſtande auf die Höhe des Deckgleiſes einſtellen läßt. Um dieſe letztere Bewegung, beſonders das Heben, leicht bewirken zu können, iſt das Eigengewicht der Trajektbrücke durch Gegengewichte *h* an der Aufhängeſtelle ausgeglichen. Ein Nachteil entſteht bei Benutzung der Trajektbrücke, wenn der Waſſerſtand eine große Veränderung erfährt, weil dann die Neigung ihrer Brückenbahn eine beträchtliche wird und die ſtarken Gefällsbrüche am Anfangs- und Endpunkte der Brücke den Betrieb erſchweren. Um die erwähnte Neigung geringer zu machen, iſt an einigen Orten die Trajektbrücke gleichſam verlängert, indem an das bewegliche Ende der erſten Brücke ſich

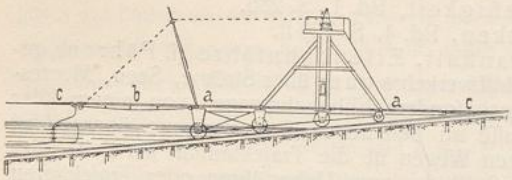


Fig. 3. Verbindungswagen.

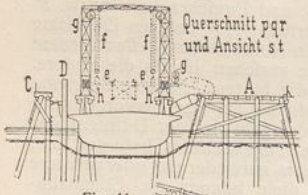


Fig. 4b.

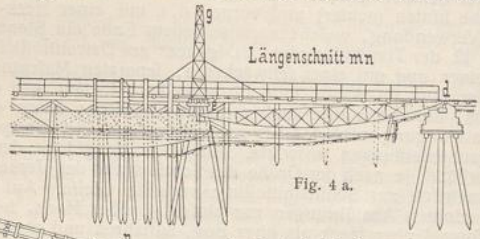


Fig. 4a.

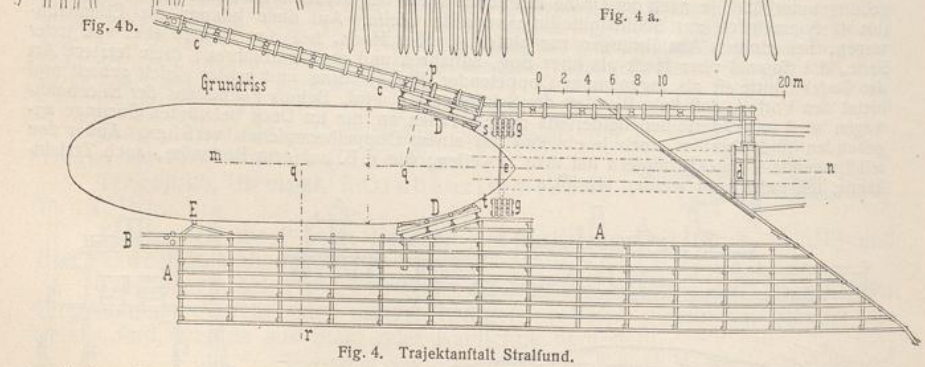


Fig. 4. Trajektanſtalt Stralſund.

unmittelbar der Anfang der zweiten anſchließt, deren Ende gleichfalls mittels beweglicher Aufhängung getragen wird, ausgeführt z. B. bei der Trajektanſtalt zu Lindau a. Bodenſee und bei jener rekonſtruierten zu Stralſund für die Eiſenbahnfähre nach Rügen über den Bodden [6]. Im letzteren Falle hat man eine Geſamtbrückenlänge von $2 \times 25 = 50$ m, bei Hochwaſſer eine größte Steigung von 1 : 40, bei Niederwaſſer hingegen ein größtes Gefälle von 1 : 34 zum Trajektſchiffe, ſo daß auch Perſonenwagen anſtandslos übergeſetzt werden können. Fig. 4 zeigt die Landungsſtelle des Fährdampfers; an einer Längsſeite desſelben befindet ſich die Gerüſtlandungsbrücke *A A*, die ſich waſſerſeits noch in einen Laufſteg *B* fortſetzt. Auf der andern Längsſeite iſt nur ein Laufſteg *C C*. Die Innenſeiten der genannten Stege und der Brücke ſind mit ſtarken Bohlen verkleidet, um hierdurch die Strömung von der Landungsſtelle abzuhalten. Der Vorderteil des gelandeten Bootes wird durch eine Klemmvorrichtung, die Bufferwände *D*,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feſtgehalten, welche mittels Kolbenbuffer gegen die feſten Brücken abgeſtützt ſind; der Hinterteil wird bei E vertaut. — Bei Flußtrajektanſtalten iſt die in das Uferland hinein ausgeführte Landungsſtelle oder Landungsbucht wegen erleichterter Ein- und Ausfahrt gegen das Land hin ſtets etwas flußaufwärts gerichtet [7].

Das Be- und Entladen der Fährkähne geſchieht, indem die Waggons entweder mittels Seiltrieb oder, wie jetzt zumeiſt, mittels eines Trajektzuges bewegt werden; bei dieſem verbleibt die Lokomotive ſtets auf dem Landgleiſe, und die Verbindung zwiſchen derſelben und den zu trajizierenden Wagen wird durch mehrere eingeſchaltete Lowries bewirkt, deren erſte und letzte mit Ballaſtladung und Bremſen verſehen ſind.

Eine Trajektanſtalt beſonderer Art iſt die von Alberto Palacio erbaute Fährbrücke oder Luftfähre zu Bilbao (Spanien). Hierbei iſt über einen Mündungsarm eine 160 m weite, leichte Hängebrücke, 40 m über dem Waſſerſpiegel hergeſtellt. Auf einem Gleiſe derſelben iſt fahrbar ein herunterhängendes Rahmengerüſt angebracht, welches unten die für Perſonen und Wagen geeignete Plattform der Fähre trägt. Die Fortbewegung derſelben kann mit Hand- oder Dampfbetrieb erfolgen [8]. — Die modernſte und bedeutendſte Trajektanſtalt ihrer Art iſt die 1909 der Benutzung übergebene von Saßnitz—Trelleborg für den Verkehr zwiſchen Deutſchland und Schweden.

Literatur: [1] Heuſinger, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 1, Leipzig 1877. — [2] Engineer 1897/II, S. 89, 345. — [3] Ebend. 1895/II, S. 284; 1896/II, S. 385; 1897/I, S. 132. — [4] Glaſers Annalen 1891, S. 86. — [5] Génie civil 1897/II, S. 423. — [6] Zentralblatt der Bauverwaltung 1897, S. 202; Zeitſchr. f. Bauweſen 1885, S. 357. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 451. — [8] Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 76.

Trajektorien, ſolche Kurven, welche die Kurven einer gegebenen Schar $f(x, y; \lambda) = 0$ überall, wo ſie dieſelben treffen, unter dem konſtanten Winkel α ſchneiden.

Die Differentialgleichung der Trajektorien erhält man durch Elimination von λ aus:

$$f(x, y; \lambda) = 0 \text{ und } \left(\operatorname{tg}\alpha \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\right)\frac{dy}{dx} + \frac{\partial f}{\partial x} - \operatorname{tg}\alpha \frac{\partial f}{\partial y} = 0.$$

Beiſpiel: Die Trajektorien der Geradenſchar $x - \lambda y = 0$ ſind die logarithmiſchen Spiralen $r = \mu e^{\vartheta \cdot \cot\alpha}$. Iſt α ein rechter Winkel, ſo entſtehen die Orthogonaltrajektorien, deren Differentialgleichung man erhält, wenn man in der Differentialgleichung der gegebenen Kurvenſchar y' durch $-\frac{1}{y'}$ erſetzt. Beiſpiel: Geradenſchar $x - \lambda y = 0$; Differentialgleichung $xy' - y = 0$; Differentialgleichung der Orthogonaltrajektorien $x + yy' = 0$; durch Integration $x^2 + y^2 = \mu^2$ konzentriſche Kreisſchar. Die Evolventen einer Kurve ſind Orthogonaltrajektorien ihrer Tangenten.

Literatur: [1] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, Bd. 2, 2. Aufl., Leipzig 1874, § 42. — [2] Novak, Beſtimmung von Trajektorien ebener Kurven, Pr. Wiener-Neuſtadt 1868. — [3] Steinworth, Ueber Linien, welche eine Schar gegebener Kurven unter konſtantem Winkel ſchneiden, Pr. Löwenberg 1877. *Wölffing.*

Trajektorien des größten Zugs, Drucks, Schubs, ſ. Spannungstrajektorien.

Traktorien (Aequitangentialkurven) heißen Kurven der Art, daß das Stück der Tangente vom Berührungspunkt bis zu einer feſten Kurve (Direktrix) konſtant iſt.

Die Traktorie der Geraden (Traktrix, Traktorie von Huygens, Antifriktionskurve) hat, wenn die x-Achſe Direktrix iſt und die Tangente die konſtante Länge c beſitzt, die Gleichung $x = \frac{c}{2} l \frac{c + \sqrt{c^2 - y^2}}{c - \sqrt{c^2 - y^2}} - \sqrt{c^2 - y^2}$ oder auch $x = c\left(l \cot \frac{w}{2} - \cos w\right)$; $y = c \sin w$, wo w ein Parameter. Die Kurve beſteht aus zwei kongruenten Zweigen zu beiden Seiten der Direktrix, welch letztere Aſymptote beider iſt. Jeder Zweig hat in Punkt $(0, c)$ bezw. $(0, -c)$ eine Spitze mit der y-Achſe als Tangente. Der Krümmungsradius iſt $\frac{c\sqrt{c^2 - y^2}}{y}$; ſeine Projektion auf die x-Achſe fällt mit der Subtangente zuſammen. Die Evolute iſt eine Kettenlinie. Die Fläche zwiſchen beiden Zweigen iſt gleich der Fläche eines Kreiſes mit Radius c. Die Bogenlänge iſt $c\, l \frac{y}{c}$. Bewegt ſich der eine Endpunkt einer Strecke auf einer Geraden, ſo beſchreibt ihr andrer Endpunkt die Traktrix, irgend ein andrer Punkt der Strecke dagegen eine andre Kurve, welche Syntraktrix heißt. Die Traktorie des Kreiſes ſ. Polartraktrix.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 377/378. *Wölffing.*

Tram, ſ. v. w. Balken (ſ. d., Bd. 1, S. 506).

Trambahnen, ſ. Eiſenbahnen, elektriſche, Straßeneiſenbahnen.

Tran, die von Seetieren gewonnenen flüſſigen Fette. Nach ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung ſcheiden ſie ſich in echte Fette, welche aus Fettſäuren in Form von Glyzeriden beſtehen, und in flüſſige Wachſe, die keine Glyzeride, ſondern Eſter der höheren Fettalkohole enthalten [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu letzteren gehören der Pottwaltran, der Haifiſchtran und nach Benedikt wahrſcheinlich alle Seetieröle, deren ſpez. Gew. bei 75° unter 0,880 liegt. Nach der Abſtammung gliedert man ſie folgendermaßen (Schädler): 1. Robbentrane, Walroßtran, Robbentran. 2. Waltrane, Pottwal-, Dögling-, Walfiſchtran. 3. Lebertrane, Dorſchleber-, Sej-, Haifiſch-, Rochentran. 4. Fiſchtrane, Härings-, Sprotten-, Sardinen-, Sardellentran. Die techniſche Verwendung iſt eine höchſt umfangreiche. Trane bilden wichtige Beſtandteile der Maſchinenſchmiermittel, werden als Lederſchmieren (ſ. Dégras), zur Darſtellung von Seifen u. ſ. w. verwendet. Nur der Lebertran findet als diätetiſches Mittel und in der Heilkunde Anwendung.

Literatur: [1] Benedikt-Ulzer, Analyſe der Fette und Wachsarten, 5. Aufl., Berlin 1908.

T. F. Hanauſek.

Transformation, gewöhnlich ſo viel wie Subſtitution (ſ. d.).

Zwiſchen Scharen von Transformationen und von Subſtitutionen beſteht jedoch der Unterſchied, daß bei erſteren die Parameter ſtetig veränderliche Größen ſind, während ſie bei letzteren nur einzelne diskrete Werte annehmen. Man redet daher in der Theorie der Gleichungen meiſtens von Subſtitutionen, während die Transformationen bei den Differentialgleichungen eine Rolle ſpielen; ſ. a. Gruppentheorie.

Literatur: Doehlemann, R., Geometriſche Transformationen, Bd. 1—2, Leipzig 1902—1908.

Wölffing.

Transformatoren, ſ. Umformer.

Tranſitinſtrument, ſ. Durchgangsinſtrumente.

Translation iſt die Bewegung eines Punktſyſtems, bei welcher alle Punkte kongruente parallele Bahnen gleicher Länge in demſelben Sinne beſchreiben.

Eine unendlich kleine Translation kann als ſpezieller Fall der Rotation aufgefaßt werden und geht aus dieſer hervor, wenn die Rotationsachſe ins Unendliche rückt und die Amplitude verſchwindet, ſo daß, wenn die Amplitude der Rotation mit ϑ und der Abſtand eines Punktes von der Achſe mit r bezeichnet wird, die Bahnſtrecke $r\vartheta = \infty \cdot 0 =$ conſt. wird. Iſt ds das Bahnelement irgend eines Syſtempunktes, ſo iſt $v = ds : dt$ die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit aller Punkte oder die Translationsgeſchwindigkeit des Syſtemes. Ebenſo haben alle Punkte geometriſch gleiche Beſchleunigung. — Ueber die Aequivalenz der geradlinigen Translationen ſ. den Art. Aequivalenz der Bewegungen, Bd. 1, S. 83.

(† Schell) Finſterwalder.

Transmiſſion, die Kraftleitungs- und Verteilungsanlage von einer Kraftmaſchine zu den Arbeitsmaſchinen, insbeſondere die Anlage der Wellen mit Lagern, Kupplungen, Seil- und Riemſcheiben, Zahnrädern, Schmiervorrichtungen u. ſ. w.

Transmiſſionsaufzüge, Aufzüge (ſ. d.), deren Windewerke oder Windemaſchinen durch Riemen angetrieben werden.

Sie werden vorwiegend zum Transport von Laſten (500—1000 kg und mehr) bei großen Hubhöhen, ſelten für Perſonenbeförderung verwendet; in beſonderen Fällen, z. B. in Brauereien, kommen auch erheblich größere Laſten, meiſt aber mit geringer Hubhöhe, vor. Die Windewerke haben Vorgelege, entweder von Stirnrädern oder Reibungsrädern, oder ſie beſitzen Schneckenradgetriebe. Näheres über Transmiſſionsaufzüge ſ. in Ernſt, A., Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Specht, K., Die gebräuchlichſten Bauarten der Perſonen- und Laſtenaufzüge, Berlin 1891, ſowie die Kataloge der verſchiedenen Maſchinenfabriken.

K. Specht.

Transmiſſionsräder, Triebwerksräder, ſ. Zahnräder.

Transmiſſionsſeile, ſ. Baumwoll-, Draht-, Hanfſeile.

Transmitter, ſ. v. w. Sender, Geber, ſ. Telegraph, Telephon.

Transparentdruck, die Erzeugung von Diaphanien (ſ. d.)

Transport, Transportweſen, ſ. Eiſenbahnverkehr, Maſſentransport.

Transportband, -gurten, -ſchnecken, ſ. Gurtförderer, Maſſentransport, Schnecken.

Transporteinheit, im Straßenbau, das Tonnen- oder Perſonenkilometer.

Transporteur, 1. ſ. Zeichnen, techniſches; 2. Hilfseinrichtung zum Uebergang von Eiſenbahnwagen von Normal- auf Schmalſpur, ſ. Rollſchemel. Ueber Alhidadentransporteur ſ. Bd. 1, S. 133.

Transverſalkraft (Querkraft, Bd. 7, S. 326), ſ. Angriffsmoment, Bd. 1, S. 197, Balken, Bd. 1, S. 504, Bogen, Bd. 2, S. 142.

Transverſalmaßſtäbe, ſ. Zeichnen, techniſches.

Transverſalſpannung (Querſchubſpannung, Bd. 1, S. 798), ſ. Schubſpannungen, Bd. 7, S. 822.

Tranſzendente Funktionen, ſolche Funktionen, bei welchen zwiſchen Argument und Funktion keine algebraiſche Gleichung beſteht, z. B. $\sin x$, e^x, lx.

Trapez, Viereck mit zwei parallelen und zwei nichtparallelen Seiten; Trapezoid, Viereck, bei dem keine Seite der andern parallel iſt.

Trapezträger ſind Fachwerke (ſ. d., Bd. 3, S. 533), bei welchen die Achſen der begrenzenden Stäbe Trapeze einſchließen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 1—4 ſind Balkenfachwerke (Bd. 1, S. 526), in Fig. 5 und 6 Bogenfachwerke (Bd. 2, S. 161) ſolcher Formen angedeutet. Fig. 1 könnte z. B. einer Bergbahnbrücke angehören. Durch Träger der Anordnung Fig. 2 und 3 hat man bei Brücken gegenüber Parallelträgern (Bd. 7, S. 34) Material zu erſparen geſucht (Brigittabrücke und Sophienbrücke in Wien, vgl. [1], [2]), doch kommen Fig. 1—4 auch für Dächer in Frage, wie Fig. 6 ſelbſtverſtändlich einen Dachbinder darſtellt. Wenn im

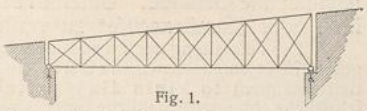


Fig. 1.

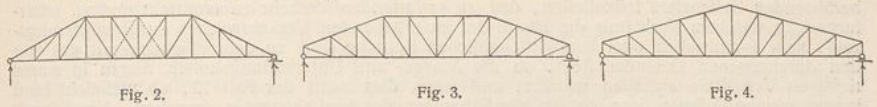


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Falle der Fig. 1 eine Endvertikale, im Falle von Fig. 4 beide Endvertikalen, im Falle von Fig. 2 der mittlere Teil (mit parallelen Gurtungen) die Länge Null erhalten, dann entſtehen Dreiecksträger (Bd. 3, S. 101).



Fig. 5. Fig. 6.

Literatur: [1] Winkler, Die Gitterträger und Lager gerader Träger, Wien 1875, S. 10. — [2] Derſ., Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 206. — [3] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 62, 125, 127, 128, 257, 260, 261, 332. — [4] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 388, 390, 416, 420. — [5] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen (aus dem Handbuch der Architektur), Stuttgart 1899, S. 201, 218. — [6] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 208.

Weyrauch.

Die graphiſche Berechnung eines trapezförmigen Fachwerkes wird am einfachſten nach demſelben Verfahren durchgeführt, das für den Halbparabelträger erklärt worden iſt (Bd. 4, S. 758).

Trapp, alte Bezeichnung für dunkle, dichte Eruptivgeſteine der älteren Formationen, zumeiſt für Diorite, Diabaſe, Melaphyre u. ſ. w.

Trappeiſenerz, ſ. Magnetit.

Traß, ein Bimsſteintuff aus der Umgebung des Laacher Sees, beſonders bei Plaidt, Brohl und Tönnisſtein (hier Tuffſtein) zwiſchen Bonn und Koblenz.

Von hellgraulichgelber Farbe beſteht die erdige oder wenig feſte, in dicken Bänken geſchichtete, teils dichte, teils poröſe, bis über 20 m mächtige Maſſe zumeiſt aus Bruchſtücken von Bimsſtein neben größeren und kleineren Brocken von Trachyt, Trachytbimsſtein, Grauwacke und Tonſchiefer, Sandſtein, Quarzit, Kriſtallen von Sanidin, Augit, Hornblende, Glimmer u. ſ. w. Die Füllmaſſe beſteht aus rundlichen ſchaumigen Glaskörnern von Bimsſteinnatur. Meiſt iſt er ſtark verwittert zu einer feinerdigen Subſtanz (amorpher Kieſelſäure oder waſſerhaltigem Silikat). Die gelben bis grauen, ziemlich feſten Tuffe liegen im Nettetal meiſt unter dem Waſſerſpiegel und werden als die techniſch wertvollſten angeſehen. Die oberen weichern Lagen ſind weniger verwertbar (Berg- oder wilder Traß, im Nettetal Aſche genannt). Für die Technik wichtig gilt der Gehalt an waſſerhaltigen Silikaten, die äußerſt feine Verteilung derſelben und der Kieſelſäure in dem feinmaſchigen Gewebe des Bimsſteins und der Gehalt an waſſerhaltiger Kieſelſäure, der eine leichte Verbindung mit Kalkhydrat begünſtigt. Das Geſtein klebt an der Zunge, ſchmilzt ziemlich leicht vor dem Lötrohr und enthält etwa 53—60% SiO_2, 18—21% Al_2O_3, 3—5% Fe_2O_3, 1—3% CaO, 1—2% MgO, 3—5% K_2O, 3—6% Na_2O. Der Traß von Tönnisſtein enthält: 51,43% SiO_2, 17,36% Al_2O_3, 2,20% CaO, 2,82% MgO, 4,28% Na_2O, 4,22% K_2O, 3,26% Waſſer unter 108° und 7,58% Waſſer über 108°, 5,43° F_2O_3. Löslich in Salzſäure ſind 40—70% der Maſſe. Das ſpez. Gew. beträgt etwa 1,2—2,0. In großen Mengen abgebaut, wird er in der Hauptſache gemahlen und mit Zement zur Mörtelbereitung, vornehmlich zu Waſſerbauten, in ganz Mitteleuropa mit großem Erfolg angewendet. Ein geringer Teil wird zerſägt und bearbeitet für Hochbauten. Druckfeſtigkeit 100—105 kg pro 1 qcm. Waſſeraufnahme bis 25%. Die feſten Traſſe vom Brohltal erſcheinen gleichwertig mit denen des Nettetales, ſoweit in ihnen dieſelben chemiſchen Veränderungen an dem urſprünglichen Bimsſteintuff unter dem Waſſer vor ſich gegangen ſind. Die Traſſe des Brohltales ſind zumeiſt abgebaut.

Literatur: v. Dechen, Geogn. Führer zum Laacher See, S. 393, Bonn 1864; Chatoney und Rivot, Annales des mines, Paris 1856, Bd. 9, S. 629; Bruhns, W., Verhandl. naturhiſtor. Ver. preuß. Rheinlande, 1891, S. 302; Völzing, Der Traß des Brohltales, Jahrbuch der geol. Landesanſtalt Berlin 1907, Bd. 28; Wolffram, H., Mitteilungen über Tuffſtein, Traß u. ſ. w., Dies a. Lahn 1885; Ritzmann, F., Unterſuchungen über Traß-, Kalk- und Sandmörtel, Heidelberg 1907; Hambloch, A., Was lehrt uns die Literatur über Traß?, Leipzig 1908.

Leppla.

Traſſe, Traſſierung. Traſſe bezeichnet die Lage der Mittellinie einer Straße oder Eiſenbahn in bezug auf das von ihr durchſchnittene oder zu durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchneidende Gelände. Unter Traſſierung iſt alſo die Feſtlegung dieſer Mittellinie oder „Straßenachſe“ zu verſtehen.

Die Feſtſtellung der zweckmäßigſten Führung dieſer Achſe für ein beſtimmtes Geländegebiet iſt ſo vorzunehmen, daß die Geſamtverkehrskoſten (Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskoſten) ſo klein als möglich ausfallen. Dieſe Aufgabe teilt ſich in eine wirtſchaftliche (die wirtſchaftliche oder kommerzielle Traſſierung) und eine rein techniſche (die techniſche Traſſierung).

Die wirtſchaftliche Traſſierung hat die von der Straße oder Eiſenbahn zu berührenden Ortſchaften feſtzuſtellen, den zu erwartenden Verkehr zu ermitteln und zu unterſuchen, in welchem Verhältnis die Länge des zu erbauenden Verkehrsweges zur Bevölkerungszahl, zum induſtriellen oder landwirtſchaftlichen Betriebe und zu dem Flächeninhalt des von ihm durchzogenen Geländes ſteht, ob die Anlage- und Unterhaltungskoſten hierzu in einem richtigen Verhältnis ausfallen würden, und wenn dies nicht der Fall iſt, ob vielleicht ſonſt irgend welche Gründe dennoch für die Erbauung des Verkehrsweges ſprechen. Eine ſtreng mathematiſche Behandlung dieſer Aufgabe iſt wegen der großen Anzahl der unbekannten Größen nicht allgemein möglich; daher berückſichtigt man nach Launhardt [1] zunächſt nur die Verkehrsverhältniſſe und ſucht, unter Vorausſetzung einer vollkommen ebenen, gleichartigen Geländebeſchaffenheit, denjenigen Linienzug, „Verkehrstraſſe“ genannt, für welchen die Geſamtverkehrskoſten möglichſt niedrig werden [1], [2], S. 89, [3], S. 135, [4], S. 34.

Die techniſche Traſſierung hat die aus techniſchen Gründen (Geländegeſtaltung, Entwäſſerungsverhältniſſe, Kreuzung beſtehender Verkehrswege und Waſſerläufe, Erdarbeiten, Grunderwerb u. ſ. w.) notwendig werdenden Abweichungen von der nach Launhardt ermittelten „Verkehrstraſſe“ und damit die eigentliche Baulinie feſtzuſtellen [2], S. 98, [3], S. 154, [4], S. 39. Die Krümmungshalbmeſſer und Steigungen dürfen bei den Straßen innerhalb weiterer Grenzen ſchwanken als bei den Eiſenbahnen; deshalb kann und muß ſich die Straße mehr dem Gelände anſchmiegen, wodurch größere Erdarbeiten und Kunſtbauten vermieden, alſo die Anlagekoſten vermindert werden, wenn auch die Länge der Straße ſich dabei etwas vergrößert. — Als „Traſſierungselemente“ kommen für den Straßenbau in Betracht: 1. für das Längenprofil oder für den Längenſchnitt: die Höhenlage des Planums mit Bezug auf Hochwaſſerſtände und auf die Ausgleichung der Auf- und Abträge (ſ. Maſſenverteilung) ſowie die Steigungsverhältniſſe (ſ. Straßenbau, S. 346), 2. für das Querprofil oder den Querſchnitt: die Wahl der Breite des Planums (ſ. Straßenbau, S. 343), das Quergefälle, die Böſchungsverhältniſſe und Grabenanlagen, 3. für den Grundriß: die Krümmungshalbmeſſer (ſ. Krümmungshalbmeſſer der Straßen). Zur Feſtſtellung der endgültigen Traſſe wird nach Eintragung der ermittelten Verkehrstraſſen in die Ueberſichtskarten, unter Berückſichtigung der „Traſſierungselemente“ und der Natur des Geländes diejenige Richtungslinie aufgeſucht, welche techniſch möglich iſt und die ſich der Verkehrstraſſe am meiſten nähert, wobei in hügeligem und bergigem Gelände nicht ausgeſchloſſen iſt, daß ſich zwei oder mehrere ſcheinbar gleich günſtige Traſſen ergeben. Unter dieſen iſt dann diejenige auszuwählen, welche die geringſte Anſtrengung der Zugtiere und damit die geringſten Betriebskoſten bedingt, wobei nach der Methode von Léchalas verfahren werden kann [5] und [6], S. 9 (vgl. a. Konkurrenzſtraßen).

Literatur: [1] Launhardt, W., Theorie des Traſſierens, Heft 1: Die kommerzielle Traſſierung, Hannover 1887, 2. Aufl., und Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 198; 1880, S. 345. — [2] Loewe, Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906, S. 97—156. — [3] Neſſenius, Der Straßenbau, Handb. d. Baukunde, Berlin 1892, Abt. 3, Heft 4, S. 133. — [4] Laißle, Straßenbau, Handb. d. Ing.-Wiſſ., 3. Aufl., Leipzig 1903, Bd. 1, Abt. 4, Kap. VIII, S. 33—62. — [5] Léchalas, Mémoire sur le roulage, Ann. des ponts et chaussées 1879, I, S. 364. — [6] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchr. d. Ing.-Wiſſ., Leipzig 1895, 2. Gruppe, 4. Heft, S. 3. — [7] Anlage von Gebirgsſtraßen, Oeſterr. Monatsſchr. f. d. öffentl. Baudienſt 1899, S. 311; Neue Anweiſungen für Vermeſſungen im Hochgebirge, Schweiz. Bauztg. 1902, I, S. 8.

L. v. Willmann.

Traſſierung der Eiſenbahnen, ſ. Vorarbeiten.

Traſſierung (Linienführung) der Schiffahrtskanäle bildet einen Teil der Vorarbeiten für die Veranlagung der künſtlichen Waſſerſtraßen.

Im weſentlichen beſtehen die Vorarbeiten zur Ermittlung einer vorläufigen Linienführung zwiſchen zwei gegebenen Endpunkten in dem Entwerfen aller techniſch möglichen Linien in den Ueberſichts- und Generalſtabskarten, in der Entwicklung der zugehörigen Längenprofile und Kanalhaltungen, in der Ermittlung des Waſſerbedarfes für die Speiſung des Kanales und der Art und Weiſe der Waſſerverſorgung und ſchließlich in der Aufſtellung der überſchlägigen Bau- und Betriebskoſten, um einen Vergleich der einzelnen Varianten zu ermöglichen. Die folgende Begehung des Geländes gibt zumeiſt ſchon einen Aufſchluß, inwiefern die gewählten Linienführungen allen techniſchen Forderungen entſprechen und Aenderungen wünſchenswert ſind. Nach Durchführung dieſer techniſchen Vorunterſuchungen und einem vergleichenden Studium der Wirtſchaftlichkeit der einzelnen Varianten kann eine Wahl für die in Ausſicht zu nehmende endgültige Linienführung getroffen werden. Die weiteren techniſchen Vorarbeiten erſtrecken ſich auf die Detailaufnahme des Geländes, auf eingehende Erhebungen und hydrometriſche Meſſungen für die Waſſerverſorgung, auf die Durchführung zahlreicher Bodenunterſuchungen, um einen genügenden Aufſchluß über die geologiſchen Verhältniſſe und die für Bauzwecke zur Verfügung ſtehenden Bauſtoffe zu erlangen und ferner auf die Erhebung der Grundwaſſerverhältniſſe. Die Feſtlegung der endgültigen Traſſe erfolgt dann in den nach den Detailaufnahmen ausgefertigten Schichtenplänen. Hierbei iſt auf eine günſtige Kreuzung des Kanales mit den Waſſerläufen und Verkehrswegen Rückſicht zu nehmen und iſt auch anzuſtreben, den Haltungswaſſerſpiegel tunlichſt in Geländehöhe zu legen. Von Vorteil iſt es, den Kanal in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Talfohle zu führen und feine Führung an Lehnen zu vermeiden. Für die Feſtlegung der endgültigen Linie iſt die Wahl und die Anzahl der Schiffshebeeinrichtungen — Schleuſen oder mechaniſche Hebewerke — und deren Gefälle von beſonderer Bedeutung und iſt deren Lage ſo zu beſtimmen, daß einerſeits ein günſtiger Ausgleich der Erdbewegung ſtattfindet, anderſeits aber auch möglichſt lange Haltungen entſtehen. Iſt die Mittellinie des Kanales im Schichtenplane feſtgelegt, ſo kann dieſe im Felde abgeſteckt und hierauf das endgültige Detaillängenprofil aufgenommen werden. Erſt nach Durchführung aller dieſer Vorarbeiten kann die Verfaſſung des Detailprojektes und die Aufſtellung des Detailkoſtenvoranſchlages erfolgen. *Pachnik.*

Traubenvitriol, ſ. Eiſenvitriol.

Traubenzucker, ſ. Kohlehydrate, Stärkezuckerfabrikation.

Traufbühne, -dach, ſ. Waſſerloſung.

Traufe, der unterſte Rand der Dacheindeckung, an welchem der Ablauf des Regenwaſſers erfolgt. Nur bei den einfachſten Gebäuden wird hier die Anbringung einer Dachrinne (ſ. d.) unterbleiben. *Weinbrenner.*

Trauflatte, eine ſtärkere Latte zum Auflager der Trauffchar (ſ. d.).

Da die gewöhnlichen Ziegelfcharen (ſ. Dachdeckung Bd. 2, S. 506) an ihrem untern Ende die nächſtuntere Schar als Auflager haben, ſolche aber an der Trauffchar fehlt, ſo muß hier zum Ausgleich entweder eine ſtärkere profilierte Latte oder eine zweite Latte aufgenagelt werden, damit die Richtung der Ziegelſchar die gleiche bleibt und die Deckung nicht klafft. *Weinbrenner.*

Traufleiſte, 1. ſ. v. w. Ueberſchlaggeſims; 2. profilierte Leiſte, welche, an einem Sparrengeſimſe unter der Dachrinne hingeführt, dieſe ſtützt, die Sparrenköpfe abdeckt und die Traufkante ſcharf betont, ſ. Dachrinne (Bd. 2, S. 508, Querſchnitt, Fig. 3) und Hauptgeſims (Bd. 4, S. 789, Fig. 5). *Weinbrenner.*

Traufplatte, Blech- oder Bleiſtreifen unterhalb einer auf das Steingeſims aufgelegten Dachrinne (ſ. d. Bd. 2, S. 509, Fig. 5—9).

Trauffchar, die auf der Trauflatte (ſ. d.) aufliegende unterſte Doppelreihe Ziegel einer Dachdeckung (ſ. d. Bd. 2, S. 506 I), Biberſchwänze (Bd. 1, S. 770) und Dachrinne (Bd. 2, S. 508, Fig. 3).

Traufſims, das obere, abſchließende Geſims des Gebäudes; ſ. Hauptgeſims (Bd. 4, S. 788).

Traumaticin, ſ. Guttapercha, Bd. 4, S. 701.

Trautzls Pulver, ein dem gewöhnlichen Dynamit naheſtehendes Gemenge von Nitroglyzerin, Schießbaumwolle und Kohle.

Traverſe, Querſtück, entweder als feſtes Verbindungsglied zweier Ständer an einem Geſtell oder als parallel bewegter Träger zur ſeitlichen Verlegung von Kräften, z. B. in der Gebläſemaſchine, Bd. 4, S. 328, Fig. 1, wo zwei Dampf- und eine Gebläſekolbenſtange, zwei Pleuelſtangen und die Geradführungsbacken an einer Traverſe angeſchloſſen ſind. *Lindner.*

Traverſe (Schlickfang, ſ. d.), buhnenartiger Flußeinbau behufs Beförderung der Sinkſtoffablagerung; ein Nebenwerk (ſ. d.) bei Flußregulierungen.

Travertin, ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 298.

Treber, ſ. Bierbrauerei, Spiritusfabrikation.

Treibanker (Seeanker) beſteht aus einem Gerippe von Holz- oder Eiſenſtäben, über welches Segeltuch geſpannt iſt, derart, daß beim Fortbewegen durchs Waſſer ein großer Widerſtand erzeugt wird; er kennzeichnet ſich daher als ein ſchwimmender Anker für ein Schiff, gegenüber dem in den Meeresgrund ſich eingrabenden Schiffsanker. — S. a. Abtreibanker. *T. Schwarz.*

Treibbock, im Bergbau das über einem Förderſchachte (ſ. Schachtförderung) errichtete Gerüſt, welches die Seilſcheiben trägt. *Trebtow.*

Treiben, Bearbeitung von Blechen oder aus Blech beſtehenden Gegenſtänden durch Hämmern in der Art, daß durch jeden Hammerſchlag das getroffene Material aus der Fläche herausgetrieben wird. Das Verfahren dient dazu, Verzierungen an Gegenſtänden anzubringen oder Hohlkörper aus ebenen Platten herzuſtellen. S. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 767.

Gröbere Treibarbeiten können mit Hand- oder mechaniſch betriebenen Hämmern (in der Regel Schwanz- oder Aufwerfhämmer) ausgeführt werden; die Hämmer haben flache oder gewölbte Bahn, abgerundete oder kantige Finne; als Unterlage dienen für einfache Treibarbeiten Amboße (ſ. d.) und Fauſteiſen. Für feinere Treibarbeiten wendet man Stahlſtäbchen (Punzen) verſchiedener Form und Größe an; als Unterlage gebraucht man hierbei für härtere Metalle (Meſſing, Eiſen) Blei, für weichere Metalle in der Regel das aus ſchwarzem Pech, Ziegelmaſſe und etwas Wachs oder Terpentin zuſammengeſchmolzene Treibpech (Treibkitt), mit dem die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite des Arbeitsſtücks überzogen wird, welche erhaben werden ſoll. Beim Arbeiten ruht das Arbeitsſtück auf einer ſteinernen oder gußeiſernen Halbkugel auf, deren ebene Fläche gleichfalls mit Treibpech überzogen iſt. Die leicht nach allen Richtungen drehbare Kugel liegt mit ihrem gekrümmten Teil in einem ringförmig zuſammengelegten Tuch. *A. Widmaier.*

Treiben, Treibehaus, ſ. Schachtförderung, Bd. 7, S. 582.

Treiber, bei beweglichen Hauen derjenige Teil, welcher die Drehung des Mühleiſens auf den Stein überträgt. S. Balancierhaue und Haue.

Treibhaus, ſ. Gewächshaus.

Treibprozeß, ſ. Silber, S. 117.

Treibriemen, ſ. Lederriemen, Riementrieb; -ſeil, ſ. Förderſeile.

Treideln, ſ. Leinenzug; Treidelweg (Leinpfad, Treppelweg), ſ. Flußſchiffahrt und Kanalſchiffahrt, Bd. 5, S. 362.

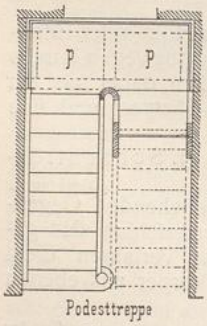
Trennungsweiche, Weiche zur Abzweigung einer Bahnrichtung von einer andern auf Trennungsſtationen, im Gegenſatz zu den Anſchlußweichen, d. h. den Weichen, durch welche die Hauptgleiſe zweier Richtungen ſich vereinigen (vgl. Bahnhöfe). *H. Kübler.*

Trenſing, Schiemannsgarn, das um ein Tau ſpiralförmig derart gewickelt iſt, daß es die Vertiefungen desſelben ausfüllt.

Trepanierbohrer, ſ. Tiefbohren, S. 546.

Treppen (Stiegen) haben den Zweck, übereinander liegende Räume gangbar zu verbinden, hauptſächlich den Zugang zu den Stockwerken eines Gebäudes zu vermitteln. Bezüglich der Lage unterſcheidet man 1. äußere oder Freitreppen (ſ. d. Bd. 4, S. 191); 2. innere oder Stocktreppen, dieſe wieder in a) Haupttreppen, dem Grundriſſe nach ſo anzuordnen, daß ſie die Beleuchtung der Gänge, überhaupt des Innern, vermitteln, was durch Außenlicht, d. h. Fenſter, meiſt an der Rückſeite des Hauſes gelegen, oder durch Oberlicht erreicht wird; b) Nebentreppe, auch Lauf- oder Dienſttreppe, Hintertreppe, welche von der Dienerſchaft für Hauswirtſchaftszwecke benutzt wird; c) geheime Treppe, welche zwiſchen Wänden oder Schränken verborgen liegt, und meiſt nur zwei Stockwerke miteinander verbindet; d) Kellertreppe, der Haltbarkeit wegen nur aus Stein zu erſtellen; e) Speicher- oder Bodentreppe.

I. **Allgemeines.** Die Treppe beſteht in einer Aufeinanderfolge von gleich hohen Tritten oder Stufen, welche in einer beſtimmten Anzahl zu Läufen oder Armen gruppiert werden, wodurch einarmige, zweiarmige, dreiarmige Treppen entſtehen. Dieſe Arme ſind gerade oder biegen durch eine Wendung auf ihren Ausgang zurück. Zur Bequemlichkeit ſind nach einer Anzahl Stufen (10—15) Ruheplätze oder Podeſte *p* (Fig. 1) angelegt, meiſt von der Tiefe einer Laufbreite und auf die Breite des Treppenhauſes durchgreifend. Bei ganz niederen Stockwerken genügt ein einziger Treppenlauf; für Stockwerke über 2,5 m Höhe iſt eine Treppe mit zwei Läufen anzuordnen, bei genügendem Grunde als Podeſttreppe (Fig. 1); bei ſehr beengter Anlage als halbgewundene Treppe (um 180°, Fig. 2). Ganz gewundene, d. h. im Kreis geführte Treppen, ſogenannte Wendeltreppen (Fig. 3), können über kreisrundem, ovalem oder viereckigem Grunde errichtet und dabei auf einen Mittelpfeiler oder Pfoſten, ſogenannte Spindel, geſtützt oder ohne ſolche gebildet werden. — Für den Lauf und deſſen Breite gibt die menſchliche Größe den Maßſtab, indem für ſolche, auf welchen nur eine Perſon verkehrt (geheime Treppe) 0,70 m genügt; wo mindeſtens zwei Perſonen bequem aneinander vorübergehen ſollen (in einfachem Wohnhauſe), ſind 1,20 bis 1,60 m, bei großem Andrange 1,80—2,50 m und mehr zu geben, wobei die Breite der anſchließenden Gänge mitbeſtimmend iſt. Die Höhe des Raumes über den Läufen iſt meiſt die der Stockwerke; als Minimum, wie z. B. bei Wendeltreppen, iſt 2,10—2,30 m (Türhöhe) anzuordnen. Der Lauf iſt meiſt begrenzt und getragen durch die Treppenwange oder Zarge, welche als innere oder äußere (Wand-) Zarge bezeichnet wird. Ueber der inneren erhebt ſich zum Schutze beim Begehen das Geländer. — Beſonders wichtig für die Zweckmäßigkeit und das bequeme Begehen der Treppe iſt die richtige Geſtaltung der Stufen in ihrem Verhältnis von Steigung zu Auftritt, d. h. der Höhe



Podesttreppe
Fig. 1.

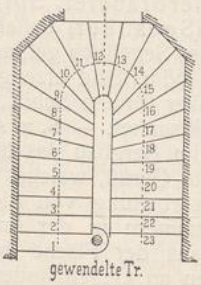


Fig. 2.

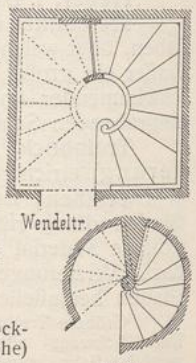


Fig. 3.

zur Breite der Stufen. — Die Treppen im Altertum und Mittelalter waren meiſt höchſt unbequem. Vitruv gibt für das Steigungsverhältnis: Höhe = 3 Teile, zu Auftritt = 4 Teile an. In den heutigen Schriften [2], [3] finden ſich verſchiedene Regeln oder Formeln, wovon die bewährteſte: $2h + b = 60$ cm (auch 63 cm) zu folgenden Ergebniſſen führt: bei $h = 14$ iſt $b = 32$ cm (für Prachttreppen); bei $h = 15$ iſt $b = 30$ cm (für Wohnhäuſer); bei $h = 16$ iſt $b = 28$ cm; bei $h = 17$ iſt $b = 26$ cm (bei beſchränktem Raum); bei $h = 18$ iſt $b = 24$ cm (ſchon unbequem). Zur Feſtſtellung der Stufenzahl dient die Formel: Grund $= b\,(n - 1)$, weil der Austritt in Bodenhöhe fällt. Zu beachten iſt, daß die Anzahl der Steigungen genau in dem Maße der Stockwerkshöhe aufgehe, ſowie daß eine Aenderung der Tritthöhe in den bewohnbaren Geſchoſſen, weil ſtörend, zu vermeiden iſt. Die Einteilung der Stufen erfolgt auf der Mittellinie des Laufes (Fig. 2), was beſonders bei gewundenen (gewendelten) Treppen in Betracht kommt, bei welchen durch ſogenannte verzogene Stufen eine gleichmäßige Abnahme der Trittbreite an der inneren Wange herbeizuführen iſt, wodurch in der Abwickelung der äußeren Stufenkanten ein allmählicher Uebergang von der normalen bis zur geringſten Stufenbreite und wieder zurück zur normalen erreicht wird. Es gibt mehrfache graphiſche Verfahren, um dies feſtzuſtellen; das einfachſte iſt die Methode des perſpektiviſchen Maßſtabes (ſ. Fig. 4); ein andres zeigt Fig. 5. — Hinſichtlich des Bauſtoffes ſind die Treppen einzuteilen in ſolche aus Stein, Holz, Eiſen oder aus mehreren dieſer Stoffe.

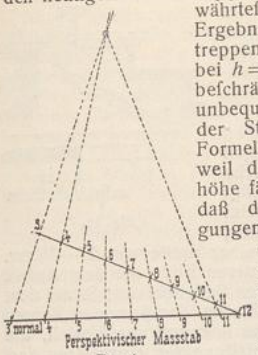
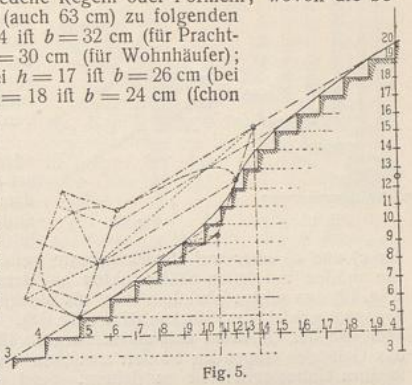
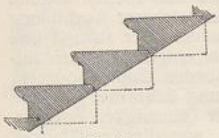


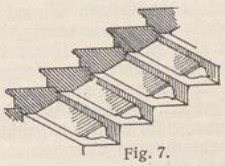
Fig. 4.

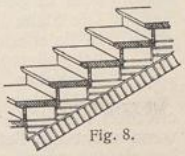

Fig. 5.

II. Die **ſteinernen Treppen** haben den Vorzug der Feuerſicherheit und großer Haltbarkeit; ſie beſtehen aus Werkſteinen, Backſteinen oder in Nachahmung der erſteren aus Zementkunſtſtein.

a) Bei den Treppen aus Werkſteinen ſind die Tritte, welche nur aus den zäheſten Steinen, als Granit, Marmor, Sandſtein (Kunſtſtein), zu nehmen ſind, aus einem Stücke gearbeitet. Sie liegen entweder auf einer Unterlage auf oder ſind mit dem einen Ende eingemauert, mit dem übrigen Teile aber bei geringerer Laufbreite freitragend, bei größerer Breite von anſteigenden Steinzargen, Bögen oder Gewölben, oder auch von Walzeiſenträgern unterſtützt. Dabei ſind die oberen Tritte jeweils auf die unteren ca. 5 cm breit aufgelegt und überfalzt. An der Unterſeite aber erſcheinen ſie je nach dem Orte rauh, abgefaſt, gegliedert oder geſchalt (Fig. 6 und Fig. 7). Die reichſte Ausbildung zeigen hierin die Wendeltreppen zu Ausgang des Mittelalters, durch mannigfaltigſte Geſtaltung der Unterſicht wie der Spindelbildung [7], [9].


Fig. 6.


Fig. 7.


Fig. 8.

b) Treppen aus Backſteinen ſind über Gewölbekappen auszuführen; dabei bilden die Stufen ſcheitrechte Bogen oder Rollſchichten, die mit Marmor- oder Schieferplatten belegt oder mit einer Zementglättſchicht bedeckt werden (Fig. 8) [13]. In dieſer Weiſe können auch Reittreppen in Form von Rampen oder über ſchraubenförmigen Ringgewölben in Türmen zur Ausführung gelangen.

III. **Hölzerne Treppen** ſind nicht feuerſicher, jedoch leichter und wohlfeiler als die ſteinernen, ſowie auch elegant und bequem. Je nach den Stufenbildungen unterſcheidet man:

a) Blocktreppen, welche, eine Nachbildung der Steintreppen, wohl als älteſte Art gelten können (Fig. 9); ſie haben den Nachteil, daß die aus vollem Stamme gebildeten Stufen beim Schwinden aufreißen ſowie daß an den Enden Hirnholz erſcheint.

b) Eingeſchobene oder Leitertreppen. Die auf den Grat in die Wangen eingeſchobenen, 3 cm ſtarken Tritte ſind meiſt ſchmal (Fig. 10); der hierdurch leichte Treppenlauf kann daher beweglich, d. h. tragbar oder um einen feſten Punkt drehbar ſein. Im Wohnhausbau kommen ſie zur Anwendung als Speicher- oder Bodentreppe, welche ſo anzuordnen iſt, daß ſie zwiſchen zwei Kehlbalken aufſteigt, ſo daß keine Auswechſlung oder Ausſchneiden der Hölzer ſtattfindet.


Fig. 10.

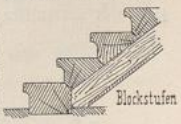


Fig. 9.

c) Geſtemmte Treppen, bei welchen die etwa 5 cm ſtarken profilierten Stufen 2 cm in die Wangen eingeſtemmt ſind (ſ. Bd. 3, S. 239). Die Unterſeite der Stufen kann ſichtbar oder durch eine Bretterſchalung, am beſten durch Verputz verdeckt ſein; letzteres hat den Vorzug, daß die Feuersgefahr weſentlich vermindert und der Lichteinfall verſtärkt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

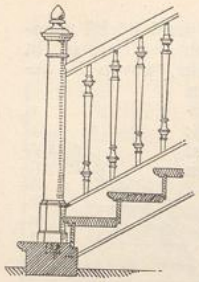


Fig. 12.

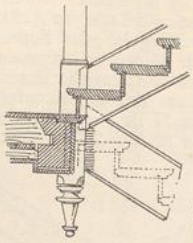


Fig. 13.

d) Aufgefattelte Treppen. Die Stufen ſind auf den ſägeförmig ausgeſchnittenen Wangen aufgeſchraubt (Fig. 11). An der inneren Wange ſtehen ſie über und iſt das Profil der Stufenkante verkröpft, wobei das Hirnholz durch eine in Gehrung geſchnittene Profilleiſte verdeckt wird.

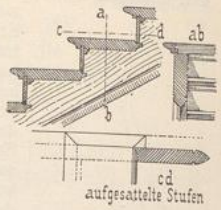


Fig. 11.

Die Zargen, Wangen oder Treppenbäume liegen bei a) unter den Stufen, welche darauf mit Holznägeln befeſtigt ſind; für b) ſind ſie tunlichſt leicht (4/12 cm) zu nehmen, für c) und d) aber auf die Hochkante geſtellt, 5–8 cm ſtark, in einer Breite von 27—35 cm. Sie müſſen auf feſten Stützpunkten aufſetzen, und zwar 1. am unteren Ende auf dem Antritt (Fig. 12) aus einem Werkſtein oder als Blockſtufe gebildet; 2. auf den Podeſtbalken; 3. auf dem Treppenwechſel des Stockgebälks (Fig. 13). Da jedoch mit den Enden der (inneren) Zargen auch die der Geländer zuſammenfallen, ſo iſt es zur Haltbarkeit der letzteren von Vorteil, die das Geländer tragenden Pfoſten zwiſchen den Zargen und den Anfallpunkten einzuſetzen und ſo ihre Unbeweglichkeit zu ſichern. Sind keine Pfoſten angeordnet, ſo ſind an den Zargenenden und Wendungen der Läufe ſogenannte Krümmlinge (Bd. 5, S. 716) auszuführen. — Bei geraden Treppenläufen und gleichen Stufenbreiten ſind die Zargen gerade. Bei gewendelten Treppen aber werden ſie geſchweift und ſind aus breiteren Holzſtücken auszuſchneiden. Bei im Kreis geführter Wendeltreppe und gleichmäßiger Steigung der Stufen wird die Wange als Schraubenlinie aufſteigen und iſt dann in ſchickliche Längen zu teilen, damit das Stück, aus welchem die Wange herauszuarbeiten iſt, nicht zu ſtark ſein muß. Die Zuſammenſetzung der Zargen an den Stößen, ſowohl bei Krümmlingen wie auch mit den Pfoſten, erfolgt durch Verzinkung, Verzapfung oder den Geißfuß; bei Verlängerung der Zargen ſind Hilfsverbindungen wie Eiſenſchienen, verſenkte Schraubenbolzen nötig. Auch die ſich gegenüberliegenden Wangen eines Laufes ſind durch Eiſenſtangen mit Verſchraubung zuſammenzuhalten.

Das Geländer dient zur Sicherheit beim Begehen; es erhält eine Höhe von 0,80 m über Stufenkante und beſteht aus 3 Teilen, welche am beſten aus Hartholz erſtellt werden: 1. dem Pfoſten oder Mäkler (ſ. d.), 2. dem Handgriff oder Handleiſten, und 3. den Stäben. — Der Handgriff von rundem oder profiliertem Querſchnitte (Fig. 14) ſoll kräftig und bequem ſein.



Fig. 14.

Hierfür iſt von Wichtigkeit, daß er an den Wendungen ohne Unterbrechung durchläuft oder in Schneckenform endigt, und nicht im ſpitzen Winkel an den Pfoſten abſtößt. Die Stäbe ſind 3–5 cm ſtark, in einfachſter Form vierkantig, bei reicherer Ausbildung in Baluſterform gedreht oder geſchnitzt. Sie ſtehen ca. 15 cm voneinander ab und ſind bei geſtemmten Treppen (Fig. 9) in der Oberkante der Wangen eingezapft; bei aufgefattelten aber entweder ſeitlich an den Zargen auf vorſtehenden Zapfen oder in ungleicher Länge auf die Stufen aufgeſetzt. — Die Anfertigung hölzerner Treppen erfordert techniſche Geſchicklichkeit und Erfahrung; ſie muß mit größter Genauigkeit erfolgen, wenn nicht ein Setzen und Senken in den Verbindungen eintreten ſoll, was die Tragfähigkeit beeinträchtigt und zu gänzlicher Unbrauchbarkeit führt.

IV. **Eiſerne Treppen** werden aus Guß- oder Schmiedeeiſen erſtellt, wobei die Trittſtufen ſowohl aus demſelben Material oder aus Holz, dünnen Steinplatten gebildet ſein können. Feuerſicher ſind ſie nur dann, wenn das Eiſen mit einem Mantel von Gips oder Zement umgeben iſt.

A. Aus Gußeiſen eignen ſich nur Treppen von geringer Laufbreite, welche in der Form von Wendeltreppen in engem Raume dienen; ſie beſtehen aus den Tritten, aus der Futterſtufe, welche mit einem gleichhohen Stücke der Spindel aus einem Stücke gegoſſen iſt, und einem äußeren Träger, welcher in einer Tülle den Geländerſtab aufnimmt. — Eine in der Spindel aufſteigende, an den Enden verſchraubte Eiſenſtange ſichert die Treppe nach der Höhenrichtung [2], S. 703 ff., [10].

B Schmiedeeiſerne Treppen können ebenfalls freitragend konſtruiert werden; dabei ſind die Wangen voll aus Blech oder als Gitterwerk gebildet, wobei oft das Treppengeländer als mittragend hinzugezogen werden kann [11], ſ. Jolytreppe, Bd. 5, S. 236. Solche

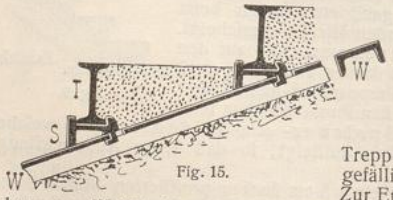


Fig. 15.

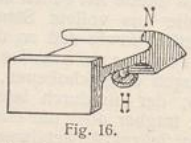


Fig. 16.

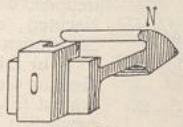


Fig. 17.

Treppenkonſtruktionen zeichnen ſich vor allen andern durch gefällige formale Ausbildung und große Zierlichkeit aus [12]. Zur Erhöhung der Feuerſicherheit dient hierbei die Anwendung von Wellblech mit Zementausfüllung unter den Läufen und Ruheplätzen oder die Monierkonſtruktion [13]. — Die Kolumbustreppe, eine durch D.R.P. Nr. 56 228 geſchützte Treppenkonſtruktion, welche zur Anlage von Treppen im Freien geeignet und infolge der Verwendung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Eifens als Hauptkonftruktionsmaterial billiger, dauerhafter und wenig reparaturbedürftig ift. Nachdem man die Böfchung in dem für die Treppe gewählten Steigungsverhältniffe abgefchrägt hat, werden die aus U-Eifen hergeftellten Wangen *W* (Fig. 15) parallel zueinander feitlich auf die Böfchung gelegt, wobei fehr breite Treppen auch eine mittlere Wange erhalten. In den Wangen befinden fich, dem Steigungsverhältnis entfprechend, in gewiffen Abftänden Löcher, die zur Aufnahme der an den Schemeln *S* befindlichen Haken *H* (Fig. 16) dienen. Diefe Schemel nehmen ihrerfeits die aus T-Eifen beftehenden Stufeneifen *T* auf, wobei die Nafen *N* der Schemel über die Flanfchen der Stufeneifen greifen. Werden nun die zwifchen den einzelnen Stufeneifen liegenden Zwifchenräume mit Befchotterungsmaterial (Kies, Kohlenafche u. f. w.) ausgefüllt, fo bewirkt der Erddruck ein Hinunterfchieben der Stufeneifen, wodurch die bis dahin lofen Teile zu einem feften unverrückbaren Schluß kommen. Soll die Treppe mit einem Geländer verfehen werden, fo kommen Treppenfchemel mit einer angegoffenen Oefe *O* (Fig. 17) zur Verwendung. In diefe Oefen werden die mit einer Nafe verfehenen Geländerftäbe eingefteckt, wobei fich diefe Nafe in eine Ausfparung des Schemels hineinlegt; das aufgelegte Stufeneifen drückt mit feiner unteren Flanfche auf die Nafe und hält dadurch das Geländereifen feft. Für Freitreppen empfiehlt fich eine Steigung von 150 mm bei einem Auftritt von 370 mm. Bezugsquelle: Kunftfchlofferei Richard Hermanns & Co. in Elberfeld.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 3, Heft 2, Darmftadt 1898. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1893, Steintreppen, S. 296 ff.; Holztreppen, S. 80 ff. — [3] Breymann, Allgemeine Baukonftruktionslehre, Bd. 1, Leipzig 1896, Steintreppen, S. 274 ff. — [4] Ebend., Bd. 2, Leipzig 1885, Holztreppen, S. 179 ff. — [5] Ebend., Bd. 3, Leipzig 1890, Eifentreppen, S. 177 ff. — [6] Manger, Baukonftruktionslehre der Treppen, Berlin 1859. — [7] Raufcher, Bau fteinerner Wendeltreppen, Berlin 1889. — [8] Menzel, Der Gewölbebau, Halle 1866. — [9] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Bd. 5, Paris 1881, Escalier, S. 287 ff. — [10] Fink, F., Schule des Baufchloffers, 2. Teil, Leipzig 1861, S. 119. — [11] Mufterbuch der Jolytreppen, Eifenwerk Joly-Wittenberg, Halle, o. J. — [12] Mufterbuch von Ed. Puls, Berlin, o. J. — [13] Wayß u. Freytag, Bauten in Stampfbeton, Monierbeton etc., Berlin 1895, S. 19—22. — [14] Hochbau-Lexikon von Schönermark u. W. Stüber, Berlin 1904, Treppe, S. 834 ff.

Weinbrenner.

Treppengiebel, ein treppenförmig anfteigender Steingiebel, der fich im Backfteinbau entwickelt hat, f. Giebel, Bd. 4, S. 525, Fig. 3 und 4.

Treppenhaus (Treppenmantel), Gebäudeteil, feltener ein befonderes Gebäude, in welchem die Treppe liegt.

Bei Wohngebäuden ift es meift von länglich viereckigem Grundriß in einer Minimalbreite von 2,5—3,0 m mit Seitenlicht, welches den Gang im Innern des Haufes beleuchtet.



Fig. 1.

Bei öffentlichen oder Prachtbauten bildet es eine Anlage, bei welcher malerifche oder großartige Wirkung durch Weiträumigkeit und reiche bildnerifche Ausfchmückung fich erzielen läßt. Die Beleuchtung erfolgt auch hier durch feitliche Fenfter oder durch Oberlicht (f. d.), in welchem Falle die Treppenarme um eine breite mittlere Oeffnung herumliegen. Die Treppen der antiken und mittelalterlichen Wohngebäude waren von einfachfter Art, entweder in geraden Läufen zwifchen Mauern eingefchloffen, oder nur in lofem Zufammenhang als Wendeltreppe (Fig. 1) [2]. Bei Beginn der Renaiffance wird zuerft im italienifchen Palaftbau die Treppe zu einem feftlichen Teil desfelben, und zumeift in Verbindung mit den Hallen der

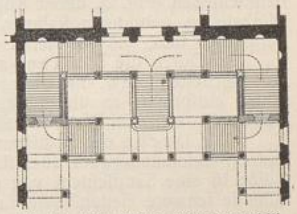


Fig. 2. Vom Spital degli Incurabili zu Genua.

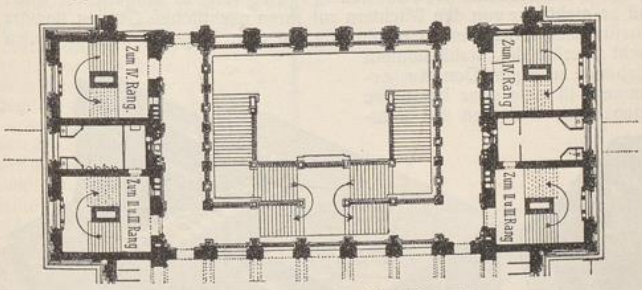


Fig. 3. Im Opernhaus zu Frankfurt a. M.

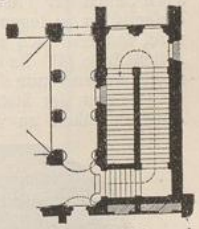


Fig. 4. Vom Palaft Negroni zu Rom.

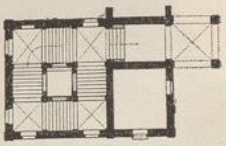


Fig. 5. Vom Palaft Grimani zu Rom.

Höfe (Fig. 2) [3] zu reicher Ausbildung gebracht, welche in der Folgezeit bei Prachtbauten wie z. B. Akademien, Theatern u. f. w. (f. Fig. 3) eine Nachahmung und glänzende Entwicklung fand. Als weitere Beifpiele feien hier eine zweiarmige Treppe (Fig. 4) und eine vierarmige (Fig. 5) gegeben.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 1. Halbbd., 3. Aufl., Stuttgart 1904; Wagner, H., Treppenanlagen, S. 302 ff. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1861, Bd. 5, Escalier, S. 287 ff. — [3] Burckhardt, J., Geſchichte der Renaiſſance in Italien, Stuttgart 1868, §§ 91 u. 99.

Weinbrenner.

Treppenriegel, Balkenlage unter dem Treppenpodeſt zur Aufnahme des Bodenbelags, ſ. Treppe, Fig. 1.

Trefor. Treſoranlagen ſind gemauerte, mit Eiſen armierte Räume, welche zur Aufbewahrung großer Geld- und Wertvorräte dienen; ſie müſſen nicht nur feuer- und einbruchſicher ſein, ſondern auch der Einwirkung von Erdbeben einen gewiſſen Widerſtand entgegenſetzen [1].

Das Bindeglied zwiſchen den Geldſchränken und Stahlkammern bilden die ſogenannten **Mauerſchränke**, welche aus ſtarkem Eiſen hergeſtellt und in Mauern von genügender Stärke verſetzt werden; an der ſchwächſten Stelle ſoll das Mauerwerk noch mindeſtens anderthalb Steine ſtark ſein.

Bei den **Stahlkammern** müſſen die Umfaſſungsmauern bei einer Stärke von mindeſtens zwei Steinen in Zementmörtel ausgeführt werden und erhalten eine Panzerung:

1. Durch Einmauern von Eiſen- oder Stahlſchienen; die Flacheiſenſchienen, etwa 60 : 8 mm, werden in jede Ziegelſchichte hochkantig (Fig. 1) eingelegt; ſtatt der ebenen Flacheiſenſchienen verwendet man auch ſchraubenartig gewundene Stahlſchienen (wie an der Tür in Fig. 6) oder gewundene Kreuzſchienen, wobei zweckmäßig die glasharten gewundenen Kreuzſtäbe in Abſtänden von 10 bis 20 cm in eine 20—50 cm ſtarke Betonſchicht eingebettet werden.



Fig. 1.

2. Durch die ſogenannte Gitterpanzerung, bei welcher die Eiſenſchienen 60 : 8 mm kreuzweiſe übereinander genietet werden (vgl. den Fußboden in Fig. 1), ſo daß quadratiſche Maſchen von etwa 100 mm Länge und Breite entſtehen. Dieſe Gitterfelder werden entweder eingemauert oder beſſer, der Treſorraum wird innen mit denſelben ausgekleidet; in beiden Fällen erhalten die Gitterfelder kräftige Rahmen und werden zweckentſprechend mit dem Mauerwerk verankert. Beſonders wirkſam iſt eine Panzerung beſtehend aus zwei Reihen ineinander geſchobener Eiſenbahnſchienen (Fig. 2), deren Köpfe vor der Verwendung gehärtet werden und durch einen aus Winkeleiſen gebildeten Rahmen ſowie durch Winkellaſchen und Bolzen ſo feſt miteinander verbunden ſind, daß ein Herausreißen einzelner oder mehrerer Stäbe unmöglich wird.

3. Durch die Plattenpanzerung, bei welcher zunächſt ein Gerippe aus Winkeleiſen und Flacheiſen bezw. -ſtahl hergeſtellt wird (Fig. 3), das genau der Größe und Form des Treſorraums entſpricht; in dieſes Gerippe werden die Panzerplatten 1—2 m und 6—10 mm ſtark in zweckentſprechender Weiſe ſo befeſtigt, daß die geſchliffenen Plattenkanten dicht aneinander ſtoßen.

Die Decke der Stahlkammern muß in ſtarken Gewölben oder mit Rollſchichten oder ſtarkem Betonmauerwerk über ſtarken eiſernen I-Trägern ausgeführt werden. Ueber dem Gewölbe iſt eine Sandſchicht von mindeſtens 30 cm Stärke anzuordnen, um Stöße durch herabfallende ſchwere Gegenſtände zu mildern und die Hitze bei Bränden nicht ſo ſchnell durchzulaſſen. Außerdem muß die Decke wie auch der Fußboden eine kräftige Eiſen- oder Stahlarmierung erhalten, welche nach denſelben Regeln ausgeführt wird wie die Panzerung der Seitenwände. — Der Fußboden muß, falls die Stahlkammer nicht auf gewachſenem Boden aufgeführt iſt, ebenſo wie die Decke gewölbt werden. Befindet ſich unter der Stahlkammer ein freier Raum, ſo wird derſelbe zweckmäßig mit Schutt und Sand ausgefüllt, falls nicht ein alle Seiten der Treſoranlage umſchließender Beobachtungsgang (Fig. 4) eingerichtet wird; dieſer iſt ſo zu legen, daß er nicht nur von den Wächtern auf ihren nächtlichen Gängen benutzt wird, ſondern auch von beſtimmten Oberbeamten regelmäßig auf dem Wege zu ihrer täglichen Arbeitsſtelle [4]. Es iſt nicht zweckmäßig, Stahlkammern an die Außenwände der Gebäude zu legen. Den Maueröffnungen der Stahlkammern iſt eine ganz beſondere Aufmerkſamkeit zu widmen, weil dieſelben die natür-

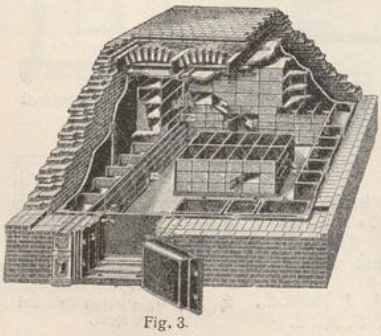


Fig. 3.

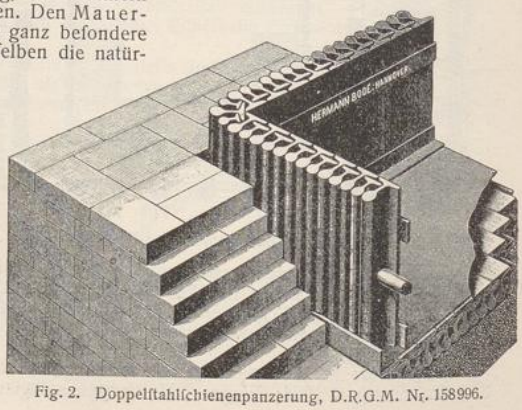


Fig. 2. Doppelſtahlſchienenpanzerung, D.R.G.M. Nr. 158996.

lichſten Angriffspunkte für deren Zerſtörung abgeben. Etwaige Fenſteröffnungen müſſen durch Fenſterrahmen mit ſtarker Spiegelverglaſung geſchloſſen werden. Außerdem wird außen ein ſtarkes, nicht zu weitmaſchiges Fenſtergitter, innen aber ein nach den Grundſätzen der Geldſchranktüren gebauter Fenſterladen (Fig. 5) anzubringen ſein.

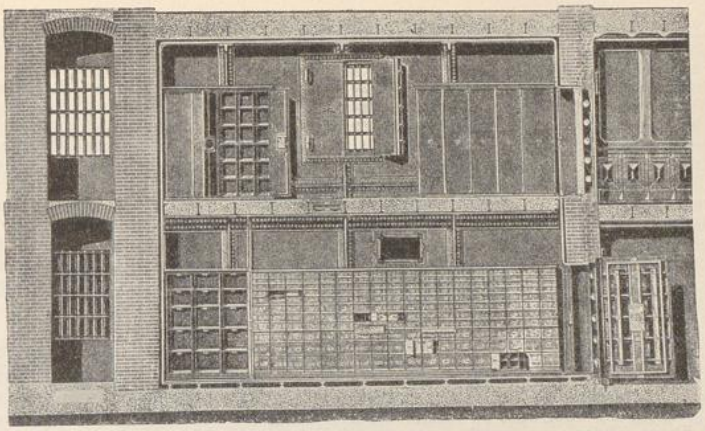


Fig. 4.

Der zuverläſſige Verſchluß dieſer Fenſterladen kann auch durch kräftige Vorlageſtangen erhöht werden. Zu empfehlen iſt zum Schutz bei geöffneten Fenſtern und offenſtehenden Fenſterladen ein Gitter aus ſtarkem Drahtgeflecht. Die Stahlkammertüren müſſen ebenſo wie jede Geldſchranktür beſonders ſtark gebaut ſein (Fig. 6). In der Ebene der inneren Wandfläche wird zweckmäßig ein ſtarkes Eiſengitter angeordnet, ſo daß bei geöffneter Treſortür das Innere der Stahlkammer bequem überſehen werden kann.

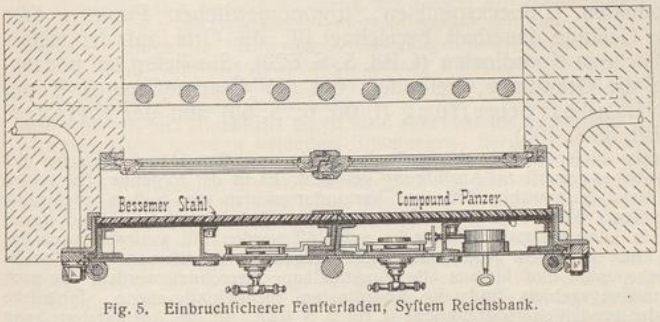


Fig. 5. Einbruchſicherer Fenſterladen, Syſtem Reichsbank.

Selbſtverſtändlich muß auch die Türleibung eine ebenſo ſtarke Panzerung erhalten wie die übrigen Wände der Stahlkammer. Der Türverſchluß muß ein ganz hervorragend ſicherer ſein, weshalb hier niemals nur ein einziges Schloß angewendet, ſondern ein mehrfacher Verſchluß in der Weiſe angeordnet wird, ſo daß nur bei gleichzeitiger Anweſenheit der berechtigten Schlüſſelinhaber (oder zu einer beſtimmten Stunde bei Betätigung eines Zeitſchloſſes) ein Oeffnen der Türe ſtattfinden kann; ſehr häufig werden hier auch Kombinationsſchlöſſer verwendet.

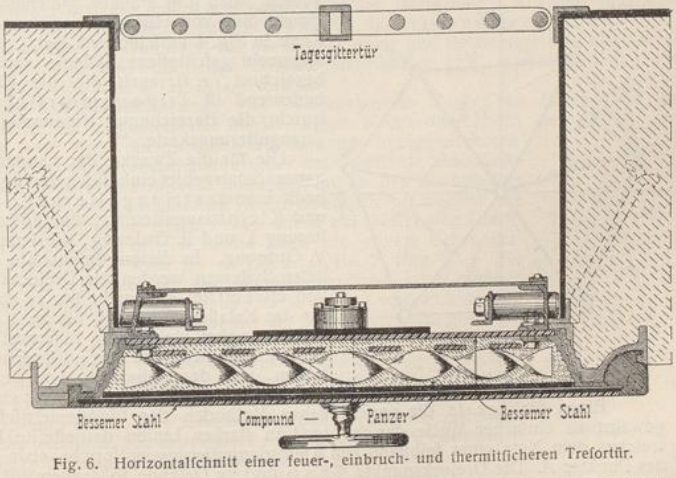


Fig. 6. Horizontalſchnitt einer feuer-, einbruch- und thermitſicheren Treſortür.

Sollen Luftſchächte angeordnet werden, ſo empfiehlt es ſich, denſelben keinen größeren Durchmeſſer als 70 mm zu geben und dieſe nur in mindeſtens zwei Steine ſtarken Mauern zu verlegen [2]. Noch beſſer aber iſt es, dieſe Luftſchächte nicht gerade, ſondern in gebrochener Linienführung durch die Mauer zu leiten und außerdem den freien Durchgang durch ſtarke eingemauerte Eiſenſtäbe zu verhindern. Die Beleuchtung wird ſchon der beſchränkten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lüftungsverhältniſſe wegen nur elektriſch eingerichtet, und zwar wird ein ſelbſttätiges Inkrafttreten derſelben beim Oeffnen und ein ſelbſttätiges Abſtellen beim Schließen der Tür das zweckmäßigſte ſein. Geeignete Alarm- und Signalvorrichtungen können bei dem Vorhandenſein eines genügend ſtarken elektriſchen Stromes leicht angebracht werden und fehlen daher bei den neuzeitlichen Anlagen faſt niemals. Die innere Einrichtung der Stahlkammern iſt ebenſo wie deren Größe dem jeweiligen Zwecke entſprechend ſehr verſchieden; doch ſind faſt alle Banktreſors immer mit vermietbaren Stahlfächern (Safes) ausgerüſtet, welche einen Doppelverſchluß in der Weiſe erhalten, daß der eine Schlüſſel in der Bank dem Beamten zur Verfügung ſteht, während den zweiten der Mieter des Stahlfaches erhält; der Mieter kann dann erſt ſein Fach öffnen, wenn der Bankbeamte ſein Schloß betätigt hat, während beim Schließen durch den Mieter beide Schlöſſer gleichzeitig geſchloſſen werden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, III. Teil, Bd. 6, Darmſtadt 1891. — [2] Baukunde des Architekten, I. Teil, Berlin 1891. — [3] Hoch, Technologie der Schloſſerei, I. Teil, Leipzig 1899. — [4] Derſ., Der praktiſche Schloſſer, 3. Aufl., Leipzig 1907. — Kataloge von H. Bode in Hannover, C. Ade in Stuttgart u. a.

Y. Hoch.

Treſſen (Bandſtreifen, Borten), ſ. Weberei.

Tretgöpel, ſ. v. w. Tretwerk, bei dem Tiere auf eine ſchiefe Ebene ſteigen, die ſich bewegen kann, und die ganze beim Steigen geleiſtete Arbeit aufnimmt.

Gewöhnlich beſteht der Tretgöpel aus zwei endloſen und durch Querbohlen verbundenen Ketten, die über zwei in verſchiedener Höhe gelagerte Rollen gehen und dadurch eine ſchiefe Ebene bilden, auf welche man innerhalb eines Verſchlages das angebundene Zugtier ſtellt. Tretgöpel ſind in Deutſchland nur noch wenig in Anwendung. *Wrobel.*

Tretwerk, beim Bergbau, in Oeſterreich, ſ. v. w. Tragewerk (ſ. Fahren).

Triangulierung (Triangulation, Dreiecksmeſſung, trigonometriſche Punktbeſtimmung), geodätiſche Beſtimmungsmethode. Sie beſtimmt für ein Syſtem von Feſtpunkten (Dreieckspunkten, trigonometriſchen Punkten oder Stationen), das im Gelände dauerhaft bezeichnet iſt, die Orte auf der mathematiſchen Erdoberfläche in Koordinaten (ſ. Bd. 5, S. 620). Sie liefert bei umfangreichen Meſſungen die Grundlage, beſonders bei der Gradmeſſung (ſ. Erde, Bd. 3, S. 482), der Landesvermeſſung (ſ. Bd. 6, S. 65) und der Kataſtervermeſſung (ſ. Bd. 5, S. 406).

Der Grundgedanke dieſer Beſtimmungsmethode wurde von Snellius 1615 bei der Meſſung eines Meridianbogens zuerſt zur Ausführung gebracht. Er iſt der folgende: Es werden Punkte im Gelände derart ausgewählt, daß ihre Verbindungslinien ein Syſtem aneinander hängender Dreiecke bilden. Werden in dieſen Dreiecken die Winkel und die Länge irgend einer Linie gemeſſen, ſo können ſämtliche Dreiecke aufgelöſt werden; iſt weiterhin noch das Azimut irgend einer Linie in einem Koordinatenſyſtem gegeben, ſo können die Koordinaten ſämtlicher Dreieckspunkte und hieraus alle Punktabſtände berechnet werden. Je nach Ausdehnung des Vermeſſungsgebiets ſind die Koordinaten rechtwinklig-ebene, -ſphäriſche bezw. -ſphäroidiſche oder geodätiſch-geographiſche (ſ. Bd. 5, S. 620). Iſt die Aneinanderreihung der Dreiecke derart, daß ſie in Geſtalt einer Kette nach einer Richtung hin ſich erſtrecken oder ein Gebiet umrahmen, wie z. B. die ſtark gezeichneten Dreiecke der Fig. 4, ſo ſpricht man von einer Dreieckskette; bilden die Dreiecke in einem gegebenen Gebiet ein derart geſchloſſenes Syſtem, daß die Punkte gleichmäßig verteilt ſind, ſo ſpricht man von einem Dreiecksnetz (vgl. das von der Kette in Fig. 4 umſchloſſene Netz), womit man auch ganz allgemein geſchloſſene Syſteme verſchiedener Anordnung bezeichnet, z. B. auch die der Fig. 5 und 6. Gleichbedeutend iſt trigonometriſches Netz; dem entſpricht die Bezeichnung trigonometriſche Netzkarte oder Triangulierungskarte.

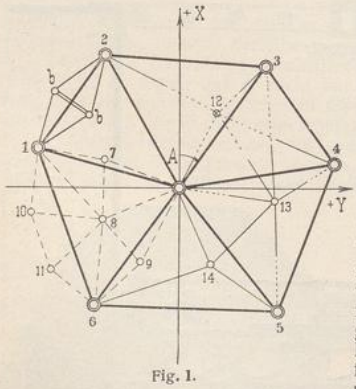


Fig. 1.

Die für die Zwecke der Landesvermeſſung über ein ganzes Staatsgebiet einheitlich durchgeführte Triangulierung heißt Landestriangulierung. Sie zerfällt in Haupt- und Kleintriangulierung; die erſtere wieder in Triangulierung I. und II. Ordnung, die letztere in III., IV. bis zu V. Ordnung. In dieſen ſtufenweiſe einander untergeordneten Syſtemen werden die Dreiecksſeiten nach und nach von etwa 50 km und mehr bis zu einigen Kilometern und für die Kataſtervermeſſung bis zu 1 km, ja 0,5 km herabgeführt, wobei gleichzeitig ſtufenweiſe die Meſſungs- und Berechnungsmethoden eine entſprechende Modifikation erfahren, und der Uebergang von der ſphäroidiſchen Vermeſſungsfläche (ſ. Bd. 3, S. 483) zur ebenen vollzogen wird.

Einen Einblick in die verſchiedenen Methoden der trigonometriſchen Punktbeſtimmung gewährt in einfacher Weiſe das in Fig. 1 in ſtarken Linien dargeſtellte ſchematiſche Beiſpiel, welches dem Netz einer ſelbſtändigen Kleintriangulierung entſpricht, etwa für den Geſichtskreis des Punktes *A*. Die Dreieckspunkte 1 bis 6 ſind im Gelände ſo ausgewählt (Erkundung, Rekognoſzierung des Netzes), daß ſie gleichmäßig im Umkreis um *A* verteilt und nach den eingezeichneten Linien gegenſeitig ſichtbar ſind. Eine derartige Anordnung bezeichnet man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

als Zentralſyſtem. Die Punkte werden mit dauerhaften Marken bezeichnet (Vermarkung, Feſtlegung) und durch Signale gegenſeitig ſichtbar gemacht (Signaliſierung). Auf allen Punkten A und 1 bis 6 werden alle Winkel der Figur oder alle von den einzelnen Punkten ausgehenden Richtungen mit dem Theodolit gemeſſen (Winkel- bezw. Richtungsmeſſung). Nun iſt für irgend eine Seite des Netzes, z. B. 1—2, die Länge zu beſtimmen. Da die unmittelbare Längenmeſſung für eine Dreieckſeite ſelten ausführbar iſt, wird eine paſſend gelegene, ſicher zu meſſende Linie, die Baſis (bb, Fig. 1), aufgeſucht und gemeſſen. Hieraus wird wieder durch Anordnung einiger Dreiecke (Baſisnetz) die geſuchte Linie, alſo 1—2, berechnet (vgl. Baſismeſſung, Bd. 1, S. 561). Hierauf können, wenn zunächſt vorausgeſetzt wird, daß die Ausdehnung eine beſchränkte iſt und die Fehler der Meſſung außer acht gelaſſen werden ſollen, alle Dreiecke aufgelöſt werden. Wird nun weiterhin ein Punkt, z. B. A, als Anfangspunkt eines ebenen rechtwinkligen Koordinatenſyſtems betrachtet und irgendeiner Linie, z. B. A—3, ein beſtimmtes Azimut (Richtungs-, Neigungswinkel) beigelegt, ſo können mit Hilfe der Dreieckswinkel die Azimute der übrigen Linien berechnet werden, z. B. $Ra.4 = Ra.3 + w3.4$ u. ſ. w. Ferner können mit Hilfe der berechneten Dreieckſeiten s die Koordinaten y, x aller Punkte beſtimmt werden, z. B. $y_3 = s_3 \sin Ra.3$; $x_3 = s_3 \cos Ra.3$ u. ſ. w.

Um auf Grund des bisher betrachteten einfachen Netzes weitere Punkte zu beſtimmen (einzuſchalten), können verſchiedene Verfahren zur Anwendung kommen. So z. B. zeigt Fig. 1 eine Ausfüllung des Gebietes des Dreiecks A—1—6 mit einem dieſem untergeordneten Dreiecksnetz der Punkte 7 bis 11, in der Figur mit geſtrichelten Linien bezeichnet. Die im Gebiete des Polygons A—2—3—4—5—6 eingezeichneten Punkte 12, 13 und 14 zeigen die Punkteinſchaltung durch Einſchneiden, d. h. eine wiederholte Anwendung des einfachen und vereinten Vorwärts- und Rückwärtseinſchneidens (ſ. d.).

A. Die trigonometriſchen Feldarbeiten.

1. **Erkundung des Netzes.** Zur ſachgemäßen Auswahl und gleichmäßigen Verteilung der Dreieckspunkte im Gelände derart, daß ſowohl der geometriſche Zuſammenhang des Netzes gewahrt als auch die Beſtimmung möglichſt günſtig und einfach wird, dient die Erkundung des Netzes. — Einige der wichtigſten Anforderungen ſind: Gegenſeitige Sichtbarkeit benachbarter Punkte; Möglichkeit des Anſchluſſes weiterer Meſſungen, exakter Vermarkung und Erhaltung des Punktes, ſicherer Ausführung der Winkelmeſſung; Erzielung günſtiger Beſtimmungsfiguren bei möglichſt geringem Arbeitsaufwand. — Zur gegenſeitigen Sichtbarmachung ſind häufig Ausholzungen und Durchhaue durch Wald oder Gebüſch notwendig. Für die Punkte der Haupttriangulierungen kommen beſonders Erhöhungen, Berge, und im Flachlande auch Kirchtürme in Betracht. Bei der Kleintriangulierung iſt die Möglichkeit eines guten Anſchluſſes der Kleinmeſſungen (Polygoniſierung und Stückvermeſſung) von beſonderer Bedeutung. — In einfachen Ketten und Netzen ſind ſehr ſpitze Winkel zu vermeiden. Das gleichſeitige Dreieck iſt im allgemeinen die zu erſtrebende günſtigſte Figur (vgl. z. B. Fig. 4); bei der Einzelpunktbeſtimmung durch Einſchneiden ſoll der Neupunkt möglichſt im Schwerpunkt des nächſt übergeordneten Syſtems liegen, ſo daß die beſtimmenden Richtungen gleichlang und gleichmäßig im Umkreis verteilt ſind (z. B. Fig. 1, Punkt 12, 13, 14). — Die Erkundung beginnt auf den gegebenen Anſchlußpunkten, wobei auf jedem beſuchten Punkte alle in Frage kommenden Sichten in Handſkizzen verzeichnet werden. Bei der Erkundung für Haupttriangulierungen wird hierbei das ganze Netz vorläufig beobachtet und berechnet. Für ſolche Richtungen, welche durch Durchhaue freigelegt werden müſſen, ſind beſondere, auf dieſe Rechnung geſtützte Abſteckungen erforderlich. In ſchwierigen Fällen kann außerdem der Bau hoher Umſchaugerüſte notwendig werden. — Das Projekt, welches bei der Erkundung unter ſachgemäßer Auswahl und Ausſcheidung der Sichten nach und nach entſteht, wird in der trigonometriſchen Netzkarte dargeſtellt. Sie dient als Unterlage für die Beobachtung und Rechnung. Die allgemeine Anordnung der trigonometriſchen Vorarbeiten iſt kurz dargeſtellt in [24], wertvolle Winke und Erfahrungen geben [25], [26], vgl. a. [1], Bd. 3, und [2].

2. **Vermarkung und Signaliſierung.** Die Dreieckspunkte werden im Gelände in der Regel durch Steinpfeiler mit eingemeißelter Marke, einem Kreuz oder Loch, bezeichnet. Zur weiteren Sicherung wird eine unterirdiſche Vermarkung hinzugenommen. So wird bei der preußiſchen Landesaufnahme unter der Steinſäule eine Platte ſo verſenkt, daß ihre Kreuzmarke lotrecht unter derjenigen des Steinpfeilers liegt [10], vgl. Fig. 2. Bei der preußiſchen Kataſtervermeſſung werden die Punkte der Kleintriangulierung im freien Felde durch ein verſenktes Drainrohr vermarkt, deſſen Stellung durch ſeitwärts verſenkte engere Rohre (exzentriſche Vermarkung) geſichert wird [5]. — Vgl. a. [1], Bd. 2, Kap. 8. — Zudem werden alle Dreieckspunkte bei der Spezialvermeſſung aufgenommen und gegen benachbarte Grenzen oder andre feſte Linien und Punkte eingemeſſen. Die Vermarkung der Dreieckspunkte der Landesvermeſſungen ſteht unter geſetzlichem Schutz. Außerdem wird eine Schutzfläche von einigen Quadratmetern um den Punkt für den Staat erworben, wenn nötig durch Enteignung. Bei denjenigen Dreieckspunkten, welche durch Kirchtürme bezeichnet werden, bildet die Mittellinie der Turmſpitze (Helmſtange) unter dem Knopf oder der Kreuzblume den Punkt. (In Photographien oder Skizzen darzuſtellen.) Daneben kommen bei wichtigen Punkten noch beſondere Marken (Feſtlegungsbolzen, -ſchrauben) für Nebenpunkte, Inſtrumentſtände u. ſ. w. hinzu.

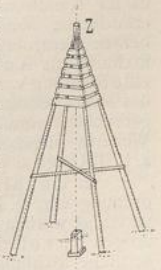


Fig. 2.

Zur gegenſeitigen Sichtbarmachung (Signaliſierung) der Punkte genügen bei der Kleintriangulierung glatt behauene oder abgehobelte Stangen von etwa 5—6 m Länge und 1 dm Dicke. Sie werden etwa meterweiſe mit mattem, nicht glänzendem, ſchwarzweißem Anſtrich und am

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oberen Teile mit Zieltafeln (Fahnen u. f. w.) verfehen. Im Boden werden fie über der Punktmarke durch angenagelte kräftige Streben befeftigt und forgfältig lotrecht gerichtet. Bei ftädtifchen Kleintriangulierungen finden zuweilen weiße Zieltafeln mit fchwarzen Zielftrichen Verwendung; auch eiferne Signale mit konifchen Kappen u. f. w. find hierfür geeignet. Für größere Entfernungen werden regelmäßige, vierfeitige Pyramiden nach Fig. 2 von etwa 5 bis 8 m Höhe erforderlich. Die Dimenfionen find abhängig von der Zielweite. Der Zielpunkt ift die Mittellinie des Zapfens Z; diefe foll in der Lotlinie über dem Vermarkungspunkte liegen. Ift das nicht der Fall, fo ift eine Zentrierung erforderlich (f. weiter unten). — Bei diefer Art der Signalifierung wird der Theodolit unmittelbar auf dem zugehörigen Stativ aufgeftellt; bei Haupttriangulierungen wird ftatt deffen in der Regel ein ftarker, etwa 1,25 bis 1,5 m hoher Holz- oder Steinpfeiler mit Inftrumentplatte errichtet. — Kann die Beobachtung nicht vom Boden aus erfolgen, fo ift ein erhöhter Beobachtungsftand erforderlich. Derartige Beobachtungspfeiler werden bis zu 25 m Höhe errichtet. Man unterfcheidet je nach der Konftruktion Hängepfeiler und Standpfeiler. Die wichtigfte Anforderung ift, daß der Pfeiler einen durchaus feften Inftrumentftand bietet. Dazu ift ein folches Signal aus zwei ineinander gefetzten, vollftändig getrennten Bauwerken aus ftarken Balken herzuftellen, dem eigentlichen Inftrumentpfeiler (Mittelpfeiler) und dem Stand mit den Treppen für Beobachter, Schreiber u. f. w. (Signalgerüft). Derartige Gerüfte koften bis zu 1500 ℳ. Weiteres hierüber f. [26]. Bei den Haupttriangulierungen werden faft ausfchließlich erhöhte Beobachtungsftände aus Stein oder Holz von einigen Metern bis zu 25 m Höhe verwendet. Befondere Einrichtungen der Beobachtungsftände find bei der Benutzung von Kirchtürmen erforderlich. Mitteilungen über den Signalbau und die Einrichtung der Beobachtungsftände (bei der preußifchen Landestriangulation durch befondere Vorfchriften geregelt) finden fich in [24]—[26] und [1], Bd. 3. Vgl. a. [27]. Die fpezielle Anordnung der Vermarkung und Signalifierung bei den verfchiedenen Landesvermeffungen ift gegeben in den betreffenden Veröffentlichungen, z. B. [10]—[15]. Ueber die Verwendung befonderer Signale, wie Signalkugeln, -lampen u. f. w. f. Heliotrop (Bd. 5, S. 35).

3. **Winkel- und Richtungsmeffung.** Die Beftimmung des von einem Dreieckspunkte ausgehenden Richtungsfyftems, z. B. für den Punkt A in Fig. 1, kann entweder gefchehen durch Richtungsmeffung (vgl. Bd. 7, S. 425) oder durch Winkelmeffung.

a) Satzweife Richtungsmeffung. 1. Vollftändige Sätze. Bei feft aufgeftelltem Theodolit, z. B. auf A, Fig. 1, werden die Zielpunkte 1, 2, ... 6 der Reihe nach eingeftellt, und dabei werden die Kreisablefungen gemacht. Die einmalige Meffung einer folchen Reihe 1, 2, 3 ... 6, (1) in rechtsläufiger Folge mit Prüfung der unveränderten Stellung des Inftrumentes durch die Schlußablefung (1) nennt man einen einfachen Richtungsfatz (Satz, Gyrus). Die zur Tilgung der Fehler der Inftrumentachfen und der Stativftellung erforderliche Wiederholung in rückläufigem Sinn 1, 6, 5 ... 2, (1) bildet den zweiten Halbfatz, und das Mittel aus beiden Halbfätzen (Hin- und Rückgang) den vollftändigen Satz. — Zur Erhöhung der Genauigkeit (Herabminderung der Kreisteilungs-, Ablefungs-, Einftellungsfehler u. f. w.) ift eine mehrfache Wiederholung diefer Satzbeobachtungen erforderlich, wobei die einzelnen Sätze derart anzuordnen find, daß alle Ablefungen für eine Richtung gleichmäßig über den Kreis verteilt werden. Dies gefchieht dadurch, daß bei zwei diametralen Zeigern (Nonien oder Mikroftkopen) der Kreis von Satz zu Satz derart verftellt wird, daß bei n Sätzen die Kreislagen um $180^0 : n$ voneinander abftehen. Die Anzahl der Sätze richtet fich nach der zu erzielenden Genauigkeit und der Leiftung des Inftruments. Um hierüber ein Urteil zu erlangen, muß der mittlere Fehler der Richtungsmeffung aus den Beobachtungen abgeleitet werden nach der Formel $m_r = \sqrt{[vv] : (\nu - 1)(n - 1)}$. Hierin bedeuten m_r den mittleren Fehler einer in einem vollftändigen Satz gemeffenen Richtung, $[vv]$ die Quadratfumme der aus den Abweichungen abgeleiteten zufälligen Fehler, ν die Anzahl der Richtungen, n die Anzahl der Sätze. Der mittlere Fehler des aus n Sätzen gebildeten arithmetifchen Mittels ift $M^r = m_r : \sqrt{n}$. — Vgl. [1], Bd. 1, Zahlenbeifpiel in [49]. Für Kleintriangulierungen werden die Sätze je nach dem Inftrument drei- bis fechsmal gemeffen, bei Haupttriangulierungen acht- bis zwölfmal und mehr. Der mittlere Richtungsfehler für eine Satzbeobachtung liegt etwa zwifchen den Grenzen $\pm 10''$ und $\pm 1''$. — Die fatzweife Richtungsmeffung mit fechs bis acht oder auch zehn Richtungen ift für Kleintriangulierungen im allgemeinen das günftigfte, den geringften Arbeitsaufwand erfordernde Meffungsverfahren, und daher zu erftreben. — Aus den Ablefungen in den beiden Fernrohrlagen werden die Mittel gebildet. Danach werden die Sätze auf die erfte Richtung als Anfangs- oder Nullrichtung bezogen durch Subtraktion der Mittel für die erfte Richtung von den nachfolgenden Mitteln, und aus diefen fo reduzierten Sätzen wird wieder das Mittel genommen. Zur Aufichreibung und Berechnung der Beobachtungen dienen befondere, gedruckte Formulare (Winkelbuch), welche bei den amtlichen Arbeiten vorgefchrieben find. Weiteres hierüber fowie über die Anordnung der Rechnung in den amtlichen Anweifungen z. B. [5], vgl. a. [1], [3] und [4].

2. Unvollftändige Sätze. Häufig treten jedoch Störungen diefer einfachen Anordnung ein, z. B. dadurch, daß Ziele unfichtbar werden oder nicht alle Ziele in einer Reihe vereinigt werden können. In diefen Fällen ift die Beobachtung fo anzuordnen, daß aus derartigen unvollftändigen Sätzen auf rechnerifchem Wege (durch Ausgleichung) eine einheitliche Richtungsreihe abgeleitet werden kann. Hierbei ift zu beachten, daß jede Richtung eine entfprechende Genauigkeit erhält, daß die einzelnen Richtungsfätze bei möglichft geringem Arbeitsaufwand einen möglichft innigen Zufammenhang haben, und daß der Einfluß der Kreisteilungsfehler durch zweckmäßige Anordnung der Kreislagen tunlichft vermindert wird. Ift auf einer Station eine große Anzahl von Richtungen zu beobachten, fo ift es empfehlenswert, die Richtungen fymmetrifch bei entfprechender Verteilung der Kreislagen zu gleichartigen Satz-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gruppen zuſammenzufaſſen, vgl. [28]. Die Ausgleichung unvollſtändiger Satzbeobachtungen (ſogenannte Stationsausgleichung) erfolgt nach der Methode der kleinſten Quadrate (ſ. d.), vgl. hierüber [1]—[5], oder einem bei der engliſchen Landesvermeſſung angewendeten Näherungsverfahren, welches in [1], Bd. 1, § 59, [3] und [5] dargeſtellt iſt. Das Näherungsverfahren beſteht im weſentlichen darin, daß die Abweichungen gegen das arithmetiſche Mittel der unvollſtändigen Sätze gebildet, ſatzweiſe die mittleren Abweichungen (Satzverſchiebung, Orientierung) berechnet und danach die einzelnen Sätze ſo verſchoben werden, bis dieſe Verſchiebungen nicht mehr größer ſind als die Beobachtungsfehler. — Ueber beſondere Verhältniſſe der Richtungsmeſſung und deren Ausgleichung, namentlich für Haupttriangulierungen (zuerſt von Struve und Beſſel behandelt), Einführung der ſogenannten Nullmarke u. ſ. w., ſ. [1], Bd. 1—3, ſowie die Publikationen unter [10]—[16], [22]—[24] und [29].

b) Winkelmeſſung. Anſtatt ein Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in eine einzige Beobachtungsreihe zuſammenzufaſſen oder in einige mehrzahlige Reihen zu zerlegen, kann man auch das kleinſte Richtungsſyſtem, d. h. den Winkel, beobachten. Die Zerlegung eines mehrzahligen Richtungsſyſtems in Winkel kann in verſchiedener Weiſe geſchehen. Werden die Richtungen eines Syſtems $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in die Winkel $r_1 \cdot r_2, r_1 \cdot r_3, \ldots r_1 \cdot r_n$ zerlegt, ſo hat man die ſogenannte Einzelbeobachtung der Richtungen. An Stelle einer beliebigen, aus der Reihe der Ziele ausgewählten Anfangsrichtung kann auch eine beſondere, dem Syſtem nicht angehörige Nullrichtung eingeführt werden, ſo daß die Winkel $r_0 \cdot r_1, r_0 \cdot r_2, \ldots r_0 \cdot r_n$ entſtehen. Dieſe Nullrichtung, welche die Beziehung der Richtungen r_1 bis r_n vermittelt, iſt ſo auszuwählen, daß ihre Einſtellung möglichſt günſtig iſt. Die einzelnen Winkel werden der erforderlichen Genauigkeit entſprechend mehrfach in verſchiedenen Kreislagen gemeſſen (Anordnung wie bei der Richtungsmeſſung) oder bei Anwendung eines Repetitionstheodolits repetiert. Vgl. hierzu [3] und [5]. Wird das Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ in die aufeinander folgenden Winkel $r_1 \cdot r_2, r_2 \cdot r_3 \ldots r_n r_1$ zerlegt, ſo füllen die Winkel zuſammen den Horizont. Es tritt dann die Bedingung auf: Summe aller Winkel $= 360^0$, und man hat für die Berechnung des Richtungsſyſtems die Aufgabe einer Ausgleichung auf den Sollbetrag; es iſt dies die einfachſte Aufgabe der Stationsausgleichung. Die einzelnen Winkel ſind auch hierbei mit entſprechender Anordnung der Kreislagen zu wiederholen oder durch Repetitionsmeſſung zu beſtimmen. — Werden die Winkel ſo angeordnet, daß beliebige Kombinationen gebildet und überſchüſſige Beſtimmungen erhalten werden, ſo iſt das Richtungsſyſtem nach der Methode der kleinſten Quadrate abzuleiten. Wegen ſolcher Stationsausgleichungen ſ. [1]—[5] ſowie die in Bd. 6, S. 423 genannte Literatur. — Das günſtigſte Verfahren der Winkelmeſſung für Haupttriangulierung iſt das von Schreiber in [29] entwickelte (Schreiberſche Winkelmeſſung). Für das Richtungsſyſtem $r_1, r_2, r_3 \ldots r_n$ werden durch Bildung der Kombinationen ohne Wiederholung für je zwei Richtungen die $\frac{1}{2} n (n-1)$ Winkel gebildet, z. B. für $n = 4$ die 6 Winkel $r_1 \cdot r_2, r_1 \cdot r_3, r_1 \cdot r_4, r_2 \cdot r_3, r_2 \cdot r_4, r_3 \cdot r_4$. Dieſe Winkel werden, wenn das Gewicht der ausgeglichenen Richtungen $= P$ (entſprechend P Richtungsſätzen) ſein ſoll, $p = 2P : n$ mal in beiden Fernrohrlagen in $180^0 : p$ voneinander abſtehenden Kreislagen gemeſſen, wobei für die einzelnen Winkel die Kreisſtellungen innerhalb des Intervalles $180^0 : p$ ſo zu beſtimmen ſind, daß die Richtungsableſungen ſymmetriſch über den Kreis verteilt werden. Dazu ſind um $180^0 : pn$, bezw. $180^0 : p\,(n-1)$ voneinander abſtehende Kreisſtellungen erforderlich, je nachdem n eine ungerade oder gerade Zahl iſt. Ein Schema für die Anordnung dieſer Kreisſtellungen ſ. in [29]. Durch dieſes Verfahren wird bei der Ausführung von reinen Winkelmeſſungen unter möglichſt großer Arbeitserſparnis bei Beobachtung und Rechnung erreicht: Das gegebene Beobachtungsgewicht für das Richtungsſyſtem, die Gleichwertigkeit aller Richtungen, die Tilgung der ſyſtematiſchen Kreisteilungsfehler und außerdem die größte Freiheit für die Ausführung der Beobachtung, für die Ausnutzung günſtiger Beleuchtung und für die Verteilung der Heliotropen. Dieſe Beobachtungsmethode iſt bei der preußiſchen Landestriangulation für die Beobachtungen I. Ordnung vorgeſchrieben. Weiteres ſ. [29], [1], Bd. 1, vgl. a. [49].

c) Die Inſtrumente. Für Kleintriangulierungen werden benutzt gute Nonientheodolite mit 25facher Fernrohrvergrößerung, 12—16 cm Kreisdurchmeſſer, Kreisteilung in $\frac{1}{3}^0$ alter Teilung und mit 20″ Nonienangabe (bei neuer Teilung entſprechende Anordnung), oder auch Theodolite gleicher Größe mit Skalenmikroſkop- oder Schraubenmikroſkopableſung. Der mittlere Fehler einer in einem Satze gemeſſenen Richtung iſt bei den erwähnten Nonien- und Skalenmikroſkoptheodoliten bei ſorgfältigem Verfahren erfahrungsgemäß etwa $\pm 5''$, bei Schraubenmikroſkopen etwa $\pm 2{,}5''$. — Die Anzahl der Sätze wird dementſprechend zu etwa 3 bis 6 genommen. Bei der Triangulierung III. und IV. Ordnung der preußiſchen Landesaufnahme werden Schraubenmikroſkoptheodolite von 15 cm Kreisdurchmeſſer angewendet, deren Mikroſkope Doppelſekunden zu ſchätzen geſtatten. — Für die Haupttriangulierungen dienen große Theodolite mit Schraubenmikroſkopen. Die in [10]—[15] erwähnten Veröffentlichungen der Landestriangulierungen geben eine genaue Beſchreibung der verwendeten Inſtrumente; eine Ueberſicht über die bei den Haupttriangulierungen der Erdmeſſungsſtaaten verwendeten Inſtrumente geben die Berichte von Ferrero [18] und [19]. Bei der preußiſchen Landestriangulierung z. B. werden für die Beobachtungen I. Ordnung Theodolite mit 27 cm Kreisdurchmeſſer angewendet; die Mikroſkope geſtatten, 0,1″ zu ſchätzen; der mittlere Richtungsfehler iſt etwa 0,25″; für die Beobachtungen II. Ordnung dienen Inſtrumente mit 21 cm Kreisdurchmeſſer, wobei der genannte Fehler nicht über $\pm 1''$ beträgt. Vgl. [10] und Theodolit.

d) Die Beobachtung. Bei der Ausführung der Richtungs- und Winkelmeſſung iſt neben ſorgſamer Aufſtellung und Behandlung des Inſtruments von großer Wichtigkeit die Ausnutzung günſtiger Beleuchtung und Durchſichtigkeit der Luft. Für Haupttriangulierungen ſind häufig nur die ſpäten Nachmittagsſtunden als Beobachtungszeit brauchbar, weil bei greller Beſonnung die Luft zittert. Auch bei Kleintriangulierungen muß in der Zeit des ſtärkſten Flimmerns

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Beobachtung unterbrochen werden. Ueber Verſuche, bei Haupttriangulierungen durch Nachtbeobachtungen die günſtigen atmoſphäriſchen Verhältniſſe der Nacht auszunutzen und dadurch an Beobachtungszeit zu gewinnen, iſt in [30] berichtet. Nach [20], Bd. 1, S. 187 und 188, ſind in Nordamerika bei den Haupttriangulationen für Sichten bis 51 km mit Erfolg Acetylenlampen verwendet, vor denen je ein Paar fünfzöllige Sammellinſen aufgeſtellt wurde. — Inſtrument und Stativ ſind während der Beobachtung durch ſtarke Sonnenſchirme (Beobachtungsſchirme) oder durch Anbringen von Zeltleinwand an den Signalgerüſten gegen einſeitige Beſonnung zu ſchützen. Einige weitere Regeln für die Technik des Verfahrens gibt [24].

e) Die Zentrierung. In vielen Fällen iſt wegen örtlicher Hinderniſſe, beſonders bei Beobachtungsgerüſten, Stationen auf Gebäuden u. ſ. w., weder die Aufſtellung des Inſtruments über dem eigentlichen Dreieckspunkte, dem Zentrum der Station, noch die Signaliſierung und Anzielung des Dreieckspunktes möglich. Häufig werden ſogar mehrere exzentriſche Standpunkte bezw. Zielpunkte erforderlich. Dieſe von Nebenſtandpunkten und nach Nebenzielpunkten gemeſſenen Richtungen oder Winkel ſind dann auf das Zentrum umzurechnen, zu zentrieren. — Fig. 3 erläutert das Prinzip dieſer Reduktion. Bezeichnet man das auf dem exzentriſchen Standpunkt S gemeſſene, auf die Zentrallinie nach dem Zentrum C als Anfangsrichtung reduzierte Richtungsſyſtem mit $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \ldots \varepsilon_n$ und das zentrierte Richtungsſyſtem mit $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_n$, ſo iſt für den Zielpunkt 1 nach der Figur $\alpha_1 = \varepsilon_1 + \delta_1$, worin $\sin \delta_1 = e \sin \varepsilon_1 \varrho : s$, oder, da δ_1 meiſtens ein ſehr kleiner Winkel iſt, $\delta_1 = e \sin \varepsilon_1 \varrho : s$. Die in dieſer Formel für die Ableitung von δ erforderlichen Größen e, ε und s nennt man die Zentrierungselemente, die Strecke e die Exzentrizität; dieſe iſt möglichſt ſcharf zu meſſen. Für Winkel ergeben ſich die Zentrierungen als Differenzen der entſprechenden Richtungszuſätze. — In ähnlicher Weiſe geſchieht die Zentrierung für Richtungen nach Nebenzielpunkten. Weiteres über die Anordnung der Meſſung und Rechnung in [1] und [3]—[5]. — Iſt die Exzentrizität e oder die zur Berechnung der ε erforderliche Richtung zum Zentrum C nicht direkt meßbar, ſo ſind Hilfskonſtruktionen erforderlich, welche beſonders bei Aufſtellung auf Türmen wie kleine örtliche Triangulierungen zu behandeln ſind; vgl. z. B. [1], Bd. 2, § 78, und [49]. Erwähnt ſei noch, daß in manchen Fällen die Berechnung von Koordinaten im Anſchluß an diejenigen des Stationszentrums zweckmäßig iſt. Bei kurzen Exzentrizitäten e ſind beſondere Vorkehrungen erforderlich. Bei Signalgerüſten kann z. B. nach Ablotung in zwei Inſtrumentaufſtellungen die ganze Meſſung auf der Inſtrument- bezw. Leuchtplatte vorgenommen werden; vgl. hierzu [24] ſowie auch [1], Bd. 2, § 78. — Nach Beilegung ſämtlicher Zentrierungszuſätze, zu deren Ableitung in den meiſten Fällen eine vorläufige Berechnung des ganzen Netzes erforderlich iſt, kann die endgültige Berechnung erfolgen.

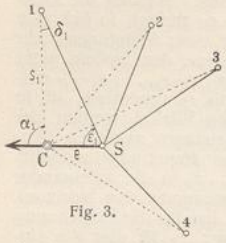


Fig. 3.

B. Die Berechnungsarbeiten.

Der geometriſche Zuſammenhang für das einfache Dreiecksnetz der Fig. 1 ſowie der Grundgedanke der Punktbeſtimmung durch Einſchneiden ſind eingangs angegeben worden. — Eine der hauptſächlichſten Aufgaben der Berechnung iſt die Ausgleichung der unvermeidlichen Meſſungsfehler. Die hierzu entwickelten Rechnungsverfahren gründen ſich auf der Methode der kleinſten Quadrate (ſ. Bd. 6, S. 415), wobei entſprechend der geometriſchen Beſtimmungsmethode hauptſächlich zu unterſcheiden iſt: Ausgleichung nach der Methode der bedingten Beobachtungen für Dreiecksſyſteme (Kette, Netz) und nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen für Punktbeſtimmung in Koordinaten aus Richtungsſchnitten. — Bei dem erſteren Verfahren ſind die aus dem Netzzuſammenhang ſich ergebenden Bedingungen aufzuſuchen und in Gleichungen auszudrücken, nachdem zuerſt die Anzahl dieſer Gleichungen = Anzahl der überſchüſſigen Beſtimmungen ermittelt iſt. Die Bedingungsgleichungen zerfallen in drei Arten: 1. Stationsgleichungen. Für den einfachen Fall der Fig. 1 muß die Winkelſumme der ſechs Winkel um A 360° ſein. Bei der Berechnung umfangreicher Netze werden die Stationsausgleichungen in der Regel für ſich vorgenommen. Wenn Richtungsmeſſungen in vollen Sätzen vorliegen, ſind die Stationsbedingungen von vornherein erfüllt. 2. Dreiecks- oder allgemein Polygongleichungen. Im Beiſpiel der Fig. 1 muß die Winkelſumme in jedem Dreieck 180° ſein. Allgemein iſt die Winkelſumme im Polygon $(n-2)$ 180°, wenn n die Anzahl der Winkel bedeutet. In großen Dreiecken und Polygonen iſt der ſphäriſche Exzeß (ſ. Bd. 3, S. 525) zu berückſichtigen. 3. Seitengleichungen. Wenn von irgendeiner Dreiecksſeite, z. B. 1—2 der Fig. 1, auf irgend einem Wege durch ſämtliche Dreiecke hindurch auf dieſelbe Dreiecksſeite zurückgerechnet wird, ſo muß dieſe Rechnung widerſpruchsfrei abſchließen. Durch Aufſtellung und Auflöſung der entſprechenden Verbeſſerungs- und Endgleichungen (ſ. Beobachtungen, bedingte, Bd. 6, S. 420) ergeben ſich die den beobachteten Werten beizulegenden Verbeſſerungen, wodurch ein widerſpruchsfreier Netzzuſammenhang gewonnen wird, auf Grund deſſen die Koordinatenberechnung vorgenommen werden kann. Den hierdurch angedeuteten Rechnungsgang nennt man eine Netzausgleichung, die aufzuſtellenden Bedingungen die Netzbedingungen.

Entſprechend geſtaltet ſich der Rechnungsgang, wenn ein Dreiecksnetz in ein übergeordnetes Syſtem eingeſchaltet werden ſoll (Netzeinſchaltung), z. B. in das Dreieck A—1—6 der Fig. 1 das durch geſtrichelte Linien angedeutete Dreiecksnetz der Punkte 7 bis 11. Hierbei tritt zu den Bedingungen, welche in der Figur an ſich zu erfüllen ſind, noch die hinzu, daß das grundlegende Dreieck unverändert bleiben muß. Nach Durchführung dieſer Ausgleichung können ſodann aus den im übergeordneten Netz bereits feſtgeſtellten Koordinaten und Richtungswinkeln die Koordinaten der Neupunkte 7 bis 11 berechnet werden, wobei z. B. die Punkte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu Polygonzügen (f. Bd. 7, S. 183) zuſammengefaßt werden können und die genaue Uebereinſtimmung der auf verſchiedenen Wegen gewonnenen Werte eine Probe ergibt.

Für Kleintriangulierungen kann zuweilen ein vereinfachtes Ausgleichungsverfahren gewählt werden. Sind z. B. in Fig. 1 die Punkte 1 und 6 gegeben und die drei Punkte 8, 10, 11, deren Verbindungslinien Dreiecke im Zuſammenhang einer Kette bilden, zu beſtimmen, ſo hat man nach [3] und [5] den Fall des ſogenannten Einkettens. Sind aber z. B. die drei Punkte 1, 8, 6 und die ſie verbindenden Linien als gegeben zu betrachten und die Neupunkte 10 und 11 zu beſtimmen, ſo hat man nach [3] und [5] den Fall des ſogenannten Einſchaltens. Für dieſe Art der bei Kleintriangulierung vorkommenden Punktbeſtimmungen kann dann ein vereinfachter Rechnungsgang zur Erfüllung der Bedingungen angewendet werden; vgl. [1] und [3]—[5].

Bei Haupttriangulierungen iſt die Ausgleichung ſtreng nach der Methode der kleinſten Quadrate unter Berückſichtigung der Beobachtungsgewichte durchzuführen. Der Rechnungsgang iſt im übrigen der gleiche. Zum Beiſpiel ſind für die in Fig. 4 durch ſtarke Linien dargeſtellte rheiniſch-heſſiſche Kette nach Einführung der ihr angehörigen Baſis die Bedingungsgleichungen aufzuſtellen, die ſich aus der Figur ergeben. Hinzu treten die Bedingungsgleichungen aus dem Anſchluß an die ältere hannoverſche Kette, deren Seiten durch dicke Linien dargeſtellt ſind. In ähnlicher Weiſe iſt zu verfahren für das von der Kette umſpannte, in dünnen Linien gezeichnete niederrheiniſche Dreiecksnetz, wobei zu den Bedingungen des Netzes an ſich diejenigen des Randanſchluſſes hinzutreten. Derartige, durch gegebene Syſteme umſchloſſene Netze werden jedoch zweckmäßiger nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen behandelt (vgl. weiter unten).

Bei der Punktbeſtimmung durch Einſchneiden, d. h. durch mehrfache Anwendung des einfachen und vereinten Vorwärts- und Rückwärtseinſchneidens, handelt es ſich darum, den wahrſcheinlichſten Ort des geſuchten Punktes in Koordinaten auszudrücken.

Vorwärtseinſchneiden. Soll z. B. im Gebiet des Vierecks $A-2-3-4$ der Fig. 1 der Neupunkt 12 durch Vorwärtseinſchneiden mit den eingezeichneten Richtungen beſtimmt werden, ſo ſind zunächſt die auf den vier Punkten gemeſſenen Richtungen r nach den aus den Koordinaten berechneten Richtungswinkeln R zu orientieren. Dies geſchieht durch Zulegen des mittleren Richtungsunterſchiedes $[R-r]:m$ zu den Richtungen r. Die eckige Klammer iſt das Summenzeichen, m iſt die Anzahl der orientierenden Richtungen. Wenn z. B. auf Punkt 2 die Richtungen r_3, r_{12} und r_A gemeſſen und die Richtungswinkel R_3 und R_A aus den Koordinaten berechnet ſind, ſo iſt die Zulage $(R_3 - r_3 + R_A - r_A):2$. Zur Ausführung der Rechnung dient ein nach [3] und [5] als Abriß bezeichnetes Schema (vgl. a. Bd. 1, S. 27). Die ſo gewonnenen, im Koordinatenſyſtem orientierten, von gegebenen Punkten ausgehenden Richtungen werden als äußere Richtungen bezeichnet. Aus dem Schnitt zweier Richtungslinien, z. B. von A und 2 aus, ſind nun durch einfaches Vorwärtseinſchneiden (ſ. d.) die genäherten Koordinaten des Neupunktes 12 zu beſtimmen. Danach iſt der wahrſcheinlichſte Punktort entweder durch graphiſche Ausgleichung mit Hilfe einer fehlerzeigenden Figur (ſ. Bd. 4, S. 609) oder durch Ausgleichung nach den Regeln für vermittelnde Beobachtungen nach der Methode der kleinſten Quadrate abzuleiten. Hierbei wird für jede äußere Richtung eine ſogenannte Fehlergleichung aufgeſtellt, welche die Beziehung zwiſchen Richtungs- und Koordinatenänderung ausdrückt. Auf Grund dieſer Fehlergleichungen wird nach Aufſtellung und Auflöſung der ſogenannnten Endgleichungen der geſuchte Punktort ſo beſtimmt, daß die Quadratſumme der nach der Ausgleichung übrigbleibenden Richtungsfehler ein Minimum wird. Dieſer hier kurz angedeutete Rechnungsgang iſt der in der Kleintriangulierung übliche.

Rückwärtseinſchneiden. Es ſoll in Fig. 1 im Gebiet des Rahmens $A-12-3-4-5$ der Neupunkt 13 mit den auf ihm beobachteten ſogenannten inneren Richtungen beſtimmt werden. In die Rechnung eingeführt werden die Koordinaten der fünf gegebenen Punkte und das beobachtete Richtungsſyſtem. Zunächſt werden aus dem Schnitt dreier Richtungen, z. B. r_A, r_4, r_5, durch einfaches Rückwärtseinſchneiden (ſ. d.) genäherte Koordinaten des Neupunktes berechnet. Sodann wird der wahrſcheinlichſte Punktort entweder durch graphiſche Ausgleichung oder beſſer durch Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen gewonnen; im letzten Falle iſt wieder für jede beobachtete Richtung die Fehlergleichung aufzuſtellen und dann weiter zu rechnen, wie oben angedeutet.

Vereintes, vollſtändiges Einſchneiden. Liegen für die Beſtimmung eines Neupunktes ſowohl äußere als innere (zweiſeitige, doppelte) Richtungen vor, ſo hat man vereintes Einſchneiden. Sämtliche Richtungen werden, nachdem die äußeren Richtungen orientiert ſind, zuſammen in die Ausgleichung eingeführt, welche wieder entweder auf graphiſchem Wege oder nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen erfolgen kann. Fig. 1 zeigt in dem Rahmen $A-13-5-6$ die Beſtimmung des Neupunktes 14 durch vereintes Einſchneiden. Sind nicht, wie bisher für dieſe Punktbeſtimmung durch Einſchneiden angenommen, Richtungen beobachtet, ſondern einzelne Winkel, ſo erleidet der Rechnungsgang eine entſprechende Abänderung, [1] und [3]—[5].

Dieſe hier erläuterte Einzelpunktbeſtimmung durch Einſchneiden, wobei, wie angedeutet, vorher beſtimmte Punkte (z. B. 12 und 13) als gegeben in die nachfolgende Rechnung eingeführt werden und der Gewichtsunterſchied zwiſchen äußeren und inneren Richtungen vernachläſſigt wird, iſt die für Kleintriangulierungen übliche. Statt deſſen können aber auch mehrere Punkte oder ſämtliche Punkte eines Netzes gleichzeitig durch einheitliche Ausgleichung unter ſtrenger Berückſichtigung der Richtungsgewichte beſtimmt werden, z. B. in Fig. 5 auf Grund des in ſtarken Linien gezeichneten Rahmens die vier Punkte H, A, G, L oder in Fig. 4 die ſämtlichen Punkte des von der Kette umſchloſſenen niederrheiniſchen Netzes. Dieſes letztere Verfahren wird bei Haupttriangulierungen angewendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Theorie und Praxis der Triangulierungsausgleichung ist behandelt in der bei Methode der kleinsten Quadrate, Bd. 6, S. 415, genannten Literatur sowie besonders in [1]—[5]. Für die amtlichen Kleintriangulierungen gelten die für die Anordnung der Ausgleichungsrechnung erlassenen besonderen Vorschriften und Formulare, vgl. z. B. [5]. Bei den Haupttriangulierungen ist das angewendete Ausgleichungsverfahren (Ansatz der Bedingungsgleichungen, Gewichte u. s. w.) in den Veröffentlichungen [10]—[15] speziell dargestellt.

Während bei der Kleintriangulierung die einfachen Formeln der ebenen Dreiecks- und Koordinatenberechnung Anwendung finden, tritt bei den über große Gebiete ausgedehnten Landes- und Gradmessungstriangulierungen, welche für die Kleintriangulierungen die Unterlage liefern und den wissenschaftlichen Untersuchungen der Erdmessung dienen sollen, an Stelle der ebenen Berechnungsfläche das Erdellipsoid (Bd. 3, S. 483). Es tritt daher an Stelle des ebenen Dreiecks das sphärische, das sphäroidische oder allgemein das geodätische Dreieck (s. d., Bd. 4, S. 379); an Stelle der einfachen, ebenen, rechtwinkligen Koordinaten treten die sphäroidischen und geographischen Koordinaten. — Um eine Triangulierung auf dem Erdellipsoid zu orientieren, müssen mindestens für einen Punkt (z. B. *A*, Fig. 1) auf astronomischem Wege der absolute Ort in geographischen Koordinaten λ, φ (s. Geographische Ortsbestimmung, Bd. 4, S. 386, und Polhöhenbestimmung, Bd. 7, S. 169) und für eine Linie (z. B. *A*—3) das astronomische Azimut (s. Azimutbestimmung, Bd. 1, S. 425) gemessen werden. Alsdann können nach Auflösung der sphäroidischen Dreiecke aus den Dreiecksseiten und Azimuten, von Punkt zu Punkt fortschreitend, die geographischen Koordinaten auf dem Ellipsoid berechnet werden. Das Wesentlichste über diese Aufgabe, die man als geodätische Hauptaufgabe bezeichnet, sowie die grundlegende Literatur s. Bd. 4, S. 383. Der Uebergang von diesen geographischen Koordinaten λ, φ zu den ebenen rechtwinkligen Koordinaten der Kleinmessung wird vermittelt durch die sphärischen bezw. sphäroidischen Koordinaten, welche in Bd. 5, S. 620, behandelt sind. Im übrigen muß wegen der Theorie der sphäroidischen Rechnungen auf der Erdoberfläche verwiesen werden auf [1], Bd. 3, [2] und [7]—[9]. Außerdem geben die Veröffentlichungen der unten genannten Landes- und Gradmessungstriangulierungen [10]—[16] in der Regel die Theorie des angewendeten Rechnungsverfahrens an.

C. Anlage der Triangulierung.

Die Anordnung einer Landestriangulierung wird bedingt durch Form und Ausdehnung des Landes.

Bei der preußischen Landestriangulierung wird das Staatsgebiet durch ein weitmaschiges System von Dreiecksketten überspannt, wie die in Fig. 4 in starken Linien dargestellte rheinisch-hessische Kette; andre Ketten sind z. B. die hannoversche Kette, die hannoversch-sächsische Kette, die Elbkette, die schlesisch-posensche Kette u. s. w. Acht über das Staatsgebiet passend verteilte Grundlinien (s. Basis, Bd. 1, S. 558) liefern das Längenmaß für diese Ketten. Wegen des allmählichen Fortschrittes der Arbeit sind diese Ketten nacheinander zur Ausgleichung gelangt. Die von den Ketten umrahmten Gebiete sind durch sogenannte Füllnetze ausgefüllt, wie das niederrheinische Netz in Fig. 4; andre Füllnetze sind z. B. das schlesische, das märkische, das Wesernetz u. s. w. In die Hauptsysteme der Ketten und Netze, welche für sich geschlossen ausgeglichen werden, werden Gruppen untergeordneter Punkte und Einzelpunkte der Haupttriangulierung stufenweise eingeschaltet. Auf der Haupttriangulierung wird die Kleintriangulierung gegründet, so daß auf 10 qkm etwa zwei trigonometrische Punkte kommen. Die Berechnungsfläche ist das Besselsche Erdellipsoid (Bd. 3, S. 483, vgl. a. [10], Teil I—V), auf dem die Triangulierung durch trigonometrische Uebertragung der absoluten Position der Berliner Sternwarte und eine besondere Azimutmessung orientiert ist. Auf Grund dieser absoluten Positionen werden für sämtliche Punkte I.—IV. Ordnung geographische Koordinaten auf dem Ellipsoid berechnet, wozu die Rechnungsvorschriften amtlich festgestellt sind [43]. Während die Hauptketten und einzelne Netze nach der Methode der bedingten Beobachtungen ausgeglichen sind, werden die untergeordneten Systeme von den Füllnetzen ab, die Punktgruppen und Einzelpunkte nach Koordinaten ausgeglichen. Hierzu dient ein der preußischen Landesaufnahme eigentümliches Rechnungsverfahren. Es werden für diesen Zweck durch eine konforme Doppelprojektion die Messungen von dem Sphäroid auf eine Rechnungskugel und von dieser auf die Ebene und wieder zurück übertragen; vgl. hierüber [44]—[46] sowie Bd. 5, S. 622. Wegen der Landestriangulierungen der andern Staaten s. [10]—[15]. Eine zusammenfassende kritische Darstellung bis 1882 gibt [16], eine gute Uebersicht [1], Bd. 1, Kap. 4. Ueber den Stand der Landestriangulierungen in den zur internationalen Erdmessung (Bd. 3, S. 483) gehörenden Staaten wird fortlaufend berichtet in den Protokollen und Verhandlungen der internationalen Erdmessung. Ausführliche Berichte geben Ferrero in [18] und [19] sowie Helmert und Krüger in [20]. Eine Zusammenstellung der gesamten internationalen Literatur bis 1889 s. in [21]. Eine kurze Uebersicht über die besonderen, für Gradmessungszwecke (Breiten- und

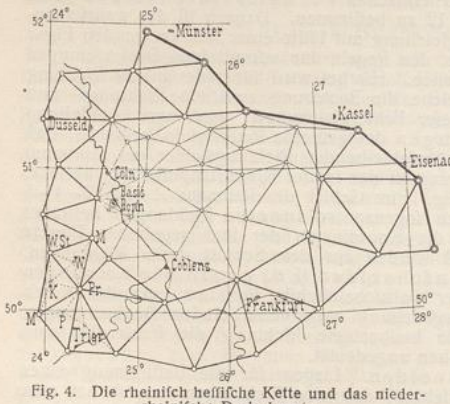


Fig. 4. Die rheinisch hessische Kette und das niederrheinische Dreiecksnetz.

Längengradmeſſungen) ausgeführten Triangulierungen gibt [47], das Weſentlichſte auch [1], Bd. 1 und 3. Einige der wichtigſten älteren Gradmeſſungstriangulierungen in Deutſchland neben den in [10]—[15] genannten ſind die hannoverſche Gradmeſſung von Gauß, vgl. hierzu [25] mit Literaturangaben, die oſtpreußiſche Gradmeſſung von Beſſel und Baeyer [22], das rheiniſche Dreiecksnetz des Preußiſchen Geodätiſchen Inſtituts [23]. Ueber die Bedeutung der Triangulierungen für die Beſtimmung und Unterſuchung der Erdfigur ſ. Erde, Bd. 3, S. 480. Wegen einer kolonialen Grenzvermeſſungstriangulierung ſ. [31].

Die als Unterlage für die Spezialvermeſſungen erforderlichen Kleintriangulierungen ſind eine Fortführung der Landestriangulierung, wobei nur entſprechend ihrem Zweck beſondere Rückſicht auf den ſicheren Anſchluß der Kleinmeſſungen zu nehmen iſt; z. B. iſt beſonders wichtig, daß benachbarte Punkte, welche durch Polygonzüge und Meſſungslinien verbunden werden, im Zuſammenhang beſtimmt werden. Die Einführung zweckmäßig angeordneter Berechnungsflächen ſ. Bd. 5, S. 620. Wegen der die Regel bildenden Einzelpunktausgleichung nach Koordinaten iſt eine zweckmäßige Punktfolge hierbei von großer Wichtigkeit; im allgemeinen ſoll der jeweils zu beſtimmende Neupunkt etwa im Schwerpunkt des ihm unmittelbar übergeordneten feſtſtehenden Rahmens liegen und durch Richtungen nach 3—6 gegebenen Punkten mit etwa 4—12 beſtimmenden (äußeren oder inneren) Richtungen (am beſten Doppelrichtungen) berechnet werden. In [49] iſt ein Schema für die Anordnung des Rechnungsganges mitgeteilt, welches gleichzeitig den Plan für die Richtungsmeſſung, die Punktfolge und die Ausgleichung gibt. Ein Beiſpiel für die Anordnung einer Kleintriangulierung zeigt Fig. 6. Sie zeigt eine für die Zwecke der Spezialvermeſſungen entworfene Triangulierung, welche durch Vermittlung des in Fig. 5 dargeſtellten Netzes ſich auf den in Fig. 4 unten links durch Buchſtaben bezeichneten Teilen der Kette und deren Zwiſchenpunkten gründet. Weiteres über die Anordnung der Kleintriangulierungen ſ. [1] und [3]—[5]. Für die amtlichen Triangulierungen der Kataſtervermeſſungen gelten die betreffenden Vorſchriften in den bei Kataſter (Bd. 5, S. 404) genannten Anweiſungen. Eine Ueberſicht über die Anordnung der amtlichen Kleintriangulierungen gibt [16], Bd. 2. Ueber die Triangulierung des deutſchen Kiautſchougebiets ſ. [32]. Für ſtädtiſche Triangulierungen ſei verwieſen auf [1], Bd. 2, [33]—[39], ſowie die zahlreichen Artikel in den Fachzeitſchriften, worüber die jährlichen Literaturberichte der Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen [6] eine Ueberſicht geben. Beiſpiele beſonderer Triangulierungen für den Bau des Gotthardtunnels und des Simplontunnels finden ſich in [40] und [41]. Wegen der trigonometriſchen Grundlagen für Eiſenbahnvorarbeiten ſ. [1], Bd. 2. Ueber die bei der preußiſchen Landesaufnahme eingeführte Beſtimmung der ſogenannten Leit- und Folgepunkte ſ. [42] und [1], Bd. 1, Kap. 3. — Ueber graphiſche Triangulierung bei der Meßtiſchaufnahme ſ. Bd. 6, S. 394.

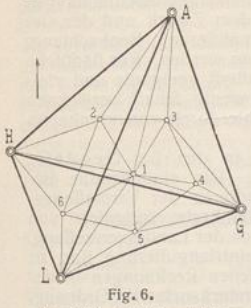


Fig. 6.

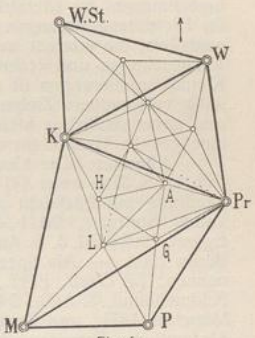


Fig. 5.

D. Ergebniſſe und Genauigkeit der Triangulierungen.

Die Ergebniſſe der Landestriangulierungen ſind die Richtungswinkel auf den Stationen und die Entfernungen nach den benachbarten Punkten, welche aus Beobachtung und Ausgleichung hervorgegangen ſind, d. h. Polarkoordinaten, und die geodätiſch abgeleiteten geographiſchen Koordinaten, Länge λ, Breite φ. Bei der preußiſchen Landestriangulation kommen die konformen Rechnungskoordinaten hinzu, welche jedoch nicht für den öffentlichen Gebrauch ohne weiteres geeignet ſind.

Die Ergebniſſe der Landestriangulierungen ſind veröffentlicht in den unter [10]—[15] und [18]—[23] genannten Werken. Für die Zwecke der amtlichen Spezialvermeſſungen werden aus den geographiſchen Koordinaten, welche für die topographiſchen Arbeiten direkte Verwendung finden, rechtwinklige Koordinaten abgeleitet (ſ. Bd. 5, S. 620), ſo daß die Ergebniſſe der Kleintriangulierungen ſind: rechtwinklige Koordinaten, beobachtete und ausgeglichene Richtungswinkel in dem betreffenden Koordinatenſyſtem und die Entfernungen zu den benachbarten Punkten. Die Ergebniſſe der Triangulierungen für die Spezialvermeſſungen werden bisher nur teilweiſe veröffentlicht, ſind aber ſtets von den betreffenden Behörden zu erfahren.

Die Genauigkeit der Triangulierungen iſt nach älteren Beſtimmungen bei Haupttriangulierungen als genügend zu betrachten, wenn die wahrſcheinlichen Fehler der Seiten nicht über 0,00001 der Länge hinausgehen, während für die Kleintriangulierung die Genauigkeit von 0,00004 der Länge genügt. Zurzeit läßt ſich der Fehler der Baſismeſſung etwa innerhalb 0,000001 der Länge halten und der Fehler einer auf der Station ausgeglichenen Richtung bei Anwendung der erwähnten großen Inſtrumente mit Schraubenmikroſkopableſung unter 0,5″ a. T. Bei der preußiſchen Landestriangulierung iſt der Fehler neuerdings nicht größer als 0,25″. Als Ausdruck für die Genauigkeit einer Triangulierung dient der mittlere (bezw. wahrſcheinliche) Fehler einer Richtung oder eines Winkels, wobei zu unterſcheiden iſt zwiſchen dem aus der Stationsausgleichung berechneten reinen Meſſungsfehler, dem aus den Dreiecks- bezw. Polygonwiderſprüchen abgeleiteten ſowie dem aus der Netzausgleichung mit etwaigem Anſchlußzwang ſich ergebenden Fehler. Als Vergleichswert für die Genauigkeit der internationalen Triangulierungen iſt ſeitens der internationalen Erdmeſſung [48] der aus den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dreiecksschlußwidersprüchen w sich ergebende Wert m nach der sogenannten internationalen Formel $m = \sqrt{[w^2] : 3n}$ eingeführt, worin die eckige Klammer das Summenzeichen und n die Anzahl der Dreiecke bedeuten. In [18], 19] ist für die wesentlichsten Triangulierungen der Erdmessungsstaaten die Genauigkeit angegeben. Für die besten Triangulierungen ist m rund 0,5″. Die aus den Netzausgleichungen sich berechnenden Fehler sind im allgemeinen größer, rund 1,5 mal so groß. In den unter [10]—[15], [22] und [23] genannten Veröffentlichungen sind weitere spezielle Fehlerunterſuchungen enthalten, auf welche hier nur verwiesen werden kann. Eine Uebersicht gibt [1], Bd. 1, S. 526. Der Fehler der Punktabstände auf der Berechnungsfläche ist bei guten Haupttriangulierungen für 30—60 km Abstand nicht über 1 dm, sehr häufig erheblich geringer. Der exakte Ausdruck für den Punktortfehler ist die Fehlerellipse (s. Bd. 3, S. 666). — Für Kleintriangulierungen ist der Fehler der Punktabstände unter der Voraussetzung der erwähnten Genauigkeit für das übergeordnete Netz bei Abständen bis zu 1 km, 0,75 oder 0,5 km auf rund einige Zentimeter bis höchstens 1 dm zu schätzen. Die Innehaltung dieser Genauigkeit wird im allgemeinen gesichert durch Fehlergrenzen für die Abweichung zwischen den endgültig ausgeglichenen und den beobachteten Richtungen. Bei den preußischen Katastervermessungen gilt z. B. für Triangulierung III. Ordnung als Fehlergrenze 15″, für IV. Ordnung 25″, V. Ordnung 35″. Zu diesen Abweichungen tragen etwa je zu einem Drittel bei die Fehler der gegebenen Punkte, die Fehler der Richtungs- bezw. Winkelmessung und die Fehler der Zentrierung der Instrumente und Signale. Wegen der Ausführung dieser Fehlerberechnungen für Kleintriangulierungen s. [49], [50]; Ergebnisse von Genauigkeitsbestimmungen für Kleintriangulierungen sind weiter mitgeteilt in [33]—[39]. Nach dem Zweck und der Genauigkeit, die erreicht werden soll, müssen die Punktbestimmung, Signalisierung, Beobachtung, Ausgleichungs- und Rechnungsverfahren und die Rechnenschärfe bemessen werden. Für städtische Kleintriangulierungen ist z. B. zu beachten, daß Kirchtürme, welche äußerst geeignete und vielseitig verwendbare Zielpunkte abgeben, die Punktorte zum Teil nur wenig scharf bezeichnen und unvermeidlichen kleinen Lageänderungen ausgesetzt sind, so daß hierdurch von vornherein eine gewisse Grenze für die Genauigkeit der Punktorte gegeben ist.

Literatur: Die Grundzüge der Triangulierung sind behandelt in den bei Geodäsie (Bd. 4, S. 378) unter [4]—[10] genannten Lehrbüchern der Geodäsie. Die eingehendste Behandlung mit Rücksicht auf Theorie und Praxis gibt [1] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart, Bd. 1, 5. Aufl., Reinhertz, 1904; Bd. 2, 7. Aufl., Reinhertz, fortgesetzt von Eggert, 1908; Bd. 3, 5. Aufl., Reinhertz, 1907. — [2] Hegemann, Lehrbuch der Landesvermessung, Berlin 1906. — Als Spezialschriften für das Rechnungswesen der Kleintriangulierung sind zu nennen: [3] Gauß, F. G., Die trigonometrischen und polygonometrischen Rechnungen in der Feldmeßkunst, 3. Aufl., 2 Bände, Halle 1906; ferner auch [4] Franke, Dreiecksnetze IV. Ordnung, München 1871, und Franke, Grundlinien der trigonometrischen Vermessung, Leipzig 1879. — Als amtliche Anweisung für das Rechnungswesen der Kleintriangulierung sei verwiesen auf [5], IX. Anweisung für die trigonometrischen und polygonometrischen Arbeiten bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters, 3. Aufl., Berlin 1903 (vgl. auch die Literatur zu Kataster, Bd. 5, S. 409). — Ueber die zahlreichen einschlägigen Aufsätze in den Fachzeitschriften geben eine Uebersicht die [6] jährlichen Literaturberichte der Zeitschr. f. Vermessungswesen, Stuttgart. — Die Theorie der sphärischen und sphäroidischen Triangulierung auf der gekrümmten Erdoberfläche ist behandelt in [7] Helmert, Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, Bd. 1: Die mathematischen Theorien, Leipzig 1880, sowie in [1] Jordan, Bd. 3. — Eine empfehlenswerte übersichtliche Darstellung geben auch [8] Zachariae, Die geodätischen Hauptpunkte, deutsch von Lamp, Berlin 1878. — [9] Clarke, Geodesy, Oxford 1880. — Einige der wichtigsten Veröffentlichungen über die Landestriangulierungen in Deutschland sind [10] Kgl. Preußische Landestriangulation, Hauptdreiecke, Teil I—XI, Berlin 1870—1901; ferner das die Ergebnisse darstellende, in 24 einzelnen Bänden nach Verwaltungsgrenzen erscheinende Werk [11] Kgl. Preußische Landestriangulation, Polarkoordinaten, geographische Positionen und Höhen (Titel der älteren Bände), Abrisse, Koordinaten und Höhen (Titel der neuen Bände), Teil 1—20, Berlin 1874—1908; fortlaufende Berichte über das Erscheinen der Werke in [6]. — [12] Die bayerische Landesvermessung in ihrer wissenschaftlichen Grundlage, München 1873, und Die bayerische Landesvermessung in ihrer geschichtlichen Entwicklung, München 1908. — [13] Kohler, Die Landesvermessung des Königreichs Württemberg in wissenschaftlicher, technischer und geschichtlicher Beziehung, Stuttgart 1858. — [14] Astronomisch-geodätische Arbeiten für die europäische Gradmessung im Königreich Sachsen, 1. Abteil.: Die Großenhainer Grundlinie, Berlin 1882; 2. Abteil.: Das trigonometrische Netz, Berlin 1890. — [15] Großh. Mecklenburgische Landesvermessung, 4 Teile, Schwerin 1882; 5. Teil, 1895. — Weiteres über die deutschen Landesvermessungstriangulierungen gibt bis 1882 [16] Jordan-Steppes, Das deutsche Vermessungswesen, 2 Bde., Stuttgart 1882. — Ueber diese sowie die internationalen Arbeiten geben Auskunft [17] die Veröffentlichungen der internationalen Erdmessung bezw. der europäischen Gradmessung, Verhandlungen, Protokolle u. s. w., sowie auch [18] Internationale Erdmessung, Verhandl. zu Brüssel 1892; Ferrero, Rapport sur les triangulations (besonderer Band). — [19] Ebend., Berlin 1895, Bd. 2, A. 3. — [20] Ebend., Kopenhagen 1903, Bd. 2, B. 13. — [21] Internationale Erdmessung, geodätische Literatur, zusammengestellt von Börsch, Berlin 1889. — [22] Bessel u. Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen, Berlin 1838. — [23] Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts, Das rheinische Dreiecksnetz, Heft 1, Berlin 1876; Heft 2, 1878; Heft 3, 1882. — [24] Kgl. Preußische Landestriangulation, Triangulation II. Ordnung der Umgegend von Berlin, Berlin 1867. — [25] Gaede, Beiträge zur Kenntnis von Gauß' praktisch-geodätischen Arbeiten, Zeitschr. f. Verm. 1885, S. 113. — [26] Erfurth, Technischer Betrieb der Feldarbeiten der Triangulation I. Ordnung, Zeitschr. f. Verm. 1887, S. 377. — [27] Paschen, Astronom. Nachr., Nr. 1492/93. — [28] Vogler, Stationsbeobachtungen in sym-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

metriſcher Anordnung, Zeitſchr. f. Verm. 1885, S. 49. — [29] Schreiber, Anordnung der Horizontalwinkelbeobachtungen auf der Station, Zeitſchr. f. Verm. 1878, S. 209; Derſ., Richtungsbeobachtungen und Winkelbeobachtungen, ebend. 1879, S. 97. — [30] Werner, Winkelmeſſung bei Tag und Nacht, Zeitſchr. f. Inſtrumentenk. 1883, S. 225. — [31] Bericht über die Grenzvermeſſung zwiſchen Deutſch-Südweſtafrika und Britiſch Bechuanaland, Berlin 1906. — [32] Die Vermeſſung des deutſchen Kiautſchougebiets, Berlin 1901. — Für ſtädtiſche Triangulierungen ſei verwieſen auf [33] Jordan, Triangulierung des Stadtbezirks Hannover, Zeitſchr. f. Verm. 1892, S. 1. — [34] Harkſen, Haupttriangulation für den Stadtkreis Remſcheid, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 153. — [35] Händel, Vermeſſung der Stadt Leipzig, Zeitſchr. f. Verm. 1895, S. 100; vgl. a. die bei Stadtvermeſſung genannte Literatur. — [36] Gerke, Triangulation und Polygoniſierung der Stadt M.-Gladbach, Hannover 1885. — [37] Stück, Das hamburgiſche Vermeſſungsweſen, 3. Teil, Hamburg 1886. — [38] Vermeſſung der Freien Hanſeſtadt Bremen; Geißler, Triangulation II. Ordnung, Bremen 1890; III. Ordnung, 1891; IV. Ordnung, 1894. — [39] Das Vermeſſungsweſen der Kgl. Haupt- und Reſidenzſtadt Dresden, Triangulation I., II., III. Ordnung, Dresden 1896. — [40] Koppe, Beſtimmung der Achſe des Gotthardtunnels, Zeitſchr. f. Verm. 1875, S. 369; 1876, S. 86, 129 u. f. f. — [41] Roſenmund, Spezialberichte der Direktion der Jura-Simplonbahn an das ſchweizeriſche Eiſenbahndepartement über den Bau des Simplontunnels, Bern 1901. — [42] Jordan, Beſtimmung eines Folgepunktes bei der trigonom. Abteilung der Landesaufnahme, Zeitſchr. f. Verm. 1889, S. 1. — [43] Rechnungsvorſchriften für die trigonometriſche Abteilung der Landesaufnahme, Formeln, Tafeln u. ſ. w., I., II., III. Ordnung, Berlin 1878. — [44] Schreiber, Die konforme Doppelprojektion der trigonometriſchen Abteilung der preußiſchen Landesaufnahme, Berlin 1897. — [45] Schreiber, Theorie der Projektionsmethode der hannoverſchen Landesvermeſſung, Hannover 1866. — [46] v. Schmidt, Projektionsmethode der trigonom. Abteilung der Kgl. Preuß. Landesaufnahme, Zeitſchr. f. Verm. 1894, S. 385. — [47] Sadebeck, Der Entwicklungsgang der Gradmeſſungsarbeiten, Berlin 1876. — [48] Internationale Erdmeſſung, Verhandlungen in Nizza 1887, Berlin 1888, S. 54. — [49] Reinhertz, Die Verbindungstriangulation zwiſchen dem rheiniſchen Dreiecksnetz der europäiſchen Gradmeſſung und der Triangulation des Dortmunder Kohlenreviers der preußiſchen Landesaufnahme, Stuttgart 1889. — [50] Derſ., Einige Bemerkungen über Kleintriangulierung, Zeitſchr. f. Verm. 1892, S. 452.

(† Reinhertz) Hillmer.

Triasformation (Trias), ſ. Buntſandſtein-, Muſchelkalk-, Keuperformation.

Tribüne, 1. Rednerbühne, erhöhter Standplatz für Anſprachen bei Volksverſammlungen. 2. Schaugerüſt, meiſt vorübergehend, aus Holz errichtet, offen oder mit Schutzdach verſehen, zur Aufnahme einer großen Zahl von Zuſchauern bei Wettrennen, Volksfeſten, militäriſchen Schauſtellungen u. dergl. 3. Empore oder Galerie in großen Sälen (ſ. d.). 4. Balkon oder Altan am Aeußeren von öffentlichen Gebäuden.

Weinbrenner.

Trichromie, die Erzeugung eines Abbildes in naturwahren Farben durch Kombinierung eines gelben, eines purpurroten und eines grünblauen Teilbildes; ſ. Dreifarbendruck.

A. W. Unger.

Trichterwagen, ſ. Erdförderwagen, Selbſtentlader.

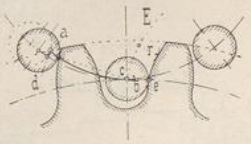
Triebmaß, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Triebräder oder Treibräder an Lokomotiven, die auf der Kurbelwelle ſitzenden Räder, im Gegenſatz zu den Kuppelrädern.

Triebſtahl, ſ. Draht, Bd. 3, S. 16.

Triebſtockverzahnung enthält an dem einen Rade axial ſtehende runde Stifte als Zähne.

Wegen der Einfachheit der Herſtellung iſt dieſe Verzahnung ſehr früh ſchon benutzt worden, z. B. zum Antrieb der Mühlſpindeln mit der ſogenannten Laterne, dem kleinen, aus zwei Scheiben und den Stiften beſtehenden Rade, von der Waſſerradwelle aus mit Pflöcken, die ſeitlich an einem größeren Kranze vorſtehen. Dasſelbe Getriebe, Kronradgetriebe, findet ſich vielfach in größeren Uhrwerken. Ferner bildet man Zahnſtangen mit Triebſtöcken leiterförmig aus. Sonſt wird dieſe Verzahnung nur ſelten benutzt. — Erweitert man den im Teilkreiſe liegenden Punkt c (ſ. die Figur) der Punktverzahnung (Bd. 7, S. 297) zu einem Kreiſe vom Durchmeſſer $2r$ gleich der Zahnſtärke, ſo hat man zu der Epicykloide E, welche den Kopf des Gegenzahnes bildete, eine Aequidiſtante im Abſtande r nach innen zu legen, um die zum Triebſtock paſſende Kopfform zu erhalten. Dieſe geht theoretiſch von dem Punkte e, welcher in der den Teilkreis in c berührenden Tangente liegt, erſt ein kleines Stück nach unten, dann ſcharf umkehrend aufwärts. Der abſteigende Zweig, der bis innerhalb des Teilkreiſes reicht, liegt frei in der Zahnlücke. Der Eingriff beginnt daher eigentlich erſt zwiſchen e und c bei b, im tiefſten Punkte der Kurve $a\,c\,e$.



Zeichnet man den Triebſtock mehrmals auf dem Teilkreiſe etwas verſetzt auf, ſo iſt jedesmal der dem Punkte c am nächſten liegende Punkt der Triebſtockkreiſe ein Punkt der Eingrifflinie; danach iſt $a\,b$ die Eingriffſtrecke, $a\,d$ das ſehr kurze arbeitende Stück des Umfanges, $d\,b$ der Eingriffbogen, welcher $> t$ ſein muß, wonach die Kopfhöhe k

des eingreifenden Rades zu bestimmen ist. Die Fußkurve kann ein die Lücke ausfüllender Halbkreis sein. *Lindner*

Triebwerk, das laufende Zeug an mechanischen Einrichtungen, z. B. die Dampfmaschinenteile der Lokomotive, oder s. v. w. Transmission (s. d.).

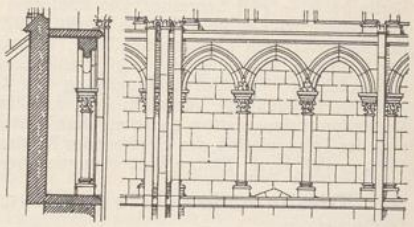
Triebwerksräder heißen die mit höherer Geschwindigkeit laufenden, mit Rücksicht auf Abnutzung und ruhigen Gang zu entwerfenden Zahnräder im Gegensatz zu langsam bewegten Rädern, sogenannten Kranrädern, für reine Kraftübersetzung. v. Bach nennt die ersteren Arbeits-, die letzteren Krafträder. *Lindner.*

Trieur, eine Reinigungsmaschine für Getreide (s. d.), welche bestimmt ist, die kugeligen Unkrautgefäme aus den Getreidekörnern auszulesen.

Ein geneigt liegender, langsam umlaufender Zylinder ist auf seiner Innenseite mit halbkugelförmigen oder etwas einseitig vertieften, taschenartigen Zellen versehen, die durch Stanzen oder Fräsen hergestellt werden. Das zu reinigende Getreide strömt am oberen Ende ein und gleitet während der Drehung des Zylinders nach abwärts, bis es unten wieder austritt. Die kugeligen Gefäme bleiben in den Vertiefungen liegen und werden mit hochgenommen, bis sie aus den Zellen herausfallen und durch eine im Zylinder schwebende Mulde aufgefangen werden. *Arndt.*

Trieuse, s. Aufbereitung, magnetische, Bd. 1, S. 347.

Triforium (Dreibogen), ein Mauergang der in den mittelalterlichen Domen von basikaler Anlage in der Mittelschiffmauer zwischen den Bogenöffnungen des Seitenschiffes und unter den Fenstern des oberen Lichtgadens hinführt. Durch eine vorgestellte zierliche Bogenstellung (s. die Figur) wird die hohe Wandfläche, an welche das Dach des Seitenschiffs sich anlehnt, belebt. *Weinbrenner.*



Triften (Holzschwemmen), Fortschwemmen einzelner Holzstücke, Brennholzscheite oder Baumstammteile (Bloche) in kleineren Wasserläufen erfordert mindestens 0,6 m Wassertiefe. Sollten bei dieser Tiefe die schwimmenden Hölzer zufällig stecken bleiben, so müssen Triftarbeiter, mit langen Hakenstangen ausgerüstet, nachhelfen. Meist wird durch plötzliches Ablassen größerer Wassermengen aus Wasseransammlungen eine hinreichend tiefe Wasserwelle erzeugt (zeitweiser Betrieb).

Die Wasseransammlungen bewirkt man durch Stauwerke; als solche können dienen: 1. ein provisorischer Damm, hergestellt aus Erde, Faschinen u. dergl.; dieser sowie auch das gebildete Bassin heißt ein Keuter; bei jedem Wasserauslassen und Schwemmen wird er durchstochen und dann für späteren Gebrauch wieder instand gesetzt; 2. eine niedrige Holzwand mit einer mittels Falle oder Tor verschließbaren Oeffnung, die bis auf den Grund reicht; der so gebildete Teich wird Wasserstube genannt; 3. ein größerer Damm oder eine Mauer mit Durchlaßöffnungen für Wasser und Holz; hier hat man eine Klause oder Triftklause vor sich, und der zugehörige Wassersammelraum heißt Klausenhof; s. a. Flößereianlagen.

Eine besondere, beim Triften vorkommende Baukonstruktion sind die Rechenwände, welche, im Triftgewässer eingebaut, fürs Wasser durchlässig sind, das schwimmende Holz aber zurückhalten. Solche Wände, die zur Führung während des Schwemmens, zum Abhalten des Holzes von einem abzweigenden Kanale u. s. w. dienen, heißen speziell Triftrechen; solche aber, welche am Ende des Triftens das Holz aufzufangen haben, Fangrechen. Bei all diesen Rechen sind die stauenden Bestandteile die sogenannten Spindeln oder Triftstecken *ss*, Fig. 3, d. h. lotrechte oder schräge Holzstangen, etwa 12 cm dick und zwischen einander ca. 30 cm freie Lichtweite lassend. Dieselben sind durch Löcher im Gurtbaume *mn*, dem oberen Spindelbaume, hindurchgesteckt und ebenso durch den unteren Spindelbaum *m′n′*, welcher etwas über der Flußsohle sich befindet; statt des letzteren ist manchmal nur eine Schwelle in der Sohle, gegen welche sich die unteren Enden der etwas in den Boden eingeschlagenen Spindeln stützen. Zur Bedienung des Rechens gebraucht man den Triftsteg *i*, welcher so wie der obere Spindelbaum entweder

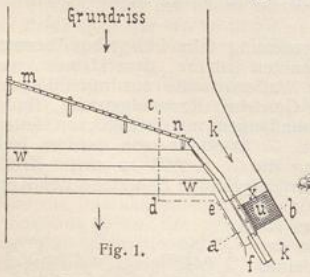


Fig. 1.

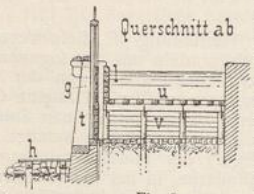


Fig. 2.

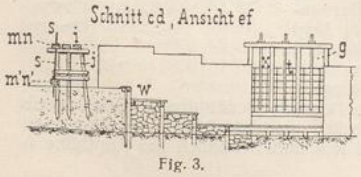


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf in gewiſſen Entfernungen eingerammten Holzböcken (Jochen) *j* oder auf gemauerten Pfeilern aufgelagert iſt. Danach bezeichnet man die erſteren als Jochrechen und die letzteren als Pfeilerrechen oder maſſive Rechen.

Liegt der Holzſammelplatz oder Holzhof abſeits vom Triftgewäſſer, ſo führt man dorthin einen ſogenannten Triftkanal *k k* (Fig. 1), welcher meiſt wegen ſeiner höheren Lage von der Oberſeite eines Wehrs *w w* abzweigt. Um die Strömung und damit auch das ſchwimmende Holz beſſer in den Kanal hineinzulenken, wird das Wehr oder zumindeſt der Fangrechen ſchief über den Bach geſtellt und außerdem im Wehrbacken anſchließend an das Wehrende ein Grundablaß (Freiarche) *g* angeordnet, deſſen Schützen *t* während des Triftens entſprechend geöffnet ſind. — Die Kanalſohle iſt auf die Länge des Grundablaſſes bis zum unteren Schweller der Schützen vertieft und dieſe Vertiefung oben durch ein Holzgitter *u* (Holzroſt, Spiegel) überdeckt, damit wohl Geſchiebe, doch nicht das treibende Holz durch den Grundablaß in den Unterlauf des Baches hinabgeſchwemmt werden können. Sollten auch etwas größere Steine von der Strömung herbeigeführt werden, ſo beläßt man behufs ſicheren Auffangens derſelben in der erſten Abteilung *x* der Grundſchleuſe die Sohlenvertiefung offen, alſo ohne Spiegel. — Endlich dient der Grundablaß auch zur Regulierung des Waſſerſtandes im Triftkanal (Fig. 2 und 3).

Literatur: [1] Pechmann, Anleitung zum Flußbau, München 1832, Bd. 2, S. 29 u. 68. — [2] Hagen, Handbuch der Waſſerbaukunſt, Berlin 1874, 2. Teil, Bd. 3, S. 164. — [3] Strukel, M., Der Waſſerbau, Helſingfors und Leipzig 1904, 4. Teil, S. 49. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1906, 3. Teil, Bd. 5, S. 22. *Pollak.*

Triga, dreiſpännige Streitwagen der antiken Zeit, die in bronzener Nachbildung zumeiſt Triumphbögen und andre Bauten bekrönten (vgl. Quadriga).

Triglyphe (Dreiſchlitz), ſ. Säulenordnung, Bd. 7, S. 552, Fig. 1, 3 und 4.

Trigonometrie, Ausmeſſung der Dreiecke und Berechnung derſelben aus gegebenen Stücken. Zu dieſem Zweck wird von den goniometriſchen Funktionen der Winkel (ſ. Goniometrie) Gebrauch gemacht.

A. Ebene Trigonometrie. Seiten a, b, c, Winkel α, β, γ. $\alpha+\beta+\gamma=180^0$.

I. Rechtwinkliges Dreieck (Fig. 1). α ſei rechter Winkel; $\beta+\gamma=90^0$. Es iſt: $b=a\sin\beta=a\cos\gamma$; $c=a\cos\beta=a\sin\gamma$; $b=c\,\mathrm{tg}\,\beta=c\cot\gamma$; $c=b\,\mathrm{tg}\,\gamma=b\cot\beta$; $a^2=b^2+c^2$.

II. Schiefwinkliges Dreieck (Fig. 2)

Sinusſatz: $a:b:c=\sin\alpha:\sin\beta:\sin\gamma$.

Coſinusſatz: $a=b\cos\gamma+c\cos\beta$ (und die beiden hieraus durch cykliſche Vertauſchung von a, b, c; α, β, γ hervorgehenden Formeln).

Pythagoräiſcher Lehrſatz im ſchiefwinkligen Dreieck: $a^2=b^2+c^2-2bc\cos\alpha$.

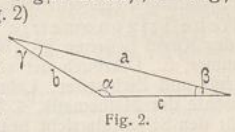


Fig. 2.

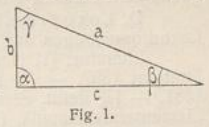


Fig. 1.

Mollweides Formeln: $(b+c)\sin\frac{\alpha}{2}=a\cos\frac{\beta-\gamma}{2}$; $(b-c)\cos\frac{\alpha}{2}=a\sin\frac{\beta-\gamma}{2}$ u. ſ. w.

Neperſche Analogien: $b+c:b-c=\mathrm{tg}\frac{\beta+\gamma}{2}:\mathrm{tg}\frac{\beta-\gamma}{2}$ u. ſ. w.

Höhe $h_a=b\sin\gamma=c\sin\beta$. Fläche: $\frac{1}{2}ab\sin\gamma$. Radius des Umkreiſes $R=\frac{a}{2\sin\alpha}$.

Radius des Inkreiſes $r=\sqrt{\frac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}}$, wo $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$.

Ferner iſt $r=\frac{a\sin\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}}$. Sind α, β, γ die Winkel eines Dreiecks, ſo gelten die Formeln:

$\sin\alpha+\sin\beta+\sin\gamma=4\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}$; $\sin\alpha+\sin\beta-\sin\gamma=4\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}$;

$\cos\alpha+\cos\beta+\cos\gamma=1+4\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}$; $\cos\alpha+\cos\beta-\cos\gamma=4\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}-1$;

$\sin 2\alpha+\sin 2\beta+\sin 2\gamma=4\sin\alpha\sin\beta\sin\gamma$; $\sin 2\alpha+\sin 2\beta-\sin 2\gamma=4\cos\alpha\cos\beta\sin\gamma$;

$\cos 2\alpha+\cos 2\beta+\cos 2\gamma=-4\cos\alpha\cos\beta\cos\gamma-1$; $\cos 2\alpha+\cos 2\beta-\cos 2\gamma=1-4\sin\alpha\sin\beta\cos\gamma$;

$\mathrm{tg}\,\alpha+\mathrm{tg}\,\beta+\mathrm{tg}\,\gamma=\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\beta\,\mathrm{tg}\,\gamma$; $\cot\frac{\alpha}{2}+\cot\frac{\beta}{2}+\cot\frac{\gamma}{2}=\cot\frac{\alpha}{2}\cot\frac{\beta}{2}\cot\frac{\gamma}{2}$;

$\mathrm{tg}\frac{\beta}{2}\mathrm{tg}\frac{\gamma}{2}+\mathrm{tg}\frac{\gamma}{2}\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}+\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}\mathrm{tg}\frac{\beta}{2}=1$; $\cot\beta\cot\gamma+\cot\gamma\cot\alpha+\cot\alpha\cot\beta=1$.

B. Sphäriſche Trigonometrie. Im ſphäriſchen Dreieck ſind die Seiten ebenfalls Winkelgrößen, nämlich Großkreisbögen; die Dreieckswinkel ſind die Winkel der Ebenen dieſer Großkreisbögen.

I. Rechtwinkliges Dreieck (Fig. 3). α ſei der rechte Winkel. Es iſt $\cos a=\cos b\cos c$; $\sin b=\sin a\sin\beta$; $\sin c=\sin a\sin\gamma$; $\mathrm{tg}\,c=\mathrm{tg}\,a\cos\beta$; $\mathrm{tg}\,b=\mathrm{tg}\,a\cos\gamma$; $\mathrm{tg}\,b=\sin\mathrm{tg}\,\beta$; $\mathrm{tg}\,c=\sin b\,\mathrm{tg}\,\gamma$; $\cos a=\cot\beta\cot\gamma$; $\cos\beta=\cos b\sin\gamma$; $\cos\gamma=\cos c\sin\beta$.

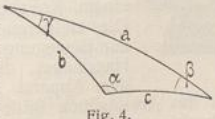


Fig. 4.

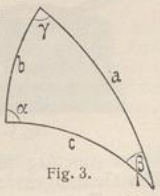


Fig. 3.

II. Schiefwinkliges Dreieck (Fig. 4).

Coſinusſatz: $\cos a=\cos b\cos c+\sin b\sin c\cos\alpha$ u. ſ. w.

Sinusſatz: $\sin a:\sin b:\sin c=\sin\alpha:\sin\beta:\sin\gamma$; $\sin a\cos\beta=\cos b\sin c-\sin b\cos c\cos\alpha$ u. ſ. w.

$\cos\alpha=-\cos\beta\cos\gamma+\sin\beta\sin\gamma\cos a$ u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Delambrefche Gleichungen (Gaußfche Formeln):

$$\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b+c}{2}=\sin\frac{a}{2}\cos\frac{\beta-\gamma}{2};\quad \sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{b+c}{2}=\cos\frac{a}{2}\cos\frac{\beta+\gamma}{2};$$

$$\cos\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b-c}{2}=\sin\frac{a}{2}\sin\frac{\beta-\gamma}{2};\quad \cos\frac{a}{2}\cos\frac{b-c}{2}=\cos\frac{a}{2}\sin\frac{\beta+\gamma}{2}.$$

Neperfche Analogien:

$$\operatorname{tg}\frac{b+c}{2}\cos\frac{\beta+\gamma}{2}=\operatorname{tg}\frac{a}{2}\cos\frac{b-\gamma}{2};\quad \operatorname{tg}\frac{b-c}{2}\sin\frac{\beta+\gamma}{2}=\operatorname{tg}\frac{a}{2}\sin\frac{\beta-\gamma}{2};$$

$$\operatorname{tg}\frac{\beta+\gamma}{2}\cos\frac{b+c}{2}=\cot\frac{a}{2}\cos\frac{b-c}{2};\quad \operatorname{tg}\frac{\beta-\gamma}{2}\sin\frac{b+c}{2}=\cot\frac{\alpha}{2}\sin\frac{b-c}{2}.$$

Es fei ferner $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$; $S=\sqrt{\sin s\sin(s-a)\sin(s-b)\sin(s-c)}$ der fogenannten Eckenfinus oder die Amplitude des Dreiecks. Alsdann ift $2S=\sin\alpha\sin b\sin c$ u. f. w.; $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{\sin(s-b)\sin(s-c)}{\sin s\sin(s-a)}}$ u. f. w. Die Größe $\varepsilon=\alpha+\beta+\gamma-180^0$ heißt fphärifcher Exzeß. Die Dreiecksfläche verhält fich zur Kugelfläche wie der fphärifche Exzeß zu 720°.

Gleichung von L'Huilier: $\operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{4}=\sqrt{\operatorname{tg}\frac{s}{2}\operatorname{tg}\frac{s-a}{2}\operatorname{tg}\frac{s-b}{2}\operatorname{tg}\frac{s-c}{2}}$.

Ferner ift $\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}-\frac{\varepsilon}{4}\right)=\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\frac{s-b}{2}\operatorname{tg}\frac{s-c}{2}}{\operatorname{tg}\frac{s}{2}\operatorname{tg}\frac{s-a}{2}}}$ u. f. w.

Höhe $\sin h_a=\sin b\sin\gamma=\sin c\sin\beta$. Radius des Umkreifes $\operatorname{tg}P=\frac{2\sin\frac{a}{2}\sin\frac{b}{2}\sin\frac{c}{2}}{S}$.

Radius des Inkreifes $\operatorname{tg}\varrho=\sqrt{\frac{\sin(s-a)(s-b)(s-c)}{\sin s}}$.

Berechnung der ebenen und fphärifchen Dreiecke f. Dreiecksberechnung.

C. Sphäroidifche Trigonometrie heißt die Ausmeffung der Dreiecke, welche von geodätifchen Linien auf Sphäroiden (abgeplatteten Rotationsellipfoiden) gebildet werden [6]–[8].

D. Loxodromifche Trigonometrie heißt die Meffung der Dreiecke, welche aus Loxodromenbögen auf der Kugel beftehen [9], [10].

Literatur: [1] Hammer, E., Lehrbuch der ebenen und fphärifchen Trigonometrie, 2. Aufl., Stuttgart 1897. — [2] Heis und Efchweiler, Lehrbuch der Geometrie, 3. Teil, 7. Aufl., Cöln 1881. — [3] Reidt, Elemente der Mathematik, 4. Teil, 7. Aufl., Berlin 1891. — [4] Kambly, Die Elementarmathematik, für den Schulunterricht bearbeitet, III, Breslau 1895. — [5] Conradt, Lehrbuch der ebenen Trigonometrie, Leipzig 1889. — [6] Grunert, Sphäroidifche Trigonometrie, Berlin 1833. — [7] Gudermann, Fundamenta trigonometriae sphaeroidicae exacta, Berlin 1847. — [8] Ciscato, Sulle formole fondamentali della trigonometria sferoidica, Venedig 1892. — [9] Grunert, Loxodromifche Trigonometrie, Leipzig 1849. — [10] Gustavowicz, Theorie der loxodromifchen Kurve und des loxodromifchen Dreiecks mit Anwendung auf Kartographie und Auflöfung nautifcher Probleme, I und II, Krakau 1891/92. — [11] v. Braunmühl, Vorlefungen über Gefchichte der Trigonometrie, I, Leipzig 1900. — [12] Killmann, P., Lehrbuch der ebenen Trigonometrie, 13. Aufl., Mittweida 1904. — [13] Lübfen, H. B., Ausführliches Lehrbuch der ebenen und fphärifchen Trigonometrie, 19. Aufl., Leipzig 1908.

Wölffing.

Trikot, ein der Buckskingattung angehöriges Tuchgewebe; f. a. Weberei und Wirkerei.

Trilinear, linear in drei Veränderlichenreihen.

Trimetrifche Koordinaten, die fenkrechten Entfernungen eines Punkts von drei in der Ebene gegebenen Geraden.

Trimmer (Beftoßapparat, -mafchinen), zum Beftoßen (glatten Befchneiden) von Holzkanten, zum Herftellen von Gehrungen (f. d.) u. f. w. dienend.



Fig. 1.

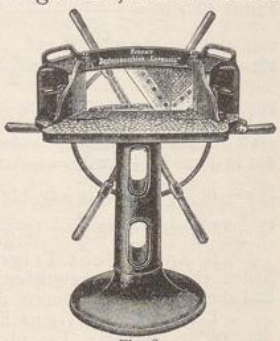


Fig. 2.

Die Trimmer Fig. 1 und 2 befitzen zwei unter rechtem Winkel zufammenftoßende, an einem Schlitten befeftigte Meffer. Die Schlitten find entweder geradlinig (Fig. 1) oder in einem Kreisbogen (Fig. 2) geführt. Die kleineren Ausführungen haben zur Bewegung des Schlittens einen Handhebel, die größeren ein Handrad mit Räderüberfetzung. Bei dem Apparat Fig. 1 ift der Meffcrfchlitten gefchloffen, fo daß er einen Anfchlag für das Arbeitsftück bildet und eine gleichmäßige Spandicke beftimmt wird. Um Gehrungen fchneiden zu können, find verftellbare Anfchläge vorhanden. *A. Widmaier.*

Trimmoment eines Schiffes, das bei Gewichtsverfchiebung in der Längsrichtung auftretende Moment, welches eine Tauchungsänderung des Schiffes

vorn und hinten verurfacht. Iſt p ein Gewicht, das um die Strecke l verfchoben iſt, *Depl.* das Deplacement, L die Schiffslänge und $M_1 G$ die Entfernung des Längenmetazentrums vom Syſtemſchwerpunkt, ſo iſt das Trimmoment $pl = Depl. M_1 G : L$. — Vgl. Metazentrum, Schiffsberechnung. *T. Schwarz.*

Trimmtank, ein waſſerdicht abgeſchotteter Raum im Vor- bezw. Hinterſchiff, welcher durch Füllen mit Waſſer dazu benutzt wird, die Trimmlage des Schiffes zu ändern und eine Tauchungsänderung hervorzubringen. *T. Schwarz.*

Trinkwaſſeruntersuchung, die phyſikaliſche, chemiſche und bakteriologiſche Prüfung ſowie die Feſtſtellung der Herkunft eines zum Trinken beſtimmten Waſſers.

Die phyſikaliſche Unterſuchung ſtellt feſt: Klarheit und Farbe, Geruch und Geſchmack, fremde Beimengungen und Temperatur. Ein gutes Trinkwaſſer ſoll 1. kriſtallhell, 2. farblos, 3. geruchlos, 4. wohlſchmeckend und 5. frei von Suſpenſionen ſein; es darf 6. in unſerm Klima nicht weniger als $+4$—5 und nicht mehr als $+10$—$12°$ C. Temperatur haben. Sind dieſe Bedingungen nicht oder nur teilweiſe erfüllt, ſo iſt vor allem nach der Urſache zu forſchen, die eine Abweichung hervorruft; ergibt ſich dabei, daß kein geſundheitsſchädliches Verhalten aus der Abweichung erfolgt, ſo iſt die Benutzung ſolchen Waſſers auch nicht ausgeſchloſſen. Einzelne der oben verlangten Eigenſchaften (z. B. 1, 2, 3, 5) können durch künſtliche Behandlung des Waſſers hergeſtellt werden (vgl. Filtration, Waſſerreinigung). Makroſkopiſche organiſierte Subſtanz darf ſelbſtverſtändlich in keinem Trinkwaſſer vorkommen.

Die chemiſche Unterſuchung hat alle anorganiſchen und organiſchen Zumengungen zum Waſſer, d. h. den Unterſchied gegenüber H_2O, feſtzuſtellen; die Unterſuchungsmethoden ſ. unter Waſſer und in [1]. Giftige Subſtanzen, Ammoniak, ſalpetrige Säure, Chloride in großen Mengen, ſollen im Trinkwaſſer nicht vorhanden ſein; Salpeterſäure und Chloride in kleinen Mengen ſind — je nach Herkunft — zuläſſig oder zu beanſtanden; letzteres z. B., wenn ſie putrider Natur ſind. Kohlenſäuregehalt iſt erwünſcht; ein geringer Eiſengehalt iſt der Geſundheit nicht nachteilig. Die Härte im Waſſer (ſ. d.) iſt, ſofern ſie 20 deutſche Grade nicht überſteigt, erwünſcht; über dieſe Grenze hinaus iſt ſie der Geſundheit weniger zuträglich. Letzteres trifft auch dann zu, wenn ſie von ſchwefelſauerm Kalk herrührt oder der Magneſia mehr als 4—5 deutſche Härtegrade zufallen. Der Gehalt an organiſchen Zumengungen ſoll ein möglichſt kleiner ſein; er wird an dem Verbrauche von Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) oder von Sauerſtoff (O) gemeſſen, wobei 79 Teile $KMnO_4$ und 20 Teile O dieſelben Mengen organiſcher Subſtanz oxydieren.

Die bakteriologiſche Unterſuchung, wegen deren Vornahme wir auf [2] verweiſen, ſtellt in der Regel die in einem Kubikzentimeter vorhandenen Keime und deren Art feſt. Man findet dabei meiſtens ſogenannte Saprophyten (ſ. Bakterien); pathogene Bakterien dürfen keine vorhanden ſein. Ueber die zuläſſige Grenzzahl an harmloſen Waſſerbakterien (gewöhnlich auf 100 pro Kubikzentimeter angenommen) gehen die Anſichten auseinander. Pathogene Bakterien finden in klarem Waſſer nicht die nötigen Nährſtoffe und ſind deshalb ſelten zu konſtatieren, wenn auch ſonſtige Anzeichen für deren Vorhandenſein ſprechen. Dies gilt beſonders vom Typhusbazillus.

Am wichtigſten iſt die Feſtſtellung der Herkunft des Trinkwaſſers. Quellwaſſer (ſ. Quelle) und ſogenanntes Grundwaſſer (ſ. d.), aus kapillaren Trägern und aus größeren Tiefen unter Bodenoberfläche ſtammend, ſind in der Regel ganz oder nahezu keimfrei. Dort, wo die Zuflüſſe auf nicht kapillaren Wegen erfolgen, ſelbſt wenn dieſe in ſehr große Tiefen hinabreichen, ſtellt ſich meiſt ein bedeutenderer Keimgehalt ein; pathogene Bakterien bleiben in ſolchem Waſſer immerhin noch einige Zeit lebensfähig, ſo daß es ſtets gefährlich iſt, Waſſer aus derart beſchaffenen Bezugsorten zum Trinken zu benutzen. Bei den Forſchungen über die Herkunft des Trinkwaſſers ſind Temperaturbeſtimmungen und Quantitätsmeſſungen neben den örtlichen Beobachtungen über die Beſchaffenheit des Einzugsgebietes die beſten Hilfsmittel. Die äußere Lufttemperatur während des Stattfindens größerer Niederſchläge (Schneeſchmelzen, Beriefelungen der Bodenoberfläche, Verbindungen mit offenen Waſſerläufen u. ſ. w. ſind hier ebenfalls im gleichen Sinne in Betracht zu ziehen) äußert z. B. bei guten Quellen und gutem Grundwaſſer keinen ſofortigen Einfluß auf Waſſertemperatur und Waſſermenge; umgekehrt ſteigt insbeſondere die letztere bei unzuverläſſigen Bezugsorten mit nichtkapillaren Spalten ſehr raſch mit den Infiltrationen. Bei Entnahme von Trinkwaſſer aus Sammelteichen (ſ. d.) und Seen iſt in erſter Linie die Größe des Stauraumes von Bedeutung; bei kleineren Stauräumen ſpielt die Beſchaffenheit des Einzugsgebiets bezw. des zugehenden Rohwaſſers die Hauptrolle. Im übrigen verweiſen wir auf [3].

Literatur: [1] Fiſcher, Das Waſſer, 3. Aufl., Berlin 1902. — [2] Heim, Lehrbuch der bakteriologiſchen Unterſuchung und Technik, Stuttgart 1894; Flügge, Die Mikroorganismen, 3. Aufl., Leipzig 1896; zahlreiche Abhandlungen in Weyls Handbuch der Hygiene, vgl. Hauptregiſter in Bd. X, Stichworte Bazillus und Bakterien; ſ. a. die Literatur unter Bakterien in Bd. 1 des Lexikons. — [3] Lueger, Die Waſſerverſorgung der Städte, Abt. 1, Darmſtadt 1895. *Lueger.*

Trio, -ſtraße, -walzwerk, ſ. Walzen, Walzwerk.

Tripel (Polierſchiefer, Terra tripolitana, roter, gelber, weißer Tripel, Goldtripel, Schiefertripel, Silbertripel), eine äußerſt dünnſchieferige, rötliche, weiße und gelbliche bis gelblichgraue Maſſe, weich, zerreiblich, abfärbend, unter dem Mikroſkop ſich als ein Aggregat von Diatomeenkieſelpanzern darſtellend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Er findet ſich vorzüglich im Gebiete der Tertiärformation, z. B. am ſüdweſtlichen Abhange des Tripelberges bei Kutſchlin, unweit Bilin in Böhmen; ferner in Planitz und Mainsdorf bei Zittau in Sachſen, am Habichtswald bei Kaſſel und im Mentauertal bei Leitmeritz in Böhmen. Von dem eigentlichen Polierſchiefer unterſcheidet man den Saugſchiefer, welcher ebenfalls von graulichweißer, licht- oder dunkelgelblicher Farbe, ſehr ſtark an der Zunge klebend und dabei ſo hart iſt, daß er Glas ritzt; er iſt ein von Opalmaſſe vollſtändig durchdrungener Polierſchiefer. Je nach den Fundorten wechſeln die im Handel vorkommenden, zum Polieren benutzten Tripelſorten in der Farbe; ſie kommen jedoch meiſtens als weißer, grauer, gelber und roter Tripel vor, und ihr Wert als Poliermittel iſt lediglich von dem Feinheitsgrade des Pulvers abhängig (ſ. Polieren). Die Namen Goldtripel, Schiefertripel, Silbertripel ſind willkürlich. Der Tripel kam früher aus den Gegenden um Tripolis, daher der Name. *Andés.*

Triphan, ſ. v. w. Spodumen; ſ. Augit.

Trifaccharide (Saccharotriofen), eine Klaſſe von Zuckerarten, zu welcher die Raffinoſe, Melecitoſe u. a. m. gehören. Näheres ſ. unter Kohlehydrate.

Trifilikate, ſ. Schlacken.

Tritthammer (Fußhammer, Wipper, Wipphammer). Bei den Tritthämmern wird der Hammerbär durch eine Feder emporgehoben, und das Niederfallen erfolgt mittels des Fußes des Arbeiters.



Fig. 1.

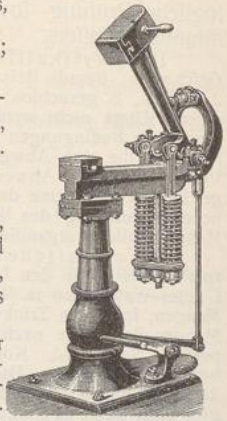

Fig. 2.

Fig. 1 zeigt einen Tritthammer mit einer an der Decke befeſtigten flachen Holzfeder *a* und dem Hammerbär *b*, Fig. 2 einen Hebelhammer, bei dem der Hammerbär durch zwei Schraubenfedern emporgedrückt wird [1].

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1905, Bd. 1. *A. Widmaier.*

Trittſtuhl (Exzenterſtuhl), ſ. Weberei.

Triumphbogen, 1. ſ. a. Ehrenpforte (Bd. 3, S. 223). Ein zu Ehren heimkehrender Sieger errichtetes Tor mit einer oder mehr Oeffnungen. — Die meiſten der monumentalen Triumphtore ſind in der römiſchen Kaiſerzeit errichtet und mit Säulenbildwerken und Inſchriften geſchmückt worden. Sie tragen über der Säulenſtellung eine Attika (ſ. d.) und als Bekrönung ein Triumphgeſpann, meiſt eine Quadriga (ſ. d.), mit dem Standbilde des Feldherrn. Die bedeutendſten Denkmale ſind die Bogen des Druſus, Titus (ſ. die Figur), Septimius Severus und des Konſtantin zu Rom. Außerdem manche in Italien, Frankreich und Spanien. Aus neuerer Zeit ſind zu nennen: L'arc de l'étoile in Paris, L'arco de la pace in Mailand und die als Stadttore errichteten zu Potsdam und München.


Triumphbogen des Titus in Rom.

2. In der altchriſtlichen Baſilika (ſ. d., Bd. 1, S. 555) und in gotiſchen Kirchen der große Bogen zwiſchen Langhaus und Querſchiff. Die Wand darüber iſt mit Gemälden, das Jüngſte Gericht u. dergl. darſtellend, geſchmückt. In der Bogenöffnung ſelbſt iſt oft Chriſtus am Kreuz mit Maria und Johannes zur Seite angebracht. *Weinbrenner.*

Trochitenkalk, ſ. Muſchelkalkformation, Bd. 6, S. 545.

Trochoiden. Rollt ein Kreis vom Radius r auf einem Kreis vom Radius R ohne zu gleiten, ſo beſchreibt ein Punkt im Abſtand b vom Mittelpunkt des beweglichen Kreiſes, und mit dem letzteren feſt verbunden, eine Trochoide:

$$x = (R+r)\cos\vartheta + b\cos\frac{R+r}{r}\vartheta;\quad y = (R+r)\sin\vartheta + b\sin\frac{R+r}{r}\vartheta.$$

Iſt $\frac{R+r}{r}$ rational, ſo iſt die Trochoide eine algebraiſche Kurve. Die doppelte Erzeugungsweiſe der Trochoiden wurde zuerſt von Gildemeiſter [3] angegeben. Weiteres über Trochoiden ſ. Kurven, cykliſche, Bd. 6, S. 17.

Literatur: [1] Zehme, Elementare und analytiſche Behandlung der Cykloiden, Iſerlohn 1854. — [2] Weißenborn, Die cykliſchen Kurven, Eiſenach 1856. — [3] Gildemeiſter, De lineis curvis epicycloidibus et hypocycloidibus, Marburg 1866. — [4] Bellermann, Epicykloiden und Hypocykloiden, Jena 1867. — [5] Holzmüller, Die Haupteigenſchaften der cykloidiſchen Kurven in elementarer Behandlung, Hagen 1875. — [6] Proctor, A treatise on the cycloid and all forms of cycloidal curves, London 1878. — [7] Wetzell, Die cykliſchen Kurven, Kaſſel 1880. — [8] Kaufmann, Theorie und graphiſche Darſtellung der Epicykloiden, Stuttgart 1883. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[9] Reincke, Ueber cykliſche Kurven, Malchin 1892. — [10] Masdea, Studio sulle epicicloidi, Napoli 1892. *Wölffing.*

Trockenapparate, Trockeneinrichtungen, Vorkehrungen zur Entfernung des Waſſers aus Stoffen aller Art.

Abgeſehen von den im großen angewendeten Mitteln zur Trockenlegung (vgl. Entwäſſerung, Drainage) werden Subſtanzen, die viel Waſſer enthalten, je nach ihrer Beſchaffenheit zunächſt durch Ausringen (ſ. Ausringmaſchinen), durch Filter und Filterpreſſen (ſ. d.), durch Kalander (ſ. d.), Nutſchenfilter (ſ. d.), Preſſen (ſ. d.) aller Art, Zentrifugen (ſ. d.) u. ſ. w. von dem größten Teil des Waſſers befreit. Es kann auch durch Abdampfen (ſ. d.), Abklärung und Abgießen (ſ. d.) des über einem zu trocknenden Bodenſatz ſtehenden Waſſers (ſ. Kläranlagen) oder dadurch, daß man die Subſtanz mit einem feſten Körper (Filz, Gips, poröſer Ton, Tuch u. ſ. w.), der das Waſſer in ſich aufnimmt oder weiterleitet (Siebe), in Berührung bringt, dasſelbe Ziel erreicht werden. Die Entfernung der nach ſolcher Behandlung noch vorhandenen unerwünſchten Feuchtigkeit erfolgt durch Austrocknen, wobei das Waſſer durch Verdunſtung (ſ. d.) entweicht, die im übrigen bei einer beſtimmten Lufttemperatur nur bis zu jenem Feuchtigkeitsgehalte möglich iſt, den die Luft ſelbſt bei dieſer Temperatur noch beſitzt. Sobald kein Sättigungsdefizit (ſ. d.) der die Subſtanz umgebenden Luft mehr vorhanden iſt, wird die Verdunſtung behindert. Künſtliche Erwärmung der Subſtanz ſelbſt und der ſie umgebenden Luft (durch welche ihr Sättigungsdefizit anwächſt) befördern die Austrocknung; ebenſo die ohne Temperaturerhöhung erfolgende Auffaugung der Luftfeuchtigkeit durch hygroſkopiſche Subſtanzen (Chlorcalcium, gebrannter Kalk, Phosphorſäureanhydrid u. ſ. w.) und damit die künſtliche Steigerung des Sättigungsdefizits der Luft (vgl. Exſikkator). — Die nachſtehend beſprochenen Trockenanlagen beſchränken ſich auf die Entfernung der Feuchtigkeit und im weſentlichen auf das Trocknen an natürlich oder künſtlich erwärmter Luft. — Im letzteren Falle ſind Feuergaſe oder Dampf die künſtlichen Wärmequellen.

Das Trocknen an der atmoſphäriſchen Luft ohne künſtliche Erwärmung derſelben ſteht immer noch an erſter Stelle. Es erfolgt entweder im Freien (beſonders günſtig ſind hierfür Hochebenen, auf welchen eine ſcharfe trockene Luft das Maximum von Verdunſtung bewirkt) oder in ſogenannten Trockenſchuppen, Geſtellen oder Netzen, in welchen knetbare Maſſen (Torf, Lehmziegel u. ſ. w.) gelagert werden; für Holz iſt das — allerdings ſehr lange Zeit erfordernde — Trocknen ohne künſtliche Erwärmung ſtets noch die vorzuziehende Methode; jedes einzelne Stück muß aber von allen Seiten Luftberührung erfahren. Beſondere Trockeneinrichtungen ſind für Getreide erforderlich (vgl. Bd. 4, S. 457, und [1]). Auf ſtarken natürlichen oder künſtlichen Zug iſt in allen dieſen Fällen Bedacht zu nehmen, damit die über den zu trocknenden Subſtanzen mit Waſſerdämpfen ſich beladende Luft raſch durch die mit größerem Sättigungsdefizit behaftete äußere Luft verdrängt wird. Im allgemeinen eignet ſich für die ebengedachte Lufttrocknung vorzüglich ein heißes oder trockenes Klima, wenn man raſch gute Erfolge erzielen will; im gemäßigten und feuchten Klima erfordert die gewöhnliche Lufttrocknung meiſt eine ſehr lange Zeit.

Für eine ganze Reihe von Subſtanzen iſt aber aus mannigfachen Gründen ein langes Zuwarten bis zur Beendigung der Trocknung ausgeſchloſſen. Man verwendet deshalb für ſolche Bedarfsartikel, die während des Trocknens (in Geſtellen, Hurden u. ſ. w. von Trockenkammern) unverändert an einer Stelle liegen bleiben (z. B. Farben, Holzſtoff, Leder, Leim, Obſt, Pappen u.ſ.w.), künſtlich erwärmte Luft. Die Wärmezufuhr erhöht das Sättigungsdefizit der Luft, d. h. ihre Fähigkeit, Waſſerdampf aufzunehmen. Bei der Luftzufuhr wird zunächſt die Temperatur der Trockenkammer und jene der zu trocknenden Subſtanz gehoben ſowie Waſſer aus der letzteren verdampft; die Abluft entweicht dann in der erſten Zeit in nahezu waſſergeſättigtem Zuſtande. Mit dem Fortſchreiten des Trockenprozeſſes nimmt aber die Feuchtigkeitsabgabe aus der zu trocknenden Subſtanz ab, und es muß deshalb, wenn — was aus ſelbſtverſtändlichen Gründen ökonomiſch geboten iſt — auch ſpäter nur nahezu waſſerdampfgeſättigte Abluft entweichen ſoll, die warme Luft in geringerer Menge zugeführt werden. Man muß alſo zur Vermeidung von Wärmeverluſten das Zuſtrömen der warmen und das Abſtrömen der feuchten Luft zu bezw. von den Trockenkammern ſo regeln, daß den beſonderen Verhältniſſen entſprechend eine allmähliche Minderung der Menge ſtattfindet, die ſich — wenn möglich — ſelbſttätig vollziehen ſollte. Bei großen Trockenräumen ergeben ſich durch ſchweres Anheizen, ungleiche Verteilung der Temperaturen, ungleichmäßiges Trocknen, unbequeme Bedienung und große Zeitverluſte beim Ein- und Ausräumen der zu trocknenden Materialien oft recht hohe Betriebskoſten, die bei einer Zerlegung der Kammern in kleinere Abteilungen und bei richtiger bequemer Anordnung vermieden werden können [2]. Die letztere Dispoſition iſt deshalb in den meiſten Fällen vorzuziehen.

Beſondere Anordnungen zeigen die Obſtdarren, wegen derer wir auf [3] verweiſen; Flachsdarren, ſ. Darre; Malzdarren, ſ. Malz. Die bei der Appretur von Geweben vielfach verwendeten Trockenkammern aus Eiſenblech enthalten eine Reihe von Walzen, über welche der zu trocknende Stoff in ſtetiger Bewegung durch einen Schlitz in die Kammer und durch einen andern aus derſelben herausgezogen wird. — Je höher man im allgemeinen die Temperaturen ſteigert (die Grenzen liegen hier in der Natur der zu trocknenden Subſtanz), deſto günſtiger wird die Verdunſtungsziffer und deſto geringer wird der Kraftverbrauch für die Bewegung der Luft [4], [5]; iſt die Trockenkammer abgeſchloſſen, ſo kann man eine Verdunſtung in derſelben auch dadurch bewirken, daß in dem Rückluftkanal die Luft unter den Taupunkt gekühlt und damit ein Teil des von ihr mitgeführten Waſſerdampfes kondenſiert wird, was bei langſamen Trocknungen (z. B. von Holz) von Wert iſt und eine wiederholte Verwendung der Trockenluft geſtattet. In abgeſchloſſenen Gefäßen kann im übrigen die Trocknung am ſchnellſten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfolgen, wenn durch ein Vakuum die Ableitung des Waſſerdampfes erfolgt (ſ. Vakuumapparate). Theoretiſches über Lufttrocknung ſ. [4]; vgl. a. Brikettieren, Eiſengießerei (Bd. 3, S. 363), Holzkonſervierung, Kerntrockenöfen, Papierfabrikation, Teigwarenfabrikation, Torfgewinnung, Tuchfabrikation, Ziegelfabrikation, und wegen der Feuerungsanlagen Heizung geſchloſſener Räume. — Gaſe trocknet man in langen Rohrleitungen durch Abkühlung bezw. Kondenſation des Waſſerdampfes.

Seither wurde vorausgeſetzt, daß den Trockenkammern die Wärme in Form von erhitzter Luft zugeführt wird. Die Wärmezufuhr erfolgt aber auch durch geſchloſſene lange Kanäle, in welchen Feuergaſe oder Dampf abziehen bezw. zirkulieren (vgl. D.R.P. Nr. 77758 und 148850 ſowie [6]); die zu trocknende Subſtanz wird vielfach in ſolchen Fällen im Luftſtrom der Strömungsrichtung der Gaſe entgegengeführt. Am häufigſten wird die Trockenluft durch mittelbare Einwirkung von Waſſerdampf erzeugt. Man bringt dann entweder die zu trocknenden Subſtanzen in verſchließbare, eventuell mit Rührvorrichtungen u. ſ. w. verſehene, von außen durch Dampf erhitzte Gefäße oder man führt ſie (hauptſächlich pulverförmige Subſtanzen und Gewebe) auf endloſen Tüchern bezw. direkt über im Innern mit Dampf geheizte drehbare Hohlzylinder (Walzen) oder man leitet den Dampf in Heizkörper, die ſich in den Trockenkammern befinden. Die Benutzung der Abwärme gewöhnlicher Dampfkeſſel bezw. das Trocknen über dieſen Keſſeln iſt nur in beſonderen Fällen geſtattet (vgl. Erlaß des preußiſchen Miniſters für Handel und Gewerbe vom 12. Juni 1894), im allgemeinen aber für alle Keſſel mit mehr als 6 Atmoſphären Ueberdruck verboten. — Nahezu alle Fabriken für Heizung und Ventilation befaſſen ſich auch mit Herſtellung von Trockenanlagen; wegen der Details vgl. die Kataloge dieſer Etabliſſements.

Literatur: [1] Trocknen von Getreide, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 165. — [2] Katalog von H. Kori, Berlin W. 9 u. a. — [3] Jahrbuch der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft, 1887, Bericht über die Prüfung von Dörrapparaten; Kataloge der landwirtſchaftlichen Maſchinenfabriken. — [4] Hausbrand, E., Das Trocknen mit Luft und Dampf, 3. Aufl., Berlin 1908. — [5] Pfeifer, Die phyſikaliſchen Grundlagen und die techniſche Ausbildung von Trockenanlagen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 100. — [6] Ebend. 1905, S. 2057.

Trockenbagger, ſ. Grabmaſchinen.

Trockenelement, ſ. Galvanismus, Bd. 4, S. 244, Telephon, S. 480.

Trockengründung kommt vor: 1. bei Hochbauten von untergeordneter Bedeutung und ſolchen, die auf den Baugrund einen nur geringen Druck ausüben; die Fundamente beſtehen alsdann aus Trockenmauerwerk oder gar nur aus einer Steinpackung (ſ. d.); 2. bei Bauten in tiefem, ſtark ſtrömendem oder wellenſchlagendem Waſſer; als Fundament dienen in ſolchen Fällen Steinſchüttungen (ſ. d.) oder verſenkte natürliche oder künſtliche Steine (ſ. Steinverſenkung). *Schmitt-Darmſtadt.*

Trockenmauerwerk, jedes aus unregelmäßigen Steinen ohne Mörtel hergeſtellte Mauerwerk.

Es wird vielfach für Einfriedigungen, Uferbefeſtigungen, Stütz- und Böſchungsmauern verwendet. Da die verbindende Kraft des Mörtels fehlt, müſſen für die Standſicherheit einer ſolchen Mauer die Steine möglichſt groß, lagerhaft und gut zu- und ineinander paſſend gewählt werden. Auch die Dicke der Mauer iſt weſentlich ſtärker anzunehmen als für eine unter gleichen Verhältniſſen mit Mörtel herzuſtellende Mauer (ſ. Feldſteinmauerwerk und Cyklopenmauerwerk). *L. v. Willmann.*

Trockenmittel, ſ. Sikkative.

Trockenſtempel, ein Stempel, der ohne Anwendung von Farbe, lediglich durch Prägung in Papier oder Pappe, einen Abdruck hervorruft.

Anwendung namentlich bei Fahrkarten zur Kennzeichnung ihrer Echtheit und als Datumſtempel (dann verſtellbar), ähnlich in Lochzangen der Bahnſteigſchaffner, ferner zur Herſtellung der Siegel für Urkunden u. ſ. w. *Cauer.*

Trocknung von Gebäuden, iſt für die raſche Nutzung und beſonders für die Geſundheit der Bewohner von Bedeutung. Sie wird erreicht a) durch Abhaltung der äußeren Einflüſſe, b) durch wirkſamen Schutz gegen aufſteigende Feuchtigkeit im Innern; c) durch Abkürzung der natürlichen Trocknung der bei den Mauern, den Decken und Wänden verwendeten Bauſtoffe.

Die frühere Bauweiſe mit langſamer Aufführung des Gebäudes und genügenden Zeiträumen zur Erhärtung und Austrocknung war eine den damaligen Anforderungen entſprechende. Bei den heutigen geſteigerten Bauwerten und Güterpreiſen iſt nun aber eine tunlichſt raſche Ausführung der Bauten mit Beobachtung aller geſundheitlichen Maßnahmen [1] geboten, wobei eine raſche Austrocknung allem voranſteht. Im einzelnen iſt zu erläutern: Zu a). Schon bei der Aufführung der Grundmauern iſt auf Fernhaltung des Tagwaſſers von den Gruben hinzuwirken, um ein Auswaſchen des Mauerwerks ſowie Unterwaſchungen und Senkungen zu vermeiden. Zugleich ſind Vorkehrungen zu treffen, die eine Abhaltung der Feuchtigkeit bezwecken: 1. bei niederen Gebäuden können weitausladende Dächer, erhöhte Lage und ſchwaches Gefäll des Bodens um das Gebäude genügen. 2. Bei durchläſſigem Boden und höheren Gebäuden iſt eine Anpflaſterung oder Belag von Steinplatten, Gußmörtel oder Aſphalt u. ſ. w. von 90 cm bis zu 2,5 m Breite anzuordnen und für Ableitung des Waſſers

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu ſorgen. 3. Gegen das Eindringen der Erdfeuchtigkeit in das Mauerwerk dienen: äußerer Teeranſtrich, Iſolierſchichten aus Klinkern in Aſphalt gemauert, Erdbögen [2] mit dahinter liegendem Hohlraum. 4. Bei etwaigem Waſſerandrang: Lettſchichten von 30—40 cm Stärke, Luftdohlen [3] mit Gefäll und Abfluß. Zu b). Um dem Aufſteigen der Feuchtigkeit durch Anziehung und Saugfähigkeit der Mauerſteine entgegenzuwirken, dienen: Rollſchichten aus Klinkern in Zement gemauert, Iſolierſchichten aus Aſphalt, Blei [9], Tafelglas, aus Aſphalt- oder Teerpappe [5], mehrmaliger Teeranſtrich auf der Oberſchichte ſämtlicher Grundmauern. Bei hohem Grundwaſſerſtand ſind außer den vorgenannten Sicherungen noch ſogenannte Grundbecken unter dem Kellerboden anzuordnen [3 a] und [2], S. 635, Fig. 755—758. Zu c). Die zur Aufführung der Mauern nötigen Bauſtoffe haben alle einen ſtarken Gehalt an Waſſer, das nur allmählich durch die Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft verdunſtet. Dieſer natürliche Vorgang kann abgekürzt werden [3 b] 1. durch Zuführung erwärmter Luft entweder durch Heizkörper (lokal oder zentral) oder durch Gebläſe, welche auf einzelne Stellen einwirken; 2. durch Zuführung von Kohlenſäure mittels offener Koksöfen [3 b], wobei gleichzeitig die frei werdenden Waſſerdämpfe aufgeſaugt werden; 3. durch Verwendung a) von Bauſtoffen, wie z. B. Zementmörtel, welcher zur Bindung das beigemengte Waſſer benötigt und ſo eine raſchere Trocknung herbeiführt; b) von Stoffen, die vor ihrer Verwendung ein Trocknungsverfahren durchgemacht haben und daher nur geringe Mengen Waſſer enthalten. Hierher gehören: Gipsdielen und Spreutafeln, Zementdielen [6], Korkplatten [7], Duroplatten [8] und andre, welche in [4] eingehend aufgeführt ſind.

Literatur: [1] Nußbaum, H. C., Das Wohnhaus und ſeine Hygiene, Leipzig 1909. — [2] Handb. der Architektur, III. Teil, Bd. 2, 1. Heft, Darmſtadt 1891; Marx, E., Raumbegrenzende Konſtruktionen, 12. Kap., Schutz gegen Feuchtigkeit, S. 410 ff. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, a) I. Teil, 5. Aufl., Berlin 1903, Koch, H., I. Maurerarbeiten, IX. Abſchn., Keller und die Iſolierung gegen Feuchtigkeit, S. 45—54; b) Büſing, F. W., VI. Abſchn., Baumaterialien und Baukonſtruktionen u. ſ. w. nach ihren geſundheitlichen Eigenſchaften, 7. Unterkellerung, 8. Feuchtigkeit und künſtliche Trocknung von Neubauten, S. 868 ff.; c) 2. Teil, XV. Abſchn., Büſing, F. W., Materialien und innerer Ausbau vom Standpunkt der Geſundheitspflege, S. 656 ff. — [4] Großmann, Erw., Techn. Bauhandbuch, Hannover 1902, Bd. 2, I. Hochbauweſen, B. Aufbau, Kap. II, Mittel gegen aufſteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk. — [5] Büſcher und Hoffmann, Aſphaltplattenfabrik Bahnhof Eberswalde und Halle a. S. — [6] a) Macks Gipsdielen, Ludwigsburg; b) Dr. Katz, Spreutafeln, Gipsdielenfabrik Cannſtatt bei Stuttgart; c) O. Böcklens Zementdielen, Lauffen a. N.; d) J. Wygaſchs Zementdielenfabrik, Beuthen, Oberſchleſien. — [7] Grünzweig und Hartmann, Korkſteinfabrik, Ludwigshafen a. Rh. — [8] Duroplattenfabrik in Konſtanz. — [9] Liebel, A., Bauartikelfabrik, Düſſeldorf-Rath.

Weinbrenner.

Trogſchleuſen, Schiffshebewerke (ſ. d.), bei welchen die Schiffe, in durch Tore beiderſeits abgeſchloſſenen Trögen ſchwimmend, aus einer Kanalhaltung in die andre hinauf- bezw. hinabbewegt werden.

Troitzſchotypie, von Otto Troitzſch in Berlin ausgeübtes Verfahren zur Herſtellung von farbigen, fakſimilen Gemäldereproduktionen (auch Heliochromographie genannt).

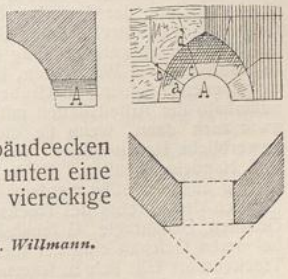
Die Methode, welche ſehr hübſche Kunſtblätter ergibt, beſteht in einer Kombinierung des Lichtdrucks (ſ. d.) und der Chromolithographie (ſ. Lithographie; vgl. a. Farbendruck und Kombinationsdruck). *A. W. Unger.*

Trommel, ſ. Ketten- und Hanfſeiltrommel, auch Schachtförderung. Riementrommeln von ſehr großer Breite (für hin und her gehende Riemen) erhalten Holzleiſten- oder Blechmantel auf einzelnen Armſternen. *Lindner.*

Trommelanker, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 183.

Trommelwehr, ſ. Stauanlagen, S. 270.

Trompe, eine gewölbte, vor eine Mauerecke oder Mauerniſche vorgekragte Mauerfläche, wie ſie beim Uebergang aus einer Grundrißform in eine andre entſteht, z. B. wenn eine abgeſtumpfte Mauerecke in eine ſtumpf-, ſpitz- oder rechtwinkelig auslaufende Mauerecke übergeht, wie dies bei Gebäudeecken (ſ. die Figur) oder an Türmen u. ſ. w. vorkommt, die unten eine achteckige oder runde, im oberen Stockwerk eine viereckige Grundrißform oder umgekehrt aufweiſen.



Literatur ſ. unter Steinſchnitt. *L. v. Willmann.*

Trona, ſ. Soda, S. 142.

Tropfkörper (Tropfverfahren), ſ. Kläranlagen.

Tropfſtein, zapfen- oder kegelförmige, auch lappige und fahnenartige Abſcheidungen von kohlenſauerm Kalk aus wäſſeriger Löſung an der Decke (Stalaktiten) oder am Boden (Stalagmiten) von Höhlen im Kalkgebirge.

Sie ſind weiß oder blaßgelb, im Querbruch kriſtallin und ſtrahlig und erreichen mehrere Meter Länge. Sie bilden ſich dadurch, daß kalkreiches Waſſer von der Decke der Höhle an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorſpringenden Ecken tropfenweiſe abläuft, dabei teilweiſe verdunſtet und den Kalk abſetzt. Die Tropfſteine werden zu künſtlichen Grotten, architektoniſchen Verzierungen, Waſſerbecken und -fällen verwendet, ſeltener auch angeſchliffen als Dekorationsſtein. *Leppla.*

Troſſe, Verholleine für Schiffe, aus Hanf oder Stahldraht; ſ. Tauwerk.

Troſſenſchlag, ſ. Seilfabrikation, Tauwerk.

Trottoir (Bürgerſteig), für den gewöhnlichen Fußverkehr beſtimmter Teil der ſtädtiſchen Straßen (ſ. Straßenbau). *L. v. Willmann.*

Troygewicht, in England für Arzneien, Edelmetalle, Juwelen, Münzen und Gewichtsvergleichungen im Gebrauch; 1 Pfund troy ſ. Pfund. 175 Pfund troy = 144 Avoir du poids (ſ. d.).

Trub, Trubſäcke, ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 15.

Truckſyſtem. Unter Truck im engeren Sinn (engliſch truck = Tauſch oder Tauſchhandel) verſteht man die Art der Ablöhnung, bei welcher dem Arbeiter ganz oder teilweiſe an Stelle des baren Geldes Waren oder Anweiſungen auf ſolche gegeben werden, im weiteren Sinne aber jede Beſchränkung des Arbeiters in der freien Verfügung über ſeinen Lohn.

Die älteſte Form iſt die direkte Warenzahlung. Sie mag vereinzelt aus dem Beſtreben hervorgegangen ſein, beſtimmte durch das Gewerbe oder durch die Oertlichkeit gegebene Bedürfniſſe des Arbeiters in wohlmeinender Abſicht zu befriedigen. Den Hausinduſtriellen waren die Roh- und Hilfsſtoffe zu liefern, in abgelegenen Gegenden mußte für die Beſchaffung der notwendigen Lebensmittel und der Gebrauchsgegenſtände durch den Arbeitgeber Sorge getragen werden, auch war dieſer vielfach genötigt, Wohnhäuſer zu errichten, um den Zuzug und die Anſiedlung der Arbeiter zu ermöglichen u. ſ. w. Sehr bald artete aber die Sache durch Gewinnſucht der Unternehmer aus. Durch ein gewiſſenloſes Borg- und Vorſchußſyſtem wurde der Arbeiter zu übermäßigem Verbrauch und zu unnötigen Ausgaben veranlaßt. Es wurden ihm manchmal Waren, für die er kein Bedürfnis hatte, zu unerhört hohen Preiſen aufgezwungen. Um bar Geld zu bekommen, war er oft genötigt, die ihm aufgezwungene Ware zu Schleuderpreiſen wieder loszuſchlagen. Dem Arbeiter war es unmöglich, unter dieſem Syſtem einen geordneten Haushalt zu führen. Der Wirtshauskredit führte in vielen Fällen zum wirtſchaftlichen und ſittlichen Ruin ganzer Familien. Ob der Truck nun durch die verſchiedenen Formen der Warenzahlung ausgeübt, oder ob er, wie dies in England der Fall war, noch durch den Wohnungszwang, das ſogenannte Cottageſyſtem, verſchärft worden iſt, ſehr häufig führte er zu einer unwürdigen Ausbeutung und Knechtung des Arbeiters und zur Schädigung des betreffenden Gewerbes. Bald erhob ſich deshalb allerwärts der Ruf nach geſetzlicher Beſchränkung des Truckſyſtems, nach Einführung der Barzahlung. Die erſten Verbote des Trucks treffen wir in England; ſie ſtammen aus dem Jahr 1464. In Deutſchland finden ſich die älteſten Beſtimmungen gegen den Truck in den Bergbauordnungen aus der Mitte des 16. Jahrhunderts. In der Induſtrie war das Meſſergewerbe in Solingen der eigentliche Herd des Truckſyſtems. Das älteſte bekannte Verbot der Warenablöhnung war am 11. März 1654 vom Pfalzgrafen Philipp Wilhelm für das Härter- und Schleifhandwerk in Solingen erlaſſen und durch ſpätere Verordnungen erneuert worden. Da ſie Beſtandteile der Gewerbeſatzungen oder Gewerbeprivilegien waren, fielen ſie bei Einführung der Gewerbefreiheit dieſer zum Opfer, und der allgemeinen Ausbeutung war damit wieder Tür und Tor geöffnet. Erſt im Jahr 1831 begann die preußiſche Regierung der Frage näherzutreten, das Truckſyſtem auf dem Wege der Geſetzgebung zu bekämpfen. Zunächſt kam die Kabinettsorder vom 16. November 1846 gegen das Unweſen im Betrieb von Schankwirtſchaften durch Unternehmer. Dann kam die Kgl. Verordnung vom 9. Februar 1849, welche das Gebot der Barzahlung und das Verbot des Warenkreditierens für die Fabrikarbeiter brachte. Dieſe Beſtimmungen ſind ſpäterhin ohne weſentliche Aenderungen in die Gewerbeordnung des Norddeutſchen Bundes bezw. in die Reichsgewerbeordnung übergegangen. Das Geſetz betreffend die Abänderung der Gewerbeordnung vom 1. Juni 1891 brachte eine ſchärfere Umgrenzung des Lohnzahlungsſchutzes. Seine Beſtimmungen hinſichtlich des Truckverbots ſind in den §§ 115 bis 119a der Gewerbeordnung enthalten. Sie finden Anwendung auf Arbeitgeber und Arbeiter in Fabriken und Werkſtätten, in Bergwerken, Salinen, Aufbereitungsanſtalten und unterirdiſch betriebenen Brüchen und Gruben und nach § 119b der Gewerbeordnung auf Perſonen, welche außerhalb der Arbeitsſtätten mit der Anfertigung gewerblicher Erzeugniſſe beſchäftigt ſind, und zwar auch dann, wenn ſie die Roh- und Hilfsſtoffe ſelbſt beſchaffen, alſo auf die geſamte gewerbliche Hausinduſtrie. Ausgenommen ſind nur die Gehilfen und Lehrlinge in Apotheken und Handelsgeſchäften. Die Anwendbarkeit der Beſtimmungen kann niemals durch den Arbeitsvertrag ausgeſchloſſen werden. — Um jeder Umgehung des Geſetzes vorzubeugen, werden hinſichtlich des Verbots des Trucks dem Gewerbetreibenden gleichgeachtet: deſſen Familienglieder, Gehilfen, Beauftragte, Geſchäftsführer, Aufſeher und Faktoren ſowie andre Gewerbetreibende, bei deren Geſchäft eine der hier erwähnten Perſonen beteiligt iſt. Der Inhalt des geltenden Truckverbots läßt ſich in folgendem zuſammenfaſſen.

Die Gewerbetreibenden ſind verpflichtet, die Löhne ihrer Arbeiter in Reichswährung zu berechnen und bar auszuzahlen. Die Vorſchrift der Barzahlung bezieht ſich aber nur auf die urſprünglich vereinbarte Geldleiſtung; wenn alſo der Unternehmer mit dem Arbeiter z. B. freie Verpflegung bei einem Wochenlohn von 12 *M.* vereinbart hat, nur auf dieſen.

Die Gewerbetreibenden dürfen den Arbeitern keine Waren kreditieren. Das Verbot iſt ein abſolutes. Es wird nicht etwa dadurch aufgehoben, daß beiſpielsweiſe ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hut- oder Strumpfwarenfabrikant ſeinem Arbeiter den Hut oder die gewünſchten Strümpfe weit unter dem Herſtellungspreis kreditiert. Er würde ſich dadurch unbedingt ſtrafbar machen. Eine Aufrechnung für etwa kreditierte Ware bleibt unzuläſſig, auch wenn der Lohn nicht mehr durch das Lohnbeſchlagnahmegeſetz geſchützt iſt. Waren dürfen dem Arbeiter nur gegen bare Bezahlung abgegeben werden. Dagegen iſt die Gewährung von Vorſchuß in Bargeld dem Unternehmer jederzeit geſtattet. Um den Unternehmer nicht daran zu hindern, den durch Oertlichkeit und Gewohnheit gegebenen Bedürfniſſen der Arbeiter gerecht zu werden, hat das Geſetz eine Reihe von Ausnahmen von dem Verbot des Kreditierens zugelaſſen. Dieſe Ausnahmen und die Bedingungen, unter denen ſie zugelaſſen werden, ſind im § 115 Abſ. 2 der Gewerbeordnung erſchöpfend aufgeführt.

Danach iſt den Unternehmern geſtattet, den Arbeitern unter Anrechnung bei der Lohnzahlung folgendes zu verabfolgen: Lebensmittel für den Betrag der Anſchaffungskoſten; Wohnung und Landnutzung gegen die ortsüblichen Miet- und Pachtpreiſe, Feuerung, Beleuchtung, regelmäßige Beköſtigung, Arzneien und ärztliche Hilfe ſowie Werkzeuge und Stoffe zu den ihnen übertragenen Arbeiten für den Betrag der durchſchnittlichen Selbſtkoſten.

Zwiſchen Anſchaffungskoſten und durchſchnittlichen Selbſtkoſten iſt ſtreng zu unterſcheiden. Jene umfaſſen nur den unmittelbaren Erwerbspreis zuzüglich der Transportkoſten, dieſe dagegen die Anſchaffungskoſten, alſo Erwerbspreis und Transportkoſten zuſammen, vermehrt um die Koſten der Lagerung, der Verſicherung und der ſonſtigen Unterhaltung ſowie um die aufgelaufenen Zinſe; bei Preisverſchiedenheiten der einzelnen Lieferungen kann der aus einem beſtimmten Zeitraum ſich ergebende Durchſchnittspreis angerechnet werden. Endlich können bei Akkordarbeiten Werkzeuge und Stoffe zu den übertragenen Arbeiten auch über die Selbſtkoſten hinaus bis zur Höhe der ortsüblichen Preiſe an die Arbeiter abgegeben werden, aber es muß dies zum voraus vereinbart worden ſein. — Der Ausbeutung des Arbeiters und ſeiner Verleitung zum Alkoholverbrauch in Wirtſchaften und Kantinen wird dadurch vorgebeugt, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen in Gaſt- und Schankwirtſchaften regelmäßig verboten ſind. Auf Anſuchen kann die Verwaltungsbehörde Ausnahmen zulaſſen, ſie müſſen aber durch örtliche und perſönliche Verhältniſſe gut begründet ſein. — Einer Umgehung des Truckverbots durch das Mittel der Uebertragung oder Anweiſung wird durch die Beſtimmung vorgebeugt, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen nicht an Dritte erfolgen dürfen auf Grund von Rechtsgeſchäften, die nach dem Lohnbeſchlagnahmegeſetz vom 21. Juni 1869 unwirkſam ſind (§ 115a der Gewerbeordnung). Jede Verfügung über eine unpfändbare Lohnforderung des Arbeiters iſt ohne rechtliche Wirkung. Die Lohnforderung des Arbeiters iſt aber nur pfändbar, ſoweit ſie den Jahreslohn von 1500 ℳ überſteigt, oder wenn der Arbeiter ſeinen fälligen Lohn am Zahltag nicht einverlangt hat. — Ein Fall, der häufig vorkommt, iſt der, daß ein Gläubiger des Arbeiters den Arbeitgeber erſucht, ihm zur Erlangung ſeiner Forderung an den Arbeiter zu verhelfen. Der Arbeiter gibt die Schuld zu, erhebt auch keinen Einſpruch dagegen, daß der Unternehmer den Gläubiger befriedigt. Trotzdem kann der Arbeiter ſeinen vollen Lohn am Zahltag vom Arbeitgeber verlangen, denn der Arbeiter hat vor dem Fälligkeits- oder Zahltag kein Verfügungsrecht über ſeinen Lohn. Auch in dieſem Falle kann der Unternehmer lediglich durch Gewährung eines Barvorſchuſſes dem Arbeiter die Möglichkeit zur Befriedigung des Gläubigers geben. Alle Verabredungen zwiſchen den Gewerbetreibenden und ihren Arbeitern, wonach letztere ihre Bedürfniſſe in beſtimmten Verkaufsſtellen zu decken haben, oder ihren Verdienſt auch zu andern Zwecken als zur Verbeſſerung ihrer eignen Lage oder der ihrer Familien verwenden ſollen, ſind nichtig. — Sind Forderungen des Arbeiters in einer dem Geſetz zuwiderlaufenden Weiſe befriedigt worden, ſo kann der Arbeiter immer volle Zahlung verlangen, ohne daß ihm eine Einrede aus dem an Zahlungsſtatt Gegebenen entgegengeſetzt werden kann. Soweit letzteres noch vorhanden oder der Arbeiter ſich dadurch bereichert hat, fällt es beſtimmten Hilfskaſſen zu; der Unternehmer aber hat den Schaden zu tragen.

In enger Beziehung zu einer wirkſamen Durchführung des Truckverbots ſteht die Zahlungsfriſt. Lange Zahlungsfriſten zwingen den Arbeiter zum Vorſchußnehmen, ſie unterſtützen das Borgunweſen und bringen den Arbeiter in würdeloſe wirtſchaftliche und ſoziale Abhängigkeit vom Unternehmer. Bindende Vorſchriften über die Lohnzahlungsperioden gibt das Geſetz nicht. Es ermächtigt aber die Gemeinden und weiteren Kommunalverbände, für alle Gewerbe oder gewiſſe Arten derſelben feſtzuſetzen, daß Lohn- und Abſchlagszahlungen in feſten Friſten erfolgen müſſen, welche nicht länger als einen Monat und nicht kürzer als eine Woche ſein dürfen (§ 119a der Gewerbeordnung). Ueber den Erlaß ſolcher Beſtimmungen müſſen die beteiligten Arbeitgeber und Arbeitnehmer, denen auch die Initiative zuſteht, gehört werden. Den gewerkſchaftlichen Organiſationen, die auf kurze wöchentliche Lohnzahlungsfriſten hinarbeiten, iſt es gelungen, die 8- bezw. 14tägige Lohnzahlung überwiegend einzuführen.

Man kann wohl behaupten, und die Erfahrung hat es auch allgemein beſtätigt, daß durch die vorgenannten Beſtimmungen der Truck in Fabriken im großen und ganzen aufgehört hat. Auch die Fälle des moraliſchen Trucks: „Es wird gerne geſehen, daß der Arbeiter ſeine Bedürfniſſe aus beſtimmten Läden deckt,“ ſind dank der wirkſamen Aufſichtstätigkeit der Gewerbeinſpektoren und ihres Verkehrs mit den gewerkſchaftlichen Organiſationen, die ſolche Fälle ſofort bekanntgeben, zur Seltenheit geworden. Auf dieſem Gebiete iſt die Tätigkeit der gewerkſchaftlichen Organiſationen durch ihre Aufklärungsarbeit von großem Nutzen geweſen. Wo dieſe, wie bei den Heimarbeitern, fehlt, da mußte die Geſetzgebung noch eine weitere Handhabe gegen den Truck geben. Als eine ſolche iſt die durch die Novelle von 1900 in § 114a der Gewerbeordnung dem Bundesrat eingeräumte Ermächtigung anzuſehen, für beſtimmte Gewerbe Lohnbücher oder Arbeitszettel vorzuſchreiben. Die Einträge ins Lohnbuch über Art und Umfang der Arbeit, über die Lohnſätze und über die Bedingungen, unter welchen Werkzeuge und Stoffe geliefert werden und unter welchen Koſt und Wohnung als Teil des Lohnes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewährt werden sollen, sind gesetzlich vorgeschrieben; sie ermöglichen dem Arbeiter eine klare Uebersicht über seinen Verdienst. Bis jetzt sind solche Lohnbücher für die Kleider- und Wäschekonfektion eingeführt worden. Sie haben wesentlich zur Besserung der Arbeiterverhältnisse in der Hausindustrie beigetragen. Wie schon oben hervorgehoben, liegt eine starke Gewähr gegen jede Form des Trucks in den gewerkschaftlichen Organisationen. Wo diese mächtig und dadurch imstande sind, die Lohn- und Arbeitsbedingungen für weite Gebiete bestimmter Gewerbszweige durch tarifliche Vereinbarungen zu regeln, da verschwindet der Truck von selbst. — Der gesetzliche Schutz gegen den Truck ist nunmehr auch auf das Schutzgebiet Kamerun ausgedehnt worden. Nach einer Verordnung des Gouverneurs müssen die Löhne der Farbigen in bar ausbezahlt werden. Es dürfen ihnen keine Waren kreditiert werden. — Zuwiderhandlungen gegen das Gebot der Barzahlung und das Verbot des Warenkreditierens sind Vergehen im Sinne des § 1 des Strafgesetzbuchs; sie gehören in die Zuständigkeit der Landgerichte.

Die Gesetzgebung hat der Initiative des Arbeitgebers, Einrichtungen zum besten seiner Arbeiter zu schaffen, weiten Spielraum gelassen, und es ist falsch, in den Truckgesetzen eine Hemmung solcher Bestrebungen zu sehen. Dabei ist zuzugeben, daß auch in wohlmeinendster Absicht Uebertretungen des Truckverbots vorkommen können. Sie zu vermeiden mögen folgende Winke dienen.

Die Abgabe von Lebensmitteln und Getränken in Fabrikkantinen sollte nur gegen bar erfolgen. Dies liegt im Interesse des Arbeiters wie des Unternehmers. Die Ausgaben werden übersehen, und dem Alkoholmißbrauch zum Schaden beider Teile ist vorgebeugt. Zur Ermöglichung der Barzahlung kann völlig mittellosen Arbeitern ein Vorschuß in Höhe einer Tagesverpflegung gewährt werden. Bei Abgabe von Werkzeugen und Stoffen sollten nicht mehr als die durchschnittlichen Selbstkosten gefordert werden, wenn auch das Gesetz die ortsüblichen Preise unter gewissen Voraussetzungen noch zuläßt. Denn der Gefahr, daß die Arbeiter durch den Verkauf von ihnen verabfolgten Materialien die Differenz aus den Selbstkosten und den ortsüblichen Preisen zu gewinnen suchen, steht die weit größere gegenüber, daß sie, z. B. bei Näharbeiten, billiges und schlechtes Material von außen einschleppen und zum Schaden des Geschäfts verarbeiten [1].

Bestimmungen gegen den Truck finden sich in mehr oder weniger ausgedehntem Maße in allen Industriestaaten [2].

Wie immer auch die Gesetzgebung gegen das Trucksystem in den einzelnen Ländern gestaltet sein mag, ihre Durchführung ist abhängig von der Tüchtigkeit der Gewerbeaufsichtsbeamten und von dem sittlichen Zustand der Arbeiterschaft. Auch diese muß mitwirken, um die letzten Spuren unwürdiger Ausbeutung der Lohnarbeiterschaft zu beseitigen.

Literatur: [1] Stieda, W., Art. „Truckfystem“ im Handwörterbuch der Staatswiffenfchaften, 2. Aufl., Bd. 7, S. 193 ff.; Anton, Geschichte der preuß. Fabrikgesetzgebung, 1891, S. 135—202; Moore, Samuel, Das Truckfystem in Großbritannien, im Arch. f. soz. Gesetzgeb., 1889, Bd. 2, S. 219—258; Engels, Lage der arbeitenden Klasse in England, 1892, 2. Aufl., S. 183—188, 258—260; Thun, Industrie am Niederrhein, in Bd. 2, Heft 3 der Staats- u. sozialw. Forsch., 1879, S. 71—78; Brassert, Bergordnungen der preuß. Lande, 1858; Herkner, Belgische Arbeiterenquete, im Arch. f. soz. Gesetzgeb., I, S. 388; Stieda, W., Deutsche Hausindustrie, 1889, S. 87—90; Bittmann, Hausindustrie und Heimarbeit im Großherzogtum Baden, 1907, S. 1036—1038; Soz. Praxis, XIV, S. 643, und XVI, S. 1087. — [2] Für die Gesetzgebung in den außerdeutschen Staaten: van Zanten, J. H., Die Arbeiterschutzgesetzgebung in den europäischen Ländern, 1902; Bulletin des internationalen Arbeitsamts, Bd. 1—7, 1902—1908. *G. Hardegg.*

Trübe, f. Sortieren der Trübe.

Trümmergesteine, aus eckigen oder runden und wieder verkitteten Brocken von andern Gesteinen bestehende Gesteine, also Breccien, Konglomerate, Sandsteine u. s. w.

Truhwasser, f. v. w. Körwasser (f. d.).

Trum, Trumm (die Einzahl von „die Trümmer“), im Bergbau f. v. w. Teil eines Ganzen; z. B. Gangtrum: ein sich abzweigender Teil eines Erzganges (vgl. Gang); Schachttrum: eine Abteilung eines Schachtes, wie: Fahrtrum. Man spricht auch von ein- und zweitrümigen Strecken (f. v. w. ein- und zweigleisigen; f. Streckenförderung). Seiltrum nennt man die eine Seite eines Seiles ohne Ende, z. B. bei der Seilförderung. *Treptow.*

Trumpf, Balken, der mit seinen Enden nicht auf der Mauer aufliegt, sondern in einen Trummbalken oder Wechsel (f. Treppe, Schornstein) eingezapft ist (f. Brustzapfen, Bd. 2, S. 372). — Es ist zu vermeiden, in einen Wechsel mehrere Trümpfe einzuführen und damit die Schwächung und Belastung des ersteren zu vermehren. *Weinbrenner.*

Tschang, 1. f. Tschi. 2. Gewicht in Siam. 1 Tschang oder Hang = 80 Bat oder 1,20958 kg. 3. Goldmünze in Siam = 204,32 ℳ.

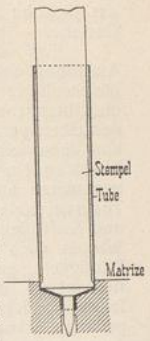
Tschetwert, Hohlmaß in Rußland = 209,901 l. 1 Tschetwert = 2 Osmin = 8 Tschetwerik, 1 Tschetwerik = 8 Garnitzi, 1 Garnitza = 30 Tscharka = 3,274 l.

Tschi, der chinesische Fuß, Längenmaß = 10 Pants oder Tsun zu 10 Fän beim Zollwesen = 0,358 m, sonst auch 0,373 m und länger. 10 Tschi = 1 Tschang.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tſun, ſ. v. w. Tſchi.

Tubenpreſſen dienen zur Herſtellung der zylindriſchen, dünnwandigen, am einen Ende offenen, am andern mit einem hohlen Gewindezapfen verſehenen röhrenartigen Hohlkörper (Tuben aus Zinn, Blei, verzinntem Blei) zur Aufnahme von Salben, Farben u. ſ. w. Ihrer Bauart nach ſind die Tubenpreſſen Exzenter- oder Kniehebelpreſſen (ſ. Preſſen). Als Werkzeuge (ſ. die Figur) tragen ſie am Stößel einen Stempel und eine am Tiſch befeſtigte Matrize, in die das zur Herſtellung der Tube dienende runde Plättchen (aus Zinn, Blei, verzinntem Blei) eingelegt wird. Beim Niedergang des Stempels durchlocht der Stempel mit ſeiner Spitze das Plättchen, preßt das Metall in die Matrize, wobei ein Teil des Materials ſich an dem Stempel durch den Hohlraum zwiſchen Matrize und Stempel entlang ſchiebt. Die Plättchen müſſen vollkommen fettfrei ſein.



A. Widmaier.

Tuch, ein meiſt aus Schafwolle und ſonſtigem tieriſchem Haar, aber auch aus Woll- und Baumwollgarnen und Zwirnen hergeſtelltes Gewebe, das in den meiſten Fällen durch die Verfilzung der Haare im Walkprozeß und darauffolgende beſtimmte Appreturbehandlung ſeinen beſonderen Charakter erhält. Vor dem Walkprozeß wird das Gewebe als Loden bezeichnet.

Kraft.

Tuchfabrikation, die Geſamtheit der Arbeitsmethoden und Prozeſſe, durch welche aus Wolle, Baumwolle und Kunſtwolle, Gewebe von ſehr verſchiedenartigen Eigenſchaften und Namen hergeſtellt werden, die jedoch alle mehr oder weniger verfilzt, gewalkt ſind. Die aus Wolle und Baumwolle beſtehenden tuchartigen Gewebe werden Halbtuche genannt.

Die **Vorarbeiten der Tuchfabrikation** beſtehen aus der Herſtellung der Garne (ſ. Streichgarnſpinnerei), aus der Verfertigung des Loden genannten Gewebes aus dem Garne (ſ. Weberei) und aus der Reinigung dieſes Gewebes. Dieſe Reinigung wird zur Ausführung gebracht durch das ſogenannte Noppen, Karboniſieren und Waſchen.

Das Noppen beſteht aus dem Ausleſen von Verunreinigungen der verſchiedenſten Art und wird meiſt von Hand aus mit Hilfe einer Pinzette — Noppzange — und der Noppgabel bewirkt, welch letztere zum Verſchieben, Verkratzen der Fäden behufs Deckung und Ausgleichung etwaiger Löcher dient. Die aus Baumwollfäden beſtehenden Verunreinigungen werden gleichzeitig auch durch Betupfen mit Nopptinktur gefärbt. Zu den Verunreinigungen zählt man auch die bei der Weberei entſtehenden Verbindungsknoten der Garne, weshalb die Arbeit auch Knoterei genannt wird. Zum Abnehmen der Knoten werden jetzt auch Noppmaſchinen, namentlich die von Martinot frères [1], verwendet.

Die Karboniſation dient zur Zerſtörung pflanzlicher Verunreinigungen, kann aber ſelbſtverſtändlich nur dann angewendet werden, wenn der Loden ganz aus Wolle beſteht. Es wird dabei als Karboniſiermittel hauptſächlich Schwefelſäure, neuerer Zeit das ſaure, ſchwefelſaure Natron (Natriumbiſulfat) verwendet. Die Karboniſierkammern ſind jetzt häufig mit Trockenkammern verbunden und ſo gebaut, daß eine allmähliche Erhitzung und Abkühlung möglich iſt.

Das Waſchen des Lodens bezweckt die vollſtändige Reinigung von Verunreinigungen chemiſcher Natur; das Gewebe wird mit einer Waſchflüſſigkeit getränkt, welche die Verunreinigungen verſeift, worauf ein Auspreſſen dieſer Schmutzflotte erfolgt, um friſcher Waſchflüſſigkeit den Zutritt zu den zu reinigenden Faſern zu verſchaffen. Als Waſchflüſſigkeiten werden die verſchiedenſten Seifengattungen, fauler Urin, Walkererde ſowie Aetzlaugen, namentlich Pottaſche und Soda verwendet. Das Waſchen wird ausſchließlich durch Waſchmaſchinen beſorgt, von welchen vorzugsweiſe die Strang- oder Stück- und die Breitwaſchmaſchine zu nennen iſt. Die erſtere (vgl. [1], S. 45) beſteht aus einer hölzernen Kufe, in der ſich die Waſchflüſſigkeit befindet und durch welche das in der Breitenrichtung zuſammengefaltete und mit den Enden zuſammengenähte Gewebe, kontinuierlich mit Hilfe zweier hölzerner Walzen hindurchgezogen wird; dieſe beſorgen gleichzeitig das Ausquetſchen der Schmutzflüſſigkeit, welche man in einem Schmutztrog auffängt und ableitet. Das Gewebe läuft durch einen Holzring — Faltring — und auch durch pyramidenförmig geſtaltete Holzkanäle, wodurch es zuſammengefaltet und intenſiver bearbeitet wird. Bei der Breitwaſchmaſchine (vgl. [1], S. 35) läuft das Gewebe im ausgebreiteten Zuſtande durch die Maſchine, die meiſt aus mehreren — bis vier — Kufen beſteht, zwiſchen welchen je eine Walzenpreſſe, zum Auspreſſen der Schmutzflotte, eingeſchaltet iſt. In der erſten Kufe befindet ſich konzentrierte Waſchflüſſigkeit, in der zweiten verdünnte, in der dritten reines Spülwaſſer, da der Waſchprozeß ſtets mit einem eingehenden Spülen des gewaſchenen Gewebes ſchließt. Zwiſchen dieſen Kufen werden neuerer Zeit Abſauger angeordnet, beſtehend aus einem mit Schlitz verſehenen und mit einer Vakuumpumpe verbundenen Kaſten, wodurch aus dem über den Schlitz laufenden Gewebe die Waſchflüſſigkeit abgeſaugt und in den Bottich zurückgeführt wird. Zum Ausbreiten des Gewebes werden ſogenannte Breithalter verwendet. Der Waſchprozeß kann durch eine Wringmaſchine zum Ausquetſchen der Schmutzflotte bedeutend verkürzt werden. Wurde ungefärbte Wolle verwendet, und ſoll das Gewebe eine beſtimmte Farbe erhalten, ſo folgt auf das Spülen unmittelbar das Färben — Färben im Loden —, manchmal auch erſt nach dem Walken.

Walken des Lodens. Das Loden genannte Gewebe wird erſt durch das Walken in Tuch oder tuchartiges Gewebe verwandelt; man erreicht dadurch eine ſolche Verfilzung der

das Gewebe bildenden Fäden bezw. Fafern, daß die einzelnen Fäden an der Oberfläche des Gewebes — die Bindung — verfchwinden und dasfelbe eine ganz gleichförmige Fläche zeigt.

Das Walken bafiert auf der Filzbarkeit der kurzen Wollfafern und befteht in der Ausübung eines Druckes auf das Gewebe, fowohl in der Längen- als auch Breitenrichtung, bei gleichzeitiger Befeuchtung der Fafern, wobei eine Walkflüffigkeit in Anwendung fteht, welche die Oberfläche der rauhen Wollfafern glatt und fchlüpfrig erhält, dadurch die Reibung zwifchen denfelben vermindert, ein leichteres Eindringen der Fafern in die Zwifchenräume derfelben und daher ein befferes Verfilzen bewirkt. Wird das Walken vor dem Wafchen ausgeführt — Walken im Fett —, dann wird mit demfelben gleichzeitig auch ein Reinigungsprozeß vorgenommen und entfprechend verfchiedene Walkflüffigkeiten, wie Walkerde, beftehend aus Tonerde, Kalkerde, Eifenoxyd, Waffer; Walkextrakt, aus einer Mifchung von Waffer, Seife und Seifenfiederunterlaugen, fauler Urin und Sodalöfungen in Anwendung gebracht. Wird das Walken nach dem Wafchen vorgenommen, fo wird meift bloß eine die Fafern glättende Flüffigkeit, gewöhnlich Seife, verwendet. Die beim Walken in Anwendung gebrachten Vorrichtungen, die Walken, werden in verfchiedenen Konftruktionen gebaut. Zum Walken fchwerer, dicker, auch grober, kotzenartiger Gewebe verwendet man auch heute noch die fogenannte Hammerwalke, Lochwalke, Stockwalke, Dickmühle, deren wirkfamer Apparat aus fchweren Holzklötzen befteht, die wie die Hebelhämmer durch eine Daumenwelle gehoben und fallen gelaffen werden, auf das in einer eigentümlich geformten Kufe, dem Walktrog, Walkloch, Kump befindliche, zu einem Klumpen gefaltete Gewebeftück auftreffen und dadurch den zum Verfilzen nötigen Druck ausüben. Eine Abart diefer Vorrichtung ift die in [1], S. 171 dargeftellte Doppelkurbelwalke, Druckwalke, Patentwalke. Für feinere, dünnere, leichtere Gewebe werden jetzt ausfchließlich die Walzenwalken verwendet, deren Hauptapparat (Fig. 1) aus zwei übereinander angeordneten, fchmalen Walzen — Roulet — *d d* befteht, zwifchen welchen das in der Breitenrichtung zufammengefaltete und mit den Enden zufammengenähte Gewebe hindurchgezogen, dadurch dem nötigen Drucke ausgefetzt und das Verfilzen in der Schußrichtung bewirkt wird. Um ein Verfilzen auch in der Kettenrichtung zu erreichen, wird das Gewebe von den beiden Walzen gegen eine wagerecht angeordnete Walze *k*, oder auch fehr häufig in einen fich verengenden Kanal, unter die Stauklappe gefchoben, dadurch in der Längenrichtung geftaut, gefaltet und einem Druck ausgefetzt. Die Walze *k* wird durch Federn oder Hebelvorrichtungen nach abwärts gedrückt. Das Gewebe fällt hierauf in den hölzernen Walktrog, Walkkaften, und zirkuliert in diefer Weife fo lange durch den Apparat, bis es auf die vorgefchriebene Länge und Breite eingewalkt ift, wobei es in beiden Richtungen durch die Verfilzung an Ausdehnung verliert. Das Einwalken wird auch als Einlaufen, Einkrimpen, Krumpfen bezeichnet. Es werden auch aus beiden Syftemen kombinierte gemifchte Walken verwendet. Die Neuerungen an den Walkmafchinen befchränken fich auf verfchiedene Anordnung und Vermehrung der Walzen und auf Vorrichtungen zum plötzlichen Einftellen des Laufes derfelben. Der Walkprozeß wurde früher in befonderen Walk- oder Filzmühlen meift durch Waffer räder betrieben. Die fchmutzige Walkflotte wird heute zur Gewinnung des fogenannten Walkfettes weiter verarbeitet. Die beim Walken entftehenden Walkflecken find meift durch Säuregehalt in den Seifen, die Walkftreifen durch einen einfeitigen Druck der Walzen herbeigeführt. Die Nacharbeiten find außerordentlich mannigfaltig und folgt auf das Walken ftets ein ausgiebiges Wafchen und Spülen des Gewebes in den fchon befprochenen Apparaten.

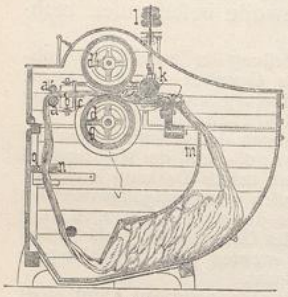


Fig. 1.

Da das auf diefe Weife entftandene Tuch in den meiften Fällen direkt dem **Rauhen** unterworfen wird, wobei es feucht erhalten werden muß, findet gewöhnlich nur ein teilweifes Entwäffern in Zentrifugen ftatt. Durch den Verfilzungsprozeß in der Walke erhält das Tuch infofern eine ungleichmäßige Oberfläche, als ein Teil der an diefer befindlichen Fafern mit ihren Spitzen im Gewebe ftecken bleiben, während ein andrer Teil frei aus dem Gewebe herausfteht, wodurch eine ungleiche Befchattung und dadurch ein fleckiges Ausfehen, namentlich im reflektierten Lichte herbeigeführt wird. Es muß daher vor allem eine gleichmäßige Bedeckung der Oberfläche mit frei hervorftehenden Fafern dadurch ausgeführt werden, daß man die Faferenden mittels elaftifcher, fanft angreifender Häkchen aus der Gewebeoberfläche herauszieht, was durch das Rauhen zur Ausführung kommt. — Das hierbei in Anwendung ftehende Werkzeug ift der Fruchtkopf der Kardendiftel (Dipsacus fullonum) von eiförmiger Geftalt, der an der Oberfläche mit ganz regelmäßig verteilten, gekrümmten, elaftifchen Häkchen befetzt ift. Diefe Fruchtköpfe werden durch das Kardenfetzen — manchmal auch durch eine Kardenfetzmafchine bewirkt — in größerer Anzahl nebeneinander gefetzt in eifernen Rahmen fo befeftigt, daß der größte Teil ihrer Häkchen in einer annähernd ebenen Fläche liegen und diefe fogenannten Rauhftäbe — Rahmen — zu 18—24 Stück auf der Kardentrommel befeftigt, welche letztere den wirkfamen Arbeitsapparat der Rauhmafchine bildet, die als einfach- oder doppeltwirkende Mafchinen in Verwendung ftehen, je nachdem fie mit einer oder zwei Kardentrommeln verfehen find. Bei der in Fig. 2 dargeftellten Doppelrauhmafchine wird das breitgehaltene, mit den Enden zufammengenähte Gewebe durch die beiden Walzen *n o* durch die Mafchine gezogen, fällt in Falten in den Korb ab, läuft von hier über die Spann- und Führungswalzen *a b c* dem Breithalter *d* zu und gelangt von hier, die erfte Kardentrommel *C* an zwei Punkten tangierend, über die Walzen *e f g h i* zum zweiten Breithalter *k* und von da, die zweite Kardentrommel *B* ebenfalls zweimal tangierend, über die

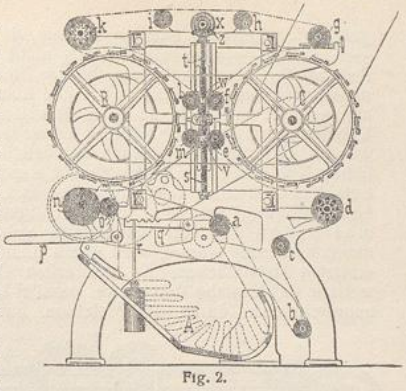


Fig. 2.

Walzen *lm* wieder zu *n*; wobei es alſo viermal auf derſelben Seite der aufrauhenden Wirkung der beiden entgegengeſetzt rotierenden Trommeln ausgeſetzt war. Die Berührungsfläche zwiſchen Gewebe und Kardentrommeln kann durch eine Verſchiebung der Walzenpaare *em*, *fl* mittels der Schraube *s* reguliert werden. Die ſogenannten Univerſalrauhmaſchinen ſind dadurch charakteriſiert, daß ihre Rauhtrommel aus in einer Zylinderfläche angeordneten, um die eigne und eine gemeinſchaftliche Achſe drehbaren Kratzenwalzen beſteht. Während des ganzen Prozeſſes muß das Gewebe feucht erhalten werden, was durch zeitweiſes Beſprengen mit Hilfe eines mit Kardenköpfen beſetzten Holzkreuzes, des Kardenkreuzes, zur Ausführung kommt. Da die Häkchen der Kardenköpfe durch die Feuchtigkeit erweicht werden, müſſen dieſelben, d. h. die Rauhſtäbe, einem Trockenprozeß in beſonderen Kardentrockenvorrichtungen ausgeſetzt werden. Die auf einer Kardentrommel befeſtigten, gleichzeitig in Verwendung ſtehenden Rauhſtäbe, die gleichmäßige Abnutzung zeigen, müſſen ſtets zuſammengehalten werden und bilden einen Rauhſtabſatz, der öfter verwendet wird. Das einmalige Hindurchlaufen des Gewebes durch die Rauhmaſchine heißt eine Tracht, und ſolcher Trachten muß das Gewebe oft 60 bis 500 erhalten, während welcher die Kardenſätze bis zu 20mal gewechſelt werden, da ſich die Häkchen mit Faſern, dem ſogenannten Rauhabfall, füllen und auf beſonderen Vorrichtungen, meiſt durch Bürſtenwalzen, gereinigt werden müſſen. Die erſten Trachten nennt man das Rauhen aus dem Haarmann, während die letzten als Strichrauhen bezeichnet werden, da es ſich dabei weniger um ein Aufrauhen als um das Legen der Haare in den Strich nach einer Richtung handelt. Soll das Gewebe nicht nur in der Längen-, ſondern auch Breitenrichtung gerauht werden, ſo wird der Rauhmaſchine ein ſogenannter Poſtierapparat beigegeben, der aus mit Karden beſetzten Platten beſteht, die an das meiſt ſenkrecht bewegte geſpannte Gewebe angedrückt und demſelben in wagerechter Richtung entlang bewegt werden. Um die große Abnutzung der Pflanzenkarde zu umgehen, werden auch Metallkarden in Anwendung gebracht, deren Häkchen aus Meſſing beſtehen, die aber meiſt zu ſcharf auf das Gewebe einwirken und daher ſehr elaſtiſch gelagert werden müſſen. Die wichtigſte Neuerung im Rauhprozeß iſt die ausgedehnte Verwendung der Metallkarden- oder Kratzenrauhmaſchine, wobei ſowohl die Rauhtrommel als auch die auf dieſer angeordneten Rauhwalzen einen beſonderen Antrieb erhalten, ſo daß das Geſchwindigkeitsverhältnis beider veränderlich iſt, wodurch eine große Variation der Eingriffsſtärke der Karden ermöglicht wird. Um eine mehr ſtauchende, filzende Wirkung auszuüben, wird die Geſchwindigkeit der Rauhtrommeln während des Betriebes durch eine beſondere Vorrichtung geändert (Verfilzungsrauherei), insbeſondere bei aus Kunſtwolle hergeſtellten Geweben. Weitere Neuerungen betreffen die Vorrichtungen zum Putzen der Rauhwalzen, zur Regulierung des Reckens der Ware, zur Reinigung der Antriebsriemen vom Rauhabfall u. ſ. w. Die als Rauhſtreifen bezeichneten Fehler werden meiſt durch unrichtiges Kardenſetzen herbeigeführt.

Eine dem Rauhen ähnliche Arbeit iſt das **Schleifen** des Tuches, welches gewöhnlich dort in Anwendung kommt, wo das Gewebe — etwa aus Kunſtwolle erzeugt — die gewaltſame Behandlung des Rauhens nicht aushalten würde. Hierzu werden Rauhtrommeln verwendet, welche nicht mit Rauhkarden beſetzt, ſondern mit Glaspapier belegt ſind. Heute werden zum Schleifen beſondere Schleif- oder Poliermaſchinen verwendet, an deren aus Flintſtein, Schmirgel oder Glasſtaub waſſer- und dampfbeſtändig hergeſtellten Walzen das Tuch durch Leder- oder Wachstuchmitläufer oder auch durch Luftdruckkiſſen angepreßt wird, die für jede Warenbreite eingeſtellt werden können. Dieſe Maſchinen ſollen die Herſtellung einer weit feineren Oberfläche ermöglichen.

Um ein aus langen Faſern hergeſtelltes Gewebe an der Oberfläche mit einer gleichmäßigen Decke langer Haare zu bedecken, wird dasſelbe im geſpannten Zuſtande mit Stöcken geſchlagen — **Klopfen** —, wozu jetzt Klopfmaſchinen in Anwendung kommen (vgl. [1], S. 322). Dieſelbe Arbeit läßt ſich jedoch auch durch eine mit ſteifen Bürſten verſehene Bürſtenwalze erreichen (vgl. [1], S. 314).

Auf das noch im feuchten Zuſtande durchgeführte Rauhen folgt gewöhnlich das Entnäſſen, **Trocknen** der Tuche, wobei man die adhärierende, kapillare und hygroſkopiſche Feuchtigkeit unterſcheidet, von welchen die erſte auf mechaniſchem, die zweite auf phyſikaliſchem Wege, die letzte nur bei einer Temperatur von 100° C. entfernt werden kann; letzterer Prozeß kommt in der Tuchfabrikation nicht zur Anwendung. Auf mechaniſchem Wege läßt ſich die Feuchtigkeit durch Auswringen, Ausquetſchen und Ausſchleudern entfernen, welch letztere Methode hier nahezu ausſchließlich angewendet wird, wobei namentlich Zentrifugen mit wagerechter Achſe ſehr vorteilhaft angewendet werden können, da hierin eine gleichmäßige Verteilung des Gewebes leicht ausführbar iſt. Eine ſolche Zentrifugaltrockenmaſchine ſ. [1], S. 622. Neuerer Zeit werden zur Abführung adhärierender Feuchtigkeit Abſaugemaſchinen verwendet, in welchen das Gewebe im ausgebreiteten Zuſtande über den Schlitz eines mit einem Vakuum in Verbindung ſtehenden Rohres langſam hinweggeführt und das in demſelben befindliche Waſſer abgeſaugt wird. Die Länge des Schlitzes muß ſelbſtverſtändlich der Breite des Gewebes angepaßt werden. Die weitere Trocknung der Tuche findet auf phyſikaliſchem Wege durch Verdunſten ſtatt. Während des Trocknens müſſen die Gewebe im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gespannten Zustande erhalten werden, da sonst infolge der ungleichmäßigen Zusammenziehung — Krumpfen — eine Faltenbildung nicht zu umgehen ist. Bei Verwendung der atmosphärischen Luft werden die Gewebe auf die im Freien aufgestellten Tuchrahmen gespannt und der trocknenden Wirkung von Luft und Sonne überlassen, wobei der Prozeß allerdings von der Witterung abhängig ist und auch die als Rahmlöcher bezeichneten Fehler leicht auftreten. Um diesen Uebelstand zu umgehen, werden entweder Trockenkammern oder Trockenmaschinen verwendet. Die ersteren bestehen aus geschlossenen Räumen, in welchen die Gewebe auf beweglichen Spannrahmen aufgespannt werden, während gleichzeitig gewöhnliche oder erwärmte Luft durch Essenzug oder mittels eines Luftbewegungsapparates (Exhaustors) durch den Raum hindurchbewegt wird und die Feuchtigkeit aufnimmt. Die Trockenmaschinen, Rahmmaschinen sind sehr mannigfaltig gebaut und wirken entweder durch trockene Luft oder durch strahlende Wärme, auch durch unmittelbare Berührung des zu trocknenden Gewebes mit erhitzten Metallflächen. Zu der ersten Gattung gehört die Trockenmaschine von Jahr, in welcher das Gewebe durch zwei parallel laufende Ketten in zwei übereinander liegenden Lagen ununterbrochen durch die Maschine hindurchbewegt, während gleichzeitig erwärmte Luft

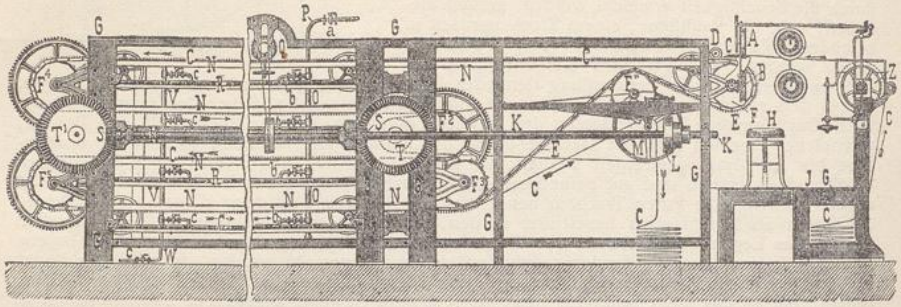
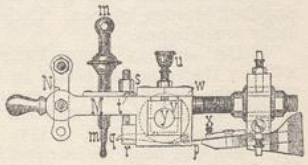


Fig. 3.

zwischen die beiden Gewebelagen gepreßt wird. Die von Longtain gebaute Trockenmaschine (Fig. 3 und 3a) wirkt durch strahlende Wärme. Das Gewebe *C* läuft in der Pfeilrichtung in die Maschine und wird bei *D* von Arbeitern in ausgebreitetem Zustande auf scharfe Messingstifte aufgespießt (aufklaviert), welche an den Gliedern zweier endlosen parallel über Scheiben F, F_4, F_2, F_5, F_3, F' laufender Ketten *E* befestigt sind, die bei *D* etwas näher aneinander stehen als bei *G* und dadurch ein allmähliches Spannen des Gewebes ermöglichen. Diese Ketten laufen, um der Spannung Widerstand leisten zu können, in Führungen *NN*. Das Gewebe läuft daher in übereinander liegenden Lagen gespannt durch die Maschine, wird durch die zwischen diesen Lagen befindlichen und vom gemeinschaftlichen Rohr *OO* gespeisten Dampfschlangen *RR* getrocknet, bei der Kettenscheibe F_3 von der Kette abgelöst und durch die Walze *M* unter derselben aufgetafelt. Diejenigen Trockenmaschinen, welche das Trocknen durch unmittelbare Berührung erhitzter Metallflächen besorgen, sind beinahe ausschließlich als Zylindermaschinen konstruiert und bestehen aus ein oder mehreren rotierenden Metallzylindern, um welche das Gewebe herumgelegt ununterbrochen durch die Maschine gezogen wird. Diese Maschinen sowie ihre Details sind immer weiter vervollkommnet worden, um Zeit und Kosten zu sparen und die Qualität des Trocknens zu erhöhen. Hervorzuheben ist das Trocknen im Vakuum und die dieser Methode entsprechende Vakuumzellentrockenmaschine, in welcher das Gewebe nicht über drehbare Trommeln, sondern über feststehende, mit geschliffenen Außenwänden versehene, innen dampfgeheizte Zellen hinweggezogen wird. Weitere Aenderungen beziehen sich auf die Transportvorrichtungen des Gewebes, ein auf das Trocknen folgendes Abkühlen und Wiederanfeuchten. In letzter Zeit wurde der Vorschlag gemacht, das Wasser aus dem Gewebe auszufrieren und die Energieökonomie dieses Verfahrens nachgewiesen.
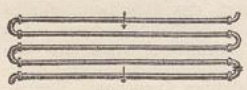


Fig. 3a.



Nach dem Trocknen wird zur Herstellung einer ganz gleichmäßigen Oberfläche geschritten und dieselbe dadurch erreicht, daß die aufrechtstehenden Haare durch das **Scheren** auf gleiche Länge geschnitten werden. Hierzu verwendet man Zylinderschermaschinen nach zwei Systemen, nämlich die Transversal- oder Querschermaschine und die Longitudinalschermaschine. Bei beiden ist die Konstruktion des Schneidzeuges annähernd die gleiche und besteht (Fig. 4) aus dem, an einem eisernen Balken angeschraubten flachen, breiten feststehenden Untermesser *p* und dem darüber angeordneten, im Zapfen *y* gelagerten, schnell rotierenden Scherzylinder *z*, auch Obermesser genannt,

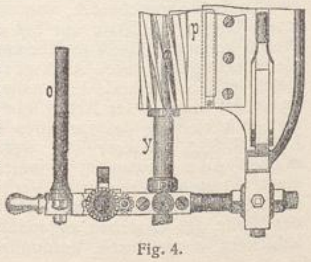


Fig. 4.

welcher aus einer eisernen Walze und bis zu 12 daran befestigten, schraubenförmig gewundenen, scharf geschliffenen Stahlmessern besteht, die auf die Schneide des Untermessers aufgeschliffen werden. Die Stellung beider Messer zueinander muß durch Schrauben oder Hebelvorrichtungen genau reguliert werden können. Die Schraube *m* dient zur genauen Stellung des Schneidzeuges zum Schertisch der Maschine, d. h. zu der zu scherenden Gewebeoberfläche. Ueber den Scherzylindern wird ein mit Oel getränkter Lederstreifen, das Spickleder, gelegt, an dessen Stelle heute auch ein aus drei Geweben zusammengesetzter sogenannter Spickfilz in Anwendung kommt. Der Unterschied der beiden Maschinensysteme, die nebeneinander in Anwendung stehen, besteht im übrigen darin, daß bei der Querschermaschine die Schneide des Untermessers parallel zu den Ketten-, bei der Langschermaschine parallel zu den Schußfäden steht und daß die erstere periodisch, die letztere ununterbrochen arbeitet.

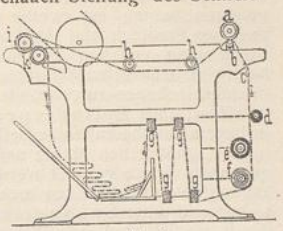


Fig. 5.

Eine schematische Darstellung einer Langschermaschine ist aus Fig. 5 ersichtlich, die den Lauf des zu scherenden Gewebes als Strichpunktlinie deutlich zeigt. Dasselbe, durch die beiden Walzen *i k* bewegt, läuft zuerst in der Pfeilrichtung über die hier feststehenden Spannprismen *g g*, dann über die Leitrolle *f*, an den beiden Bürstenwalzen *e d* und dem Breithalter *c* vorüber zum Schneidzeug *a*, das hier durch die Messerwalze *a* angedeutet ist. Hierbei wird das Gewebe unmittelbar unter dem Schneidzeug über den sogenannten Schertisch *b* so gezogen, daß sich die Härchen vor dem Schneidzeug aufstellen. Der Schertisch besteht hier aus einer dünnen Walze, sonst gewöhnlich aus einer kantigen Schiene. Die Bürstenwalze *d* dient zum Aufstellen der Härchen. Der Scherabfall, die kurzen Scherhaare, Scherwolle, werden von der Messerwalze in eine aus Blech hergestellte Mulde geschleudert und zur Tapeten-, Buntpapierfabrikation, auch in der Walkerei verwendet. Da die schraubenförmig gelegten Messer des Scherzylinders die Härchen zur Seite biegen, werden heute auch zwei Zylinder mit links und rechts gewundenen Messern verwendet. Um die Vorteile der Lang- und Transversalschermaschine zu verbinden, von welchen die erstere ökonomischer arbeitet, die letztere eine vollkommenere Feinschur ermöglicht, wird der Scherzylinder der Langschermaschine nicht parallel, sondern diagonal zur Schußrichtung gelegt.

Bei der Transversalschermaschine, bei welcher das Schneidzeug auf zwei Wagen angeordnet ist, die über parallele Schienen laufen, und bei welcher nicht das Gewebe sondern das Schneidzeug bewegt wird, unterscheiden wir den Schlafftscherer vom Strammscherer, die dadurch charakterisiert sind, daß bei ersterem das Gewebe während des Scherens sich in nicht aufgespanntem, bei letzterem in aufgespanntem Zustande befindet. Die bei dieser viel Erfahrung erfordernden Arbeit sich oft ergebenden Fehler werden als Scherlöcher und Scherstreifen bezeichnet und sind meist die Folgen einer unrichtigen Lage des Schneidezeuges zur Gewebeoberfläche. Das Scheren muß öfter wiederholt werden. Den Schluß dieser Arbeit bildet das Streichen der nun auf gleiche Länge geschnittenen Haare nach einer Richtung, was mittels der Bürstmaschinen zur Ausführung kommt, die der Hauptsache nach aus einer wagerecht gelagerten, rotierenden, mit Borsten besetzten Trommel besteht, an der das Gewebe tangential vorüberbewegt wird. Diese Maschinen sind oft mit zwei Trommeln als Doppelbürstmaschinen in Anwendung.

Nachdem die Oberfläche des Tuches infolge der besprochenen Arbeiten gleichmäßig geworden ist, handelt es sich noch darum, demselben **Glanz** zu verleihen durch Pressung unter gleichzeitiger Anwendung von Wärme. Hierzu werden hauptsächlich hydraulische Tuchpressen (Fig. 6) in Anwendung gebracht. Der hydraulische Zylinder *A*, der von der Handpumpe *F* bedient wird, ist unterirdisch angeordnet, und wird durch dessen Plunger der Preßtisch *C* gegen den Querbalken *E* bewegt, welch letzterer durch vier starke Stangen *D* mit dem Zylinder in Verbindung steht. Auf den Preßtisch *C* werden die zu pressenden Gewebestücke im zusammengefalteten Zustande übereinander getürmt. Da sich beim Pressen die Gewebelagen nicht unmittelbar berühren dürfen, da sonst eine entsprechende Glätte nicht zu erreichen wäre, müssen dieselben durch eingeschobene, sehr glatte, glänzende Pappeplatten — Preßspäne — voneinander getrennt werden. Das Einlegen dieser Platten nennt man das Einspänen, wozu heutigentags auch schon Maschinen verwendet werden. Das Erwärmen des Tuches während des Pressens wird durch erhitzte Eisenplatten, Preßplatten, erreicht, von welchen je eine zwischen zwei Gewebestücke so eingeschoben wird, daß behufs Schonung dieser zwischen Gewebestück und Preßplatte noch ein Brett oder eine starke Papptafel, das Brandbrett, die Brandpappe zu liegen kommt. Das Erhitzen der Eisenplatten wird in hierzu besonders hergestellten Preßplattenwärmöfen mit gewöhnlicher Feuerung oder mittels Dampf ausgeführt. Nach der Sarfertschen Methode werden neuerer Zeit zur Erwärmung des Preßgutes statt der starken Eisenplatten durch Elektrizität erhitzte, mit Leitbändern aus Nickelin versehene 1—1,4 mm starke Heizspäne verwendet und in größerer Anzahl zwischen den Gewebelagen so verteilt, daß ein gleichmäßigeres Erwärmen eintritt. Da die Gewebestücke 1—2 Tage unter Druck bleiben müssen, würde die Presse ebensolange der weiteren Verwendung entzogen, wenn dies nicht durch Anwendung der sogenannten Preßwagen (in Fig. 6, rechts) umgangen wird. In diesem Fall werden die eingespänten Gewebestücke samt den Preßplatten auf der, auf vier

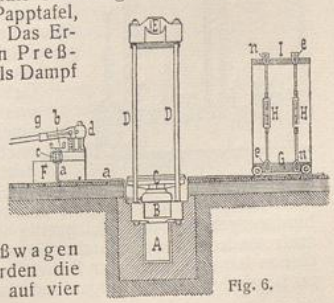


Fig. 6.

niederen Rädern laufenden Platte *G* aufgeſtapelt, der ganze Wagen auf den Preßtiſch *C* gefahren und durch den hydrauliſchen Apparat mit der Platte *J* gegen das Querſtück *E* und dadurch die Gewebe entſprechend zuſammengepreßt. Die Stellung der Platten *G* und *J* wird dann durch das Anziehen der Spannſchrauben *H H* fixiert und der Wagen ſodann aus der Preſſe gefahren, worauf ein zweiter in ähnlicher Weiſe behandelt werden kann. Neuere Preſſen ſind zwiſchen Preßtiſch und Preßkopf mit in Führungen gehenden hohlen, mittels Dampf geheizten Preßplattten verſehen und werden Dampfpreſſen genannt. Auch die Preßſpäne werden häufig in beſonderen Vorrichtungen vorgewärmt. Um dieſen periodiſchen Preßprozeß in einen ununterbrochenen zu verwandeln, verwendet man ſogenannte Walzenpreſſen oder Muldenpreſſen, auch Zylinderpreſſen, die der Hauptſache nach aus einer ſchweren, gußeiſernen, in Lagern drehbaren Walze beſtehen, welch letztere zur unteren Hälfte von einer konzentriſchen, hohlen, gußeiſernen Mulde umſchloſſen iſt, die durch Feder-, Hebel- oder hydrauliſchen Druck gegen die Walze gepreßt werden kann. Bei manchen dieſer Preſſen ſind zwei Mulden oft ſo angeordnet, daß dieſelben mehr als drei Viertel der Peripherie der Walze umhüllen. Das Gewebe wird über Spannprismen und Spannwalzen von einem Breithalter ausgebreitet, durch die ſich drehende Walze zwiſchen dieſer und der Muldenfläche hindurchgezogen und dabei einer Preſſung ausgeſetzt. Die Mulde iſt an der inneren Gleitfläche mit einem hochpolierten Metallpreßſpan verſehen. Das Erwärmen des Gewebes wird durch Heizen der hohlen Mulde mit Dampf erreicht. Dieſe kontinuierlich wirkenden Preſſen können jedoch niemals das Gewebe einem ähnlichen Drucke ausſetzen wie die hydrauliſchen Preſſen, weshalb ſie nur zur Herſtellung eines milderen Glanzes geeignet ſind. Die neueren Muldenpreſſen wurden mit zwei Walzen und Mulden ausgeſtattet, dann aber wieder auf eine Mulde, jedoch mit Walze von weit größerem Durchmeſſer zurückgekommen, wobei oft Walze und Mulde eingeſchliffen und mit einer Vorrichtung zum plötzlichen Einſtellen des Laufes verſehen werden. Das aus der Muldenpreſſe laufende Tuch wird durch einen Ablegeapparat in Falten aufgetafelt. Dieſe Vorrichtung beſteht aus einem, der Breite des Tuches entſprechend langen Holzkanal, durch welchen das Tuch hindurchläuft und welcher durch eine Kurbelvorrichtung in ſchwingende Bewegung verſetzt wird. Die beim Preſſen öfter vorkommenden Fehler ſind die ſchwer entfernbaren Preßfalten.

Das Reſultat des Preßprozeſſes iſt ein an der Oberfläche der Gewebe auftretender ſtarker Glanz, der jedoch, da die Faſern eines Gewebes niemals ganz gleichmäßig verteilt ſind, auch niemals ein ganz gleichmäßiger iſt, ein eigentümliches fettiges, unſchönes Ausſehen zeigt und deshalb auch als Speckglanz bezeichnet wird. Dieſer hohe, aber unſchöne Glanz muß gemildert werden durch eine Behandlung mit Dampf. Dieſer Dämpfprozeß — das **Dekatieren** — wird in der Weiſe zur Ausführung gebracht, daß man tunlichſt entwäſſerten Dampf das Gewebe durchdringen läßt, wodurch gleichzeitig auch das ſpätere Krumpfen verhütet wird. Man unterſcheidet die trockene, naſſe und gemiſchte Dekatur.

Die erſtere wird entweder in der Weiſe durchgeführt, daß man das Gewebe auf eine hohle Walze wickelt, dieſe in einen hölzernen Kaſten freiliegend einbringt und in letzterem Dampf zuſtrömen läßt — Kaſtendekatur; das Gewebe kann auch auf einer hohlen, mit zahlreichen Löchern verſehenen Metallplatte in Lagen aufgetafelt, hierauf mit einem beweglichen Kaſten bedeckt und ſodann in die hohle Platte Dampf zugeleitet werden, der das Gewebe allmählich durchdringt — Plattendekatur. Dieſe zwei veralteten Methoden werden jetzt meiſt durch die ſogenannte Walzendekatur erſetzt; man wickelt das Gewebe in einem ſogenannten Wickelbock (Geſtell) mehr oder weniger ſtraff auf eine aus Kupfer beſtehende, in der Mantelfläche mit zahlreichen Löchern verſehene hohle Walze in der Art, daß unter und über das Gewebe mehrere Lagen eines Leinengewebes zu liegen kommen, die den Zweck haben, das Kondenſationswaſſer aufzunehmen und vom zu dekatierenden Gewebe abzuhalten, da ſonſt die unangenehmen und nur ſehr ſchwer zu entfernenden Waſſerflecken entſtehen. Die auf dieſe Weiſe bewickelten Walzen werden nun ſenkrecht mit dem einen hohlen Zapfen in die Hahnhülſe *f* (Fig. 7) geſtellt und mittels der durch Schraube *h* verſchiebbaren Hülſe *g* niedergedrückt und niedergehalten. Der Dampf tritt aus dem Keſſel in der Pfeilrichtung zuerſt in den Kondenſationsapparat *i*, um ſo weit als möglich entwäſſert zu werden und von hier in das gemeinſchaftliche Rohr *a* und nach Oeffnen der Hähne *e* in die hohlen Walzen und durch das Gewebe. In vielen Fällen ſtehen die Walzen frei und werden mit einem hölzernen oder Blechmantel überſtülpt. Je feſter das Gewebe aufgewickelt iſt, deſto weniger wird der Glanz durch die Dekatur gemildert. — Die Verwandlung dieſes periodiſchen in einen ununterbrochenen Prozeß wird durch die Anwendung der in Fig. 8 nur der Hauptſache nach dargeſtellten Dekatiermaſchine von Effer und Iwand erreicht. Sie beſteht aus einer wagerecht gelagerten, drehbaren, mit zahlreichen Löchern verſehenen, mit einer dichten Filzhoſe überzogenen gußeiſernen Walze, an welche von unten eine hohle, gußeiſerne Mulde angepreßt wird. Das Gewebe wird nun, von der langſam rotierenden Walze zwiſchen dieſer und der Mulde kontinuierlich hindurchgezogen und gleichzeitig von dem in die hohle Walze ein- und durch die Oeffnungen austretenden Dampf durchdrungen. Die im Innern der Walze angeordneten Vorrichtungen dienen hauptſächlich zum Entwäſſern des Dampfes. Neuerer Zeit wird die Trockendekatur meiſt in liegenden Vorrichtungen zur Ausführung gebracht, bei welchen die umwickelte Walze in

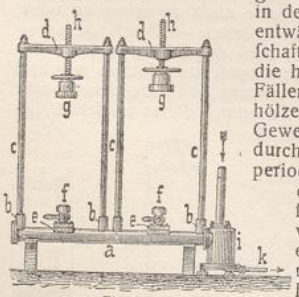


Fig. 7.



Fig. 8.

einen luftverdünnten, von einem heizbaren Mantel umgebenen Raum gelagert wird, wodurch das schnelle und vollkommene Eindringen des Dampfes erreicht und die Bildung von kondensiertem Wasser vermieden werden kann. Diese Dekatur wird auch in besonderen Maschinen unter hydraulischem Druck durchgeführt.

Die nasse oder Wasserdekatur, auch Kochen des Tuches genannt, die nur bei sehr feinen Waren und für matten Glanz verwendet wird, besteht darin, daß das auf eine Walze mehr oder weniger straff aufgewickelte und mit einem Leinengewebe bedeckte Tuchstück in ein gemauertes oder hölzernes, mit Wasser gefülltes Gefäß so eingelegt wird, daß es vollkommen von Wasser umgeben ist. Das Wasser wird sodann durch eine Dampfschlange auf 60—80° C. erwärmt. Die Naßdekatur wird heute weit häufiger und in Dekatiermaschinen ausgeführt, die das Durchströmen von kaltem und heißem Wasser von innen nach außen und umgekehrt ermöglichen.

In vielen Fällen werden beide Prozesse, die trockene und nasse Dekatur, angewendet: gemischte Dekatur. Hierher gehört schließlich noch das sogenannte Nadelfertig- und Bügelechtmachen des Tuches, durch welches sowohl das Eingehen, Einkrumpfen der aus dem Gewebe hergestellten Kleider verhütet, als auch ein etwa noch vorhandener Preßglanz oder etwaige Falten entfernt werden. Dies geschieht durch eine Behandlung mit Dampf, entweder in der Dekatiermaschine oder aber in der Bürstmaschine, in welch letzterem Falle das Gewebe im ausgebreiteten Zustande, bevor es in die Maschine eintritt, über ein mit Dampf gespeistes, perforiertes Rohr hinwegläuft und dadurch einem schwachen Dämpfprozesse ausgesetzt wird. Heute werden auch für diesen Prozeß sogenannte Krumpfmaschinen verwendet, in welchen das Gewebe nach dem Dekatieren durch in Wasser tauchende Walzen befeuchtet und über eine durch Dampf geheizte Walze tunlichst ohne Spannung geleitet, wobei das Wasser in spannungslosen Dampf verwandelt wird; in manchen Fällen ist ein feuchter Mitläufer angeordnet, der das Anfeuchten besorgt. Findet das Nadelfertigmachen unmittelbar nach dem Dekatieren statt, dann wird meist noch eine Abkühlung des Gewebes zwischengeschaltet. Auf das Dekatieren folgt selbstverständlich noch ein Trocknen. Die Reihenfolge der bisher erwähnten Manipulationen ist häufig eine ganz andre, und einige derselben werden mehrmals wiederholt.

Das Mustern, **Dessinieren** der Tuche und tuchartigen Gewebe wird meist durch entsprechende Bindung unter Anwendung verschiedenfarbiger Garne, aber auch durch Färbung und Appretur erreicht, und zwar werden nicht nur wirkliche Muster, sondern auch musterartige Gebilde auf der Oberfläche der Gewebe hervorgerufen. Das Dessinieren wird durch Aufrauhen, Aufbürsten, Niederpressen und Scheren der Muster- oder Grundflächen, manchmal auch durch Glätten der Musterflächen, entweder von Hand aus oder mit Hilfe einer Dessiniermaschine erreicht. In manchen Fällen werden durch gravierte Musterwalzen Muster eingepreßt, in andern Fällen werden Schablonen mit dem ausgeschnittenen Muster in der Weise in Anwendung gebracht, daß über das auf einer festen Unterlage ruhende, oder über diese hinwegbewegte Gewebe, die fixe oder ebenfalls bewegte Schablone gelegt und über dieser eine rotierende, mit Kratzenzähnchen oder mit Borsten besetzte Walze angeordnet wird, durch welche die von der Schablone nicht gedeckten Gewebeflächen aufgerauht oder aufgebürstet werden. Durch Kombination einer periodischen oder ununterbrochenen Bewegung von Gewebe, Schablone und Walze lassen sich die mannigfachsten Effekte erzielen. Das Niederpressen wird in der Walzenpresse dadurch erzielt, daß die Walze mit einer gemusterten Schablone überzogen wird. Das Mustern durch Scheren kann entweder in der Weise durchgeführt werden, daß die Schablone unter das zu scherende Gewebe gelegt wird, in welchem Falle die über den vollen Schablonenflächen befindlichen Gewebeflächen kürzer geschoren werden, oder auch in der Weise, daß die Schneiden der am Zylinder aufgezogenen Messer entsprechende Unterbrechungen erhalten, wodurch bei gleichzeitiger Bewegung des Gewebes Muster hervorgebracht werden können. Musterähnliche Gebilde lassen sich durch ein Zusammendrehen der Oberflächenfasern zu kleinen Zöpfchen, Knötchen oder durch ein Zusammenballen derselben zu über das Gewebe hinweglaufenden Runzeln erreichen, wie dies namentlich bei schweren, für Winterröcke verwendeten Doppelgeweben der Fall ist und Ratinieren, Frisieren genannt wird. Die hierzu verwendete Ratiniermaschine besteht aus zwei wagerecht übereinander angeordneten, mit Leder, Tuch oder Kautschuk überzogenen, oder mit Borsten besetzten Kissen, von welchen das untere feststeht, das obere aber durch entsprechende Vorrichtungen in wagerechter Ebene entweder so bewegt wird, daß jeder Punkt des Kissens eine Kreisbewegung von kleinem Durchmesser oder eine geradlinige hin und her gehende Bewegung macht. Diese letztere Bewegung kann entweder in der Richtung der Ketten- oder Schußfäden des Gewebes, oder unter einem bestimmten Winkel zu beiden zur Ausführung kommen. Zwischen diesen Kissen wird das Gewebe langsam, aber ununterbrochen so hindurchgezogen, daß das obere Kissen in unmittelbarer energischer Berührung mit der Gewebeoberfläche bleibt. Die Bewegung des Oberkissens wird durch exzentrische Zapfen und Gleitstücke erreicht.

Das Appretieren und Imprägnieren des Tuches hat den Zweck, dem Gewebe einen sogenannten volleren, kräftigeren Griff zu erteilen, dasselbe wasserdicht zu machen oder in nicht ganz einwandfreier Weise zu beschweren oder feuersicher zu gestalten. Der kräftigere Griff wird durch Steifmachen erreicht und dazu klebende Mittel wie Leim, Gummi, Kartoffel- und Sagomehl, Dextrin, Stärke u. s. w. verwendet, die durch eine Beimengung von Glyzerin oder Glyzerinwachs oder durch Oele und Fette geschmeidig gemacht werden.

Die **Wasserdichtigkeit** der tuchartigen Gewebe — Waterproof — wird durch eine Imprägnierung mit Alaunlösungen und durch Auftragen und Imprägnieren von Kautschuk, Paraffin, Kupfer- und Eisensalzen, Kupferoxydammoniak, Gerbstoffen, wie Eichenrinden- und Kastanienextrakt, Teere, Oele erreicht. Zum Beschweren werden Appreturzusätze von Bitterfalz, Alaun, Chlormagnesium, Traubenzucker (Glykose) u. s. w. gemacht. Die feuersichere Imprägn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nierung ist am besten durch ein Chlorzinkbad, eine fäulniswidrige durch Kupferoxydammoniak und gerbsaures Aluminium zu erreichen. Alle diese Imprägnierungen werden heute in hochausgebildeten Maschinen zur Durchführung gebracht.

Den Schluß aller Prozesse bildet das **Legen, Staben** und gleichzeitig damit verbundene **Messen** der Gewebe, das in sehr verschiedener Weise entweder von Hand aus oder durch Maschinen zur Ausführung kommt. Im ersteren Fall wird die Länge des Gewebes an aufrecht stehenden Stangen von bestimmter Entfernung gemessen, zwischen welchen das Gewebe in übereinander liegende Lagen gebracht und dadurch gespannt wird, daß zwischen die Lagen Stäbe (Staben) eingelegt werden, die sich an die obenerwähnten Stangen anlegen; oder das Gewebe wird langsam über eine Tischfläche und unter einer Trommel mit rauher Oberfläche hinweggezogen und durch die Umdrehungszahl dieser Trommel gemessen. Sehr häufig werden Meßmaschinen in Verwendung gebracht. Bei den neueren Maschinen ist der bogenförmige Meßtisch durch einen ebenen, in der Mitte einknickbaren ersetzt worden, um Spannungen zu verhüten. Das Maß wird durch Aufdrucken von Farbe oder Einpressen von Metallmarken festgestellt; als Meßapparat wird auch eine expansible Lattentrommel verwendet u. s. w. Zum schließlichen Beschauen des Tuches werden neuerer Zeit auch Beschaumaschinen verwendet, durch die das Gewebe in wage- und senkrechter Richtung manchmal über beleuchtete Glastafeln läuft.

Literatur: Grothe, H., Die Appretur der Gewebe, Berlin 1882; Karmarsch, K., Handbuch der mechanischen Technologie, herausgegeben von Hartig, Hannover 1875; Stommel, C., Das Ganze der Weberei des Tuch- und Buckskinfabrikanten; Hoyer, Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie, Wiesbaden 1888; Karmarsch-Fischer-Müller, Handbuch der mechanischen Technologie, Bd. 3, Leipzig 1896; Oelsner, Lehrbuch der Tuch- und Buckskinweberei, Altona 1879; Behnisch, H., Handbuch der Appretur, Grünberg 1879; Iwand und Fischer, Die Appretur der glatten Tuche, 1876; Weiche, T., Leitfaden der Knoterei, Grünberg 1873; Naudin, J. J., Praktisches Handbuch der Tuchfabrikation, 1838; Löbner, O., Praktische Erfahrungen aus der Tuch- und Buckskinfabrikation, Grünberg 1892; Meißner, G., Der praktische Appreteur, Färber und Bleicher, Leipzig 1875; Derf., Die Maschinen zur Appretur, Färberei und Bleicherei; Hartig, E., Versuche über den Kraftbedarf der Maschinen in der Streichgarnspinnerei und Tuchfabrikation; Kraft, M., Ueber das Filzen der Wolle, Brünner Monatsschrift für Textilindustrie 1893; Falcot, P., La fabrication des tissus; Alcan, M., Traité du travail des laines, 1866; See, P., Machines et appareils ayant rapport à l'industrie textile; J. Spannrath, Das gefahrlose Karbonisieren; Mierzinski, Die Herstellung wasserdichter Stoffe und Gewebe auf sogenanntem chemischem Wege, Berlin 1897; Jansen, W., Die verschiedenen Appreturverfahren der Streichgarn-, Kammgarn- und Cheviotstoffe und der halbwollenen Waren, 1906; Donath, F., Die färbige Gewebemusterung, 1906; Ganswinth, A., Die Technologie der Appretur, Leipzig 1907; Hausbrand, E., Das Trocknen mit Luft und Dampf, 3. Aufl., Berlin 1908. *Kraft.*

Tuchrot, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 624.

Tuchsorten. Die Anzahl der verschiedenen Tuche und tuchartigen Gewebe ist sehr groß und die oft eigentümlichen Benennungen durch Rohstoff, Bindungsgesetze, durch die damit vorgenommenen charakteristischen Prozesse sowie durch Aehnlichkeit mit andern Produkten, durch das Land, in dem, oder das Volk, von dem sie hergestellt wurden, begründet, oft auch ganz willkürlich gewählt.

Namen und Charakter dieser Gewebe haben sich auch in neuerer Zeit nur wenig geändert, auch die Prozesse zur Herstellung derselben sind im großen und ganzen die gleichen geblieben, selbstverständlich unter Anwendung der neueren, stark vervollkommneten Apparate und Maschinen. Es können nur die wichtigsten besprochen werden.

Alpaca, Angora, Kaschmir, Gewebe aus dem Haar einer bestimmten Ziegengattung hergestellt, mit langhaariger, velourartiger Oberfläche, welch letztere durch Aufrauhen mit einer Metallbürste oder Kratzenwalze (Velourhebemaschine) sowie durch Klopfen hergestellt wird. Die Haare werden hierdurch gleichzeitig, und zwar in feuchtem Zustande aufgestellt und durch unmittelbar darauf folgendes Trocknen in dieser Stellung erhalten. Das aus Kaschmirwolle hergestellte Garn wird meist nur als Schuß verwendet. Die neuerer Zeit aus diesem wertvollen Stoff hergestellten, Montagnac, Bouclé, Ondulé genannten Gewebe sind durch ihre Appretur charakterisiert. Die ersteren erhalten durch ein scharfes Trocknen bei 72° R. eine mit kleinen Löckchen bedeckte Oberfläche, das letztere durch Ziehen über eine scharfkantige Schiene wellenförmige Bildungen. — Beaver, aus gezwirntem Garn hergestelltes, stark gewalktes und gerauhtes Gewebe, sehr häufig in der Weise gemustert, daß in der Muldenpresse mittels einer Schablone Muster eingepreßt und das Gewebe dann geschoren wird, wobei die nicht niedergepreßten Flächen kahlgeschoren werden und die Muster vertieft erscheinen. Biber, Fries, Moll sind schwerere, in langem Strich appretierte Gewebe. — Boi, Boy, aus Baumwollkette und Wollschuß hergestellte Futterstoffe, die selten gefärbt, stets gewalkt, gerauht und getrocknet werden. — Buckskin, ein meist gemustertes, zu Beinkleidern verwendetes Gewebe, das sehr häufig aus mit Seide gezwirnten Garnen hergestellt wird. Dasselbe wird hierauf nur mit Seife, ohne Soda, bei 45° C. gewaschen, langsam mit kalter Seife gewalkt, wieder gewaschen, so trocken als möglich gerauht, geklopft, gebürstet, dann langsam möglichst tief geschoren, um die Seide freizulegen, sodann getrocknet, gebürstet, heiß gepreßt und dann dekatiert. — Cheviot, ein meist gemustertes Halbwollgewebe mit Köperbindung unter Anwendung gezwirnter Fäden. Dasselbe darf nie im Fett gewalkt werden, wird daher vor dem Walken gut gewaschen, dann ganz schwach gewalkt, hierauf, ohne zu rauhen, getrocknet, dann schwach geschoren und lauwarm gepreßt, dann dekatiert und in der Walzenpresse nochmals gepreßt. Minderwertige Gewebe dieser Gattung werden heute mit Appreturmasse imprägniert, um ihnen einen volleren,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kräftigeren Griff zu geben und auch um ihr Gewicht zu erhöhen, wozu hauptſächlich Stärke, Leim, Gummi u. ſ. w. verwendet wird. — Cachemirette, ein aus gezwirnten Garnen mit Köperbindung hergeſtelltes, gewalktes, gerauhtes und geſchorenes Gewebe, das ſich durch eine ſehr zarte Haardecke auszeichnet. — Caſſinet, ein dreibindig geköpertes Halbwollgewebe, das im Fett gewalkt, nicht gerauht, auf der rechten Seite glatt geſchoren und ſodann heiß gepreßt wird. — Chinatuch nennt man mit glatter Tuchbindung ausgeführte Tuche verſchiedener Qualität, die für den oſtaſiatiſchen Export hergeſtellt werden. Dieſelben werden gut gewaſchen, ſtark naß gerauht, naß dekatiert, dann wieder gewaſchen, getrocknet, gebürſtet, heiß gepreßt, trocken dekatiert, dann nochmals geſpült und getrocknet. — Circaſſienne, ein dem Kaſchmir ähnliches, jedoch ſo wenig gewalktes Gewebe, daß die Bindung deutlich ſichtbar wird. — Coating, Fries, Flaus, ein aus grobem Garn hergeſtelltes, dickes, langhaariges Gewebe, das ſtark gewalkt, aber wenig gerauht und geſchoren wird; hierauf folgt heißes Preſſen und Bürſten. In manchen Fällen wird zur Erhöhung des Glanzes ſelbſt Appreturmaſſe in Anwendung gebracht. Dieſer Gattung gehört eine große Anzahl verſchieden benannter Gewebe an, wie Lady-Coating, Kaſtorin, Düffel, Sibirienne, Kalmuck u. ſ. w. — Coutil gehört den Buckskingeweben an. — Croiſé, ein mit drei- oder vierſchäftiger Köperbindung hergeſtelltes, meiſt zu Röcken verarbeitetes Gewebe, welches gewalkt, gut gerauht, gekocht, getrocknet, geſchoren, nochmals dekatiert, gefärbt, mit Ton gewaſchen, geſpült, wieder gerauht und verſtrichen, dann getrocknet, zuerſt auf der Lang-, dann auf der Querſchermaſchine geſchoren, genoppt und gepreßt wird. — Decken (ſowohl wollene als auch Halbwolldecken) werden zu ſehr verſchiedenen Zwecken und daher auch in außerordentlich mannigfaltiger Weiſe, fein und grob, ungefärbt, einfärbig und gemuſtert, hergeſtellt. Die gröberen werden meiſt in der Hammer- oder Kurbelwalke mit Walkerde gewalkt, dann fehr eingehend mit Walkerde oder Seife gewaſchen, geſpült, ausgeſchleudert, ſodann mehr oder weniger ſtark gerauht, im Freien getrocknet und hierauf oft nochmals trocken gerauht. Das Waſchen der ſogenannten Kotzendecken findet in der Hammerwaſchmaſchine ſtatt, weil ſich dieſelben ihrer Bindung wegen zu ſtark verziehen würden. Als Schlußprozeß des Rauhens wird häufig noch ein Handrauhen in Anwendung gebracht. — Döskin, auch Winterbuckskin, ein dem ſogenannten Satin ähnliches Gewebe. — Doppeltuch, Doppelcaſſinet, Doppelflanell, ſchwerere, dichte Gewebe, von welchen das erſtere aus zwei übereinander liegenden Ketten, reſp. zwei übereinander befindlichen, miteinander jedoch durch einzelne Bindungspunkte verbundenen Geweben beſteht, während die andern Gewebe nur aus einer Kette beſtehen, jedoch mit einer ſolchen Bindung (meiſt Atlasbindung) gewebt ſind, daß ſich die abwechſelnd aus Wolle und Baumwolle beſtehenden Schußfäden näher aneinander zu ſchließen vermögen. Die Rückſeite wird ſtark gerauht, im ganzen wenig geſchoren. — Double, auch Eskimo, ein mit Köperbindung hergeſtelltes, namentlich zu Ueberziehern verwendetes Gewebe, welches nach dem Waſchen, Walken und Rauhen den Köper nach beiden Seiten nicht klar hervortreten läßt. Dasſelbe wird gekocht, um eine Mattglanzappretur zu erhalten; hierauf folgt ſchwaches Dekatieren, wieder Waſchen, Rauhen, Scheren, Noppen, Preſſen. — Drap, auch Köpertuch, ein mit feinem Schuß und gröberer Kette außerordentlich dicht hergeſtelltes Köpergewebe, das namentlich durch ſtarkes Schlagen im Webſtuhl, dann aber auch durch ſtarkes Walken eine nahezu lederartige Beſchaffenheit und Waſſerdichtheit erhält und durch nicht zu ſtarkes Rauhen, Trocknen, Scheren, Preſſen, Dekatieren fertig appretiert wird. — Düffel, ein mit fünfbindigem Köper hergeſtelltes, mattglänzendes Gewebe, das auf der Zylinder- und darauf auf der Hammerwalke nachgewalkt, dann links, hierauf mäßig feucht rechts gerauht, nachher gekocht oder ſchwach dekatiert, endlich getrocknet und geſchoren wird. Sodann folgt noch ein Trockenrauhen links, Verſtreichen rechts, Scheren auf der Lang- und ſchließlich auf der Querſchermaſchine, endlich Noppen, Preſſen und Abdämpfen. — Edredon oder Eiderdun, ein geköpertes, in der Wolle oder im Stück gefärbtes, ſehr weiches Gewebe, das nicht karboniſiert werden darf; wird in Seife gewalkt, mit Urin gewaſchen, ſchwach gerauht, getrocknet, auf beiden Seiten geſchoren, mit Walkerde nachgewaſchen, geſpült, ausgeſchleudert, getrocknet, zu Ende geſchoren, dann gepreßt auf der Walzenpreſſe, dekatiert und nadelfertig gemacht. — Flanell, ein leichtes, ſehr weiches, mit Köperbindung hergeſtelltes, wenigſtens an einer Seite eine haarige Oberfläche zeigendes Gewebe, welches gewöhnlich in einer Kurbelwalke gewalkt, mit Seife gewaſchen, dann gut gerauht, getrocknet, geſchoren, gepreßt, dann nochmals trocken gerauht und dekatiert wird. — Floconné, ein dickes, weiches, namentlich zu Winterröcken und Mänteln verwendetes Doppelgewebe, deſſen nur wenig gebundener, ſogenannter Effektſchuß beim Rauhen zerriſſen wird und das Gewebe mit einer Haardecke verſieht. Dasſelbe wird in der Hammerwalke gewalkt, gewaſchen, gleichmäßig gerauht, dann auf der Klopfmaſchine behandelt, oft auch ratiniert. — Hallina, ein grobes, kotzenartiges Gewebe, gewaſchen, gewalkt, geſchoren, gepreßt. — Homeſpunes, ein meiſt braun gefärbtes, in der ſchottiſchen Hausinduſtrie gefertigtes, ziemlich rohes Gewebe, das gewalkt, gewaſchen, gerauht und getrocknet wird. — Imitierte Kammgarnſtoffe aus Streichgarn werden am einfachſten in der Weiſe hergeſtellt, daß die leicht verfilzte, gewaſchene und gut gerauhte Ware ganz glatt (kahl) geſchoren und daher die Bindung ſichtbar wird; hierauf wird das Gewebe einem langwierigen Dekatierprozeſſe unterworfen, gewaſchen, geſchleudert, auf der Rauhmaſchine verſtrichen, getrocknet, nochmals dekatiert und geſchoren. — Kalmuck, ein durch Klopfen langhaarig hergeſtelltes, oft auch gerauhtes, nicht geſchorenes Gewebe. — Kaſtor, ein Halbwollgewebe, das mit Seife gewaſchen, geſchleudert, aus dem Haarmann gerauht, geſchoren, gemopſt, wieder gerauht, naß gedämpft, noch einmal gerauht und dekatiert, gefärbt, geſpült, verſtrichen, geſchleudert, getrocknet, mit Dampf gebürſtet, kurz geſchoren, wieder mit Dampf gebürſtet, gepreßt und nochmals gedämpft wird. — Kirſey, ein dickes, grobes, ungemuſtertes, gewalktes und dann ſofort getrocknetes Gewebe, meiſt zu Soldatenmänteln, in feinerer Ausführung auch als beſſeres Uniformgewebe verwendet. — Lady-

Coating, eine Art Fries, ein feines, leichtes, für Damenkleider hauptsächlich verwendetes, schwach gewalktes Gewebe, das in einer schwereren Sorte auch Kastorin genannt wird. — Lama, ein mit Leinwand- oder Köperbindung hergestelltes, klein gemustertes, dünnes, wenig gewalktes und geschorenes, an einer Seite gerauhtes, dem Flanell ähnliches Gewebe. — Linsey-Woolsey, ein in England insbesondere für Damenkleider verwendetes, mit Leinwandbindung sehr dicht gewebtes Halbwollgewebe, welches nicht gewalkt und nicht gerauht und ganz glatt geschoren wird. — Matelassé, ein dem Piqué ähnliches Wollgewebe. — Melton, auch Molton, ein oft aus gezwirnter Kammgarnkette und Streichgarnschuß hergestelltes Gewebe, bei dessen Appretur die sogenannte gemischte Dekatur, d. h. die wechselnde Wasser- und Dampfdekatur, in Anwendung kommt. Dasselbe wird gewaschen, gewalkt, wieder gewaschen, schwach gerauht, getrocknet, kurz geschoren, dann gemopst und naß dekatiert, wieder gerauht und nochmals naß dekatiert und dies öfter wiederholt, hierauf getrocknet, mit Dampf gebürstet und geschoren, nochmals gebürstet und gepreßt und schließlich wieder gedämpft. Heute wird das Rauhen dieses Gewebes häufiger und stärker durchgeführt. Gewebe ähnlicher Gattung werden auch Drapé genannt, die auch als Strichkammgarnstoffe bezeichnet werden. — Mozambique, ein schweres Doppel-, auch dreifaches, meist mit Quadratmuster hergestelltes Gewebe, dessen Oberschuß auf der Rauhmaschine zerrissen wird; dasselbe wird in der Hammerwalke gewalkt, dann gewaschen und mit scharfen Karden gerauht, wobei es sich mit einer langen Haardecke überziehen soll, die auf einer Klopfmaschine noch weiter entwickelt wird. Hierauf folgt Trocknen und Ratinieren mit einer Bürstplatte. Als Paletotgewebe werden meist Ratiné-, Perlé-, Ondulé-, Fries-, Biberstoffe verwendet. Zu Militäruniformen werden heute außer Melton auch sehr häufig Cheviots verwendet. — Paupeline, zu den Buckskins gehörig, wie diese behandelt, gewalkt, gerauht und kahl geschoren. — Perlé, ein dem Mozambique verwandtes schweres Gewebe, welches bis zur Klopfmaschine in ganz ähnlicher Weise behandelt wird; hierauf folgt ein Prozeß auf der Ratiniermaschine, durch welchen die Härchen mittels einer Bürstplatte zu kleineren Zöpfchen zusammengedreht werden; nach dem Umtausch der Bürst- mit der Tuchplatte läßt man das Gewebe noch etwa zweimal durch die Ratiniermaschine hindurchlaufen, wobei jedoch nur ein sehr gelinder Druck auf das Gewebe ausgeübt werden darf. Zum Schluß werden die Spitzen der Zöpfchen auf der Schermaschine zu gleicher Länge geschnitten. Perlé ist mit einem sehr kleinen, auf die Spitze gestellten Quadrat gemustert. — Presidents, zum Teil oder ganz aus Kunstwolle gefertigte Gewebe, die beim Weben schon so dicht eingestellt werden müssen, daß dieselben nur einer schwachen Walke bedürfen, die sie, nach dem Waschen, in einer Zylinderwalke erhalten. Hierauf folgt wieder Waschen, Trocknen, dann Klopfen, da das Gewebe ein Rauhen nicht aushalten würde, schließlich ein Scheren, starkes Pressen und Dekatieren, worauf meist das Noppen folgt. — Ratiné, ein dickes, weiches, zu Winterröcken, heute nur mehr für billigere Damen- und Kinderkleider verwendetes Gewebe, dessen Härchen ähnlich wie bei Perlé zu Knötchen und Zöpfchen zusammengedreht werden. Es ist gewöhnlich mit zwei Schüssen gewebt. Die Zurichtung besteht aus Waschen mit Urin, Spülen, Walken in der Hammerwalke, wieder Waschen, Spülen, Ausschleudern, Rauhen, Klopfen, Trocknen, Scheren, Ratinieren gegen den Strich, Abspitzen der Zöpfchen auf der Schermaschine. Diese Gewebe werden auf der Dessiniermaschine gemustert (gemusterte Ratiné). — Das Ratiné-velour genannte Gewebe hat dieselbe Qualität und Bindung mit dem früher erwähnten, nur daß die Oberfläche statt mit kleinen Zöpfchen mit langem, samtartigem Haar besetzt ist. Die Appretur ist ähnlich wie beim gewöhnlichen Ratiné, nur daß kein Ratinieren stattfindet und das Gewebe unmittelbar nach dem Klopfen getrocknet und geschoren wird. — Sadowa, ein dem Perlé und Mozambique ähnliches Gewebe, das dieselbe Appretur erhält wie Perlé und sich von diesem nur durch ein etwas größeres Musterquadrat unterscheidet. — Satins, mit Atlasbindung gewebte, sonst aber dem Melton, Beaver verwandte und gleicherweise appretierte Gewebe. — Sealskin, ein weiches, zartes, geschmeidiges Gewebe, das entweder aus Mohairgarnen oder aus Kälber- und Kuhhaaren hergestellt, gut gewaschen, hierauf naß gerauht, dekatiert oder gekocht, dann in einem Wasserbad von 60–70° C., in dem Mehl oder Leinsaat gekocht wurde, behandelt, dann gewaschen, verstrichen, geklopft und getrocknet wird. — Toile nattée, Treillis, den Buckskins verwandte Gewebe, werden in annähernd gleicher Weise appretiert. — Tricots, häufig mit Kreuzköperbindung gewebte, manchmal schwere Doppel-, oft auch leichtere gemusterte Gewebe, die eine den Buckskins ähnliche Appretur erhalten. — Tuchrasch, ein grobes, schwach gewalktes Köpergewebe. — Union-Cloth, ein den Presidents verwandtes und gleich appretiertes Gewebe. — Velour, ein zu Mänteln und Winterröcken oft verwendetes, dicht gewebtes, stark gerauhtes, kurz geschorenes, dem Coating ähnliches Woll- oder Halbwollgewebe, dessen Härchen nicht verstrichen, sondern frei aufrecht wie beim Samt stehen gelassen werden, was durch Klopfen, Bürsten und Dämpfen erreicht wird. Ein ganz ähnliches Gewebe wird als Velour-Coating bezeichnet. — Velliné, ein dem Ratiné vollkommen ähnliches Gewebe, welches sich vom letzteren nur dadurch unterscheidet, daß die Härchen an der Oberfläche durch das Ratinieren zu wellenartigen Gebilden zusammengearbeitet sind, so daß das Gewebe ein baumrindenartiges Aussehen zeigt. Je nachdem diese Wellen, Runzeln parallel zur Kette, zum Schuß oder schief zu beiden verlaufen, werden sie Velliné à longue, travers, diagonale genannt. Erzeugt werden diese verschiedenen Gattungen durch die Bewegungsrichtung der Oberplatte der Ratiniermaschine. Diese Gewebe wurden und werden noch jetzt mit Vorliebe für Winterröcke verwendet und auch mit Mustern auf der Dessiniermaschine versehen (gemusterte Velliné). — Wellington, ein dicht gewebtes, gewaschenes, gewalktes Gewebe, welches meist zur Herstellung wasserdichter Regenmäntel verwendet und zu diesem Behufe mit den unter Tuchfabrikation erwähnten Substanzen imprägniert wird. Es folgt hierauf noch ein Pressen und Dekatieren.

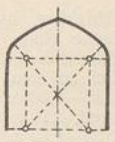
Literatur f. Tuchfabrikation.

Kraft.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tudorblume, ein Dreiblatt oder Vierblatt der englischen Spätgotik.

Tudorbogen, gedrückter Spitzbogen, aus vier Mittelpunkten konstruiert und in der englischen Spätgotik (seit dem Regierungsantritt des Hauses Tudor) mit Vorliebe angewendet (s. die Figur).



Tudorbogen.

Tudorrose, eine sehr häufig in der englischen Spätgotik angewendete vielblätterige Rose.

Tüll, s. Bobbinnet und Spitzen.

Tünchgelb, s. Ocker.

Türbeschläge, s. Bänder.

Türen, Wand- oder Maueröffnung, die nur zum Durchgang zu dienen bestimmt und durch einen oder mehrere bewegliche Flügel verschließbar ist; große, an der Außenmauer angebrachte und zur Durchfahrt bestimmte Oeffnungen werden Tore (s. d.) genannt.

Aeußere Türen nennen wir: bei reicher Ausbildung an öffentlichen Gebäuden = Portal; an der Vorderseite des Hauses = Haustüre; an der Rückseite = Hoftüre, hintere Ausgangstüre. Bei inneren Türen unterscheiden wir je nach dem Raum und Zweck: Zimmertüre, Küchen- und Abtrittüre, Keller-, Kammer- und Speichertüre, Laden- oder Gangtüre — Jede Türe besteht aus zwei getrennten Teilen: der Umrahmung und dem Türflügel.

I. Für die Umrahmung der äußeren Türen, meist aus Hausstein bestehend, gilt das unter Fenster (Bd. 3, S. 692) Gesagte, unter folgenden Abweichungen: 1. Die Türbank oder Türschwelle dient zum Begehen; sie muß deshalb aus sehr haltbarem und zähem Steine gearbeitet und von der Breite eines Treppentrittes sein; sie darf über die Bodenfläche nur so viel vortreten, als zum Anschlag der unteren Türkante (10—15 mm) nötig ist. 2. Bei Kirchenportalen kommt zu den im Halbkreis oder Spitzbogen gebildeten Entlastungsbogen, welche auf die Dicke der Mauer sich verbreitend, mehrfach wiederholen können und auf eingestufte Gewände sich stützend ein Türbogenfeld (Tympanon), das über dem als Kämpfer gebildeten Türsturz sich erhebt und eine für plastischen Schmuck geeignete Fläche bietet [4].

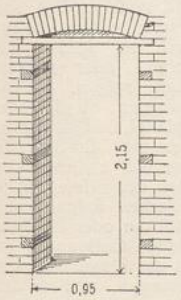


Fig. 1.

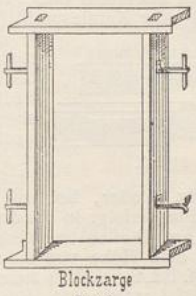


Fig. 2.

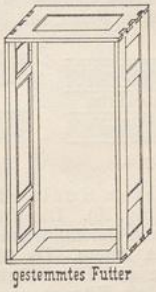


Fig. 3.

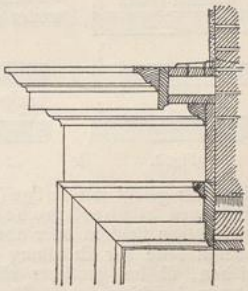


Fig. 5a.

Die Umrahmung in Holz, welche vornehmlich bei inneren Türen vorkommt, besteht aus a) dem Türfutter, b) der Verkleidung, zu welcher noch oft c) die Türverdachung hinzukommt. Die Befestigung dieser Teile erfolgt bei Riegelwänden an den Pfosten und Riegeln des Türgestells, bei stärkeren Mauern entweder an (am besten eichenen) Mauerklötzchen oder Dübelsteinen (s. d., Bd. 3, S. 150), welche ohne Mörtel eingelegt werden (Fig. 1) und so anzubringen sind, daß die Türbänder und das Schloß (s. d. und Bänder) daran ihre Befestigung finden. Besser dient das Türgerüst oder die Türzarge, die bei 1—1½ Stein starken Mauern als Blockzarge (Fig. 2) aus 5 cm starken Dielen, bei stärkeren Mauern aus verbundenen, 10 cm starken Rahmhölzern zu erstellen ist.

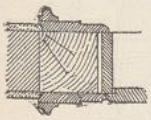


Fig. 4.



Fig. 5.

a) Das Türfutter bildet die innere Bekleidung der Türlaibung und ist in den Ecken zusammengezinkt. Bis zu einer Mauerdicke von 30 cm ist das Futter glatt, d. h. aus einer Brettbreite, darüber aber gestemmt (Fig. 3), mit Friesen und Füllungen, nach der Einteilung der Türfelder erstellt. Das eichene Schwellbrett liegt entweder bündig mit dem Fußboden (zwischen zwei heizbaren Räumen) oder erhöht und hat einen Anschlag von 10 mm, bei Teppichbelag oder zwischen heizbaren und unheizbaren Räumen. — Bei Steingewänden ist es für einen guten Anschlag von Vorteil, ein 3 cm starkes Türfutter als Bekleidung aufzulegen. b) Die Türverkleidung bildet die äußere Einfassung meist an beiden Seiten der Mauer und ist entweder glatt oder abgeplattet und mit Kehlstößen, an den Ecken in Gehrung verbunden. Mit dem Futter bildet sie meist den Türfalz zum Anschlag und dichten Verschluß des Türflügels (s. Fig. 4) [6]. c) Die Türverdachung, in kleiner Form als Leiste (Fig. 5), in großer als Kastengesims gebildet, wird an den Ecken in Verkröpfung angebracht, um das Hirnholz zu verdecken (Fig. 5 a) [6].

II. Der Türflügel schließt die lichte Oeffnung und liegt in dem Türfalz; er ist beweglich, entweder drehbar um eine senkrechte seitliche Kante oder in der Richtung der Fläche ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchiebbar, ſogenannte Schiebetüre. Hinſichtlich der Konſtruktion unterſcheidet man a) einfache glatte Türe, d. h. von einfacher Brettdicke; b) verdoppelte Türe; c) geſtemmte Türe. Hinſichtlich Größe und Form. einflügelige und zweiflügelige Türen. Die Ausmaße betragen bei äußeren Türen: für einflügelige 1,0—1,20 m breit, 2,20—2,50 m hoch; für zweiflügelige 1,35—1,80 m breit, 2,70—3,50 m hoch; bei inneren Türen: einflügelige Zimmertüren 0,95 m breit, 2,10 m hoch; Kammer- und Abtrittüren 0,75 m breit, 1,90 m hoch; zweiflügelige Türen 1,35—1,50 m breit, 2,40—3,0 m hoch.

A. Aeußere Türen, welche den Einflüſſen des Wetters und der Feuchtigkeit ausgeſetzt ſind, müſſen von ſtarkem Holze und ohne Leim zuſammengeſetzt ſein. In ihrer einfachſten Form werden ſie vom Zimmermann erſtellt. Die rauhen oder gehobelten Bretter werden ſtumpf gefügt oder geſpundet oder in Nut und Feder nebeneinander geſetzt und auf Querleiſten mit Strebebug mittels Nägeln oder Schrauben befeſtigt (Fig. 6). Größere Türen und Torflügel erhalten noch Schlag- oder Wandſäulen mit mehreren Riegeln und Bügen. Aehnlich ſind auch große Kirchentüren mit mehreren Strebebügen zu bilden. Als Vorbild können hierfür die Türen der St.-Chapelle in Paris gelten [4].


Fig. 7.

Soll die Türe zur Abhaltung von Kälte und Hitze dienen oder die Ausgleichung der Außen- und Innentemperatur verhindern, ſo genügt eine einfache Brettdicke nicht; es wird die Türe ſich werfen. Die einfachſte Verſtärkung bilden: aufgeſetzte Frieſe, in weiten oder engen Feldern, die bis zu einer Ausſchmückung der Außenfläche ſich entwickeln laſſen.

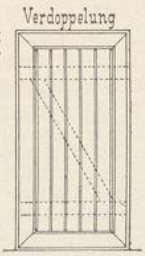


Fig. 6a.

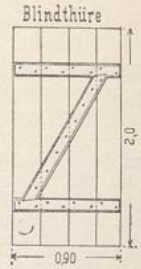


Fig. 6.

Beſſer dient die Verdoppelung, eine zweite Brettlage, welche auf die Blindtüre aufgenagelt wird. Dies kann in ſenkrechter (Fig. 6a und 6b), wagerechter (mit Ueberfälzung, Fig. 7) oder ſchräger Richtung verſtrebend geſchehen.



Fig. 6b.

Als beſte aber gilt die geſtemmte Türe, aus Rahmwerk mit Füllungen beſtehend, wobei die Rahmen oder Frieſe durch Schlitzzapfen miteinander verbunden und an ihren Kanten mit Hobel oder Profil verſehen ſind, entweder glatt in Faſen, mit Kehl- oder Karniesprofil (Fig. 8, *a*, *b*, *c*), welche je nach der Stärke eine einfachere oder reichere Wirkung zeigen. — Die Füllungen, ob glatt oder abgeplattet, ſind [5] a) eingeſtemmt (ſ. Bd. 3, S. 239) in eine Nut zwiſchen den Profilen des Frieſes, b) in den Falz gelegt mit aufgeſetztem Kehlſtoß (Fig. 9) oder, bei ſehr ſtarken Rahmen und Füllungen c) überſchoben (Fig. 10). Die Einteilung erfolgt in quadratiſchen oder länglichviereckigen Feldern oder aber mit durchbrochenen, vergitterten und verglaſten Oeffnungen im oberen Teile zur Erhellung des Innern. Da über eine Höhe von 3,0 m die Flügel ſich verziehen, iſt bei größerer Höhe ein Oberlicht (ſ. Bd. 6, S. 727) anzubringen, und für den oberen Anſchlag des Türflügels ein Kämpferholz (ſ. Latteibrett, Bd. 6, S. 74). Vorteilhaft iſt es, die geſtemmten Türen tief in Niſchen hineinzulegen, um ſie den Einflüſſen des Regens und der Feuchtigkeit zu entziehen.



Fig. 8.



Fig. 9.

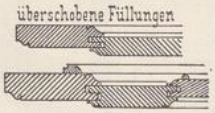


Fig. 10.

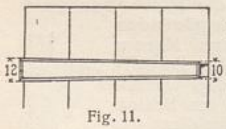
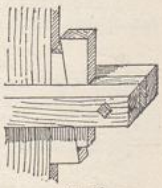
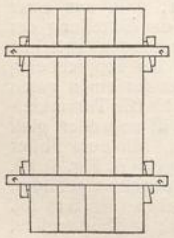


Fig. 11.

B. Innere Türen werden unter Anwendung des Leims erſtellt. In einfachſter Geſtaltung erſcheint ſie als

1. Glatte Türe mit Querleiſten. Hierbei ſind jedoch die Bretter in ganzer Breite zu einer Tafel (Fig. 11) verleimt, und die Querleiſten 1 cm tief auf den Grat (Schwalbenſchwanz) in die Tafel eingeſchoben (ſ. Einſchieben, Bd. 3, S. 244), um dieſe gegen Werfen zu ſchützen; beim Schwinden werden die der Länge nach keilförmig geſtalteten Leiſten nachgetrieben (Fig. 11). Das Verleimen der Tafel erfolgt mittels Zwingen (Fig 12 und 13).


Fig. 13.


Fig. 12.

2. Geſtemmte Türen beſtehen wie A. aus Frieſen und Füllungen; die letzteren ſind durch Mittel- und Querfrieſe getrennt, und man unterſcheidet nach deren Zahl Zwei-, Drei- bis Sechsfüllungstüren. Die Frieſe ſind 25—45 mm ſtark und 14—20 cm breit, durch Schlitzzapfen unter ſich verbunden und haben ſeitlich Nuten für die mit einer Feder eingreifenden, 20—25 mm ſtarken Füllungen, ſowie Kehlſtöße (ſ. oben), welche die tieferliegenden Felder umfaſſen. Dabei ſind die Nuten ſo tief zu halten, daß die Füllung Spielraum zur Ausdehnung hat; damit aber dieſe letztere nicht zu groß werde, ſollte die Füllungsbreite nicht mehr als einfache Brettbreite, d. i. 25—30 cm, betragen. In reicher Arbeit können die Füllungen geſchnitzt oder mit eingelegter Arbeit (Intarſia) verſehen werden. Während einflügelige Türen ihren Anſchlag ringsum in dem Türfalz (ſ. oben) finden, iſt bei zweiflügeligen für



Fig. 14.

einen solchen in der Mitte zu sorgen. Hierzu dient eine Ueberfälzung oder Schlagleisten (Fig. 14), welche beiderseitig anzubringen sind. Bei schmalen, zweiflügeligen Türen von 1,30 m Breite kann durch eine blinde Schlagleiste eine genügende Breite des gewöhnlich aufgehenden Flügels erzielt werden. Neuestens tritt als Ersatz für gestemmte Türen ein Fabrikat auf, das aus verschiedenen Kreuzlagen von Holz besteht, das unter hydraulischem Druck zusammengepreßt ist und unter dem Namen Gloitt oder Koptoxyl [7] in den Handel kommt.

C. Schiebetüren haben den Vorteil, daß sie in geöffnetem Zustand nicht in den Raum hineintreten. Sie werden seitlich in die Wand geschoben, bieten aber, weil zwischen Futter und Flügel genügend Spielraum zu geben ist, um ein Anstreifen zu vermeiden, keinen dichten Abschluß.

D. Lattentüren lassen außer Licht auch Luft in den abgeschlossenen Raum ein; sie sind ähnlich den unter I a geschilderten glatten Türen mit Querriegel und Strebe erstellt, indem statt der Bretter mit Zwischenräumen von 25—50 mm Latten befestigt sind.

E. Feuerfeste oder Kassentüren werden in dem einfachsten Falle als glatte oder Blindtüre (s. oben) gebildet, welche mit Metallblech beschlagen wird; meist aber als 4 mm starke Blechtüre mit einer Verstärkung durch Saumrahmen und Kreuzverstrebung in Flach- oder Winkelschienen. Den Anschlag findet diese Türe an dem Falz eines Hausteingestells oder einer Winkelschiene (s. a. Geldschränke, Tresor).

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, Türen, Darmstadt 1891. — [2] Desgl., 3. Teil, Bd. 3, Heft 1, Fenster und Türen, Darmstadt 1896. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2. Teil, S. 632 ff., Berlin 1891. — [4] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Bd. 4, Paris 1863, Menuiserie, S. 364, und Bd. 7, S. 386 ff. — [5] Strack und Hitzig, Der innere Ausbau, Berlin (o. J.). — [6] Krauth, Th., Die gesamte Baufschreinerei, Leipzig 1890, VI, Türen und Tore, S. 77—184, Taf. VI—XXXIX. — [7] Katalog der Koptoxylfabrik B. Harras, Böhlen i. Th. (Filiale in Berlin W. 30, Nollendorfstraße 29/30). *Weinbrenner.*

Türhaken, s. v. w. Bandhaken, s. Bankeisen.

Türhalle (Vorhalle), Vorbau vor einem Haupteingang, um diesen gegen die Einflüsse des Wetters zu schützen; sie ist nur nach vorn oder an drei Seiten offen und von Pfeilern oder Säulen getragen.

Solche Hallen finden wir an Kircheneingängen der verschiedensten Zeiten angeordnet (Fig. 1). Außerdem kommen sie auch als Unterfahrten öffentlicher Gebäude vor, besonders an Palästen, Konzert- und Schauspielhäusern, um ein geschütztes Aus- und Einsteigen zu ermöglichen, wobei noch anzustreben ist, daß der Verkehr der Fußgänger durch die Wagen nicht gestört wird (Fig. 2).

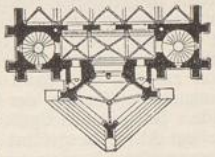


Fig. 1.

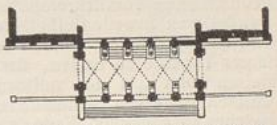


Fig. 2. Vom alten Hoftheater zu Dresden.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, IV. Teil, 1. Halbbd., 3. Aufl., Stuttgart 1904. — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1864, Bd. 7, Porche, S. 259—312. *Weinbrenner.*

Türkis, Kalait, Mineral, wasserhaltige phosphorsaure Tonerde, $Al_2P_2O_8 + 5\,H_2O$.

Nicht kristallisiert, sondern dicht und scheinbar amorph; blau oder grün (durch Kupfergehalt), undurchsichtig, wenig glänzend; Bruch muschelig; spröde; Härte 6; spez. Gew. 2,6—2,8. Wird beim Erhitzen schwarz, verliert das Wasser, schmilzt nicht und wird nicht von Säuren angegriffen. Der blaue orientalische Türkis von Mesched bei Herat in Persien stammt aus Kieselschiefer, andrer aus Porphyr (Sinai); außerdem in Mexiko. Als Edelstein wird der blaßhimmelblaue orientalische Türkis muglig geschliffen benutzt (gegen Stoß und Druck der geringen Härte wegen zu schützen). — Nachahmungen und Ersatz vielfach durch Blaufärbung von fossilem Elfenbein (Zahntürkis) von Simorre, Auch (Dep. du Gers) und von harten, hornartigen Früchten.

Literatur: Bauer, M., Edelsteinkunde, Leipzig 1896, S. 440. *Leppla.*

Türkischbraun, s. Umbra.

Türkischrot, der auf Baumwolle (und Leinen) hervorgerufene, brillantrote, sehr widerstandsfähig zusammengesetzte Lack; Hauptbestandteile: Alizarin (bezw. Isopurpurin), Kalk, Tonerde, Türkischrotöl (s. d.) bezw. Fettsäuren.

Das wahrscheinlich aus Indien stammende, seit vielen Jahrhunderten ausgeübte, uns aus der Türkei überkommene Türkischrotverfahren ist ursprünglich eine Krappfärberei auf Tonerdebeize gewesen, aber mit der Eigentümlichkeit, daß das Fasermaterial eine Vorbeizung in einer alkalischen Emulsion gewisser Oele oder Fette erfährt, wodurch eine auf gewöhnlichem Wege nicht erreichbare Lebhaftigkeit und Echtheit des Tones bedingt ist. Den früher angewendeten Krapp hat jetzt das künstliche Alizarin vollständig verdrängt, da es weit frischere und reinere Nuancen liefert, leichter und sicherer anzuwenden ist und sich auch wesentlich billiger stellt. Die Baumwolle wird in der Form von Garn und von Stückware türkischrot gefärbt; für lose Baumwolle empfiehlt sich das Verfahren weniger, weil deren Spinnfähigkeit durch das Oel stark beeinflußt wird. In helleren Nuancen, wie Rosa, kann Alizarin auf Baumwolle deshalb aufgefärbt werden, weil dem geringeren Farbstoffquantum entsprechend die Oelmenge wesentlich vermindert werden kann. Durch die Einführung des Türkischrotöls ist das Altrotverfahren des Türkischrotfärbens, auch Weißbad- oder Emulsionsverfahren genannt, um das Neurotverfahren vermehrt worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Altrotverfahren. Das Altrot ist das Produkt einer großen Zahl langwieriger Operationen; die auf diese Weise erzielten Färbungen zeichnen sich aber auch durch einen Grad der Echtheit aus, welcher nach dem abgekürzten neuen Verfahren nicht erreicht wird. Nach den vorbereitenden Reinigungsoperationen (Auskochen in Bäuchkesseln u. s. w.) wird das Fasermaterial mit einer Emulsion aus ranzig gewordenem Olivenöl, sogenanntem Tournantöl, und einer wässerigen Sodalösung behandelt. Diese Behandlung wird zwei- bis dreimal wiederholt, nachdem das Garn jedesmal bei 60° C. getrocknet worden ist, und bezweckt die Imprägnierung der Baumwollfaser mit Oel und die Ueberführung des letzteren in zur Aufnahme der Tonerdebeize und des Alizarins geeignete Fettsäuren. Dabei wird ein Ueberschuß von Oel von der Faser aufgenommen und teilweise von ihr nicht vollständig fixiert, so daß dieser Teil durch die nun folgenden sogenannten Weißbäder wieder abgezogen werden muß. Die Weißbäder bestehen aus schwachen Sodalösungen; die Baumwolle wird in denselben eingeweicht und dann an der Luft getrocknet. Dieser Prozeß wird mehrmals wiederholt, worauf die Baumwolle einer Behandlung mit Extrakten oder Lösungen gerbstoffhaltiger Materialien oder von Gerbsäure (Galläpfel, Sumach, Tannin) unterworfen wird. Durch dieses Schmackieren oder Gallieren wird der Faser ein gewisser Prozentsatz an Gerbsäure zugeführt und wird die Reinheit des Farbentons erhöht. Es folgt nun die Operation des Beizens oder Alaunierens, welche im Einlegen der Baumwolle in ein Bad aus basisch-schwefelsaurer Tonerde (mit Soda abgestumpftem Alaun oder Tonerdesulfat) besteht und die Bildung einer unlöslichen Verbindung von oxyfettsaurer und gerbsaurer Tonerde zur Folge hat. Nach gutem Auswaschen ist die Baumwolle zum Färben bereit, welches in der Regel in kupfernen Kufen mit Alizarin in der Weise ausgeführt wird, daß man das kalte Färbebad langsam zum Kochen bringt und ½—1 Stunde kocht. Nun folgen die Avivierungs- (Schönungs-, Rosierungs-) Prozesse, welche im Auskochen der gefärbten Baumwolle mit Lösungen von Seife, Soda und Zinnsalz unter Druck bestehen. Das Altrotverfahren wird meist zur Herstellung blaustichiger Nuancen auf Garn ausgeübt.

Neurotverfahren. Dieses durch Kürze und Einfachheit gegenüber dem vorstehend geschilderten sich auszeichnende Verfahren beruht auf der Anwendung des meist aus Rizinusöl hergestellten Türkischrotöls. Dasselbe ist in Wasser löslich, fixiert sich schon bei einmaliger Imprägnierung gut auf der Faser und bedarf keinerlei Abzugsbäder, sondern ist nach einfachem Trockenprozeß imstande, die Tonerde zu befestigen. Nach Imprägnierung mit der durch Ammoniak neutralisierten Türkischrotöllösung wird das Fasermaterial getrocknet. Als Tonerdebeize verwendet man zuweilen essigsaure Tonerde, meist aber basisch schwefelsaure Tonerde. Die Oel- und Beizoperationen werden bei sattem Rot wiederholt; als vorteilhaft erweist es sich, mit essigsaurer Tonerde zu beizen, darauf zu ölen und dann das Beizen zu wiederholen. Nach dem Beizen folgt das der vollkommenen Befestigung der Tonerde dienende Abkreiden in einem warmen Bade von Schlemmkreide. Nach gutem Spülen ist die Baumwolle zum Färben fertig, welches in ähnlicher Weise wie bei Altrot ausgeführt wird. Auf das Färben folgt meist ein Dämpfprozeß zur besseren Fixierung des Alizarins und zur Erzielung lebhafterer Töne. Die Avivage (Schönung) der Neurotfärbungen wird wie bei Altrot ausgeführt. Das Neurotverfahren eignet sich für Garne und Stückware, und zwar wird es sowohl für die Herstellung von blaustichigem Türkischrot wie auch für gelbere Scharlachtöne angewendet.

Außer den genannten beiden Verfahren sind noch die folgenden, in der Praxis wohl seltener angewendeten Methoden zu nennen:

Türkischrotverfahren von Steiner. Dasselbe eignet sich besonders für Stückware und unterscheidet sich vom Weißbadverfahren dadurch, daß das Oelen mit heißem Olivenöl von 110° C. vorgenommen wird, und zwar genügt eine einmalige Behandlung. Es folgen eine Anzahl von Sodabädern, welche den Zweck haben, das Olivenöl durch allmähliche Verseifung in einen zur Aufnahme der Tonerdebeize geeigneten Zustand zu bringen. Das Beizen, Färben und Schönen geschieht nach dem bei Altrot angegebenen Verfahren.

Türkischrotverfahren nach Schlieper. Auch dieses Verfahren eignet sich besonders für Stückware. Das Gewebe wird mit einer Lösung von Tonerdenatron (Natriumaluminat) imprägniert und auf einer Zylindertrockenmaschine getrocknet. Hierauf wird es mehrere Stunden in die Oxydationskammer gehängt und in einer Rollenkufe erst durch kaltes Wasser, dann durch ein lauwarmes Kreidebad geführt, um das Natriumaluminat in unlösliches Calciumaluminat zu verwandeln. Das auf das Waschen folgende Färben vollzieht sich auf einem Rollenständer, durch welchen die Ware in ganzer Breite langsam sich bewegt. Die Flotte enthält pro Liter 0,75 g Alizarin von 20% und 6 g klares Kalkwasser. Sie wird durch entsprechende Zugabe der Ingredienzien stets auf gleichem Niveau erhalten. Die Dauer der Passage ist 3 Minuten, die Temperatur 90°. Die gefärbte Ware wird mit einer sauern Seife, bereitet durch Verseifen von Rizinusöl mit Natronlauge und partielle Neutralisation der letzteren mit Salzsäure, in einer Emulsion mit Wasser geklotzt. Das so präparierte Gewebe wird dann bei 1 Atmosphäre Ueberdruck gedämpft. Dem Dämpfen folgt Seifen, Waschen und Trocknen.

Türkischrotverfahren nach Erban und Specht. Die Ware wird zuerst mit einer ammoniakalischen Alizarinlösung imprägniert und dann getrocknet. Das Ammoniak entweicht, und der Farbstoff bleibt unlöslich auf der Faser. Der alkalischen Lösung können Zusätze wie Türkischrotöl, Natriumaluminat beigemischt werden, so daß für helle Töne ein besonderes Beizen mit Tonerde sich erübrigt. Die getrocknete Baumwolle kommt nun in das Beizbad, am besten eine Lösung von essigsaurer Tonerde, und wird darauf wieder getrocknet. Hierdurch wird die Bildung des Farblackes eingeleitet, die durch Dämpfen vollendet wird. Vor dem Dämpfen wird die Ware mit Türkischrotöl imprägniert. Auf das Dämpfen folgen die Operationen des Schönens.

Die türkischrot gefärbten Baumwollgarne finden eine ausgedehnte Verwendung für die Zwecke der Buntweberei zur Herstellung von außerordentlich licht- und waschechten Stoffen aller Art, wie Kleider, Wäsche, Bettzeug, Tischdecken, ferner für alle Arten von Strick- und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stickgarnen, Nähfaden und Zwirne. Die türkiſchrot gefärbten Stoffe werden hauptſächlich in Rußland und Indien von der Bevölkerung als Kleidung getragen.

Literatur: Knecht, Rawſon u. Löwenthal, Färberei d. Spinnfaſern, Berlin 1900/01. *R. Möhlau.*

Türkiſchrotöl, ein in der Färberei und Druckerei der Baumwolle benutztes Präparat, welches durch vorſichtiges Miſchen von Rizinusöl mit konzentrierter Schwefelſäure unter Vermeidung einer Erwärmung der Maſſe über 35° C. und der Entwicklung größerer Mengen ſchwefliger Säure erhalten wird.

Das Produkt wird mit Waſſer durchgearbeitet; man zieht die untere wäſſerige Schicht ab und wäſcht ſo lange mit Kochſalzlöſung aus, bis die Waſchflüſſigkeit nur noch ſchwach ſauer reagiert. Schließlich wird ſo viel Ammoniakflüſſigkeit oder Sodalöſung eingerührt, daß ſich eine Probe mit Waſſer vollkommen emulſionieren läßt. Nach Unterſuchungen von Benedikt und Ulzer enthält das ſaure, noch nicht neutraliſierte Türkiſchrotöl einen in Waſſer löslichen und einen nicht löslichen Teil. Erſterer beſteht aus der der Aetherſchwefelſäure analog zuſammengeſetzten Rizinolſchwefelſäure, die ſich aus der beim Verſeifen des Rizinusöls entſtandenen Rizinolſäure nach der Gleichung: $C_{18}H_{33}O_2 \cdot OH + H_2SO_4 = C_{18}H_{33}O_2 \cdot O \cdot SO_3H + H_2O$ (Rizinolſäure → Rizinolſchwefelſäure) bildet und dadurch charakteriſiert iſt, daß ſie beim Kochen ihrer wäſſerigen oder alkaliſchen Löſungen unverändert bleibt, beim Erhitzen mit verdünnten Mineralſäuren aber leicht in Rizinolſäure und Schwefelſäure geſpalten wird. Der unlösliche Teil des Türkiſchrotöls beſteht größtenteils aus freier Rizinolſäure neben etwas Neutralfett. Da das Türkiſchrotöl aus Rizinusöl ausſchließlich ungeſättigte Säuren enthält, während das auch wohl aus Olivenöl oder Baumwollſaatöl in ähnlicher Weiſe bereitete Türkiſchrotöl aus geſättigten Säuren, wie Oxyſtearinſäure oder Oxyſtearinſchwefelſäure, beſteht, ſo iſt erſteres wegen ſeiner großen Oxydationsfähigkeit, die bei der Fabrikation des Türkiſchrots gerade in Frage kommt, letzterem bei weitem vorzuziehen.

Literatur: [1] Müller-Jacobs, Dinglers Polyt. Journ., Bd. 251, S. 449 und 547; Bd. 253, S. 473; Bd. 254, S. 302. — [2] Liechti und Suida, Mitteil. des technolog. Gewerbemuſeums in Wien, I, S. 31 u. 59. — [3] Schmid, H., Dingl. Polyt. Journ., Bd. 254, S. 346. — [4] Benedikt und Ulzer, Zeitſchr. f. d. chem. Ind., 1887, S. 298. — [5] Scheurer-Keſtner, Bull. Soc. Ind. Mulh., 1891, S. 53. — [6] Julliard, Archiv des sciences phys. et natur. de Genève, 1890, S. 134. — [7] Knecht, Rawſon und Löwenthal, Färberei der Spinnfaſern, Berlin 1900/01. *R. Möhlau.*



Türklopfer, Zierbeſchläge an Türen und Toren der Antike, des Mittelalters wie zum Teil der neueren Zeit.

Die ältere Ausbildung zeigt einen kräftigen eiſernen oder Erzring, der, von einem Knopf oder Löwenkopf gehalten, beweglich iſt, auf einen unteren Knopf auffchlägt und zugleich zum Zuziehen des Türflügels dient. Die ſchönſte Geſtaltung zeigen die, beſonders häufig im venezianiſchen Gebiet erhaltenen, in Erz gegoſſenen Beiſpiele, welche mit Figuren wie Neptun oder Viktorien, Löwen, Delphinen u. ſ. w. reich verziert ſind (ſ. nebenſtehende Figur, aus dem 16. Jahrhundert, und Fig. 38 im Art. Kunſtgewerbe).

Literatur: [1] Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1888, S. 445, Taf. 236. — [2] Gewerbehalle, Organ für den Fortſchritt u. ſ. w., Stuttgart. — [3] Liénard, Spécimen de décoration, Lüttich und Leipzig. — [4] Raguenet, A., Matériaux et documents d'architecture etc., Paris. *Weinbrenner.*

Türnagel, 1. ein 7—9 cm langer Nagel; 2. Nagel mit verziertem Kopf, als Zierbeſchläge einer reicheren Haus- oder Kirchentüre. Die einfacheren ſind geſchmiedet in pyramidaler Form oder nach Fig. 1, die reicheren rundlich abgedreht in Eiſen oder Bronze (Fig. 2), oder aber als Roſette in reichem Blattſchmuck, wie ſolche an den Erztüren des Pantheon zu Rom vorhanden ſind. *Weinbrenner.*

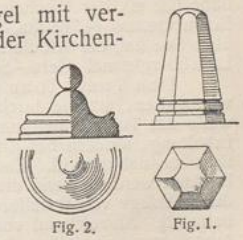


Fig. 2.

Fig. 1.

Türſchließer (Türpuffer) führen ſelbſttätig den Verſchluß der Türen herbei, ſobald die Tür freigegeben iſt (vgl. [1]).

Die Türſchließer mit Laufgewichten werden meiſtens nur bei untergeordneten Türen angewendet; nur bei im Freien befindlichen Türen wird durch Verbindung von drei Stangen [3] mit einem Gewicht beſchwert, eine Zuwerfevorrichtung zuſammengeſtellt, die gut brauchbar iſt.

Zu den durch das Eigengewicht betätigten Türſchließern gehört unter anderm die Strebeſpindel [3], beſtehend aus einer in zwei Pfannen geführten, ſchräg geſtellten Eiſenſtange und die ſelbſttätigen Bänder, bei denen faſt immer ein Ausheben der Türe ſtattfinden muß [2].

Die Türſchließer mit Federkraft leiden an dem jeder Feder anhaftenden Uebelſtand, daß die Feder infolge ihrer Anſpannung allmählich erlahmen muß [2]; dieſelben werden ſowohl mit als auch ohne Hebelarm ausgerüſtet. Die geräuſchloſen Türſchließer [5] beruhen darauf, daß beim Oeffnen der Tür eine Feder angeſpannt und gleichzeitig Luft oder auch eine Flüſſigkeit verdichtet bezw. angeſaugt wird, ſo daß bei der entgegengeſetzten Bewegung die verdichtete Luft oder Flüſſigkeit nur durch eine kleine Oeffnung entweichen kann, wodurch ein langſames, geräuſchloſes Schließen erfolgt. Die Bremszylinder, welche meiſtens angewendet werden, haben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entweder eine horizontale oder vertikale Achſe, und zwar entweder parallel oder winkelrecht zur geſchloſſenen Tür [2]. Die Zahl der hierher gehörigen Türſchließer iſt ſehr groß; Näheres in den Katalogen der großen Eiſenhandlungen, in [2] und den Patentſchriften Klaſſe 68.

Literatur: [1] Hoch, Der praktiſche Schloſſer, 3. Aufl., Leipzig 1907. — [2] Derſ., Technologie der Schlofſerei, 2. Teil, Leipzig 1899. — [3] Krauth und Meyer, Das Schlofſerbuch, 2. Aufl., Leipzig 1897. — [4] Handbuch der Architektur, III. Teil, Bd. 3, Darmſtadt 1896. — [5] Die Baukunde des Architekten, Bd. 1, Berlin 1891. *F. Hoch.*

Tuffe, geſchichtete Geſteine, deren Material aus kleinen, zumeiſt eckigen Brocken von lavaartigen (nie gangartigen) Eruptivgeſteinen beſteht. Nur manche Eruptionsſchlote ſind mit tuffartigem Material ausgefüllt.

Sie entſtehen entweder als Aufhäufung von Schlacken und Aſchen bei vulkaniſchen Eruptionen oder durch Zuſammenſchwemmung von Verwitterungsmaterial der Eruptivgeſteine. Ihr Vorkommen iſt alſo an dasjenige von lavaartigen Eruptivgeſteinen (Diabas, Melaphyr, Porphyrit, Trachyt, Phonolith, Baſalt u. a.) gebunden, beſonders auch an die Umgebung von Vulkanen (Veſuv, Eifel, Laacher See, Weſterwald, Vogelsgebirge, Böhmen u. ſ. w.). Manche Tuffe wie die Leucitphonolithtuffe (ſ. d.) von Weibern am Laacher See oder die Bimsſteintuffe (Traß) von ebenda oder Puzzolane (Mittelitalien) genießen als Baumaterial oder als Zuſchläge für hydrauliſche Mörtel große Verwendung. Die meiſten Tuffe ſind jedoch nicht feſt, ſondern locker und zerreiblich. *Leppla.*

Tula, ſ. Goldarbeiten (Niello) und Kunſtgewerbe.

Tummelbau, ſ. Pfeilerbau.

Tungſtein, ſ. v. w. Scheelit (ſ. d.).

Tunkfarben, ſ. Lederfärberei.

Tunnel, künſtlich hergeſtellter Hohlraum von größerem, verſchiedenartig geſtaltetem röhrenförmigem Querſchnitte, der unter der Erdoberfläche oder unter Gewäſſern, horizontal oder geneigt in gerader Linie oder in Krümmungen angelegt, zur freien, ſicheren, ungehinderten Durchführung von zu bewegenden Maſſen, insbeſondere von Verkehrsanlagen wie Straßen, Eiſenbahnen, Bergwerksbahnen, Kanälen u. ſ. w. dient.

Je nach der Art und Weiſe der Anlage und Herſtellung der Tunnels und dem Zwecke, für den ſie beſtimmt ſind, unterſcheidet man Tunnels in der Tiefe des Gebirges, Bergtunnels für Fußgänger, Straßen und Eiſenbahnen; Tunnels unter Waſſer für die Unterführung von Bächen, Flüſſen, Seen, Meerengen u. ſ. w., Unterwaſſertunnels und Tunnels für die Anlage von Eiſenbahnen und Tramways unter Straßenzügen und verbauten Stadtgebieten, Untergrundtunnels. Häufig werden überwölbte Einſchnitte oder Galerien auch als Tunnel bezeichnet, die aber größtenteils in offenen Einſchnitten hergeſtellt, dann aber eingewölbt und überſchüttet oder mit Holz- oder Eiſenkonſtruktionen überdeckt werden. Sehr lange Tunnels in Gebirgsſtöcken von hoher Lage werden oft Alpentunnels genannt. Die elf längſten im Betriebe befindlichen Alpentunnels in Europa ſind: der Simplontunnel (19,731 km, Seehöhe 704 m), der St. Gotthardtunnel (14,912 km), der Mont-Cenis-(Frejus-) Tunnel (12,233 km), der Arlbergtunnel (10,248 km), der Tunnel unter dem Paß von Giovi bei Genua (8,800 km), der Tauerntunnel (8,456 km, Seehöhe 1225 m), der Tunnel durch den Col di Tenda (8,100 km), der Karawankentunnel (7,969 km, Seehöhe 638 m), der Wocheinertunnel (6,334 km, Seehöhe 333 m), der Albulatunnel (5,866 km), der Bosrucktunnel (4,765 km, Seehöhe 723 m) und der Safagotunnel (4,646 km). Die höchſte Lage über See hat der Albulatunnel, und zwar 1823 m. Genannt ſei ferner (noch im Bau): der Lötſchbergtunnel (Bern—Simplon, 13,735 km).

Dem Tunnelbau müſſen umfaſſende geologiſche Unterſuchungen der Gebirgsgegenden vorangehen, um hierdurch die Lage, Länge, das Profil, die Konſtruktion und Ausführungsweiſe des Tunnels beſtimmen zu können, wobei nicht nur auf die Baukoſten und zukünftige Erhaltung, ſondern bei Eiſenbahntunnels auch auf die Zweckmäßigkeit für den Betrieb Rückſicht zu nehmen iſt. Zur Ueberwindung von größeren Höhenunterſchieden zwiſchen zwei Punkten werden, wenn die vorhandene Länge nicht hinreicht, große künſtliche Entwicklungen, durch Anlage von ſpiralförmigen Kehrtunnels, ausgeführt, wie bei der Gotthard- [1] und Albulabahn [2]. Abweichend von beſtehenden doppelgleiſigen Alpentunnels wurde für den Simplontunnel zwei eingleiſige ſogenannte Paralleltunnels, auch Zwillingstunnels genannt, in einem Achſenabſtand von 17 m ein vollſtändig neues Bauſyſtem angewendet, welches ſich durch Ausführung eines Doppelſtollens charakteriſiert; vorerſt wird nur ein Stollen zu einem eingleiſigen Tunnel ausgemauert, dagegen wird durch den Parallelſtollen von 2,4 m Höhe und 3,2 m Breite eine außerordentlich ergiebige und ſichere Ventilation erzielt, die eigentlichen Bergwaſſer werden in einen großen Kanal durch den Stollen abgeführt und müſſen nicht die Arbeitsſtrecken des Tunnels paſſieren. Der Stollen iſt ferner für die Förderung der Ausbruchmaſſen aus dem Tunnel außerordentlich wertvoll; durch denſelben verkehren auch die Arbeiter und erfolgt der Baumaterialientransport. Zu dieſem Zwecke werden in Entfernungen von je 200 m beide Stollen durch unter einem Winkel von etwa 45° auf die Tunnelachſe angelegte Querſtollen verbunden [3].

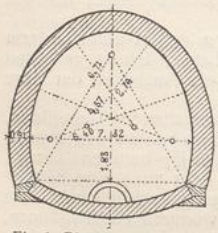


Fig. 1. Blechingley-Tunnel.

Die Tunnelquerprofile nähern ſich, wenn ſtarker Seiten- und Sohlendruck vorhanden iſt, der Kreisform, im übrigen einer mehr oder weniger geſtreckten Parabelform; für Tunnelbauten ohne Sohlengewölbe

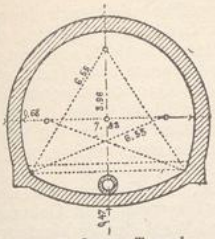


Fig. 2. Severn-Tunnel.

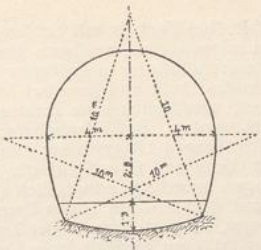


Fig. 3. Tunnelprofil der Semmeringbahn.

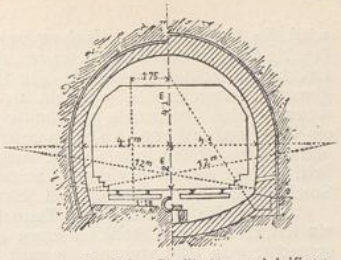


Fig. 4. Deutſches Profil für zweigleiſigen Tunnel.

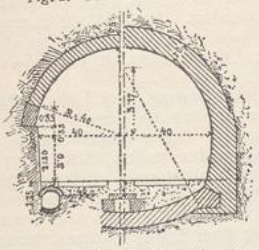


Fig. 5. Tunnelprofile des Gotthardtunnels.

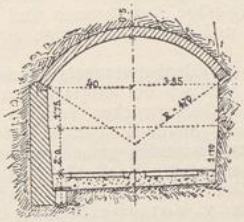


Fig. 6.

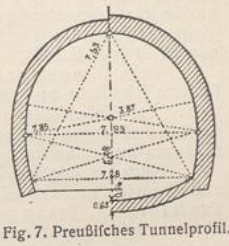
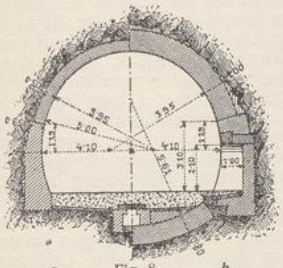


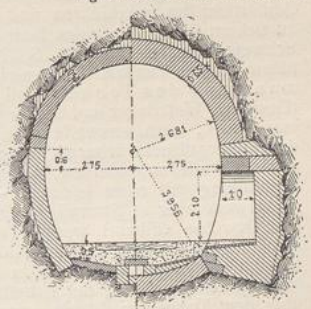
Fig. 7. Preußiſches Tunnelprofil.



a Fig. 8. *b*
Doppelgleiſiger öſterreichiſcher Alpentunnel. *a* Leichtes Druckprofil ohne, *b* ſchweres Druckprofil mit Sohlengewölbe.



a Fig. 9. *b*
Eingleiſiger Bosruck-Tunnel. *a* Leichtes Druckprofil mit Betonverkleidung, *b* ſchweres Druckprofil mit Bruchſteinmauerwerk, Sohlengewölbe und Niſche.



a Fig. 10. *b*
Querprofil des eingleiſigen Meſticaneſtietunnels (Bukowina). *a* Verkleidungsprofil. *b* Schweres Druckprofil mit Niſche

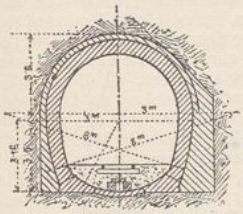


Fig. 11. Eingleiſiger Tunnel Ofaricza-Steierdorf.

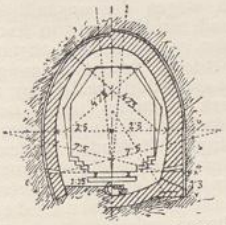


Fig. 12. Deutſches Profil für eingleiſigen Tunnel.

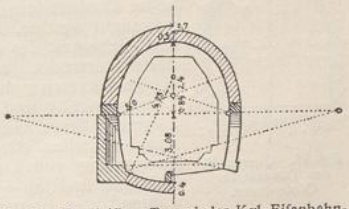


Fig. 13. Eingleiſiger Tunnel der Kgl. Eiſenbahndirektion Cöln, rechtsrheiniſch.

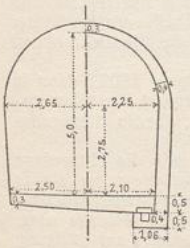


Fig. 14. Querprofil des eingleiſigen Albula-Tunnels mit 1 m Spurweite.

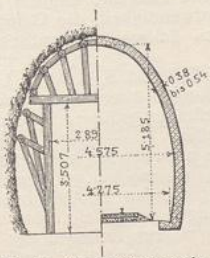


Fig. 15. Querprofil des eingleiſigen Tunnels der Cairns Railway (Queensland) mit Betonverkleidung.

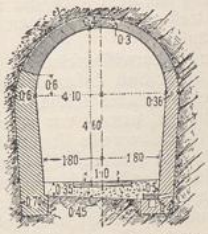


Fig. 16. Tunnelprofil der ſchmalſpurigen Scalettabahn (links: in Moräne u. Schutt, rechts: in Fels).

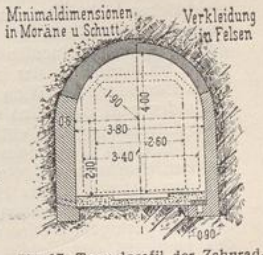


Fig. 17. Tunnelprofil der Zahnradbahn auf den Gornergrat mit 1 m Spurweite.

wird die überhöhte Hufeifenform gewählt; bei Tunnels mit Sohlengewölbe wird auch die geſtreckte Eiform angewendet, welche den allgemeinen Annahmen über Größe und Richtung der Drücke am meiſten entſpricht. Die Untergrundbahnen in größeren Tiefen, auch Tiefbahnen genannt, haben in der Regel ein kreisrundes Profil und jene bei Stadtbahnen oder Tramways, wenn es bloß überdeckte Einſchnitte ſind, gewöhnlich eine rechteckige Querſchnittsform, die als Unterpflaſterbahnen bezeichnet werden. Bei Eiſenbahntunnels iſt überdies die Einhaltung der für die freie Strecke vorgeſchriebenen Umgrenzung des lichten Raumes mit Rückſicht auf die Anzahl der durchführenden Gleiſe und ihrer Spurweite ſowie eines entſprechenden Spielraumes für Reparaturen und Rüſtungen unbedingt erforderlich (ſ. Bd. 1, S. 490).

Obgleich man für jeden Tunnel mit Rückſicht auf ſeinen Zweck, die Gebirgsart u. ſ. w. ein ſtatiſch richtiges Profil feſtſetzen könnte, ſo wird doch in der Regel hiervon kein Gebrauch gemacht; man ſetzt vielmehr je nach der örtlichen Verſchiedenheit und Wahl des Verkleidungsmaterials ein oder mehrere Normalquerprofile feſt, wobei auch bis zu einem gewiſſen Grade bei der Wahl der Form die ſtatiſchen Verhältniſſe berückſichtigt werden. Ausgeführte Tunnelprofile für normalſpurige zweigleiſige Hauptbahnen ſind in Fig. 1—8, für normalſpurige eingleiſige Bahnen in Fig. 9—13 und für ſchmalſpurige eingleiſige Lokalbahnen in Fig. 14—17 dargeſtellt (vgl. S. 647).

Beim Längenprofil der Eiſenbahntunnels iſt auf die Entwäſſerung und Lüftung beſondere Rückſicht zu nehmen, weshalb bei längeren Tunnels die horizontale Lage vermieden wird. Bei Ueberſchreitung von Gebirgsrücken erhalten Tunnels auf der Scheitelhöhe nach beiden Richtungen geringen Fall. Starke Steigungen werden wegen der naſſen, ſchlüpfrigen Schienen im Tunnel möglichſt zu vermeiden geſucht, um die Zugkraft nicht zu beeinträchtigen.

Nach gepflogenen Vorerhebungen und feſtgeſtellter Tunneltraſſe wird zur Abſteckung (ſ. d. und Geodäſie, Geodätiſche Inſtrumente, Grubenmeſſung, Polygoniſieren, Traſſierung, Triangulierung, Vorarbeiten) der Bahnachſe über Tag geſchritten, wobei die bekannten geodätiſchen Operationen mit großer Sorgfalt anzuwenden, nach Maßgabe des Baufortſchrittes fortzuführen und durch häufige Kontrollmeſſungen die notwendige Genauigkeit zu ſichern ſind. Ein gutes Beiſpiel bietet die Abſteckung des Simplontunnels, wie ſie in der Schweizer. Bauzeitung 1901, S. 221, beſchrieben iſt. Wegen der Arbeitsvorgänge bei der Bauausführung eines Tunnels ſ. Tunnelbauweiſen, Bohr- und Sprengtechnik. — Die Ausmauerung des Tunnels ſoll ſich in druckhaftem Gebirge auf den ganzen Profilumfang (Gewölbe, Widerlager und Sohlengewölbe) erſtrecken und iſt derart in Quader- oder Bruchſteinmauerwerk, ausnahmsweiſe auch mit Ziegelmauerwerk in Zementmörtel, auszuführen, daß ſie dem Gebirgsdrucke ſicher zu widerſtehen vermag; in günſtigerem Gebirge kann die Ausmauerung auch teilweiſe unterbleiben; in feſterem Gebirge genügt zuweilen die Wölbung allein oder in Verbindung mit einer leichten Verkleidung des unteren Profils. Die Verkleidung kann in Mauerwerk oder in Stampfbeton oder mittels Betonſteinen erfolgen [4]. Nur höchſt ſelten kann das Gewölbe entbehrt werden (vgl. Fig. 18), und ſelbſt in feſtem Gebirge iſt dasſelbe zum Schutze gegen Ablöſungen aus Klüften und infolge der Verwitterung ratſam. Bei langen Tunnels ſind im Widerlagermauerwerk in Entfernungen von etwa 50 m gegenübergeſtellte geräumige Niſchen zur Sicherung der Arbeiter zu empfehlen. Um die Kopfböſchung der Voreinſchnitte über dem Tunnel zu ſtützen, einzelne herabfallende Steine aufzufangen oder Ablöſungen von der Kopfböſchung zu verhindern und um dem Tunnel einen paſſenden, mitunter auch dekorativen Abſchluß zu geben, werden Tunnelportale errichtet. Alle Baumaterialien ſollen wegen der ungünſtigen Verwendungsverhältniſſe von beſter Qualität ſein und zur Mauerung in feuchten Tunnels nur Zementmörtel gebraucht werden. Von großer Wichtigkeit für die Erhaltung des Mauerwerks und Sicherheit des Betriebes ſind Anordnungen zur Trockenerhaltung des Mauerwerks. Wo die natürliche Lüftung nicht ausreicht, iſt die künſtliche Lüftung durch Zuführung friſcher ſauerſtoffreicher Luft zu bewirken. Ebenſo wichtig ſind die Entwäſſerungsarbeiten behufs Ableitung des aus dem aufgeſchloſſenen Gebirge zufließenden Waſſers oder unter Umſtänden auch zum Fernhalten ſtärkerer Waſſerzuflüſſe, wozu verſchiedene Hilfsmittel mit Anwendung von Dampfkraft erforderlich werden, ſofern nicht Waſſerkräfte verfügbar ſind [5]. — Die Beleuchtung der Arbeitsſtellen im Tunnel während der Bohrarbeiten geſchieht noch zumeiſt durch offen brennende, mit Rüböl geſpeiſte Grubenlampen (ſ. Geleucht), verſuchsweiſe, namentlich an ausgedehnten Bauſtellen, durch größere, mit Reflektoren verſehene Lampen, endlich auch durch Gas und elektriſches Licht. Beachtung verdient auch die Notwendigkeit, die Geſundheitsverhältniſſe der Tunnelarbeiter durch zu treffende Maßnahmen zu ſichern, namentlich die Berufskrankheit Anchyloſtomiaſis einzuſchränken.

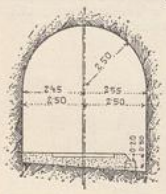


Fig. 18. Querprofil des Tunnels der Ofotenbahn.

Im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 1. Teil, Bd. 5, 3. Aufl., Leipzig 1902, dann in Rölls Encyklopädie, Wien 1892, ſind Zuſammenſtellungen über Länge, Gebirgsart, Ausführungsmethoden und Baukoſten einer ganzen Reihe hergeſtellter größerer Tunnels, ebenſo diesbezügliche Literaturangaben enthalten, worauf wir verweiſen.

Bei den Unterwaſſertunnels iſt für die anzuwendende Baumethode die Höhenlage zur Bettſohle von maßgebendem Einfluß. Tunnels, welche bei geringer Tieflage unter Waſſer mit dem Scheitel in der Höhe der Bettſohle liegen, werden in Abſchnitten zwiſchen trockengelegten Fangdämmen wie gewöhnliche Fundierungen hergeſtellt. Im milden Gebirge ohne oder mit geringem Waſſerzudrang benutzt man bei größeren Tieflagen des Tunnels zur Stützung des Gebirges den Schild (vgl. a. Tunnelbauweiſe 8. und 9.). Derſelbe ſchließt als eine dem Tunnelprofil angepaßte Scheibe den Tunnelraum im ganzen Profil gegen das Gebirge ſenkrecht ab und greift mit einem ungeteilten oder aus einzelnen dicht zuſammenſchließenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

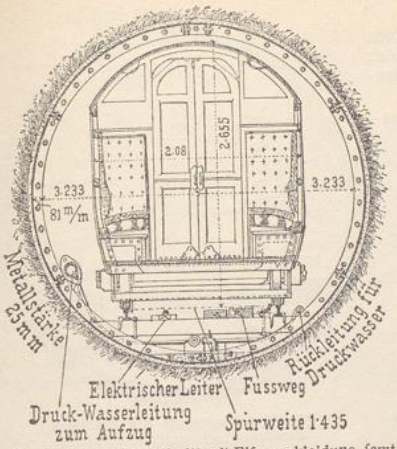


Fig. 19. Tunnelquerſchnitt mit Eiſenverkleidung ſamt Stirnanſicht eines Wagens der City and South London Railway.

Teilen beſtehenden zylindriſchen Rand entſprechend weit nach rückwärts über die fertige Tunnelauskleidung. Durch Abſtützung des Schildes rückwärts

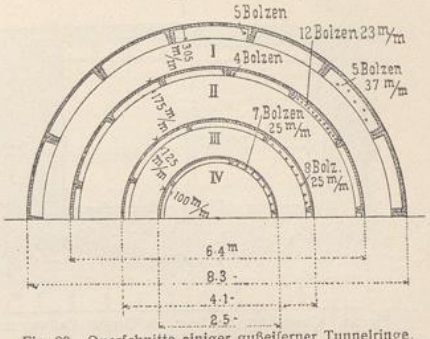


Fig. 20. Querſchnitte einiger gußeiſerner Tunnelringe. I: Blackwell-Tunnel (14 Segmente). II: St.-Clair-Tunnel (13 Segmente). III: Waterloo- and City-Tunnel (7 Segmente). IV: Clichy-Sammelkanal (5 Segmente).

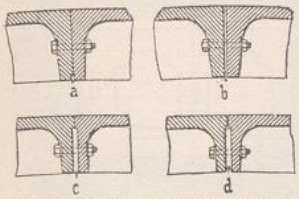


Fig. 21. Flanſchenverbindung der eiſernen Tunnelſegmente mit verſchiedenartiger Packung (Dichtung). *a* Roſtzwiſchenraum. *b* Holzpackung. *c* Zement. *d* Weiches Holz.

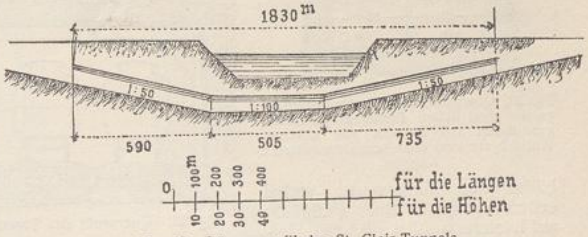


Fig. 22. Längenprofil des St.-Clair-Tunnels.
Linksuferig: Sarnia (Kanada). Rechtsuferig: Fort Huron (Ver. Staaten).

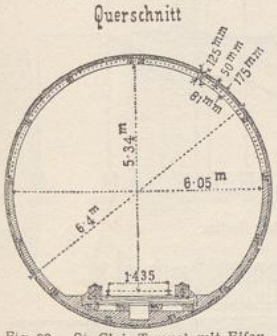


Fig. 23. St. Clair-Tunnel mit Eiſenverkleidung.

wird der Gebirgsdruck der Bruſt aufgenommen; ein ähnlicher kürzerer Rand greift vorwärts einſchneidend in das zu durchfahrende Gebirge. Brunel hat beim Themſetunnel 1825 zuerſt die Schildkonſtruktion benutzt. Die kreisförmige Schildform hat Greathead bei der zweiten Untertunnelung der Themſe in London zunächſt des Tower angewendet, welche Type 1869/70 beim Bau eines Waſſerleitungstunnels in Cleveland und 1886 bei der 5,1 km langen normalſpurigen City and South London-Eiſenbahn (Fig. 19), dann der Central London-Eiſenbahn [6], der Waterloo and City Railway [7] und der Greath Northern and City Railway ohne die geringſte Erdbewegung mit großem Vorteil zur Verwendung kam, wobei die hinter dem Schilde freigewordene, profilmäßig fertige Zone ſofort eine definitive Auskleidung durch einen aus mehreren gußeiſernen Segmenten mittels Innenflanſchen und Verſchraubung zuſammengeſetzten Ring von 2,3—5,79 m innerem Durchmeſſer erhielt [8]. An mit dem Schilde hergeſtellten (als Röhrentunnelbahnen bezeichneten) Eiſenbahnen wurde beim Bau der am

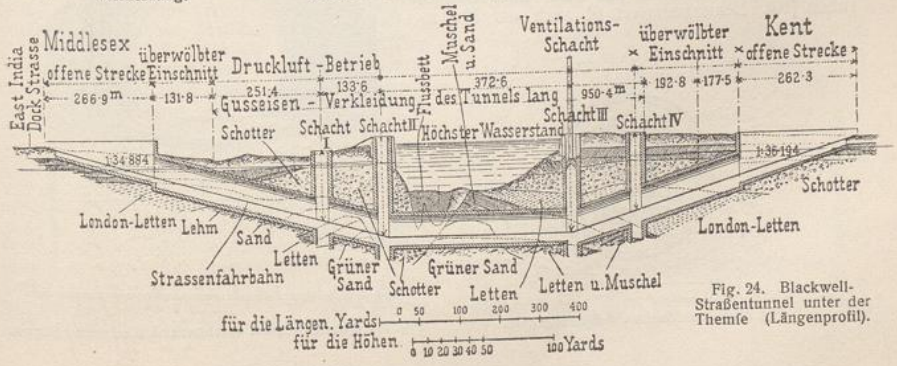


Fig. 24. Blackwell-Straßentunnel unter der Themſe (Längenprofil).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Januar 1903 eröffneten elektrischen Great Northern and City Railway die reine Eisenkonstruktion verlassen; die Firsthälfte des Ringes ist aus Gußeisen, die Boden-

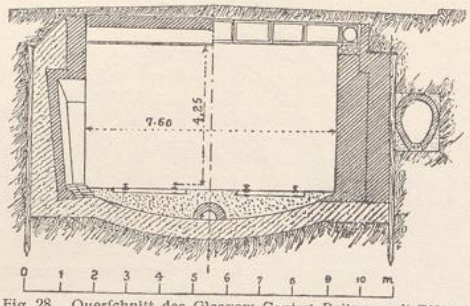


Fig. 28. Querschnitt des Glasgow Central Railway mit Eisenverkleidung.

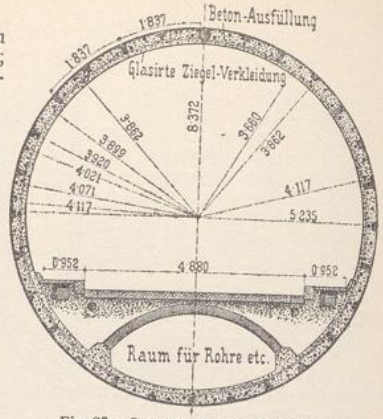


Fig. 25. Querschnitt des Blackwell-Straßentunnels unter der Themse.

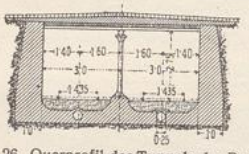


Fig. 26. Querprofil des Tunnels der Budapester elektrischen Franz-Joseph-Untergrundbahn mit Decken von eisernen Walzträgern und dazwischen betonierten Kappen.

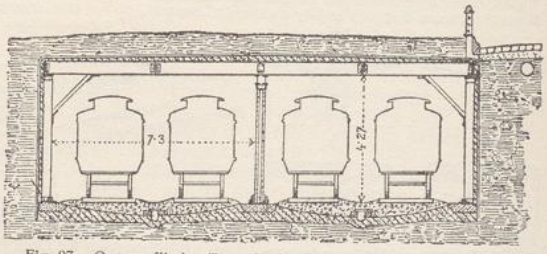


Fig. 27. Querprofil des Tunnels der Boftoner Untergrundbahn mit eiserner Decke.

hälfte aus Mauerwerk, wobei erstere mit Hilfe einer Fußplatte auf letzterer aufsitzt [9]. Bei Her-

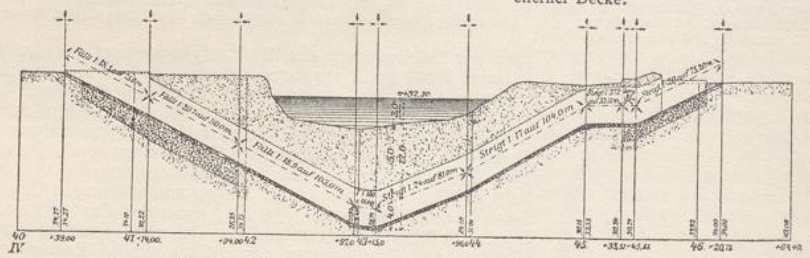


Fig. 29. Höhenplan des Tunnels unter der Spree bei Berlin.

stellung des Tunnels auf der Pariser Stadtbahn wurde der Chagnaudische Schild angewendet, der aus einer Schnecke und an zwei nach Form des herzustellenden Gewölbes gekrümmten Bögen besteht, welche mit ihren Füßen, die durch Zugbänder verbunden sind, auf zwei Längsträgern ruhen [10]. Bemerkenswert ist auch der Holz-

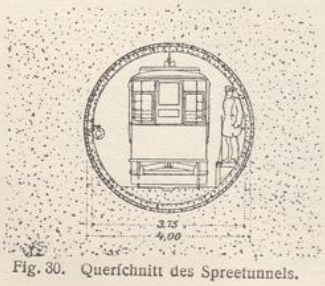


Fig. 30. Querschnitt des Spreetunnels.

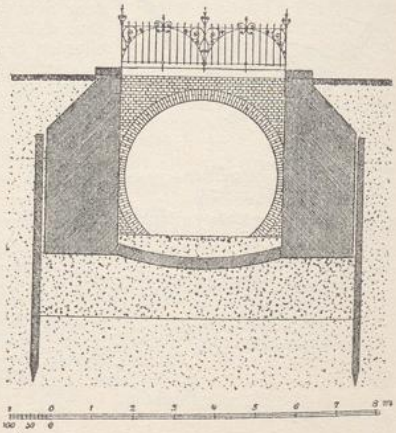


Fig. 31. Querschnitt der anschließenden offenen Rampen.

mannſche Bruſtſchild, welcher in ähnlicher Weiſe wie beim Spreetunnel in Berlin bei Herſtellung des Stammſieles in Hamburg zur Anwendung kam und aus einer eiſernen durch Scheidewände in mehrere Kammern zerlegten mit einer Luftſchleuſe ausgerüſteten Röhre vom Querſchnitte des auszugrabenden Profils beſteht [10]. Auf Grund der Erfahrungen bei dem Eaſt Boſton-Tunnel bietet der Erſatz gußeiſerner Wandungen in Tunnels mit Schildvortrieb durch Beton, je größer der Tunnelquerſchnitt und je feſter das zu durchfahrende Gebirge iſt, nicht unweſentliche Koſtenerſparnis [12]. Beim Baue der zwei eingleiſigen Paralleltunnels der Pennſylvania and Long Island Railroad unter dem North River bei New York wurde zum erſten Male die gußeiſerne Tunnelröhre von 5,79 m innerem Durchmeſſer, die in der gewöhnlichen Weiſe mit Schildvortrieb ausgeführt wird, in Entfernungen

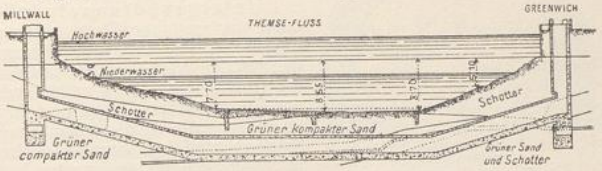


Fig. 32. Längenprofil des Tunnels unter der Themſe zwiſchen Greenwich und Millwall, 371 m lang.

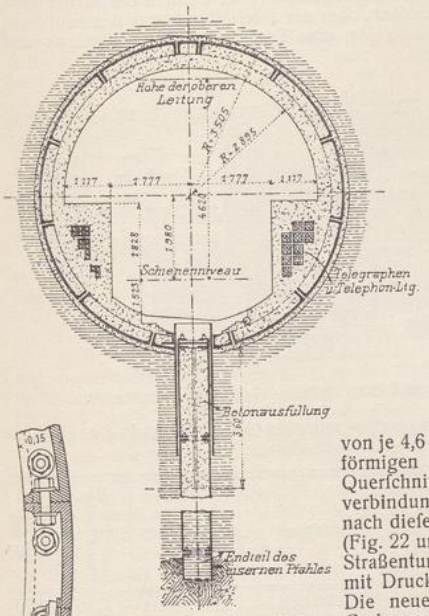


Fig. 35. Tunnelquerſchnitt unter dem North River der Pennsylvania and Long Island Railroad.



Fig. 34.

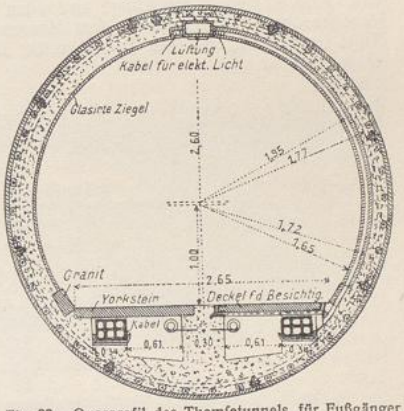


Fig. 33. Querprofil des Themſetunnels für Fußgänger zwiſchen Greenwich und Millwall.

von je 4,6 m durch eingetriebene eiſerne Pfähle mit ſchraubenförmigen Enden unterſtützt [9a]. Aus Fig. 20 ſind einige Querſchnitte von Tunnelringen und aus Fig. 21 die Flanſchenverbindungen der Segmente zu entnehmen. Seither wurde nach dieſem Syſtem 1890 der Tunnel unter dem St. Clairfluß (Fig. 22 und 23) und der die Themſe in London unterfahrende Straßentunnel bei Blackwell ausgeführt, wobei das Waſſer mit Druckluft zurückgehalten wurde (Fig. 24 und 25) [13]. Die neueſten Beſtrebungen gehen dahin, den Schild mit Grabevorrichtungen zu verbinden und auch die Wirkungen des Luftdruckes auf die Zurückhaltung des Waſſers durch beſondere Vorrichtungen zu regeln. Die Kombination von Schild und Druckluft hat ſich bei den unter Waſſer liegenden Teilen des Themſetunnels der City and South London Eiſenbahn, des St. Clairtunnels, des Clydetunnels in Glasgow, des Severntunnels und den letzten Teilen des Hudſontunnels zwiſchen New York und Jerſey City [9a] in jeder Beziehung als die zweckmäßigſte bewährt, ebenſo beim Spreetunnel zwiſchen Stralau und Treptow [14], Fig. 29—31. Auch iſt noch das Dowdſche Tunnelbauſyſtem anzuführen. Zu erwähnen wären noch der Unterwaſſertunnel unter der Themſe der Bakerſtreet and Waterloo-Eiſenbahn [15], dann der kreisrunde Tunnel mit Druckluftbetrieb unter der Themſe zu London zwiſchen Greenwich und Millwall, der von einem gußeiſernen Mantel umgeben iſt ([16], Fig. 32—34; Fig. 34 ſtellt das Detail einer Verbindung der einzelnen gußeiſernen Segmente der Verkleidung dar); ferner der Pennſylvania Railroad-Tunnel unter dem North River and Eaſt River zwiſchen New York City and Jerſey ([17], Fig. 35), der im Bau befindliche Unterwaſſertunnel unter dem Harlemfluß in New York ([18], Fig. 36) und der Tunnel

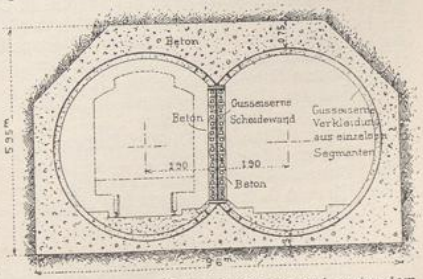


Fig 36. Querprofil des Zwillingstunnels unter dem Harlemfluß (Nordamerika).

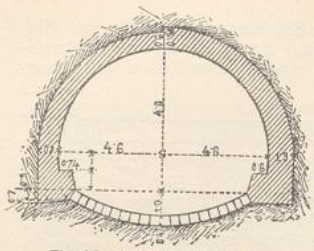


Fig. 37. Sill-Tunnelprofil der Brennerbahn.

der Whitchapel- and Bowr unter dem Regentskanal in eifernen Röhren von 5,48 m Durchmeffer [19].

Untergrundtunnels in Städten liegen meift in geringer Tiefe unter der Straßenoberfläche. Die Art der Ausführung hängt von den lokalen Verhältniffen, dann davon ab, ob die Untergrundtunnels außer- oder innerhalb des Grundwaffers gelegen find (Fig. 26 und 27). Im erften Falle ift die Ausführung eine Kombination zwifchen bergmänniffcher und Einfchnittsherftellung, im zweiten Falle ift im allgemeinen Schild und Druckluft die befte Ausführungsart. Herftellungen diefer letzteren Art find die 1896 eröffnete Glasgow subway and Cable traction (Fig. 28) [20], dann die Pariffer Stadtbahn [21] und die Berliner Hoch- und Untergrundbahn [22]. Intereffe erwecken die im Projekte befindlichen Unterfeeeifenbahntunnels zwifchen Schottland und Irland von 40,2 km Länge und 40,6 km Zufahrtsrampen [23], dann der Unterwaffertunnel zwifchen Spanien und Marokko über die Meerenge von Gibraltar von 32 km Länge und 9 km langen Zufahrtsrampen [24], endlich der 3,3 km lange Unterfeeeifenbahntunnel unter dem Meeresarm Solent, der die Infel Wight von der englifchen Küfte trennt [25] und der Tunnel unter der Newa für eine Trambahn, für Fußgänger und Wagenverkehr [26].

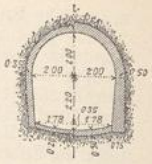


Fig. 39. Zulauftollen bei der Talfperre von Avignonet.

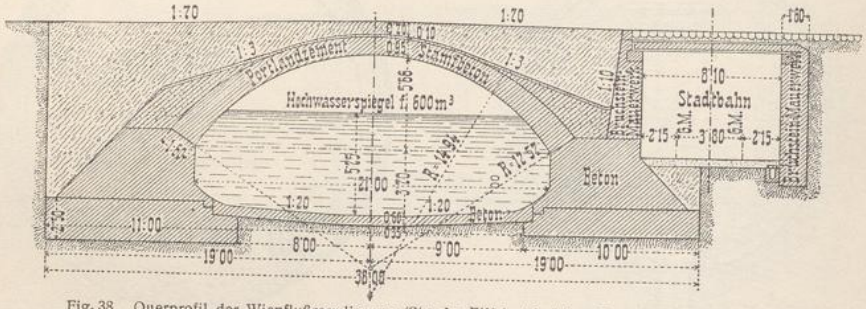


Fig. 38. Querprofil der Wienflußregulierung (Strecke Elifabethbrücke—Tegetthoffbrücke) in Wien.

Aus nachftehender Zufammenftellung find einige wichtige Angaben und die Flächendimenfionen der hauptfächlichften Untergrundbahnen zu entnehmen.

Konftruktion	Bezeichnung der Bahnen	Betriebsart	Gleifeanzahl	Innere Profilfläche in qm	Auf ein Gleis entfallende innere Fläche in qm
Röhrentunnels nach Greathead-Syftem	City and South London Railway	Elektrifch	Ein Gleis	7,80	7,80
	Glasgow Cable Subway	Seil	„	8,40	8,40
	Central London Underground Railway	Elektrifch	„	9,57	9,57
	Waterloo and City Railway	„	„	10,50	10,50
	Great Northern and City Railway	„	„	15,70	15,70
	Kurzer Verfuchstunnel unter der Spree in Berlin	„	„	10,87	10,87
	Tunnel unter dem Hudfonfluß	Dampf	Zwei Gleife	22,85	11,42
	Tunnel unter dem St. Clairfluß	„	„	26,94	13,47
Unterpflafterbahn (gerade Decken)	Blackwell-Tunnel unter der Themfe in London	Für Wagen und Fußgänger		32,70	—
	Themfetunnel zwifchen Greenwich und Millwall	Bloß für Fußgänger		8,52	—
	Franz-Jofef-Untergrundbahn in Budapeft	Elektrifch	Zwei Gleife	17,94	8,97
	Berliner Hoch- und Untergrundbahn	„	„	23,40	11,70
	Boston Subway (Tremont—St. Mall)	„	Vier Gleife	65,68	16,42
	Subway (Boylston-Boston—St. Mall)	„	Zwei Gleife	32,51	16,25
	Glasgow Central Railway	Dampf	„	33,00	16,50
Gewölbte Tunnels	Metropolitan and District Railway in London	Elektrifch	„	30,00	15,00
	Métropolitain de Paris	„	„	32,15	16,07
	Boston Subway (Tremont Street)	„	„	30,84	15,43
	Chemin de fer de Sceaux in Paris	Dampf	„	22,50	11,25
	Wiener Stadtbahn	„	„	24,00	12,00
	Baltimore-Belt Railway	Dampf u. elektr.	„	25,00	12,50

Die fechs elektrifch betriebenen Untergrundbahnen (Tunnelröhrenbahnen) in London, genannt „Tubes“, und zwar die City and South London (13 km), die Central London (11 km),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Great Northern and City (5,6 km), die Baker Street and Waterloo (7,5 km), die Great Northern, Picadilly and Brompton (15,2 km) und die Charing Cross Euston and Hampstead (13 km) in der Gesamtlänge von 65,3 km mit einer Gleislänge von 130 km haben einen Kostenaufwand für den Bau von 513 Millionen Mark erfordert.

In Fig. 38 ist die Tunnelierung des Wienflusses mit nebenanliegender Stadtbahn dargestellt. Hierher gehören ferner Zulaufstollen bei Wasserleitungen und Wasserwerksanlagen (Fig. 39, [27]) sowie Bergwerkstollen und die Tunnels oder unterirdischen Zugänge auf den Bahnhöfen, um von einem Bahnsteig auf den andern zu gelangen, ohne die Bahnhofgleise überschreiten zu müssen. Kanaltunnels (s. d. und Bd. 7, S. 634), Fluß- und Bachtunnels wurden vornehmlich auf der Brennerbahn mit Vorteil angewendet, um bei tiefen Schluchtübersetzungen und hohen Aufschüttungen die Herstellung langgestreckter Durchlässe für Wasserläufe und Wege an der Dammsohle zu umgehen, die zumeist kostspielig, schwierig und zeitraubend sind (Fig. 37). Allgemeines über Tunnels s. [28].

Literatur: [1] Kauffmann, Der Bau des Gotthardtunnels, 1875; Könyves-Toth, Der Durchschlag des St. Gotthardtunnels und seine Vollendung, Zürich 1880; Favaro, Il traforo de Gottardo, Tadova 1874; Klar, Der Gotthardtunnel, Wien 1875. — [2] Hennings, Die neuen Linien der Rhätischen Bahn, Schweizer. Bauztg. 1901, 1902 und 1904; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1904. — [3] Die Bauarbeiten des Simplontunnels, Glasers Ann., Nr. 602, 1902; Le tunnel de Simplon, Le génie civil 1900; Simplontunnel, Baufortschritte, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1901 und 1902; Résultats définitifs des opérations de trace du tunnel du Simplon par le Dr. L. Rosenmund, Bulletin du congrès international de chemins de fer, 1906, Nr. 9; Le tunnel du Simplon, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers 1907; Histoire du tunnel et des traveaux du Simplon par Allard, Besançon; Le tunnel du Simplon, Le génie civil 1906, Nr. 9; Grandjean und Williams, Der eingleisige Zwillingstunnel, seine Bedeutung im Eisenbahnbau und seine Ausführung, Zürich 1878. — [4] Eingleisige Tunnels on the Cairns Railway in Queensland mit Betonverkleidung, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, London 1903; Könyves-Toth, Ueber Tunnelbau im allgemeinen und über die Ursache der Deformation bei Tunnelmauerungen, Wien 1875; Zusammenstellung über den Fortschritt beim Baue des österr. großen Alpentunnels am 30. Nov. 1903, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903; Steiner, Theorie der Röhrentunnels, Oesterr. Wochenschr. f. d. österr. Baudienst 1906. — [5] Ventilationsanlage für Baltimore- und Potomactunnel, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893; Gleim, O., Neuere Stadt- und Vorortbahnen in London, Liverpool und Glasgow, Deutsche Bauztg. 1896; Cox, R., The ventilation of the Metropolitan Railway Tunnels, London 1898; Essais de ventilation des tunnels, Le génie civil, T. 21, Nr. 22, S. 350; Die Ventilation langer Eisenbahntunnels im Betriebe, Oesterr. Eisenbahnztg., Bd. 21, Nr. 98, 1898; Das System Saccardo für Tunnelbauten, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898; Ventilation des Gotthardtunnels, Oesterr. Eisenbahnztg. 1899; Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899; Die Lüftung des Bostoner Tunnels, Die Lüftungsanlage des Gotthardtunnels, Zentralbl. d. Bauverw. 1899; The ventilation of tunnels and buildings, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, London 1899; The ventilation of tunnels, Proceedings of the American Society of Civil Engineers 1906, Nr. 8; Tunnellüftung, Railway Gazette 1906; La ventilation du Baker Street and Waterloo Railway par G. Rosenbusch, Bulletin du congrès international des chemins de fer 1906, Nr. 4; Ventilation of tunnels, Transactions of the American Society of Civil Engineers, International Engineering Congress, New York 1904, 1905; La ventilation des chemins de fer et métropolitains souterrains, L'éclair électrique 1907; The ventilation of subways, The Engineering Magazine 1907; Ventilationsanlage nach System Saccardo für den Gotthardtunnel in Göschenen, Schweizer. Bauztg. 1899; Künstliche Ventilation im Giovitunnel, Oesterr. Eisenbahnztg. 1900; Birk, A., Lüftung langer Tunnels, Monatsschr. f. d. österr. Baudienst, Wien 1901; Luftprüfung in Tunnels, Lüftung von Unterpflasterbahnen, Engin. record, Bd. 47, 1903; Ventilation of Underground Railways, Engineering 1903; Balzer, F., Die Arbeiten am 4646 m langen Sassyotunnel in Japan, Zentralbl. d. Bauverw. 1903; Lüftungsanlage des Big-Bendtunnels der Chesapeak- und Ohiobahn, Railroad Gazette 1903; Preffel und Kauffmann, Der Bau des Hauensteintunnels, Basel 1860; Rziha, F., Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst, Berlin 1868; Derf., Die Entwässerung des Tunnelmauerwerks, Berlin 1869; Callodon, D., Die maschinellen Arbeiten zur Durchbohrung des Gotthardtunnels, Zürich 1876; Entwässerung des Bahntunnels unter dem Harlemfluß, „Stahl und Eisen" 1905; Eine neue Methode für Flußtunnelbau, American Scientific 1906; Tunnelausführung mit der Gefriermethode unter dem East River, ebend. 1906; Die Grubenmethode im Tunnelbau, ebend. 1906; Grimburg, v., Der Bau des Sonnensteintunnels, Wien 1878; Gunesch, v., Der Lupkower Tunnel, Wien 1878; Stané und Pascher, Der Bau des Spitzbergtunnels, Berlin 1878; Wagner, C. J., Bauausführung des Tunnels bei Bischofshofen, Wien 1878; Koch, Die Tunnelbauten bei der Arlbergbahn, Wien 1880; Die Lokomotivförderung beim Bau des Arlbergtunnels, Berlin 1881; Platte, G., Die Installationsanlagen am Arlberg, Wien 1881; Ueber Förderung beim Baue des Arlbergtunnels, Wien 1883; Die Stangenförderung im Arlbergtunnel, Wien 1883; Platte, G., Ueber die Ausführung des Arlbergtunnels, Wien 1884; Der Bau des Arlbergtunnels, Wien 1885; Amiot, J. A., Construction des Souterrains par la méthode du bouclier, Mémoires et compte rendu de travaux de la Société des Ingénieurs civils de France, Décembre 1897. — [6] Die Zentral-London-Untergrundbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung der Lokal- und Straßenbahnen 1902; Tunneling shields for the Central London Railway, Engineering 1898; Die Londoner Untergrundbahn, Deutsche Bauztg. 1899; Central London Railway Co., The Tramway and Railway world 1901; Central London Railway, La Revue technique 1901; Die Lüftung auf der Zentral-London-Bahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1902. — [7] Die Waterloo and City Railway, Ztg. d. Vereins deutsch. Eisenbahnverw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1898; Zentralbl. d. Bauverw. 1898; The Railway world 1898; Street Railway Journal 1898; The Railroad Gazette 1898; Revue générale des chemins de fer 1898; Die elektrifch betriebene Röhrentunnelbahn in London, The Waterloo and City Railway, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1902. — [8] Hopkinfon, E., The City and South Railway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXII, 1893, S. 209; Greathead, J. H., The City and South London Railway with some remarks upon Subaqueous Tunneling by Shield and compressed air, ebend., Vol. CXXVII, 1896, S. 39; The Central London Railway Traction and Transmission 1903; Tunneling machine; Great northern, Picadilly and Brompton Railway, The Engineer 1904, Nr. 1988. — [9] Uhlands Verkehrsztg. 1903, Nr. 52. — [10] Zentralbl. d. Bauverw. 1897, 1901; Zeitfchr. f. Bauwefen 1899; Die Parifer Stadtbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung der Lokal- und Straßenbahnen 1900. — [11] Zentralbl. d. Bauverw. 1903. — [12] Engineering News 1901. — [13] Will. Orr Leith, Iron Tunnels, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXV, 1896, S. 377; Hay, D., und Fitzmaurice, M., The Blackwell Tunnel, ebend., Vol. CXXX, 1897, S. 50; Der Blackwell-Tunnel in London, Zeitfchr. d. Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897. — [14] Der Spreetunnel in Berlin, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1898, 1899; Oefterr. Eifenbahnztg. 1899; Le tunnel de l'Hudson, Bulletins de la Société des Ingénieurs civils de France 1903; Hudson River Tunnel of the New York and Jersey Railroad, Railroad Gazette 1903; Die New-Jerfey-Tunnels und Untergrundbahnen in New York, American Scientific 1905; Die großen Tunnelbauanlagen unter dem North River in New York, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905; Traveaux du tunnel sous l'East River at New York, ebend. 1906; The New York Terminal of Pennsylvania Railroad, Railroad Gazette 1903; Ueber die Untertunnelung von New York durch die Pennfylvaniabahn, Ztg. d. Ver. deutfch. Eifenbahnverw. 1903, 1904; The Hudson River Tunnel, Scientific American 1903, Engineering Record 1903; The construction of the Pennsylvania Railroad Tunnel under the Hudson River at New York City, Engineering News 1906, Nr. 24, 1907, Nr. 9; Tunnel unter dem Hudfonfluß, Organ f. d. Fortfchritte des Eifenbahnwefens 1907, Heft 6; Die Tunnels der Pennsylvaniabahn unter dem North River in New York, Railway Gazette 1907; Tunnel fondé sur pieux à vie du Pennsylvania and Long Island Railroad, Le Génie civil 1904. — [15] Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Bd. 4, 1901/02; Tunnelvortrieb unter Waffer durch den Themfekies im Zuge der Baker-Street und Waterloo-Railway, Railway Engineer 1902; Le nouveau tunnel sous la Tamise à Londre entre Greenwich et Millwall, Le Génie civil 1902, Bd. 42; Bewährte Ausführungen für fchwierige Unterwaffertunnels, Engineer record 1903. — [16] Engineer. record 1903, Bd. 47; Organ f. d. Fortfchr. im Eifenbahnw. 1903. — [17] The Tramway and Railway world 1903; Engineering News 1903; Railroad Age, Chicago 1903. — [18] Engineering News 1903; Tunnel en tubes jumelés sur la rivière de Harlem. Le Génie civil 1903, Bd. XLIII, Nr. 26, und 1904, Bd. XLIV, Nr. 16. — [19] Engineering 1903. [20] Stewart, The Glasgow District Subway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXII, 1895, S. 355; The Glasgow Subway and Cable traction, Engineering 1896; Die Glasgower Untergrund-Stadtbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1898. — [21] Le Génie civil, Bd. XXV, XXVI, XXXVII, XXXVIII; Etude générale sur le chemin de fer métropolitain de Paris, La Revue technique 1903; The Paris Metropolitan Electric Railway, Tract. and Transm. 1903; Godfernaux, Tunnelbauten der Metropolitanbahn in Paris, Revue générale des chemins de fer 1903; Dumas, Die Untertunnelung der Seine durch die Métropolitainbahn in Paris, Le Génie civil 1905. — [22] Zentralbl. d. Bauverw. 1899, 1901; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1901. — [23] International Engineering Congress, Glasgow 1901; Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1903. — [24] Ein Unterwaffertunnel zwifchen Spanien und Marokko, Deutfche Bauztg. 1903. — [25] Glafers Ann. 1901, Bd. 49. — [26] Zeitfchr. d. Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897. — [27] Die Talfperre von Avignonnet, Schweizer. Bauztg. 1903. — [28] Zwick, H., Neuere Tunnelbauten, Leipzig 1873; Schön, Der Tunnelbau, Wien 1874; Hilfsmittel für die Richtungsangabe im Gotthardtunnel, Hannover 1878; Firftftollenbetrieb im Gotthardtunnel, Hannover 1878; Grandjean und Williams, Der einfpurige Zwillingstunnel, Zürich 1878; Lufttransmiffion im Gotthardtunnel, Hannover 1880; Gröger, J., Die Statik der Tunnelgewölbe im druckreichen Gebirge, Prag 1881; Der Ausbau des Gotthardtunnels, Hannover 1882; Dolezalek, C., Subaquare Tunnels, 1883; Forchheimer, Englifche Tunnelbauten bei Untergrundbahnen fowie unter Flüffen und Meeresarmen, Aachen 1884; Der Tunnelbau, Hannover 1889/90; Pontzen, E., Procédés généraux de construction traveaux de terrassements tunnels, dragayes et dérochements, Paris 1891; Troske, L., Die Londoner Untergrundbahnen, Berlin 1892; Simms, F. W., Practical Tunneling, London 1895; Berg, J., The St. Gotthard Mountain Railway, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXX, 1895, S. 2; Die Boftoner Unterpflafterbahn, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1896, S. 485; Die Londoner Röhrentunnelbahnen mit elektrifchem Betriebe, ebend. 1897, S. 350; Die Budapefter elektrifche Franz-Jofef-Untergrundbahn, ebend. 1897, S. 542; Ramfay, J., The Mushkaf-Bolan Railway, Baluchistan (India), Minutes of proceedings of the Institut of Civil Engineers, Vol. CXXVIII, 1897, S. 232; Die Boftoner Untergrund- und Hochbahnen, Ztg. d. Vereins deutfch. Eifenbahnverw. 1898, Nr. 88 u. 89; The Boston Subway, Street Railway Journal, New York, Sept. 1898; Der Arlbergtunnel und fein Betrieb, Oefterr. Eifenbahnztg. 1898, Nr. 18; Le Tunnel de l'Hudson, Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France 1903; Tunnel under the Regents Canal, Engineering News 1903, Nr. 18; The relative advantages of overhead, deep level and shallon subway lines for the accomodation of urban railway traffic, Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, Supplement to Vol. CLIV, 1903; Fifcher, Der Bau des Karawankentunnels, Teplitz 1904; Hennings, Die Albulabahn, Chur 1908. *Ziffer.*

Tunnel bei Kanälen, f. Kanaltunnel, Schiffahrtskanäle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tunnelbauweiſen. Der Tunnelbau umfaßt den Ausbruch oder die Löſung und Zerkleinerung, die Beſeitigung und Förderung des gelöſten Gebirges (Schuttes) ſowie die zeitweilige und dauernde Sicherung des geſchaffenen Hohlraumes gegen alle Veränderungen, welche durch die Bewegung des Bodens infolge Störung des Gleichgewichtes oder durch die Einwirkung von Luft und Waſſer verurſacht werden.

Die hierdurch bedingten Arbeiten ſind ſomit: Gewinnungsarbeiten, Förderungsarbeiten, Ausbauarbeiten, Abführung des zufließenden Waſſers, Beleuchtung und Lüftung der Bauſtellen, Angabe der Höhenlage und Richtung, geologiſche Erhebungen. Die Tunnelbauweiſen bezeichnen die Reihenfolge der Gewinnung, der zeitweiligen und dauernden Abſtützung der gewonnenen Hohlräume ſowie die Formen und Stärken dieſer Abſtützungen; ſie ändern ſich mit Länge, Querſchnitt und Lage des Tunnels zur Oberfläche ſowie mit der Gebirgsbeſchaffenheit, den Waſſerzuflüſſen und der Geſteinswärme. Im folgenden ſollen nur die verſchiedenen Tunnelbauweiſen beſprochen werden.

Stollen ſind Tunnels von kleinen Abmeſſungen; die Querſchnittfläche iſt 4—15 qm groß und meiſt rechteckig, trapezförmig, ſeltener rund. Die Seiten *f*, *s* und *u* (Fig. 1) werden Firſt, Sohle und Seitenwände oder Stöße, auch Ulmen, der Eingang *m* das Mundloch, das Ende *o* das Ort des Stollens, die Ortfläche *o* die Stollenbruſt genannt. Der Neigungswinkel α, welchen die Sohle *s* mit der Wagerechten einſchließt, kann $\gtrless o$ ſein. Am günſtigſten für den Arbeitsbetrieb iſt $\alpha > o$, da hierbei die Waſſerabführung wie auch die Förderung, d. i. das Abfahren des ausgebrochenen Gebirges, im Gefälle nach außen am leichteſten und billigſten erfolgt. Für $\alpha < o$, d. h. für ein Gefälle vom Mundloch nach dem Ort, werden Förderung und Waſſerhaltung um ſo ſchwieriger, je größer das Gefälle iſt.



Fig. 1. Fig. 1a. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Die Stollen ſind entweder Teile eines größeren Tunnels oder ſelbſtändige Bauten. Tunnels mit größeren Abmeſſungen beginnt man zumeiſt mit einem, zwei, ausnahmsweiſe auch mehreren Stollen, und zwar mit einem Firſtſtollen *F* (Fig. 2), einem Sohlſtollen *S* (Fig. 3), einem Sohl- und Firſtſtollen (Fig. 4), zwei Sohlſtollen *O* (auch Ortſtollen genannt) und einem Firſtſtollen *F* (Fig. 5) mit zwei Ortſtollen *O*, einem Kernſtollen *K* und einem Firſtſtollen *F* (Fig. 6). Zur Erleichterung der Lüftung, Förderung und Entwäſſerung des Tunnelbaues werden auch (Fig. 7) Parallelſtollen *P* in genügendem Abſtande *A* ausgeführt und mit dem Sohlſtollen *S* des Tunnels durch Querſtollen *Q* verbunden [43], [53] (Simplontunnel). Man hat auch vorgeſchlagen, zu dieſem Zwecke den Parallelſtollen *P* unter den Sohlſtollen *S* des Tunnels zu legen (Fig. 8). Zur Vermehrung der Angriffſtellen des Tunnelbaues ſowie zur leichteren Förderung und Lüftung werden Neben- oder Seitenſtollen *Q* (Fig. 9) [8] ausgeführt; bei längeren Voreinſchnitten finden Mundloch- oder Voreinſchnittſtollen *M* (Fig. 10) [2], [4] Verwendung, namentlich wenn engliſcher Einſchnittbetrieb zweckmäßig erſcheint, damit mit den Tunnelbauten vor Fertigſtellung der Voreinſchnitte begonnen werden kann.

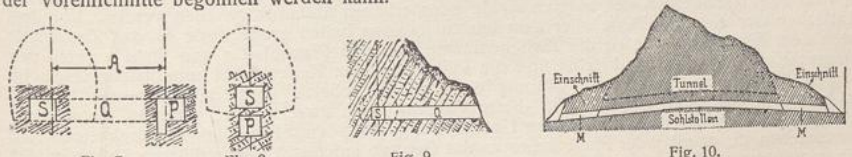


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Zur Entwäſſerung des Gebirges über oder neben dem Tunnel können auch Entwäſſerungsſtollen zweckmäßig ſein, welche entweder nur während der Bauzeit oder auch nach Fertigſtellung des Tunnels durch Ausmauerung oder durch trockene Steinauspackung des Stollenraumes wirkſam erhalten werden [30].

Der Ausbruch des Stollens erfolgt mittels Bohr- und Sprengarbeit (ſ. Bd. 2, S. 206), der Hau- und Brecharbeit oder der Grabarbeit (ſ. Bodengewinnung und Bodenlöſung, Bd. 2, S. 106 und 107). Nur in ſehr feſtem Geſtein kann der Stollen ohne Abſtützung oder Zimmerung verbleiben [29], [37].

Die Art und Stärke der Zimmerung (vgl. a. Grubenzimmerung) iſt von der Beſchaffenheit des Gebirges ſowie von den Abmeſſungen und der Benutzungsdauer des Stollens abhängig. In der Regel liegen die Gebirgsverhältniſſe ſo, daß der größte Druck in der Firſt, geringerer Druck an den Stößen und der kleinſte Druck in der Sohle des Stollens auftritt. Dementſprechend würden zuerſt die Firſt, dann die Stöße oder Seitenwände und nur ausnahmsweiſe, in ſehr ungünſtigem Gebirge, die Sohle des Stollens abzuſtützen ſein [5], [7], [8].

Die zeitweilige Abſtützung oder Zimmerung erfolgt durch Rund-, ſeltener durch Kantholz, auch wohl durch Eiſen (Altſchienen, I- oder L-Eiſen); die dauernde Abſtützung durch Eiſen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beton oder Mauerwerk (Ziegel, Bruchſteine, Quader). Für die Zimmerung des Stollens ergeben ſich, der Gebirgsbeſchaffenheit entſprechend, folgende Anordnungen:

Im feſten Gebirge (Fig. 11) werden meiſt runde Querhölzer *a*, Kappen, unmittelbar auf das Gebirge gelegt und die Bühnenlöcher *b* auf der einen Seite des Stollens ſo ausgeſchlitzt, daß die Kappen leicht eingebracht und mittels eines Keils befeſtigt werden können. Längsträger oder Verzugsbretter *c* werden bei größeren Längen und Abſtänden der Kappen erforderlich.

Im weniger feſten Gebirge (Fig. 12) werden die Kappen *a* durch Ständer oder Stempel *s* geſtützt, die, wenn erforderlich, auf Fußbrettern *f* ſtehen. Durch die über den Kappen und hinter den Stempeln angeordneten Verzugshölzer *c* werden die Stützpunkte des Gebirges nach Bedarf vermehrt; unter Umſtänden wird das Gebirge zur Vermeidung von Verwitterungen und kleinen Abbrüchen gegen das Stolleninnere ganz abgeſchloſſen. Bolzen *d* zwiſchen den Kappen bewirken den erforderlichen Längsverband. Im bläheden Gebirge (Anhydrit, Gips u. ſ. w.) iſt ein dichter Abſchluß ſchädlich und daher zu vermeiden, damit die Ausdehnungsmöglichkeit nicht ausgeſchloſſen wird [14], [6].



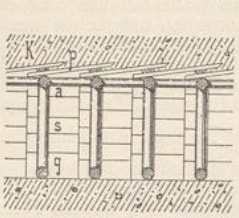


Fig. 13.

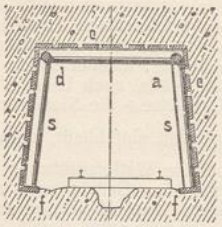


Fig. 12.

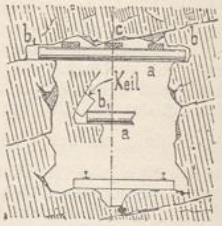


Fig. 11.

Im Gebirge, das auf die Länge des Abſtandes der Stollenrahmen ohne Gefahr des Ablöſens und Abbröckelns nicht ſtandhält, wird der Vortrieb des Stollens (Fig. 13) durch Pfähle *p* bewerkſtelligt, die über den Stollenkappen *a* und, wenn erforderlich, über den Stempeln *s* ſo vorgetrieben werden, daß der Ausbruch des Stollens unter dem Schutze dieſer Pfähle erfolgen kann. Ob die Verpfählung nur in der Firſt des Stollens oder auch an den Seitenwänden (Stößen) erforderlich iſt, hängt von der Beſchaffenheit des Gebirges ab. Zwiſchen Schwanz des vorderen und Kopf des folgenden Pfahles werden in der Regel Keile *k* eingetrieben, um die Pfähle dicht an das Gebirge anzudrücken und den größeren Zwiſchenraum, der zur Erleichterung des Vortreibens belaſſen wird, auszufüllen und Unregelmäßigkeiten im Ausbruch Rechnung zu tragen. Sohlenſchwellen *g* werden nur im weichen Gebirge verwendet, um den Einheitsdruck auf die Baufohle zu vermindern und das Eindrücken der Ständer *s* in den Boden zu verhindern [3], [4], [37]. Die in feſteren Schichten hinter den Pfählen verbleibenden Hohlräume ſind mit Steinen gut auszupacken, um nachträgliche Ablöſungen des Geſteins und die Stoßwirkungen auf die Zimmerung zu vermeiden.

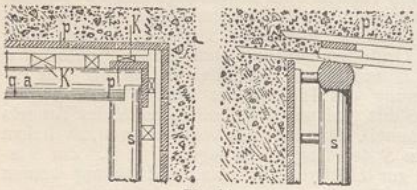
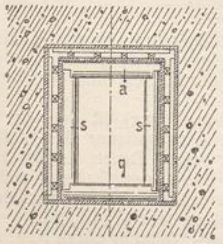


Fig. 14.

Im ſtärker drückenden Gebirge (Fig. 14) [4], [5] werden die Köpfe der Pfähle auch wohl gemeinſam durch ein Querbrett *q*, Pfandblatt genannt, ſo unterſtützt, daß ſie gemeinſam in dem zum Nachtreiben der unteren Pfähle erforderlichen Abſtande gehalten werden. Vor dem Anflecken der unteren Pfähle über dem letzten Rahmen halten große Keile k^1 das Pfandblatt; nach dem Eintreiben werden die Zwiſchenräume zwiſchen Pfandblatt *q* und Pfahl *p* durch den kleinen Keil *k* ausgefüllt; hierbei ſind die Pfähle von den Keilen nicht unmittelbar abhängig, ſo daß die unteren Pfähle ohne Störung der Lage der oberen vorgetrieben werden können. Im weichen, druckhaften Gebirge iſt dieſer Vorgang auch zweckmäßig, während im weniger druckhaften Gebirge die unmittelbare Unterſtützung jedes einzelnen Pfahles durch einen Keil vorzuziehen iſt, damit jeder Pfahl ſicher an das Gebirge anſchließt. Bei größeren Abſtänden der Hauptgeſpärre *H* (Fig. 15 und 16) werden zur Unterſtützung der Pfähle *p* in der Mitte Zwiſchengeſpärre *Z* angeordnet. Man kann hierdurch größeren Druckverhältniſſen begegnen, auch die Pfähle unter den Kappen der vorletzten Geſpärre leichter ſo vortreiben, daß ſie gleich ohne



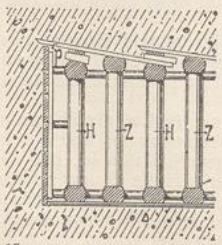


Fig. 15.

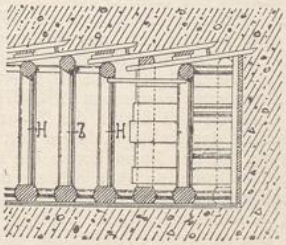
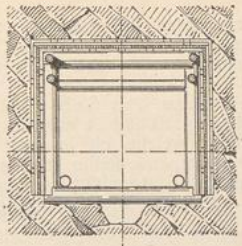


Fig. 16.

Verſchwenkung in nahezu richtiger Lage ſich befinden, wodurch das Eintreiben erleichtert und Gebirgsbewegungen beſſer vermieden werden.



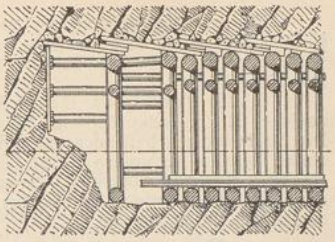


Fig. 17.

Im ſtark drückenden Gebirge wird die Zahl der Stollenrahmen oder Gefpärre noch vermehrt, im äußerſten Falle ſo weit, daß die Gefpärre dicht aneinander ſtehen, wie Fig. 17 (Stollenzimmerung in den Druckſtrecken des Arlbergtunnels) [28], [41] zeigt. Eine Verſtärkung der Stollenrahmen ſelbſt kann in verſchiedener Weiſe erfolgen. Die Unterſtützung der Kappen in ihrer Mitte mittels einer Stütze oder mittels eines Sprengwerkes wäre wohl am wirkſamſten, allein es wird hierdurch das für Förderung und Begehung erforderliche Lichtprofil des Stollens unverhältnismäßig ſtark eingeengt; daher wird in der Regel von dieſer Anordnung kein Gebrauch gemacht. Man begnügt ſich meiſt mit einer Verkürzung der Stützweite der Kappen und Vermehrung der Ständer, wie aus Fig 18 und 19 erſichtlich iſt, welche die Stollenzimmerung in einigen Druckſtrecken des Simplontunnels darſtellen [47], [53]. Die Kappen werden nicht nur durch die Hauptſtempel, ſondern auch noch durch Unterzüge unterſtützt, die auf Nebenſtempeln ruhen. Haupt- und Nebenſtempel ſtehen auf einer Sohlſchwelle.

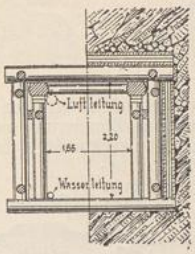


Fig. 18.

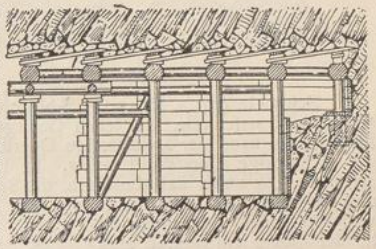


Fig. 19.

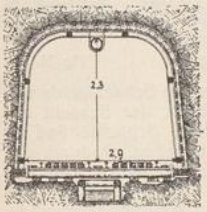


Fig. 22.

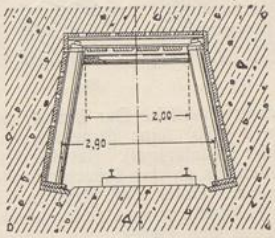


Fig. 20.

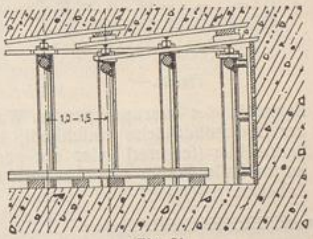


Fig. 21.

Statt des Holzes wird auch Eiſen zur Stollenzimmerung verwendet, was die Vorteile kleinerer Abmeſſungen der einzelnen Teile, daher geringeren Ausbruches, leichteren Vortriebes der Pfähle ſowie längerer Dauer, dagegen die Nachteile der Schwierigkeit des Anpaſſens der fertigen Eiſenteile an den oft verſchieden geſtalteten Stollenausbruch, der Verbindung der einzelnen Teile und ihres größeren Gewichtes ſowie unter Umſtänden auch der größeren Koſten hat [1], [12], [13]. Auch hat man nur, wie Fig. 20 und 21 zeigen, die Kappen aus Eiſen (Altſchienen oder I-Eiſen), dagegen die Stempel aus Rundholz hergeſtellt, die oben zur Aufnahme der Eiſenträger ausgeſchnitten werden und zur Vermeidung des Aufſpaltens einen Eiſenring erhalten. Die hierdurch erreichte Verminderung der Kappenhöhe ermöglicht leichteren Vortrieb der Pfähle, dagegen iſt die Verbindung der Kappen mit den Holzſtändern keine günſtige.

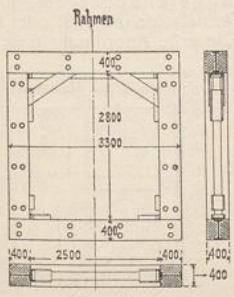


Fig. 23.

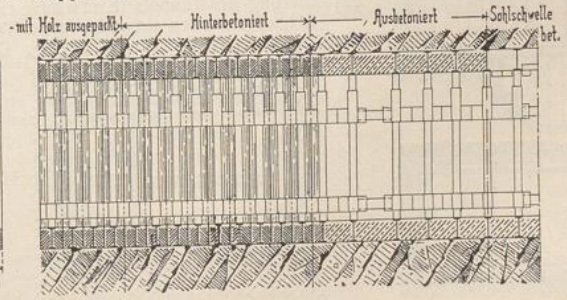


Fig. 24.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die zur Stollenzimmerung verwendeten Eiſenrahmen werden aus Altſchienen, I- oder [-Eiſen meiſt drei-, auch vierteilig hergeſtellt und die einzelnen Teile mit Laſchen und Schrauben verbunden (Fig. 22). Die Längsverbände werden auch hier zweckmäßig durch Holzbolzen bewerkſtelligt.

In den ſchweren Druckſtrecken des Sohlſtollens des Simplontunnels (weicher Glimmerkalk) [53] kam die aus Fig. 23 und 24 erſichtliche Zimmerung zur Anwendung. Die Stollenrahmen beſtanden aus I-Eiſen, welche mit je zwei Kantholzrahmen zu einem Geſpärre verbunden waren. Die Geſpärre ſtellte man anfänglich dicht aneinander, ſpäter in Abſtänden, die mit Beton ausgefüllt wurden, wobei dann auch die Holzrahmen fortgelaſſen werden konnten. Dieſer Vorgang hat ſich bei bedeutendem Druck bewährt.

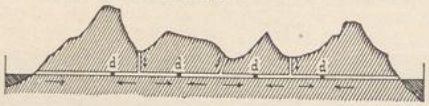


Fig. 26.

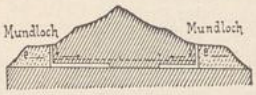


Fig. 27.



Fig. 25.

Schächte (vgl. a. Schacht, Schachtabteufen) erhalten rechteckige, kreisförmige, auch elliptiſche Querſchnitte. Im feſten Gebirge ohne Zimmerung oder auch bei Verwendung von Eiſenrahmen kann der kreisförmige Querſchnitt zweckmäßiger ſein, bei Holzzimmerung aber iſt der rechteckige Querſchnitt beſſer. In Fig. 25 bezeichnen *m*, *u* und *s* das Mundloch, die Seitenwände und die Sohle des Schachtes [2], [8], [26]. Bei allen waſſerführenden Schächten iſt in der Sohle ein Sumpf zum Sammeln des auszupumpenden Waſſers erforderlich. Der Winkel, welchen die Schachtachſe mit der Bodenoberfläche einſchließt, kann $\beta \leqq 90^0$ ſein; dementſprechend heißt der Schacht ein ſenkrechter (ſeigerer) oder ein geneigter (tonnlägiger). Bei Herſtellung der Schächte ſind in jedem Falle Waſſer und Ausbruchsmaſſen bis an das Schachtmundloch zu heben, wodurch die Arbeiten erſchwert und verteuert werden. Unter ſonſt gleichen Verhältniſſen iſt deshalb der Schachtbau koſtſpieliger und zeitraubender als der Stollenbau. Die Schächte haben den Zweck, den Tunnelbau in Angriff nehmen zu können oder die Zahl der Arbeitsſtellen im Tunnel zu vermehren, Förderſchächte genannt, weil bis zu den Durchſchlägen *d* (Fig. 26) oder bis zur Tunnelvollendung die ausgebrochenen Maſſen durch den Schacht nach oben und die erforderlichen Bauſtoffe und Geräte nach unten gefördert werden; durch jeden Schacht können zwei Angriffsſtellen im Tunnel gewonnen werden, vorausgeſetzt, daß von der Schachtſohle noch entſprechend lange Stollenſtrecken bis an die Durchſchlagsſtellen *d* getrieben werden können; Schächte dienen auch dazu, den Tunnelbau vor Fertigſtellung der Voreinſchnitte *e* (Fig. 27) zu beginnen, Mundlochſchächte genannt; ſchließlich werden Schächte zur Tunnellüftung (Lüftungsſchächte), ausnahmsweiſe auch zur Entwäſſerung des Tunnels (Entwäſſerungsſchächte) ausgeführt.

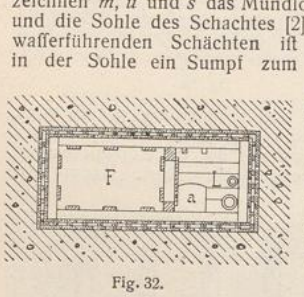


Fig. 32.

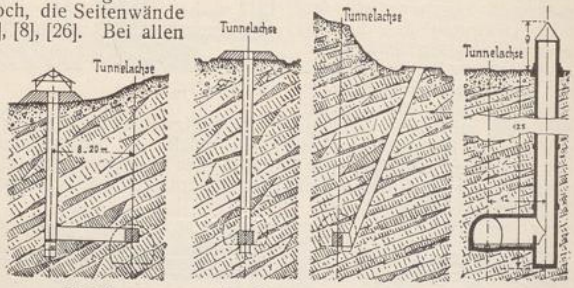


Fig. 29. Fig. 28. Fig. 30. Fig. 31.

Schächte werden entweder in der Tunnelachſe (Fig. 28) oder ſeitwärts angeordnet (Fig. 29 und 30) [8]. Die erſte Anordnung (Fig. 28)

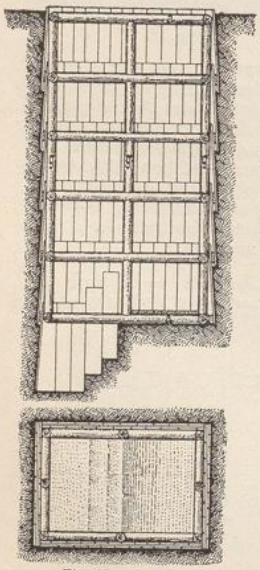


Fig. 35 und 36.

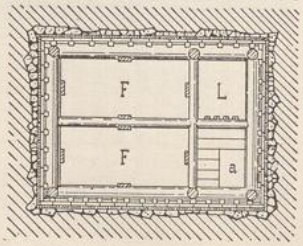


Fig. 33.

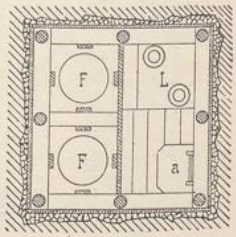


Fig. 34.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hat den Vorteil, daß unmittelbar gefördert, Querſtollen vermieden, auch die Abſteckungsarbeiten vereinfacht werden. Anordnungen 29 und 30 ſind häufig durch Geländebildungen bedingt; die Tunnelförderung kann hierbei etwas ſicherer geſtaltet und die Auffüllung des nachträglich zu ſchließenden oder die Aufmauerung des zu Lüftungszwecken offen bleibenden Schachtes Fig. 31 [42] belaſtet das Tunnelmauerwerk nicht oder in geringerem Maße, auch wird das dem Schachte zufließende Waſſer vom Tunnel leichter ferngehalten; dagegen ſind Förder- und Vermeſſungsarbeiten ſchwieriger.

Die Größe der Querſchnitte der Förderſchächte beträgt 6—18 qm. Lüftungsſchächte können kleinere Abmeſſungen erhalten. Bei zu geringen Querſchnitten bleiben Lüftungsſchächte jedoch unwirkſam. Da durch die Förderſchächte nicht nur die Ausbruchsmaſſen aufwärts, die erforderlichen Bauſtoffe und Geräte abwärts gefördert werden, ſondern auch die Arbeiter auf- und abwärts ſteigen, das zufließende Waſſer in Röhren hochgehoben, Luft-, Licht- und Kraftleitungen durch den Schacht in den Tunnel geführt werden, ſo gibt man dieſen Zwecken entſprechend dem Querſchnitt größerer und tieferer Schächte vielfach mehrere Abteilungen (Trume); bei kleineren und wenig tiefen Schächten begnügt man ſich mit einer Abteilung. In Fig. 32, 33, 34 iſt Abteilung *F* zur Förderung, *a* für das Auf- und Abwärtsſteigen der Arbeiter auf Leitern (Fahrten), *L* für die Leitungen beſtimmt. Hierdurch werden Störungen leichter vermieden und die Sicherheit vermehrt [3].

Das Maß der Abſtützung oder Zimmerung der Schächte hängt von der Gebirgsbeſchaffenheit ab, ſo daß wie im Stollenbau, im feſten Gebirge die Abſtützung nur gering ſein kann, während im loſen und drückenden Gebirge ſtärkere Abſtützungen mit Verpfählungen erforderlich ſind (Fig. 35 und 36).

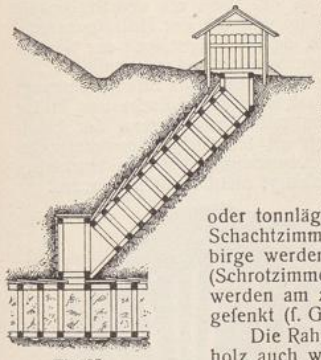


Fig. 37.

Hierbei werden die Rahmen oder Geſpärre *a* größtenteils durch die Reibung, welche die Verkeilung erreichen läßt, und durch die Abſtützung an der Sohle durch Vermittlung der Bolzen *g* in ihrer Lage gehalten. Wo Reibung nicht ausreicht und die Schächte auf andern Bauwerken wie auf der Stollen- oder Tunnelzimmerung ruhen und deren ſtärkere Belaſtung vermieden werden muß, werden die Schächte ſo geſtaltet, wie in Bd. 5, S. 350, in Fig. 51 dargeſtellt [34]. Bei geneigten oder tonnlägigen Schächten (Fig. 37) geht mit zunehmender Neigung die Schachtzimmerung in die Stollenzimmerung über [42]. In drückendem Gebirge werden in den Schächten die Rahmen auch dicht aneinander gelegt (Schrotzimmerung), Pfähle entfallen dann (ſ. Grubenzimmerung), oder werden am zweckmäßigſten kreisförmig ausgeführt und brunnenartig abgeſenkt (ſ. Gründung, Brunnengründung).

Die Rahmen der Schachtzimmerung werden ſtatt aus Rund- oder Kantholz auch wohl aus T-, [- oder L-Eiſen hergeſtellt; das iſt aber nur dort zu empfehlen, wo die Schachtzimmerung länger dauern muß, was wohl im Bergbau, kaum aber im Tunnelbau der Fall ſein wird. In ſehr waſſerreichem, ſchwimmendem Gebirge erfolgt die Abteufung auch mittels Preßluft oder mittels des Gefrierverfahrens.

Das Gefrierverfahren (ſ. Gefriergründung) [25] beſteht darin, daß 25—30prozentige Chlorcalcium- oder Chlormagneſiumlauge, deren Gefrierpunkt bei —40° C. liegt, bis auf —30° C. in Kältemaſchinen gekühlt und in doppelwandigen Röhren durch den Boden geleitet wird, der durch Gefrieren erhärten ſoll. Die Röhren werden entweder im Innern des Schachtes angeordnet, wobei ſie nach Maßgabe der Abteufung des Schachtes nachgeſenkt werden können, oder ſie werden am äußeren Umfange des Schachtes gleich ſo tief eingebracht, als die Froſtwirkung reichen ſoll. Der gefrorene Boden wird dann behufs Einbringung der Zimmerung durch die Spitzhaue, auch wohl durch Sprengen entfernt oder zumeiſt durch Dampf entſprechend tief wieder aufgetaut. Da das Gefrierverfahren recht koſtſpielig iſt, ſo kommt es nur ausnahmsweiſe und für kurze Längen zur Anwendung, namentlich wenn bei tieferen Schächten einzelne ſtark waſſerführende Schichten durchfahren werden müſſen.

Tunnelzimmerung. Der zeitweilige Ausbau des ausgebrochenen Tunnels, alſo des Hohlraumes mit größeren Querſchnitten als der Stollen, erfolgt nach verſchiedenen Bauweiſen ebenfalls in Holz oder Eiſen. Holz kommt in der Regel als Rundholz, ſeltener in behauenem Zuſtande als Kantholz, ſehr häufig auch friſch zur Verwendung, da die Zimmerung nur von kurzer Dauer iſt. Die Verbindungen ſind ſo einfach wie möglich und ſo anzuordnen, daß große Druckkräfte übertragen werden können. Von beſonderer Wichtigkeit iſt es, die lange Belaſtung der Zimmerung durch das Gebirge zu vermeiden, weil infolge ihrer Zuſammendrückung, zumal infolge raſcher Verminderung der Feſtigkeitsverhältniſſe des im Tunnel (Näſſe, mangelnder Luftzug) verwendeten Holzes größere Gebirgsbewegungen eintreten können, die ſodann Verſtärkungen der urſprünglich ausreichenden Zimmerung ſowie auch des Mauerwerkes erheiſchen. Die Zimmerung muß ohne Schwierigkeit Verſtärkungen ermöglichen, welche ſich nachträglich als notwendig herausſtellen, ferner tunlichſt ſo angeordnet werden, daß bei ihrer Herſtellung möglichſt wenig Auswechſlungen einzelner Hölzer erforderlich ſind, damit die bei jeder Auswechſlung vorkommenden Senkungen und die hiermit verbundenen Gebirgsbewegungen tunlichſt eingeſchränkt werden. Das Holz der Zimmerung wird in der Regel ein- bis dreimal, ſelten öfter verwendet. In ſehr drückendem, naſſem und ſchlecht gelüftetem Tunnel iſt das Holz oft ſchon nach einmaliger Verwendung unbrauchbar. — Das Eiſen wird meiſt in der T-, [-, L-Form oder als Altſchiene, ausnahmsweiſe als Blech- und Fachwerksträger oder als Eiſenrohr (Schild) verwendet. Einfachheit und leichte Lösbarkeit der Verbindungen ſind beſonders anzuſtreben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

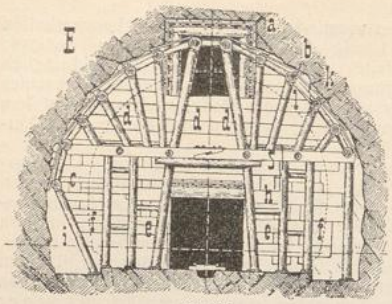


Fig. 38.

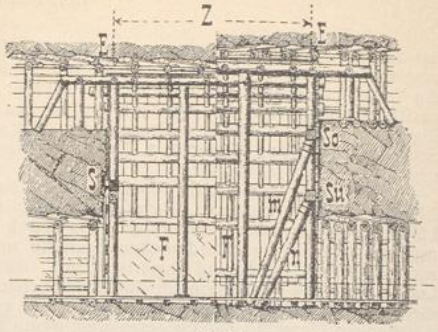


Fig. 39.

Das Holz hat den Vorzug, daß die Zimmerung an Ort und Stelle, im Tunnel, hergeftellt und den jeweiligen Bedürfniffen angepaßt werden kann fowie einfache Verbindungen und billige Ausführung ermöglicht. Die Eifenzimmerung wird in ihren Hauptteilen fertig in den Tunnel gebracht, kann alfo veränderten Verhältniffen nicht befonders angepaßt werden; die Verbindungen find meift nicht günftig anzuordnen, fchließlich ift der Preis ein verhältnismäßig hoher. Dagegen ift die Dauer der Eifenzimmerung eine größere wie die der Holzzimmerung. Zumeift kann aber die längere Dauer nicht ausgenutzt werden, da die Möglichkeit der Wiederverwendung der Eifenzimmerung bei einem andern Tunnelbau von befonders günftigen Zufälligkeiten abhängt. Holzzimmerung findet daher viel häufiger Verwendung als Eifenzimmerung; für kleine Querfchnitte und nicht zu großen Gebirgsdruck jedoch wird der einfache und billige ⊐- oder I-Eifenrahmen viel gebraucht, namentlich auch dann mit Vorteil, wenn der Eifenrahmen hinter dem Mauerwerk im Tunnel verbleibt, wodurch oft fchwierige Auswechflungsarbeiten und Gebirgsbewegungen vermieden werden. — Bei Anwendung des Schildvortriebes in fehr ungünftigem Gebirge kann das Eifenrohr (Schild) überhaupt nicht entbehrt werden.

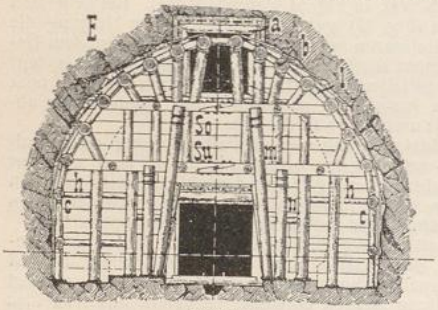


Fig. 40.

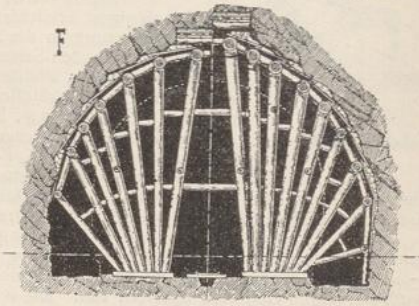


Fig. 41.

Nach der Bauart unterfcheidet man: 1. Längsträgerzimmerung, 2. Querträgerzimmerung, 3. Eifenfchildvortrieb.

1. Längsträgerzimmerung. Hierbei werden am Umfange des Tunnels parallel zur Achfe Längsträger in der Regel auf die Länge einer Zone von etwa 3—9 m angeordnet, die entweder nur an den beiden Enden oder auch dazwifchen geftützt werden; daher auch die Bezeichnung „Jochzimmerung". Die Pfähle liegen fenkrecht zu den Längsträgern. Die hauptfächlich gebrauchten Formen der Längsträgerzimmerung find in Fig. 38—43 dargeftellt [28], [37], [46], [49].

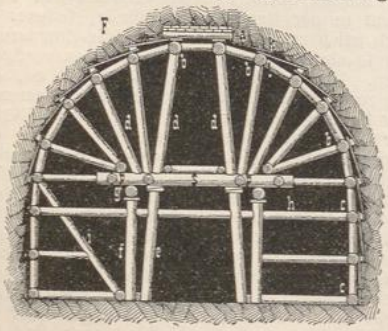


Fig. 42.

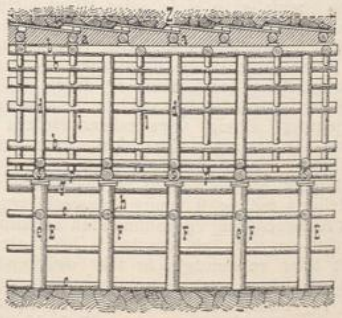


Fig. 43.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Längsträger *b* in der Nähe der Firſt werden auch Kronbalken genannt. Die Längsträger werden entweder nur durch die Endgeſpärre *E* (engliſche Zimmerung) oder auch noch durch Zwiſchengeſpärre *F* (Fig. 39) geſtützt. Die Endgeſpärre erhalten die in Fig. 38—40 angegebenen Formen, namentlich wenn zonenweiſe gezimmert wird und der Gebirgsdruck an den Stirn- oder Bruſtſeiten aufzunehmen iſt, die Zwiſchengeſpärre die Formen Fig. 41—43; häufig und namentlich dann, wenn ein Bruſtdruck nicht vorhanden iſt, wird zwiſchen End- und Zwiſchengeſpärren ein Unterſchied nicht gemacht und erhalten alle Geſpärre die Formen nach Fig. 41—43. Nur ausnahmsweiſe findet man noch andre hier nicht dargeſtellte Geſpärreformen in Verwendung. Zur Aufnahme des Stirn- oder Bruſtdruckes durch die Endgeſpärre dienen zwei Bruſtſchwellen S_o und S_u (Fig. 39 rechts und 40) oder nur eine Bruſtſchwelle *S* (Fig. 39 links und 38). Bei hohen Querſchnitten hat man auch drei Bruſtſchwellen verwendet, namentlich dann, wenn Stollen ſich nicht über Zonenlänge erſtrecken [24]. Bei größerem Gebirgsdruck werden die Bruſtſchwellen, um das Ausbiegen zu verhindern, noch durch Bruſtſtreben *m* und *n* geſtützt. Bei den Mittelgeſpärren nach Fig. 41 unterſtützen lange Ständer die Längsträger; dieſe Anordnung wird Langſtändereinbau genannt. Bei den Geſpärren Fig. 42 ſtehen die zentral gerichteten Streben *d* auf einer Zwiſchenſchwelle *S*, die durch Ständer *e* und *f*, bei letzteren durch Vermittlung einer Langſchwelle *g* zum Zwecke beſſeren Druckausgleiches und der Möglichkeit der weiteren Vermehrung der Ständer geſtützt werden. Dieſe Anordnung erhält auch die Bezeichnung Zentralſtrebeneinbau. In allen Fällen werden die Kronbalken *b* und die Längsträger *c*, Wandruten genannt, durch Bolzen *l* im erforderlichen Abſtand gehalten. Der Längsverband in Schwellenhöhe wird durch Bolzen *p* bewerkſtelligt. Der Gebirgsdruck wird unmittelbar von der Querverpfählung *k* aufgenommen und auf die Längsträger übertragen. Die in der Firſt vorhandenen Kapphölzer *a* mit der darüberliegenden Längsverpfählung rühren von der Zimmerung des Firſtſtollens her. Die Längsträgerzimmerung zeichnet ſich infolge der meiſt auf Zonenlänge durchlaufenden Längsträger durch einen vorzüglichen Längsverband aus, ſo daß auch Druckausgleichung und große Stabilität auf größere Länge erreicht werden kann. Da aber die Querverpfählung *k* nach der verhältnismäßig ſtark gekrümmten Tunnelleibung nicht zweckmäßig vorgetrieben werden kann, ſo eignen ſich die Längsträger für Getriebezimmerung, alſo im beſonders drückenden oder ſchwimmenden Gebirge nicht; es muß in dieſen Fällen die Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung oder Schildvortrieb zur Anwendung kommen. Die Längsträgerzimmerung hat noch andre Formen angenommen, hierzu gehört namentlich die Bauweiſe mit Hilfslangträger [12], [9], die aber nur beſchränkte Verwendung fand.

2. Querträgerzimmerung. Die Querträgerzimmerungen werden in Holz und Eiſen ausgeführt, wie die Anordnungen Fig 44—49 zeigen. Bei der Holzquerträger- oder Sparrenzimmerung (Fig. 44 und 45) ſind Querträger oder Sparren *a* am Umfange des Tunnels angeordnet; ſie werden durch Unterzüge *u* und Stempel *d* auf eine Mittelſchwelle *s* abgeſtützt, die wieder durch Ständer *e* und *f* mit Vermittlung eines Unterzugs *g*, der beſſer über *f* ſtatt über *e* zu legen wäre, geſtützt werden. Bolzen *b* vermitteln den Längsverband und wo erforderlich auch den Querverband. Die Längspfähle *K* werden über den Querträgern *a* parallel zur Tunnelachſe vorgetrieben, meiſt mit Verwendung eines Pfandblattes, wie dies aus Fig 14, S. 656 — Getriebezimmerung im Stollenbau — zu erſehen iſt. Da der Seitendruck meiſt geringer iſt wie der Firſtdruck, auch in den ebenen Seitenflächen eine Querverpfählung leichter vorzutreiben iſt wie in den gekrümmten Flächen, ſo werden im unteren Teile ſtatt der Querträger häufig wieder Längsträger mit Querverpfählung oder auch einfachem Bretterverzug verwendet. In ſtark drückendem Gebirge, wobei der Ausbruch nur unter dem Schutz der vorgetriebenen Pfähle ausgeführt werden kann und Bodenbewegungen vermieden werden ſollen, iſt die Querträgerzimmerung mit

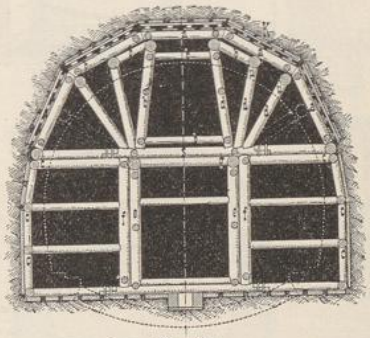


Fig. 44.

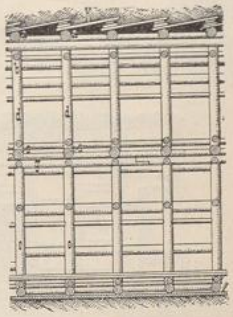


Fig. 45.

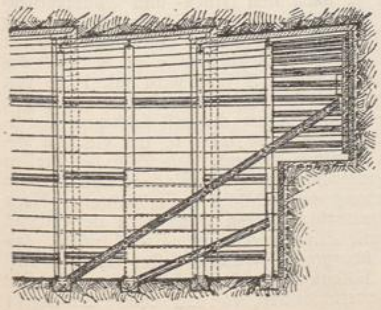


Fig. 46.

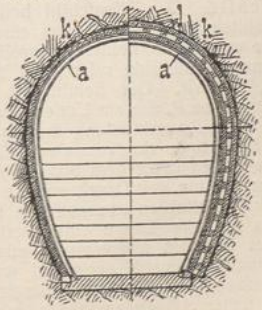
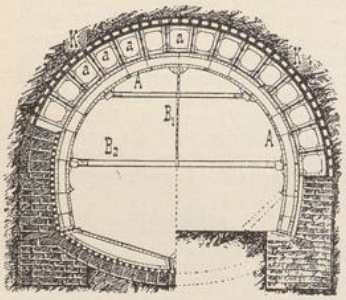


Fig. 47.

der Längsverpfählung nicht zu entbehren; im übrigen wird aber die Längsträgerzimmerung wegen raſcherer und leichterer Ausführung ſowie des geringeren Holzverbrauches vorgezogen. Nur für Tunnels mit kleinen Querſchnitten, wie z. B. für ſtädtiſche Entwäſſerungskanäle, für Waſſergewinnungs- und Waſſerkraftanlagen, wählt man wie im Stollenbau auch im weniger drückenden Gebirge die Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung (Fig. 46 und 47), weil hierbei keine beſonderen Stollen, von welchen aus die Erweiterung auf den vollen Querſchnitt vorzunehmen wäre, vorangehen. Hierbei iſt es zweckmäßig, wegen der geringen Abmeſſungen als Querträger billige Altſchienen oder I-Eiſen *a* zu verwenden, die unter Umſtänden auch hinter dem Mauerwerk verbleiben können, um umſtändliche Auswechſlungen und die damit verbundenen Bodenbewegungen zu verhindern. Bei größeren Weiten können die Eiſenrahmen *a*, um größere Abmeſſungen und Gewichte zu vermeiden, durch leichte Holzzimmerung abgeſtützt werden. Auch für größere Tunnels hat man ſtatt der Holzſparren *a* in Fig. 44 Querträger aus I-Eiſen oder Altſchienen verwendet, ſie aber durch Holz abgeſtützt.

Reine Eiſenzimmerungen für Tunnels mit großen Querſchnitten ſind aus den bereits angeführten Gründen nur in wenigen Fällen verwendet worden. Die meiſt gebrauchte Form, der Querträgerzimmerung in Eiſen, zeigen Fig. 48 und 48a [1], [13]. Ein aus Blechwandträgern hergeſtellter mehrteiliger, der Form des Tunnelmauerwerkes angepaßter Eiſenrahmen *A*, der durch zwei Querträger $B_1 B_2$ abgeſteift iſt, die auch als Rüſtung für die Aufmauerung dienen, daher Bühnenträger genannt werden, trägt die aus Winkeleiſen gefertigten, einzeln herausnehmbaren Auswechſlungsrahmen *a*, deren Höhe etwa gleich der Stärke des Tunnelmauerwerkes iſt. Ueber den Rahmen *a* befindet ſich die Längsverpfählung *K*. Der Längsverband, die Verbindung der einzelnen Rahmen *A* untereinander, erfolgt durch Rundeiſen *b*, auch wohl durch Rundholzbolzen. Die Schwierigkeit der Anpaſſung der fertig in den Tunnel gebrachten Eiſenrahmen an die verſchieden großen Ausbruchsräume, die großen Koſten in der Herſtellung und infolge fehlender Gelegenheit zur Wiederverwendung ſind die Hauptgründe, welche gegen die Verwendung dieſer Zimmerung ſprechen.



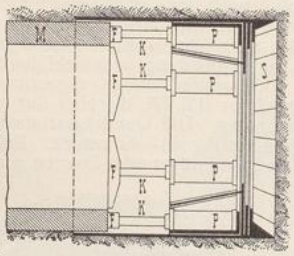


Fig. 49.

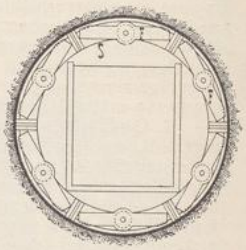


Fig. 49 a.

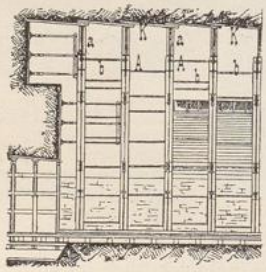


Fig. 48 und 48a.

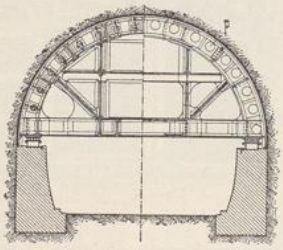


Fig. 50.

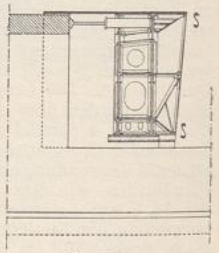


Fig. 50a.

3. Der Eiſenſchild. Der Eiſenſchild beſteht je nach den Druck- und Waſſerverhältniſſen und dem gewählten Bauvorgange aus einem geſchloſſenen, meiſt kreisförmigen oder elliptiſchen, mehr oder weniger verſteiften Eiſenrohr (Fig. 49 und 49a) oder aus einem Halbrohr (Fig. 50 und 50a), einem Teilſchilde oder auch nur aus einer Schutzhaube in der Firſt des Tunnels [35], [36], [39], [44], [50]. Der Schild hat eine Schneide *S* und wird mit Hilfe von Schrauben oder Waſſerpreſſen *P*, die am Umfange angeordnet ſind und deren Füße *F* ſich gegen das Mauerwerk oder die Eiſenverkleidung des Tunnels oder gegen die mit kräftigem Längsverbande verſehenen Lehrbogen der Tunnelverkleidung ſtützen, an oder in das Gebirge gedrückt und der gelöſte Boden unter dem Schutze des Schildes entfernt. Die Zahl der Preſſen iſt tunlichſt groß zu halten, um den Druck auf die Tunnelverkleidung zu mindern und die den Gebirgs- und Richtungsverhältniſſen anzupaſſende Lenkung des Schildes zu erleichtern. Nach Vorſchub des Schildes auf die Länge einer verhältnismäßig kurzen Zone wird der Tunnel unter dem Schutze des Schildes ausgemauert oder mit Eiſen verkleidet. Es iſt nötig, daß der Schild die Tunnelauskleidung *M* genügend weit übergreift. Weniger feſtes Gebirge wird mit einer von den Reibungsverhältniſſen abhängigen Böſchung in den Schild eintreten. Die Länge des Schildes iſt daher abhängig von den Gebirgsverhältniſſen, von der Länge der Zonen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und der Uebergreifung des fertigen Tunnels. Das Rohr des Schildes wird zumeiſt verſteift, die Blechſtärke des Rohres aber tunlichſt dünn gehalten, damit der nach dem Vorſchub des Schildes hinter der Tunnelverkleidung verbleibende Hohlraum möglichſt klein wird. Teilſchilde werden auf Schienen oder Gleitplatten vorgeſchoben, die entweder auf dem Erdkörper oder beſſer, wie Fig. 50 und 50 a zeigen, auf den vorher aufgemauerten Widerlagern liegen, da dann die Bewegung des Schildes nach abwärts vermieden wird. Teilſchilde werden an den Auflagern auch mit Gelenken verſehen. Der Schildvortrieb wird im ſehr drückenden und waſſerführenden Gebirge, im letzteren Falle auch mit Verwendung von Preßluft, ſowie bei geringeren Ueberlagerungen des Tunnels gebraucht, um Boden- und Waſſereinbrüche ſowie Bodenbewegungen, die ſich auf die Oberfläche fortpflanzen, zu verhindern.

Der Arbeitsvorgang. Art, Umfang und Reihenfolge des Ausbruches, der Zimmerung und Ausmauerung oder Eiſenverkleidung des Tunnels ſind verſchieden und ändern ſich mit der Beſchaffenheit des Gebirges, der Querſchnittsgröße, der Länge und dem Zwecke des Tunnels ſowie mit der zur Verfügung ſtehenden Bauzeit. Tunnel mit kleinen Querſchnitten werden in der Regel wie die Stollen in einem Teile ausgebrochen, während bei größeren Tunnels der Querſchnitt geteilt wird; hierbei wird, abgeſehen vom Schildvortrieb, der Ausbruch zumeiſt mit einem Richtſtollen in der Sohle oder in der Firſt des Tunnels begonnen. Die Richtſtollen haben den Zweck, das Gebirge aufzuſchließen, damit für die weiteren Arbeiten, namentlich für Zimmerung und Mauerung, zweckmäßige Anordnungen getroffen werden können, ſodann die Beſtimmung der Richtung und Höhenlage des Tunnels zu erleichtern, eine größere Zahl von Arbeitsangriffſtellen zu gewinnen und eine Entwäſſerung des Gebirges vor Ausführung der weiteren Arbeiten zu erreichen. Der Sohlſtollen iſt in dieſer Hinſicht dem Firſtſtollen vorzuziehen, weil hierbei die Förderung vereinfacht wird, da die Förderbahn während des Tunnelbaues nahezu unverändert liegen bleiben, die Vermehrung der Arbeitsſtellen durch Aufbrüche oder Firſtſchlitze günſtig und die Entwäſſerung in der Sohle am wirkſamſten erfolgen kann. Da aber die Ausbrucharbeiten zweckmäßig von oben begonnen und nach unten fortgeſetzt werden, ſo iſt außer dem Sohlſtollen in der Regel noch ein Firſtſtollen oder ein Firſtſchlitz erforderlich. Stollenausbruch oder Firſtſchlitz ſind indeſſen koſtſpieliger als der übrige Ausbruch; deshalb werden die Ausbruchkoſten in dieſem Falle größer ſein wie beim Firſtſtollenbetrieb, der nur einen Stollen erfordert. Bei längeren Tunnels oder im ungünſtigen waſſerführenden Gebirge werden aber die Mehrkoſten des zweiten Stollens durch die Vorzüge des Sohlſtollens aufgewogen, ſo daß nur im kurzen Tunnel, im wenig naſſen und wenig drückenden Gebirge der Firſtſtollen als Richtſtollen zweckmäßig ſein und der Sohlſtollen alſo entbehrt werden kann.

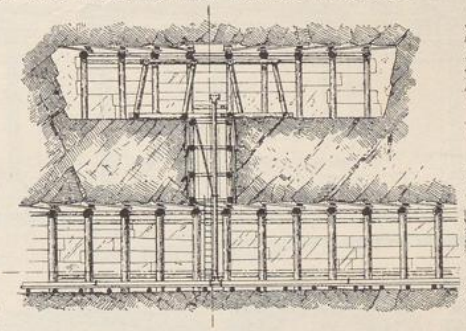


Fig. 51.

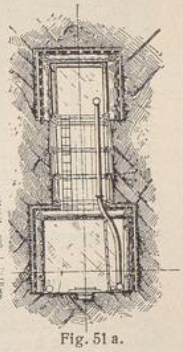


Fig. 51 a.

Die Richt- und Förderſtollen werden in der Regel von beiden Tunneleingängen (Mundlöchern) gegen die Mitte tunlichſt raſch getrieben, damit die übrigen Arbeiten, auch der Durchſchlag, d. i. das Zuſammentreffen der beiderſeits vorgetriebenen Stollen, baldigſt erfolgen kann. Nach dem Durchſchlage werden in der Regel Förderung, Lüftung, Entwäſſerung, unter Umſtänden auch die Arbeitsdispoſitionen verbeſſert. Der Stollenvortrieb wird auch mit Hilfe von Schächten beſchleunigt; doch bedarf namentlich die Anordnung tiefer Schächte reiflicher Ueberlegung, da die Schwierigkeiten hauptſächlich infolge größeren Waſſerzudranges hierbei recht bedeutend werden können und die Ausbaukoſten des Tunnels von den Schächten aus weſentlich größer werden als von den Mundlöchern. Die Ausbauarbeiten aber bis nach den Durchſchlägen des Stollens zu verſchieben, iſt nicht zu empfehlen, da der Stollen in dieſem Falle zu lange „auf dem Holze ſteht".

Die Aufbrüche ſind kleine Schächte, welche vom Sohlſtollen nach der Tunnelfirſt führen (Fig. 51 und 51 a) [28], [30], [42], [48]; ſie ermöglichen eine größere Zahl von Arbeitsangriffſtellen nicht nur für den Firſtſtollen, ſondern auch für alle andern Tunnelarbeiten, ſo daß jeder Aufbruch zur Tunnelbauſtelle werden kann. Form und Querſchnittsgrößen ſind ſo zu bemeſſen, daß ein leichter Verkehr der Arbeiter ſowie die Aufbringung der Bauſtoffe und namentlich der längeren für die Zimmerung erforderlichen Hölzer möglich iſt; ſie werden daher meiſt 1,5—5,0 m lang und 1,5—2,5 m breit, auch ſchräg gemacht. Die Entfernung der Aufbrüche *a* (Fig. 52) iſt von dem erforderlichen Arbeitsfortſchritte abhängig und bewegt ſich für die Erreichung des Firſtſtollens von etwa 60—120 m, ausnahmsweiſe mehr. Nach Herſtellung des Firſtſtollens können für Vollausbruch und Mauerung noch Zwiſchenaufbrüche im Abſtande von 4—8 Zonenlängen angeordnet werden. Die Ausbruchsmaſſen aus dem Firſtſtollen und deſſen Erweiterungen werden nicht nur durch die Aufbrüche *A*, ſondern auch, um die Förderwege im

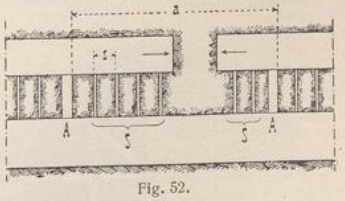


Fig. 52.

Firſtſtollen kurz zu halten, noch durch beſondere, 1—1,5 m weite Schuttlöcher *S* (Fig. 52), die nach Bedarf und meiſt im Abſtande von etwa 10—30 m angeordnet werden, in die im Sohlſtollen bereitſtehenden Förderwagen geſchüttet.

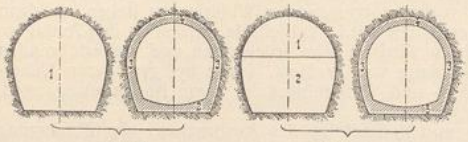


Fig. 55. Fig. 56.

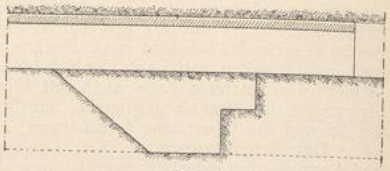


Fig. 53.

Abſenkungen (Fig. 53) vom Firſtſtollen nach der Tunnelſohle [14] können zur Vermehrung der Arbeitsſtellen beim reinen Firſtſtollenbetrieb, wobei alſo ein Sohlſtollen fehlt, und bei Ausführung des Gewölbes vor den Widerlagern angewendet werden. Da aber hierbei Förderung und Waſſerhaltung ſehr erſchwert und verteuert werden, ſo ſind ſie wenig zweckmäßig und finden daher nur ausnahmsweiſe Verwendung, wie z. B. Fig. 54, wobei die volle Ausmauerung ſchwieriger Strecken bei der zweiten Bauweiſe (ſ. S. 665) vor Herſtellung des Sohlſchlitzes vorgenommen wird.

Dieſe Arbeitsvorgänge ergeben verſchiedene Bauweiſen, von denen die gebräuchlichſten im folgenden kurz beſprochen werden ſollen.

Erſte Bauweiſe. Tunnels mit kleinen Querſchnitten, wie namentlich für Entwäſſerungs-, Waſſer- und Kraftgewinnungsanlagen, werden in der Regel nach Art des Stollenvortriebes in einem oder zwei Teilen ausgebrochen (Fig. 55 und 56) und durch Querträgerzimmerung mit Längsverpfählung abgeſtützt. Die Mauerung wird in der Regel mit dem Sohlgewölbe begonnen, falls ſolches erforderlich iſt; ausnahmsweiſe wird das Sohlgewölbe nach Fertigſtellung des Firſtgewölbes ausgeführt [33], [34], [40]. — Bei Verwendung von leichten Eiſenrahmen für die Abſtützung bleiben

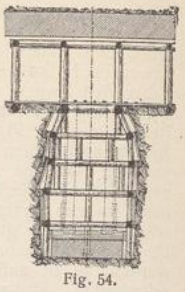


Fig. 54.

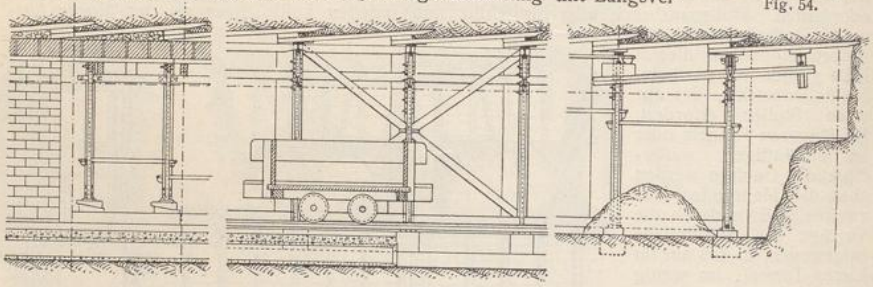


Fig. 57.

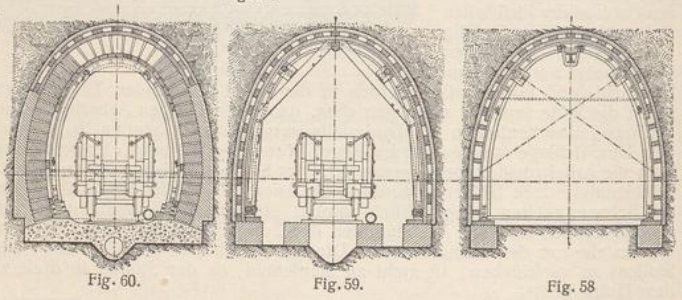


Fig. 60. Fig. 59. Fig. 58

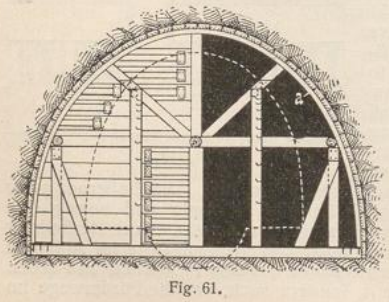


Fig. 61.

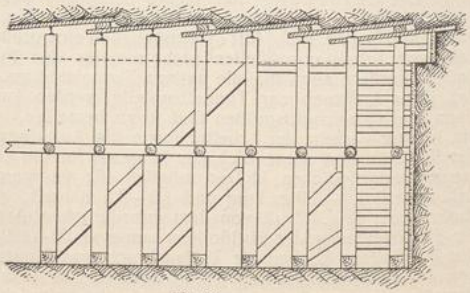


Fig. 62.

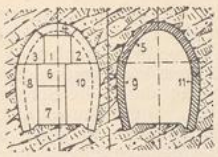


Fig. 63.

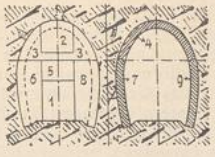


Fig. 64.

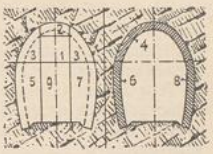


Fig. 65.

diese häufig hinter dem Mauerwerk im Tunnel, um die mit der Beseitigung verbundenen Erschwernisse und Gebirgsbewegungen zu vermeiden.

In den Fig. 57—60 ist der Bauvorgang beim 2200 m langen Kraftwassertunnel des Elektrizitätswerkes an der Sihl (Schweiz [Weber]) dargestellt, der durch Moräne und Findlinge mit einem Ausbruchquerschnitt von 2,4 m Höhe und 2,2 m Breite mit Hilfe von eisernen dreiteiligen Schienenrahmen als Querträger getrieben wurde. Die Ausmauerung erfolgte mit den Widerlagern, beginnend mit Formsteinen aus Sandbeton [40].

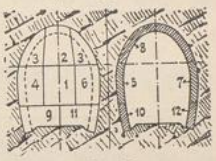


Fig. 66.

Die Fig. 61 und 62 zeigen den Vorgang beim Kanalbau in Köln (A. Hüfer-Oberkassel) [51]. Der Ausbruchquerschnitt hatte 5,0 m Weite und 3,5 m Höhe;

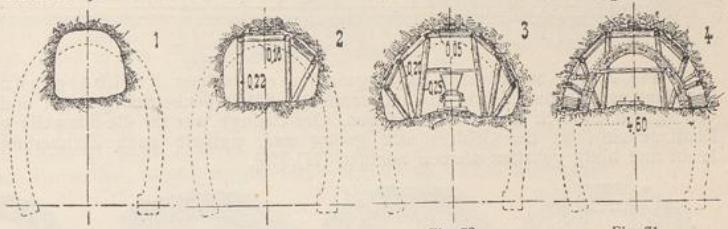


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71.

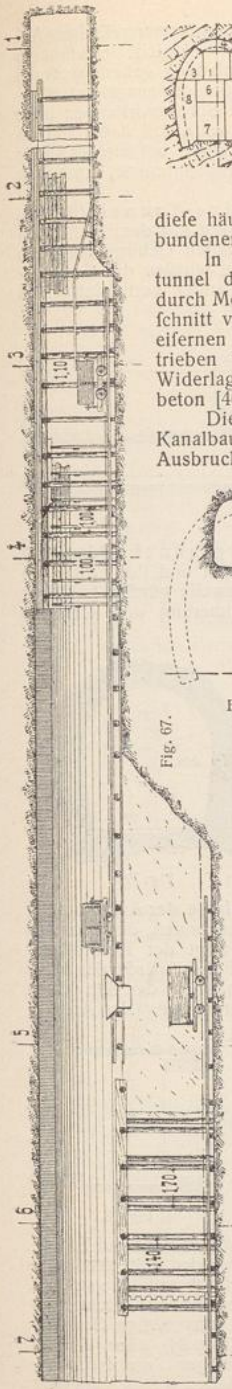


Fig. 67.

der Scheitel lag nur 3,54 m unter Bodenoberfläche (Güterbahnhof Köln); auf 75 m Länge war mit dem Tunnel Kies und Sand zu durchfahren. Die vierteiligen Querrahmen im Abstande von 0,75 m bestanden aus alten Eisenbahnschienen, die noch durch Holzeinbau gestützt wurden. Die Ausmauerung wurde in Stampfbeton ausgeführt; die Schienenrahmen verblieben hinter dem Mauerwerk.

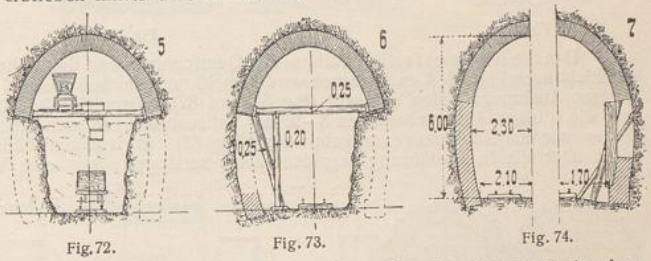


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.

Zweite Bauweise. Bei größeren Querschnitten wird der Ausbruch in der Regel in Teilen des Gesamtquerschnittes, mit dem First- oder Sohlstollen beginnend, von oben nach unten in der aus den Fig. 63—66 ersichtlichen Reihenfolge ausgeführt. Die Mauerung wird mit dem Firstgewölbe begonnen. Erst nach dessen Fertigstellung werden der Ausbruch des unteren Tunnelquerschnittes fortgesetzt und die Widerlager eingebaut; das Gewölbe muß also nach dem Ausbruche für die Widerlager bis zu deren Fertigstellung durch Holzstempel gestützt, unterfangen werden. Für den oberen Tunnelteil wird bis zur Fertigstellung des Gewölbes in der Regel die Längsträger- oder Jochzimmerung verwendet. Die Arbeit des Unterfangens ist schwierig und mit großer Vorsicht auszuführen, auch ist das gleichzeitige Unterfangen gegenüberliegender Widerlager zu vermeiden. Die Gewölbekämpfer werden mit Schlitzen versehen, auch wird das ganze Gewölbe an das Gebirge angemauert und der vordere Teil auf biegungsfeste Holzschwellen gelegt. Schwellen auf volle Gewölbebreite sind verfehlt. Ebenso sind Zementeisenunterlagen an Stelle der Holzschwellen nicht zu empfehlen.

Diese Bauweise wird auch die belgische oder französische genannt; sie hat den Vorteil einer raschen Sicherung der Decke und billiger Zimmerung, dagegen den Nachteil, daß

das fertige Gewölbe durch die Stützung auf Holzftempel und den immerhin mangelhaften Anfchluß der Widerlager an die Kämpfer Bewegungen ausgefetzt ift, die meift zu nicht bemerkbaren Riffebildungen am nicht mehr zugänglichen Rücken des Gewölbes Veranlaffung geben, wodurch das Mauerwerk vorzeitigen Zerftörungen, zumal bei größerem Waffer zudrange, ausgefetzt ift. — In fehr feftem Gebirge leidet das Gewölbemauerwerk häufig durch die Sprengwirkungen beim Ausbruch des unter den Kämpfern liegenden Tunnelteiles. Diefe Bauweife foll daher nur im wenig feften, aber nicht drückenden und wenig waffer führenden Gebirge, bei kleiner Weite und geringem Gewichte des Gewölbes, wie etwa im eingleifigen Eifenbahntunnel, und auch in diefem Falle nur mit größter Vorficht, verwendet werden [6], [14].

In Fig. 67—74 ift der Bauvorgang im eingleifigen Cremolino-Tunnel (Italien), welcher größtenteils Serpentin durchfährt, dargeftellt. Der Ausbruch wurde mit dem Firftftollen als Richtftollen begonnen, ein Sohlftollen daher nicht ausgeführt. Im feften Gebirge genügten eben leichte Längsträgerzimmerung und kleine Gewölbeftärke. Trotzdem wurden die Gewölbskämpfer (Fig. 72 und 73) vorfichtshalber durch Querträger gegeneinander verfpannt. Das Gewölbemauerwerk wurde in Ziegeln ausgeführt [42].

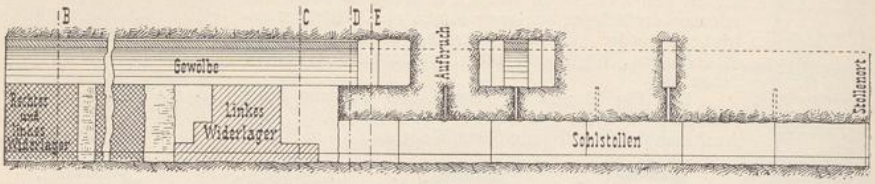


Fig. 75.

Fig. 75—79 zeigen den Bauvorgang im eingleifigen Krähbergtunnel (Odenwald) der Buntfandftein durchfährt. Hierbei wurde der Sohlftollenbetrieb gewählt und der Firftftollen von vorn und durch Aufbrüche betrieben. Das Gebirge war für die Bauweife günftig (mittlerer Buntfandftein), da der Gebirgsdruck gering war, weshalb auch Zimmerung und Gewölbe leicht und billig gehalten werden konnten [17], [55].

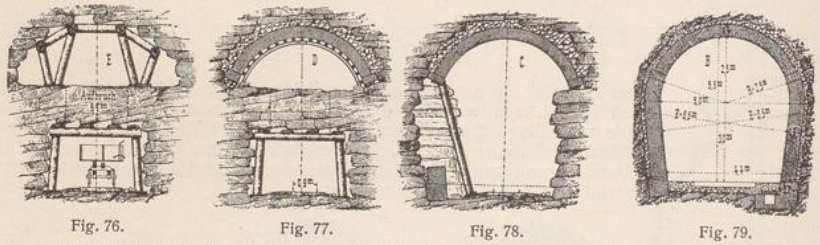


Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79.

Dritte Bauweife. Die Teilung des Querfchnittes und die Reihenfolge der Ausmauerung gefchieht nach Fig 80. Der Ausbruch wird zumeift mit dem Sohlftollen 1 begonnen, der auch den übrigen Ausbrucharbeiten voraneilt (Fig. 81 und 82). Dem Sohlftollen folgt der Firftftollen 2 und die übrigen Ausbrucharbeiten 3—9, der Vollausbruch. In mehreren Fällen wurde der Firftftollen nur auf Zonenlänge ausgebrochen (Fig. 83); in wenigen Fällen auch der Sohlftollen nicht über die in Ausführung begriffene Zone verlängert, was eine Vermehrung der Angriff-

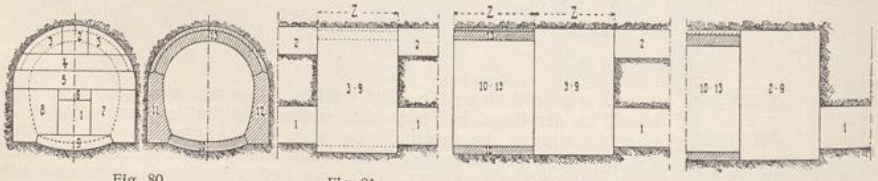


Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83.

ftellen ausfchließt. Vollausbruch, Zimmerung und Mauerung bleiben in jedem Falle auf Zonenlänge *Z* befchränkt. Erft nach Vollendung der Ausmauerung einer Zone wird mit dem Ausbruche der Nachbarzone begonnen [3], [24]. Der zeitweilige Ausbau erfolgt mit Längsträgerzimmerung (Fig. 84 und 85), wobei die Längsträger nur an den beiden Enden, nicht aber dazwifchen geftützt werden. Die Endftützen werden entweder durch das fertige Gewölbe einerfeits und durch ein Gefpärre mit zwei Bruftfchwellen anderfeits (Fig. 84) oder aber in der Aufbruchzone durch zwei Gefpärre (Fig. 85) gebildet. Da die Längsträger ohne Zwifchenftützen bleiben, fo können die Zonen nur kurze Längen von 3—6 m erhalten. Die Mauerung kann mit dem Sohlgewölbe 10 (Fig. 80) beginnen, da Zwifchenftützen fehlen, fodann folgen Widerlager 11, 12 und das Firftgewölbe 13; fie findet unter dem Schutze der Längsträger ftatt. Die Längsträger in der Nähe des Scheitels, Kronbalken genannt, etwa vier bis fechs, bleiben hinter dem Gewölbe und werden erft nach deffen Vollendung in den erweiterten Firftftollen

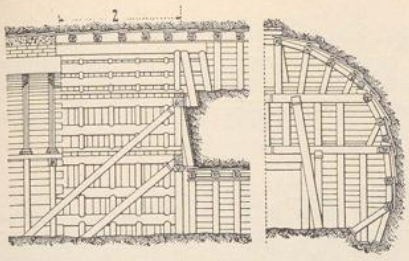


Fig. 84.

vorgezogen, um in nächſter Zone Verwendung zu finden. Zur Erleichterung des Vorziehens werden zwiſchen den Kronbalken vom Gewölbe nach dem Gebirge kleine Stützpfeiler aufgemauert. Der von den Kronbalken eingenommene Raum wird nachträglich mit Steinen trocken ausgepackt. Bei großem Firſtdruck iſt das Vorziehen der Kronbalken nicht möglich; ſie werden dann eingemauert und verbleiben hinter dem Gewölbe. Dieſer Vorgang iſt als engliſche Bauweiſe bekannt. Die Vorzüge dieſer Bauweiſe beſtehen im weſentlichen in dem zonenweiſen Vorgang,

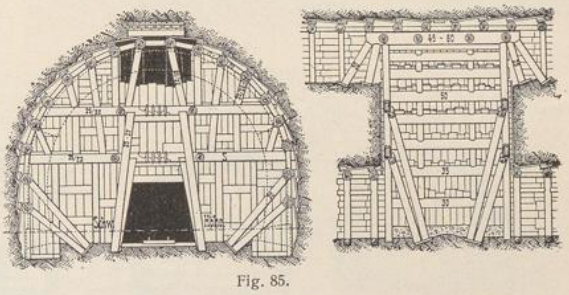


Fig. 85.

wobei das Gebirge auf kurze Strecken freigelegt wird, die Zimmerung nur kurze Zeit beſtehen bleibt, jede Zone zu beiden Seiten Stützen gegen Längsbewegungen findet und die Mauerung mit dem Sohlgewölbe begonnen werden kann. Als Nachteile ſind namentlich anzuſehen die große Stärke und geringe Länge der Kronbalken, ihre Auflagerung auf dem Gewölbe, das Vorziehen, wobei das Gewölbe leidet und die verbliebenen Räume doch nur mangelhaft ausgefüllt werden können, oder die Kronbalken verbleiben hinter dem Gewölbe, was nach dem Verfaulen zu Gebirgsbewegungen Veranlaſſung geben kann. — Dieſe Bauweiſe wird nurmehr ſehr wenig gebraucht, allein aus ihr ſind die beiden folgenden Bauweiſen, welche ausgedehnte Verwendung finden, hervorgegangen.

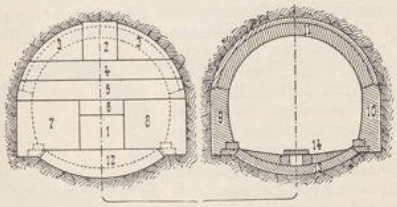


Fig. 86.

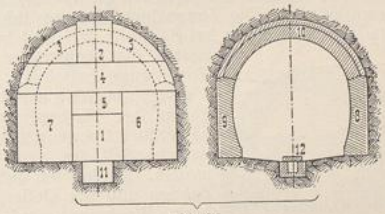


Fig. 87.

Vierte Bauweiſe. Iſt unmittelbar aus Bauweiſe drei hervorgegangen. Die Teilung des Querſchnittes, die Reihenfolge des Ausbruches und der Mauerung zeigen die Fig. 86 und 87. — Zur Abſtützung des ausgebrochenen Raumes wird Längsträgerzimmerung mit Zwiſchengeſpärren verwendet. Die Längsträger werden an den Enden nicht wie bei der dritten Bauweiſe durch das fertige Gewölbe der vorhergehenden Zone geſtützt; ſie erhalten auch dort beſondere Endgeſpärre (Fig. 88, Tunnel bei Oberwappenoeſt) [16]. Die Mauerung beginnt mit den Widerlagern; das Sohlgewölbe wird erſt nach Fertigſtellung des Firſtgewölbes eingezogen.

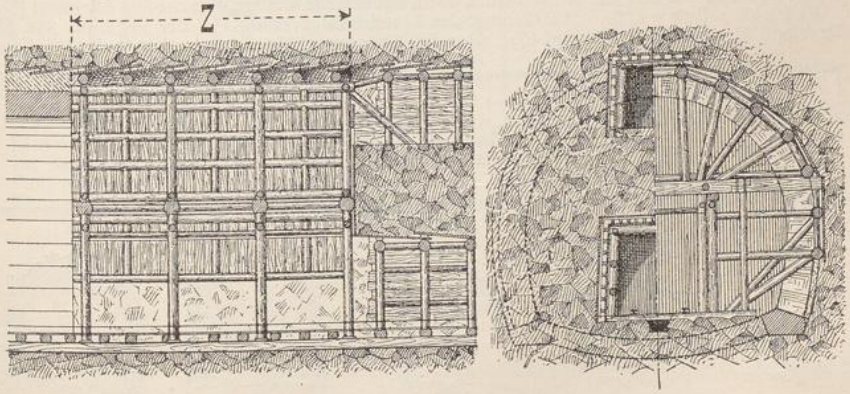


Fig. 88.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

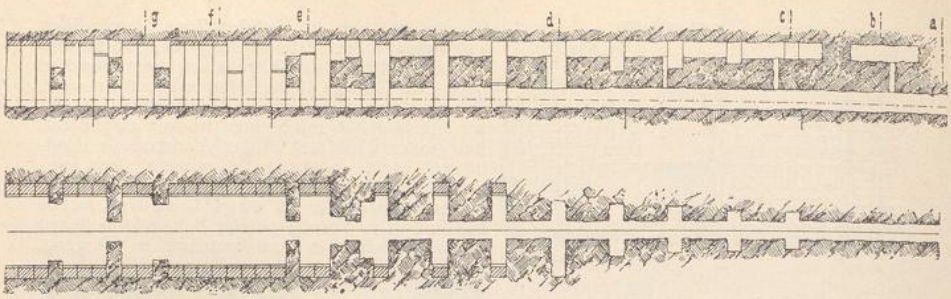


Fig. 89.

Abweichungen hiervon bedingen beſondere Anordnungen und ſind Ausnahmen. Ausbruch, Zimmerung und Mauerung bleiben wie bei der dritten Bauweiſe auf Zonenlänge beſchränkt, während Sohl- und Firſtſtoſſen fortlaufen — Die Zahl der Aufbrüche wird ſo vermehrt, daß

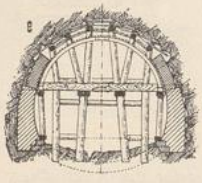


Fig. 93.

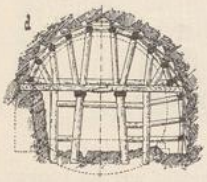


Fig. 92.

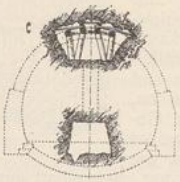


Fig. 91.

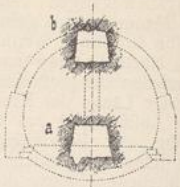


Fig. 90

ununterbrochener Arbeitsbetrieb und der verlangte Baufortſchritt geſichert ſind. Um eine größere Zahl von Aufbrucharbeitsſtellen zu ermöglichen, müſſen Sohl- und Firſtſtollen genügend weit voran ſein. — Die Zonenlänge Z kann infolge der Zwiſchenſtützung der Längsträger größer gewählt werden wie bei Bauweiſe drei und beträgt 5—10 m; auch können infolge der Zwiſchenſtützen die Längsträger aus zwei Stücken mit halber Zonenlänge beſtehen. Dieſe Bauweiſe, bei welcher die Hauptvorteile der Bauweiſe drei beibehalten, dagegen ihre Nachteile zum Teil beſeitigt ſind, hat namentlich bei deutſchen und öſterreichiſchen Tunnelbauten vielfache und vorteilhafte Verwendung gefunden. Sie hat bei den Tunnelbauten der Badiſchen Bahnen und der Oeſterreichiſchen Alpenbahnen (Arlberg-, Wocheiner- und Karawankentunnel) [30], [48], [49], [57] eine gründliche und zweckmäßige Durchbildung erfahren. Die Zonenlängen bewegten ſich hierbei in der Regel von 5—9 m. Aufbrüche zum Zwecke der Herſtellung des Firſtſtollens wurden in etwa 60—70 m Abſtand angeordnet; Zwiſchenaufbrüche nach hergeſtelltem Firſtſtollen für Vollausbruch und Mauerung erhielten in der Regel den Abſtand von vier Zonenlängen. Die bei dieſen Tunnelbauten erzielten Leiſtungen waren dementſprechend auch beſonders hohe.

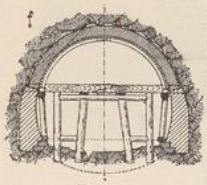


Fig. 94.

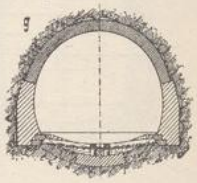


Fig. 95.

In Fig. 89—95 iſt der Bauvorgang des 6339 m langen zweigleiſigen Wocheiner Tunnels (öſterr. Alpenbahnen), der Kalkſteine der oberen Trias, des Jura und der Kreide durchfährt, dargeſtellt. Der Bau wurde namentlich durch bedeutende Waſſereinbrüche ſehr erſchwert [57].

Fünfte Bauweiſe. Die Teilung des Querſchnittes erfolgt in der Regel ſo wie für die vierte Bauweiſe (Fig. 86 und 87). Der Arbeitsvorgang bleibt aber nicht auf eine Zone

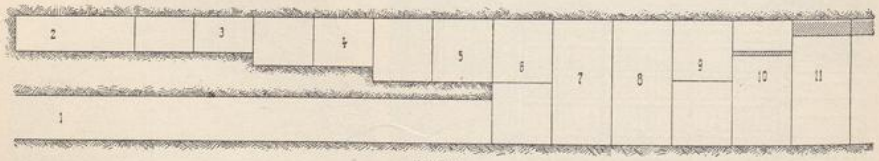


Fig. 96.

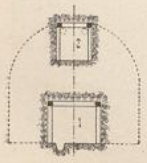


Fig. 97.

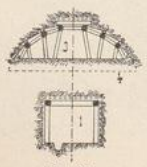


Fig. 98.

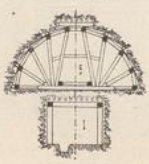


Fig. 99.



Fig. 100.

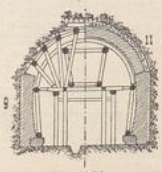


Fig. 101.

beschränkt; es befindet sich vielmehr eine größere Zahl unmittelbar aneinander schließender Zonen im Bau (Fig. 96—101). Die Arbeit und Arbeitsverteilung wird hierdurch etwas vereinfacht und verbilligt, allein es wird auch das Gebirge auf eine größere Tunnellänge freigelegt und es besteht die Gefahr, daß die Zimmerung zu lange stehenbleibt, bevor das Mauerwerk fertiggestellt ist, wodurch leicht größere Gebirgsbewegungen, ja auch Niederbrüche oder Verbrüche hervorgerufen werden können. Dieser Vorgang erscheint daher nur im festeren Gebirge, das auch Veränderungen durch Luft- und Wasserzutritt nicht unterworfen ist, zulässig,

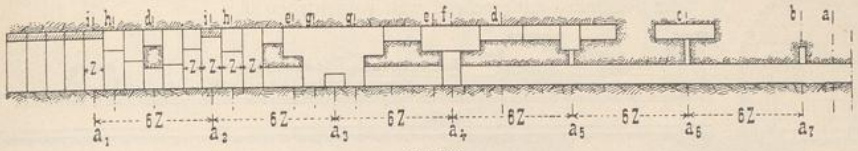


Fig. 102.

und auch hierbei wird man eine zu große Längserstreckung des Baues vermeiden, damit das Gebirge nicht zu lange auf der Zimmerung ruhe, die auch sonst noch vielerlei Zufälligkeiten ausgesetzt ist. Es kann hierbei Längs- oder Querträgerzimmerung verwendet werden. In der Regel gebraucht man Längsträgerzimmerung mit Zwischengespärren, da hierbei nur festeres Gebirge in Frage kommt. Auch wird durch Aufbrüche eine Vermehrung der Angriffsstellen für den Firststollen, die Vollausbruch- und Maurerarbeiten ermöglicht.

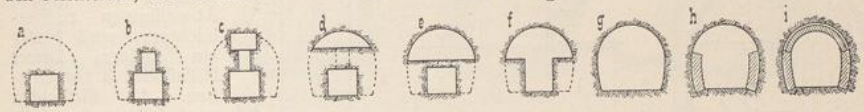


Fig. 103.

In den Fig. 102 und 103 ist der Arbeitsvorgang im 1700 m langen Stockhaldetunnel (Badische Staatsbahnen), der in der Hauptsache Dolomite des Muschelkalkes durchfährt, dargestellt; die Arbeitsstrecken wurden, mit Ausnahme des Sohl- und Firststollens, auf sechs Zonen mit je 8 m Länge beschränkt. Die verwendete Zimmerung war ungefähr der in Fig. 41 dargestellte Langständereinbau [30].

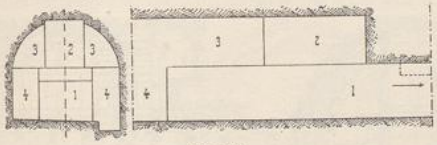


Fig. 104.

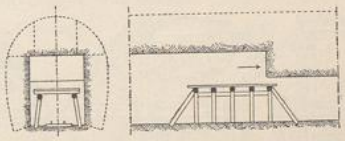


Fig. 105.

Sechste Bauweise. Der Ausbruch wird mit dem Sohlstollen 1 begonnen (Fig. 104) dem nicht der Firststollen, sondern der Firstschlitz 2 folgt, der nach 3 erweitert wird, worauf mit dem Ausbruche der Stroßenteile 4 der Vollausbruch beendet ist und die Ausmauerung von unten beginnen kann. Im festen Gebirge, das mit Bohr- und Sprengarbeit gewonnen wird, sind zur Aufstellung der Bohrmannschaft und der Bohrgeräte für den Firstschlitz und dessen Erweiterungen Fußgerüste erforderlich (vgl. Fig. 105, 3557 m langer Wasserfluhtunnel [Schweiz], Gebirge: Nagelfluh). Auch wird der Sohlstollen 1 (Fig. 106) nach beiden Seiten 2 auf vollen Tunnelquerschnitt erweitert und dann der Firstschlitz 3 in voller Tunnelbreite ausgeführt. Bei dem 5311 m langen Gravehalstunnel (Norwegen) [45], zumeist fester Granit, wurde zur Aufstellung der Bohrmaschinen für den Firstschlitz der aus Fig. 107 ersichtliche Gerüstwagen angeordnet. Auf der Nordseite des Simplontunnels hat man anfänglich die Firstschlitzbauweise

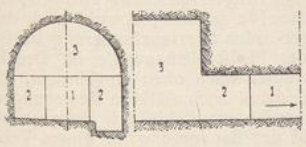


Fig. 106.

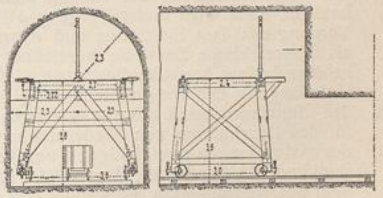


Fig. 107.

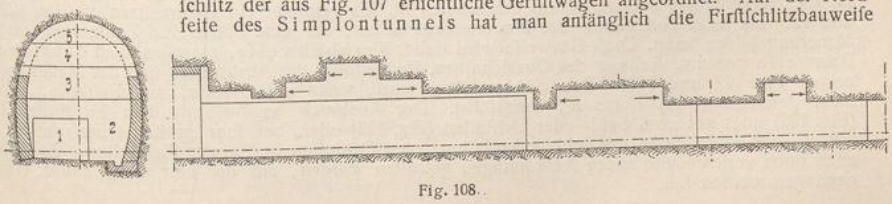


Fig. 108.

nach Fig. 108 und 109 angewendet [43]. Die Gerüfte waren für Bohrarbeit und zeitweilige Ablagerung der Ausbruchmaffen beftimmt; das Mauerwerk wurde mit den Firftfchlitzen hochgeführt. Im feften Gebirge ift die Firftfchlitzbauweife zweckmäßig, weil die Verfpannung des Geftеins geringer, daher die Löfung billiger ift wie im Firftftollen und deffen Erweiterungen, eine beffere und leichtere Lüftung und Förderung möglich ift und die Entwäfferung der oberen Tunnelteile ficherer erreicht wird. Die Zahl der Angriffsftellen für Firftfchlitz und Vollausbruch läßt fich wie bei den übrigen Bauweifen nach Bedarf vermehren, wenn der Sohlftollen entfprechend weit vorgetrieben ift.

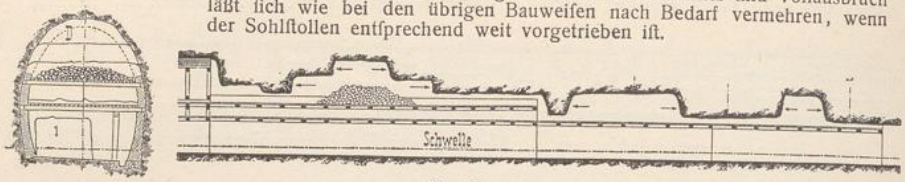


Fig. 109.

Aber auch im drückenden Gebirge kann die Firftfchlitzbauweife vorteilhaft fein. Nach Fig. 110 wird der Sohlftollen 1 auf 2 erweitert, um gleich den unteren Bock mit der Mittelfchwelle einbringen zu können (Fig. 111), fodann kann der Schlitz 4 nach der Firft ausgeführt werden. Um die Herftellung des Firftfchlitzes mit großen Abmeffungen zu erleichtern, wird häufig ein kleiner, kurzer Hilfsftollen 3 vorgetrieben. Im Firftfchlitz wird fodann der obere Bock unmittelbar auf den unteren gefetzt (Fig. 111) und daher das Sacken der oberen Zimmerung beim Unterfangen der Mittelfchwelle durch die unteren Ständer vermieden. Hierauf folgen die Erweiterungen 5, mit dem Ausbruche der Stroffenteile 6 ift der Vollausbruch beendet und es kann mit der Aufmauerung der Widerlager begonnen werden.

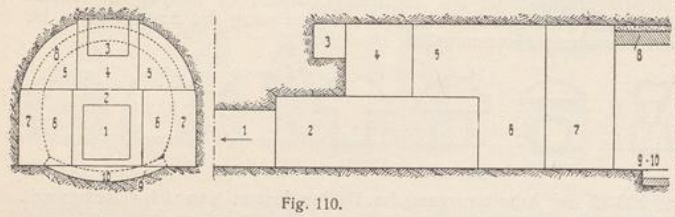


Fig. 110.

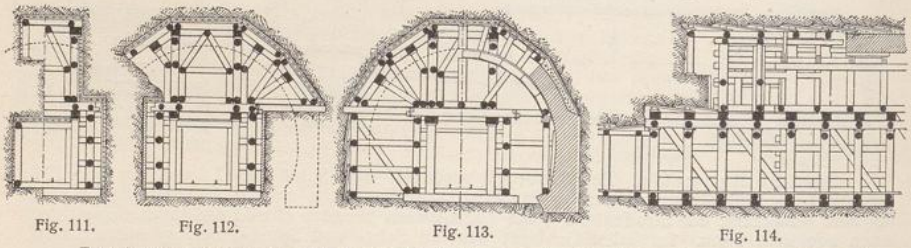


Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114.

Die Abftützung des Tunnels kann durch Längs- oder Querträgerzimmerung erfolgen; im letzteren Falle wird diefer Vorgang öfterreichifche Bauweife genannt, obwohl auch der Vorgang mit dem Firftftollen und Anwendung der Querträger- oder Sparrenzimmerung häufig als öfterreichifche Bauweife bezeichnet wird. Der Vorteil der Firftfchlitzbauweife im Druckgebirge befteht hauptfächlich darin, daß die Zimmerung von unten nach oben eingebracht, die Unterfangung der oberen Zimmerung durch die Stempel und damit auch ftärkere Bewegungen der Zimmerung nach abwärts vermieden werden. Diefe Bauweife empfiehlt fich daher auch für das Durchfahren von Niederbrüchen. In Fig. 111—114 ift der Bauvorgang in einem Teile des 904 m langen zweigleifigen Remsfelder Tunnels, der Schieferton, Röth, Letten, Schutt und Buntfandftein durchfährt, dargeftellt. In einem etwa 260 m langen Stücke wurde Querträger- oder Sparrenzimmerung verwendet [20]. Fig. 115—121 zeigen den Bauvorgang in den Druckftrecken des 5865 m langen eingleifigen (1,0 m Spurweite) Albulatunnels, der teilweife nach der Firftfchlitzbauweife mit Längsträgerzimmerung hergeftellt wurde. Das Gebirge im Tunnel beftand aus Albulagranit, Tonfchiefer, Zellendolomit, Cafannafchiefer [56].

Siebente Bauweife. Hier wird der Ausbruch nur in dem Umfange ausgeführt, als für die Herftellung des Mauerwerkes erforderlich ift. Es verbleibt ein Gebirgskern *K* (Fig. 122 und 123) bis nach Vollendung des Mauerwerkes ftehen, der eine Stütze für Zimmerung und Mauerung bilden kann. Diefe Bauweife wird daher Kernbauweife, zuweilen auch deutfche Bauweife genannt. Teilung des Querfchnittes, Reihenfolge des Ausbruches und der Mauerung zeigen Fig. 122 und 123. Das Sohlgewölbe wird, wenn erforderlich, am Schluffe, alfo nach Befeitigung des Kerns *K*, ausgeführt. Der Ausbruch beginnt mit dem Firftftollen 1 (Fig. 122) oder mit zwei Sohl- oder Ortftollen (Fig. 123) oder, bei fehr großen Querfchnitten, mit einem Kernftollen in der Sohle oder höher, zwei Ortftollen und einem Firftftollen. Es find auch noch verfchiedene andre Anordnungen getroffen worden, auf die hier nicht näher eingegangen werden foll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

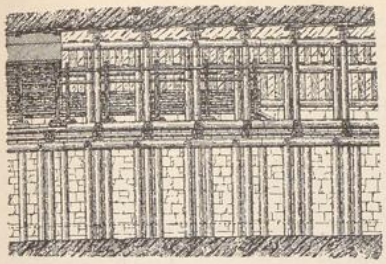


Fig. 115.

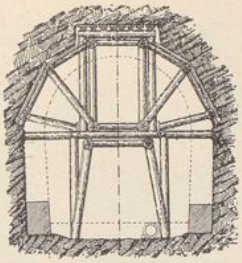


Fig. 120.

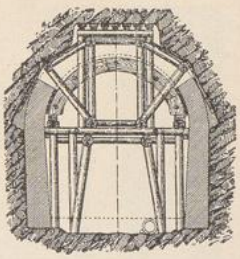


Fig. 121.

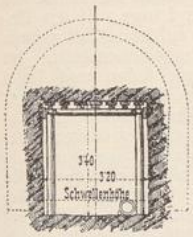


Fig. 116.

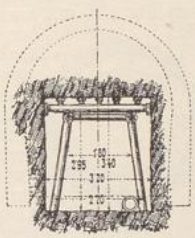


Fig. 117.

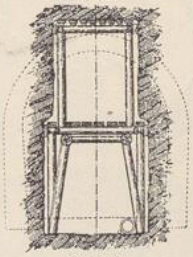


Fig. 118.

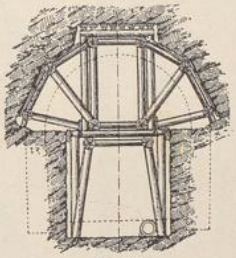


Fig. 119.

Bei kleinen Querſchnitten und im Druckgebirge iſt es ſchwierig, einen Kern *K* zu erhalten, der ſich zur ſicheren Abſtützung eignet; dann iſt auch der Raum in den Schlitzen 3, 5 (Fig. 122) und in den Ortſtollen 1, 3 (Fig. 123) ſo ſchmal, daß Förderung und Mauerung erſchwert und verteuert werden. Das iſt der Grund, warum man von dieſer feinerzeit mehrfach verwendeten Bauweiſe längere Zeit keinen Gebrauch machte. Allein in manchen Fällen werden die Vorteile dieſer Bauweiſe die Nachteile überwiegen, und ſie kann dann zweckmäßige Verwendung finden. So wird es ſich bei geringen Ueberlagerungen des auszuführenden Tunnels

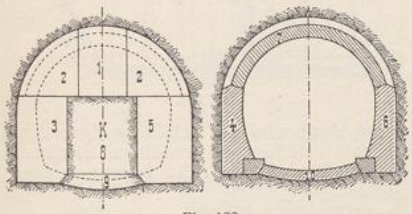


Fig. 122.

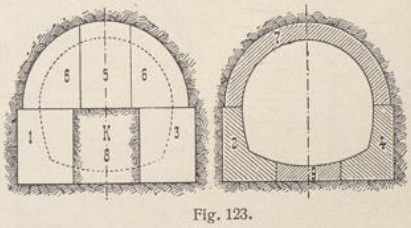


Fig. 123.

(ſtädtiſche Entwäſſerungskanäle und Untergrundbahnen) meiſt empfehlen, noch vor Vollausbruch die beiderſeitigen Widerlager in zwei vorher zu treibenden, tiefliegenden Ortſtollen mit höherer Ueberlagerung auszuführen, um dann ſowohl den für das Firſtgewölbe ausgebrochenen Raum ſowie die Rüſtung für das Gewölbe ſelbſt auf den gemauerten Widerlagern und auch auf dem Kern abſtützen zu können, wodurch Bewegungen der geringen Ueberlagerung der Tunnelfirſt, die in den ſtädtiſchen Straßen große Uebelſtände zur Folge haben, vermieden werden können. Auch für die Herſtellung von Tunnels mit großen Querſchnitten, wie für Schiffahrtskanäle oder mehrgleiſige Eiſenbahnen, wenn Parallel- oder Zwillingstunnels nicht ausgeführt werden können, iſt die Kernbauweiſe kaum durch eine andre Bauweiſe zweckmäßig zu erſetzen, da eine Auszimmerung des voll ausgebrochenen Raumes eines großen Tunnels nicht nur ſehr koſtſpielig, ſondern auch größeren Bewegungen ausgeſetzt iſt und wie jeder Holzeinbau mit Zunahme des Umfanges an Verläßlichkeit abnimmt.

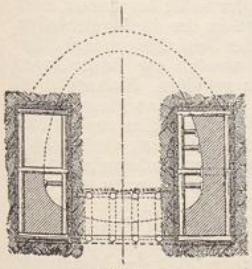


Fig. 124.

Fig. 124 und 125 zeigen die Kernbauweiſe bei einem der älteſten Eiſenbahntunnels Deutſchlands, dem Königsdorfer Tunnel (Cöln—Aachen), der ſchon im Jahre 1857 in ſehr druckhaftem Gebirge (teilweiſe Schwimmſand) ausgeführt wurde [4].

Fig. 126—132 zeigen die Kernbauweiſe in Anwendung auf den Bau eines im Jahre 1902 ausgeführten, 360 m langen Abwäſſerungskanals unter der Hafenſtraße in Hamburg,

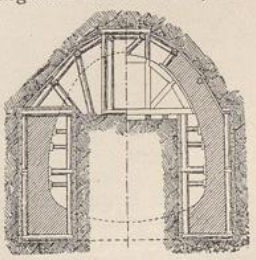
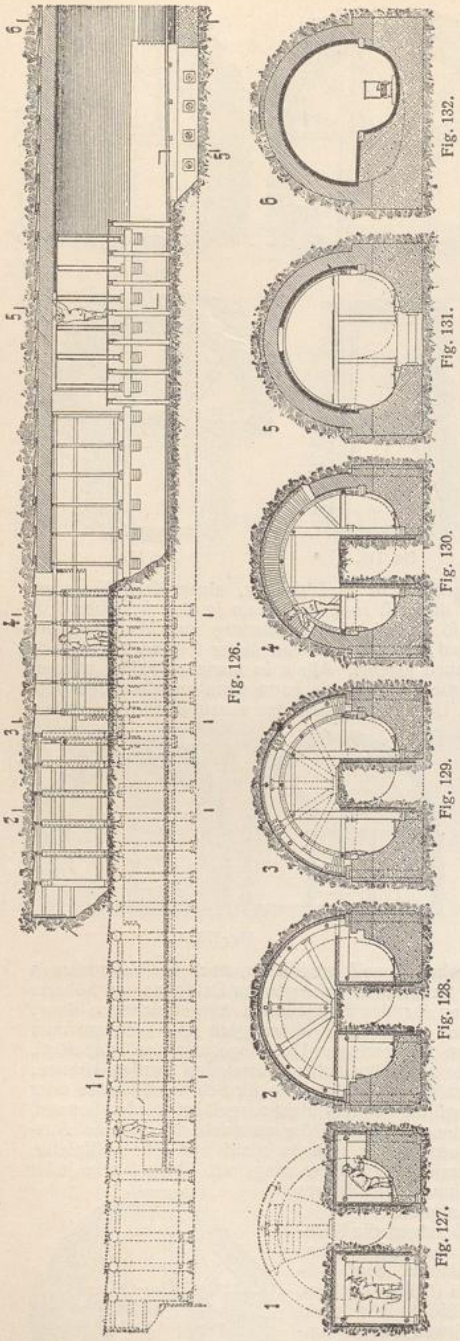


Fig. 125.



in tonhaltigem Sande und fandigem Lehm. Die Straße, auf der fehr lebhafter Fuhrwerks- und Straßenbahnverkehr ftattfindet, liegt nur 2—8 m über dem Scheitel des Tunnels. Der Vollausbruch für den Tunnel betrug etwa 30 cbm für den laufenden Meter. Der Kern hatte eine Breite von etwa 2 m. Die Zimmerung erfolgte mit dreiteiligen, nach der Gewölbeform gebogenen I-Querträgern. Die Bauweife hat fich bewährt [54].

Achte Bauweife. Hier erfolgt der Ausbruch des Gebirges unter dem Schutze eines Eifenfchildes, der in der Regel mit Waffer preffen vorgetrieben wird. Im feiteren Gebirge und bei kleinen Querfchnitten erhält der Schild die Form Fig. 133 mit kurzer Länge, da das Gebirge auf kurze Zeit nahezu fenkrecht ftehen bleibt. Im weniger feften und lofen Boden, der wegen geringer Kohäfion und Reibung nur unter einer größeren oder geringeren Böfchung in Ruhe bleibt, wird der Schild zur Vermeidung großer Längen fchräg gefchnitten (Fig. 134) oder erhält wagerechte Abteilungen (Fig. 135), unter denen der Boden unter dem entfprechenden Böfchungswinkel, alfo mit geringer Fußbreite, zur Ruhe

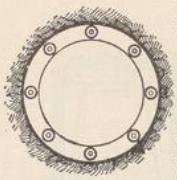


Fig. 133.

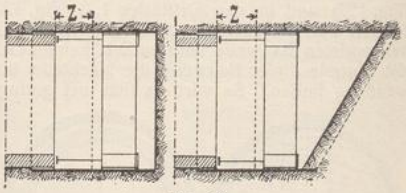


Fig. 134.

kommt. Auch wird der Schild am Ende durch eine mit Türöffnungen verfehene Blechwand abgefchloffen, wodurch die Sicherheit gegen

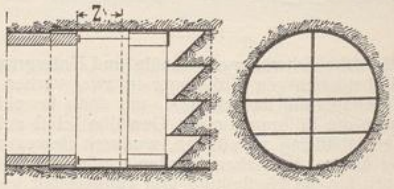


Fig. 135.

Einbrüche größerer Bodenmaffen erhöht wird. In diefen Fällen wird die Auskleidung (Mauerwerk oder Eifen), in der Sohle beginnend, nach oben ausgeführt und in der Firft gefchloffen. Zur Vermeidung großer Schildlängen und daher großer Eifenftärken werden die Zonenlängen für den Ausbau kurz gehalten. Namentlich ift die ftarke Belaftung des frifchen Mauerwerkes durch die Füße der Waffer preffen tunlichft zu vermeiden. Das gefchieht durch großflächige Füße; auch wurden an den Auflagerftellen der Füße durchlaufende Gußeifenftangen von 4 bis 6 cm Stärke in das Mauerwerk eingefetzt und auf diefe Weife der Druck der Preffen auf eine größere Länge und Tiefe des Mauerwerks verteilt. Auch hat man die Füße der Preffen gegen die mit kräftigen Längsverbänden verfehenen und hinten abgeftützten Lehrbogen und nicht gegen das Mauerwerk gefetzt. Allerdings wird auch die Anficht vertreten, daß das Mauerwerk durch ftarkes Zufammenpreffen an Feftigkeit gewinne und daher das Anftemmen der Füße der

Preſſen dem Mauerwerk gar nicht ſchädlich ſei. Das kann aber nur unter ganz beſtimmten Bedingungen und ausnahmsweiſe der Fall ſein. Der nach dem Vorſchieben des Schildes hinter dem Mauerwerk oder der Eiſenverkleidung verbleibende Hohlraum muß ſo raſch wie möglich ausgefüllt werden, um Bodenbewegungen, die ſich namentlich bei geringen Ueberlagerungen des Tunnels bis auf die Oberfläche fortſetzen können, zu vermeiden. Zu dieſem Zwecke wird in der Regel Zementmörtel mit Hilfe von Preßluft hinter die Tunnelverkleidung geſpritzt; trotzdem ſind aus dieſem Grunde Bodenbewegungen wiederholt vorgekommen. Man kann den Schildvortrieb bei nicht zu ungünſtigen Bodenarten auf den oberen Teil des Tunnels beſchränken und verwendet in dieſem Fall den Halb- oder Teilſchild. Hierbei können, wie Fig. 136—138 zeigen, vorerſt in zwei Sohl- oder Ortſtollen 1 und 3 die Widerlager 2 und 4 aufgemauert werden. Auf den fertigen, oben mit Gleitplatten verſehenen Widerlagern, die dem oberen Tunnelausbruche genügend weit vorausgeeilt ſind, wird der Halbſchild entweder mit Gleitſchuhen oder Rollen aufgeſetzt und dann mit Hilfe der am Umfange angeordneten Waſſerpreſſen vorgetrieben, hierbei der Ausbruch 5 bewerkſtelligt und unter dem Schutze des Schildes auch das Gewölbemauerwerk ausgeführt.

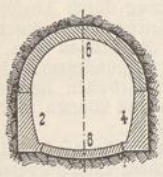


Fig. 136.

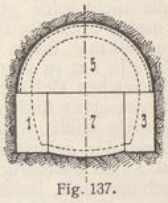


Fig. 137.

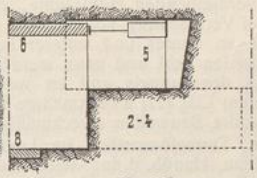
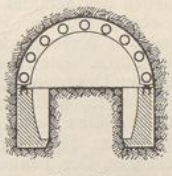


Fig. 137a.


Fig. 138.

Auch hat man mit dem Vortrieb des Halbſchildes und dem Ausbruch für den oberen Tunnelteil begonnen, das Gewölbe hergeſtellt und dann erſt das Gewölbe durch die Widerlager unterfangen, ein Vorgang, der dem erſt beſprochenen weit nachſteht und dieſelben Mängel beſitzt wie die zweite oder belgiſche Bauweiſe.

Bei Verwendung des Eiſenſchildes im wechſelnden Gebirge, alſo in Schichten von verſchiedener Feſtigkeit, kann es auch zweckmäßig ſein, den gleichmäßigen Vorſchub des Schildes durch Vorarbeiten mit Hilfe von Holzzimmerung zu ſichern. Der Schild tritt dann an die Stelle der vollen Auszimmerung, unter deren Schutz die Tunnelmauerung oder Eiſenverkleidung eingebracht werden kann.

In einigen Fällen hat ſich auch ein dem Schildvortrieb vorangehender Richtſtollen in der Sohle oder in der Mitte des Tunnelquerſchnittes als zweckmäßig erwieſen.

Neunte Bauweiſe. Der Schildvortrieb mit Verwendung von Preßluft kommt namentlich in ſehr waſſerreichem und ſchwimmendem Gebirge zur Anwendung. Die Preßluft hat hierbei dem Waſſerdruck das Gleichgewicht zu halten, das Eindringen des Waſſers oder des ſchwimmenden Gebirges in den Arbeitsraum des Schildes zu verhindern, was namentlich deshalb Schwierigkeiten macht, weil die Waſſerdruckhöhen an höchſter und tiefſter Tunnelkante verſchieden ſind. Zu geringer Luftdruck kann ein Anſteigen des Waſſers in der Sohle, zu großer ein Ausblaſen der Preßluft und raſche Druckverminderung ſowie ein Aufwühlen und eine Bewegung des den Tunnel überlagernden Bodens zur Folge haben. Dieſe Uebelſtände haben zu verſchiedenen Vorſchlägen und Anordnungen geführt, die aber nur teilweiſe befriedigten. So haben Greathead-London [44], [50] und Haag-Berlin [38] Schildanordnungen vorgeſchlagen, wobei die Preßluft auf die wagerechte Waſſerfläche einwirken, daher der Einfluß des Druckunterſchieds vermieden werden ſoll. — Bei Verwendung von Preßluft ſind Luftſchleuſen erforderlich, die den fertigen Tunnel von dem Arbeitsraum trennen. Die Luftſchleuſen vermitteln den Verkehr der Arbeiter und die Förderung aus dem Arbeitsraum nach außen und umgekehrt. Bei Anordnung Fig. 139 und 140, welche der Ausführung von Ph. Holzmann in Frankfurt für die Hamburger Sielbauten ähnlich iſt [54], hat der kreisförmige Eiſenſchild zwei Mittelwände m_1 und m_2. Der Arbeitsraum D vor der mit verſchließbaren Oeffnungen a verſehenen Mittelwand m_1 iſt durch wagerechte Wände in drei Abteilungen geteilt, um die Böſchungsfüße des in den Arbeitsraum tretenden Bodens zu kürzen und größere Unterſchiede der Waſſerdruckhöhen in der Weiſe unſchädlich zu machen, daß bei Arbeiten in der oberſten Abteilung die unteren Abteilungen geſchloſſen bleiben und umgekehrt. Zur Verſteifung erhalten die Abteilungen außerdem ſenkrechte, aber durchbrochene Wände.

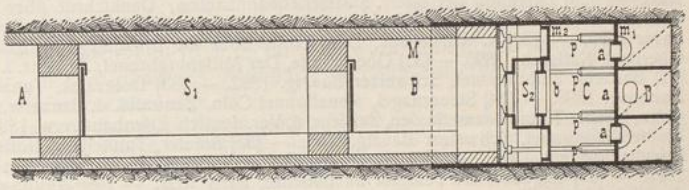


Fig. 139.

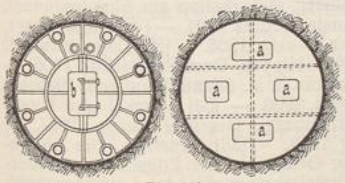


Fig. 140.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Mittelwand m_2, welche den Raum C abfchließt, erhält zur Sicherung entweder nur eine Verfchlußtür bei b oder auch noch eine Hilfsfchleufe S_2, um verfchiedenen Luftdrucken in den Räumen B und C—D Rechnung tragen zu können. Die Waffer preffen p, deren Kolben durch die Wand m_2 mit entfprechender Dichtung durchgehen, ftützen fich gegen die Wand m_1 und das Tunnelmauerwerk bei M anderfeits. — Die Hauptfchleufe S_2 für Perfonen und Materialförderung trennt den mit Preßluft erfüllten Raum B von dem fertigen Tunnel A und kann dem Arbeitsfortgange entfprechend dem Schilde nachgefchoben werden.

Die Vorteile der achten und neunten Bauweifen mit dem Eifenfchild beftehen in der großen Sicherheit beim Vortriebe im rolligen und waffer reichen Boden, zumal bei geringer Gebirgsüberlagerung des Tunnels, in der leichten und gefchützten Ausführung des Tunnelmauerwerkes fowie in der Möglichkeit eines rafchen Bauvorganges; dagegen find als Nachteile anzufehen die Schwierigkeiten im ungleichartigen Boden, wobei befondere Nachhilfen erforderlich find, die fchwierige Einhaltung der Richtung und Höhe zumal in fchärferen Bögen, die unter Umftänden ungünftige Beanfpruchung des frifchen Mauerwerkes durch die Füße der Preffen und auch durch das Vorziehen des Schildmantels; ferner die hinter dem Mauerwerke nach dem Vorfchieben des Schildes verbleibenden Hohlräume, die nicht rafch genug durch Ausfpritzen gefüllt werden können. Bei Verwendung von Preßluft treten noch die Erfchwerniffe durch die verfchiedenen Waffer drucke an oberer und unterer Tunnelkante fowie der Einbau von Luftfchleufen hinzu. Die Bauweifen acht und neun werden alfo nur in fehr ungünftigem Gebirge, bei geringer Ueberlagerung des Tunnels und im waffer reichen Gebirge (Arbeiten im Grundwaffer und unter Waffer läufen) [23], [27] zweckmäßige Verwendung finden und können in diefen fchwierigen Fällen durch andre Bauweifen zweckmäßig nicht erfetzt werden.

Literatur: [1] v. Oer, Tunnelbauartikel im Lexikon der gefamten Technik, 1. Aufl. — [2] Mackenfen, Der Tunnelbau, Handb. d. Ing.-Wiff., Bd. 1 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis). — [3] Preffel und Kauffmann, Der Bau des Hauenfteintunnels, Bafel 1860. — [4] v. Rziha, Lehrbuch des Tunnelbaues, Bd. 1 und 2, Berlin 1867/72. — [5] Winkler, Vorträge über Tunnelbau, Wien 1875. — [6] Lanino, Galleria della traversata dell' Appenino, Roma 1875. — [7] Lorenz, Tunnelbau, Wien 1877. — [8] Dolezalek, Vorträge über Tunnelbau, Hannover 1878. — [9] Lengeling, Der Bau des Cochemtunnels, Deutfche Bauztg. 1878. — [10] Birnbaum, Förderung bei Tunnelbauten, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1878. — [11] Hennch, Tunnelbauten im Pegnitztale, Zeitfchr. f. Baukunde 1879. — [12] Birnbaum, Tunnellängsträgerfyftem Menne, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1879. — [13] v. Oer, Tunnel bei Altenburg, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1880. — [14] Dolezalek, Der Gotthardtunnel, ebend. 1878, 1879, 1880, 1881. — [15] Lang, G., Gegenwärtiger Stand des Tunnelbaues, Allgemeine Bauztg. 1881. — [16] Schmid, F., Tunnel bei Oberwappenöft, Zeitfchr. f. Baukunde 1881. — [17] Dolezalek, Der Krähbergtunnel, Zeitfchr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881. — [18] Lengeling, Brandleitetunnel, Zentralbl. d. Bauverw. 1881. — [19] Becker, Der Schloßbergtunnel bei Hirfchhorn, Zeitfchr. f. Baukunde 1881. — [20] Lewald, Der Remsfelder Tunnel, Zeitfchr. f. Bauwefen 1883. — [21] Bürgermeifter, Der Tunnel am Ulrichsberg, Zeitfchr. f. Baukunde 1882. — [22] Dolezalek, Arlbergtunnel, Deutfche Bauztg. 1883. — [23] Derf., Subaquare Tunnel, Meyers Lexikon 1883. — [24] Forchheimer, Englifche Tunnelbauten, Aachen 1884. — [25] Poetfch, Gefrierverfahren beim Schachtabteufen, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1885. — [26] Stabilini, Lezioni sulla costruzione delle gallerie, Bologna 1886. — [27] Forchheimer, Betriebsanlagen des Merfeytunnels, Zentralbl. d. Bauverw. 1888. — [28] Direktion der öfterr. Staatseifenbahnbauten, Denkfchrift über den Fortfchritt der Bauarbeiten der Arlbergbahn, Wien 1881, 1882, 1890. — [29] Dolezalek, Der Tunnelbau, Hannover 1890. — [30] v. Würthenau, Denkfchrift über die Erbauung der Bahnen im badifchen Oberland, Karlsruhe 1890. — [31] Oberfchulte, Der Milfeburgtunnel, Zeitfchr. f. Bauwefen 1892. — [32] Bachem, Zürichtunnel, Schweizer Bauztg. 1892. — [33] Dolezalek, Tunnelartiger Kanalbau, Hannover 1893. — [34] Steuernagel, Kanaltunnel Cöln, Zentralbl. d. Bauverw. 1893. — [35] Kemmann, Neuere Tunnelbaumethoden, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Eifenbahnverw. 1894. — [36] Hennings, Emmersbergtunnel, Schweizer Bauztg. 1894. — [37] Bräuler, Tunnelbau, Rölls Enzyklopädie des Eifenbahnwefens 1895. — [38] Haag, A., Röhrenvortrieb im waffer reichen Boden, Hannover 1897. — [39] Legouëz, De l'emploi du bouclier, Paris 1897. — [40] Wyßling, Triebwaffertunnel des elektrifchen Werkes an der Sihl (Ausführung Weber), Schweizer Bauztg. 1897. — [41] Birk, Tunnelbauten, Gefchichte der Eifenbahnen in Oeflerreich-Ungarn. Wien 1898. — [42] Società italiana per le strade ferrate del Mediterraneo, Relazione sugli studi e lavori eseguiti, Roma 1898. — [43] Dolezalek, Der Simplontunnel, Deutfche Bauztg. 1899. — [44] Philippe, R., Le bouclier, Paris 1900. — [45] Dolezalek, Der Gravehalttunnel, Deutfche Bauztg. 1900. — [46] Imhof, Der Jefchkentunnel, Schweiz. Bauztg. 1901. — [47] Peftalozzi, Bauarbeiten am Simplontunnel, ebend. 1902. — [48] Fifcher, Der Bau des Karawankentunnels, Teplitz 1904. — [49] Steinermayr, Der Bau der zweiten Eifenbahnverbindung mit Trieft, Allgem. Bauztg. 1906. — [50] Copperthwaite, Tunnel shields, London 1906. — [51] Hüfer, Kanaltunnel Cöln—Nippes, Deutfche Bauztg. 1906. — [52] Steiner, Theorie der Röhrentunnels, Oeflerr. Wochenfchr. f. d. öffentl. Baudienft 1906. — [53] Preffel, K., Der Bau des Simplontunnels, Schweiz. Bauzt. 1906. — [54] Merckel und Unger Nyborg, Die Tunnelftrecken der neuen Stammlinie in Hamburg, Deutfche Bauztg. 1907. — [55] Wegele, Tunnelbau, Handbuch des Tiefbaues, Leipzig 1908. — [56] Hennings, Die Albulabahn, Denkfchrift, Chur 1908. — [57] Hannack, Tunnelbau, Gefchichte der Eifenbahnen Oeflerreich-Ungarns, 2 Bde., Wien 1908. — [58] Zollinger, Vierteljahrsberichte der Lötfchbergbahn 1906, 1907, 1908. — [59] Brandau, Bau langer Alpentunnels und die Erfahrungen beim Bau des Simplontunnels, Schweizer Bauztg. 1909.

Dolezalek.

Tunnelbrücken, f. Röhrenbrücken, Bd. 7, S. 447.

Turbinen, f. Dampfturbinen, Waffermotoren.

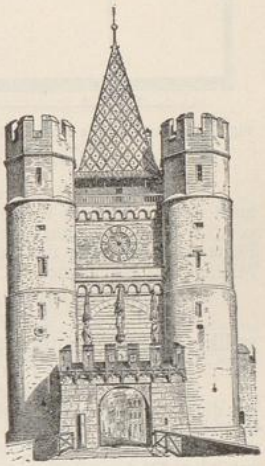
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Turbodynamo, mit Dampfturbine von hoher Tourenzahl direkt gekuppelte Dynamomaschine.

Turbogebläse, -kompressoren, s. Schleudergebläse.

Turm, ein Bauwerk von geringer Grundfläche bei vielgeschossiger Höhe, das einzelstehend oder in Verbindung mit andern Gebäuden errichtet ist.

Zu allen Zeiten dienten die Türme ganz besonders den Zwecken der Verteidigung als Wehrtürme [1]. So in Verbindung mit den Stadtmauern, an den Burgen (s. d., Bd. 2, S. 405 ff.) und Torbauten des Mittelalters (s. die Figur) oder als Brückentürme (s. d.) und als hochgelegene Warttürme. In ihrer Grundform meist viereckig, seltener achteckig, rund oder halbrund, bildeten sie stets die Stützpunkte der Abwehr. Den jeweiligen Angriffswaffen der verschiedenen Zeitalter entsprechend, waren die frühesten Türme aus Holz erstellt, von genügender Stärke; später mußten sie aus Stein in Dicken von 2 m bis zu 6 m erbaut werden, um den Geschossen widerstehen zu können. Den heutigen Stahlgeschossen sollen die in die Erde eingegrabenen Beton- oder Panzertürme standhalten. — Auch als Grabmal fand der Turm in reicher architektonischer Gestaltung Verwendung (vgl. a. Mausoleum, Bd. 6, S. 346). Ebenso als Leuchttürme (s. d.) an Hafeneinfahrten oder an Meeresküsten. So der auf der Insel Pharos bei Alexandria im Jahre 280 v. Chr. durch Sostratos erbaute Leuchtturm von 120 m Höhe, der den Zeitgenossen als eines der sieben Wunder der Welt erschien und von Bedeutung für die Entwicklung des Turmbaus geworden ist [3]. Die Ausgestaltung der Kirchtürme des Mittelalters ist in der Besprechung der Glockentürme (Bd. 4, S. 575) behandelt, ebenso die der Minarette bei Moscheen (s. Bd. 6, S. 497). — Die günstige Wirkung der Türme im Städtebild führte in der Folge dazu, sie zu Hauptschmuckstücken an öffentlichen Gebäuden, an Königsschlössern, Rathäusern (Brüssel, Siena u. s. w.) Kaufhäusern (Brügge, Ypern) oder als Uhr- oder Zeitglockentürme (Bern) auszubilden, wobei die Städte wetteiferten, sich an Zahl, Höhe und Reichtum der Türme zu überbieten. Aus ähnlichen Gesichtspunkten werden heute städtische Schul- und andre Gebäude mit Türmen versehen und ist im Jahre 1889 der Eiffelturm (300 m hoch) in Paris entstanden. — Im Wohnbau kommt der Turm als Treppenturm zur Aufnahme einer Wendeltreppe (Mergentheim, Chambord a. Loire) vor oder als Erkerturm, Ecktürmchen. In neuester Zeit entstehen in den Großstädten Nordamerikas die turmartigen Wolkenkratzer, d. h. Wohn- und Geschäftshäuser von 20 und mehr Geschossen, um bei den ungeheuern Bodenpreisen den gegebenen Raum nach der Höhe aufs äußerste auszunutzen.



Spalentor in Basel.

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1865, Bd. 9, Tour, S. 67—189; Bd. 7, Porte, S. 314—386; Bd. 5, Donjon, S. 34—96, Flèche, S. 426—472. — [2] Piper, Otto, Burgenkunde, München 1895. — [3] Thiersch, Herm., Pharos, Antike, Islam und Occident, Berlin und Leipzig 1909. — [4] Sutter, K., und Schneider, F., Turmbuch, Berlin 1895. *Weinbrenner.*

Turmalin, Siberit, Rubellit (rot), Schörl (schwarz), Indigolith (blau), Mineral, wesentlich wasser- und borhaltiges Mangan-Magnesia-Tonerde-Natron-Kalisilikat von wechselnder Zusammensetzung.

Kristallisiert hexagonal rhomboedrisch in langen Säulen, auch derb, strahlig und körnig. Farblos (Achroit) und in allen Farben bis schwarz; durchsichtig bis undurchsichtig, glasglänzend; stark dichroit; durch Reiben elektrisch, auch thermoelektrisch. Sehr spröde; Härte 7—7½; spez. Gew. 3,0—3,2. Teils schwer, teils leicht schmelzbar vor dem Lötrohr; wird von Säuren nicht angegriffen. Vorkommen in alten, kristallinen Schiefern, Graniten u. s. w. Nimmt erhöhten Glanz durch Politur an und wird daher bei schöner Färbung als Edelstein verwendet, besonders die rubinroten Siberite und Rubellite aus dem Ural (Katharinenburg), die grünen und blauen Steine aus Brasilien, Ceylon und Bengalen, welche als Ersatz für Smaragd und Saphir dienen. Des starken Dichroismus wegen auch zu Polarisationsplatten verwendet; vgl. Bd. 7, S. 164. *Leppla.*

Turmdeckschiff, Frachtschiff, das über dem Hafendeck (Hauptdeck) einen lukenartigen Aufbau von etwa der halben Schiffsbreite besitzt.

Turmstation, schlecht gewählter Ausdruck für eine Treppen- oder Brückenstation (s. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 474).

Turnhalle, Turnsaal, 1. als Teil einer städtischen Schule (s. d.) zur Pflege des Turnens als Erziehungsgegenstand bestimmt, bei kleineren Mittelschulen (s. Fig. 1) im Erdgeschosse eingebaut; 2. In den Mittelschulen großer Städte oder als Privatunternehmen, als freistehender Bau ausgebildet (s. Fig. 2).

An Größe wird berechnet: für einen Schüler 2,5—3 qm; im Flächengehalt 10 m Breite, 18—19 m Länge, an Höhe 5—6 m. Die Decke ist am besten eine freie Balkendecke oder ein sichtbarer Dachstuhl. Stützen sind bei kleinen Anlagen zu vermeiden, bei großen können sie zur Befestigung von Turngeräten benutzt werden. Die Wände sind auf 1,5 m glatt mit einfacher Holztäferung zu verkleiden. Darüber Fenster, tunlichst auf beiden Langseiten. Der Fußboden ist

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aus Holz zu erſtellen, ſeltener aus Eſtrich, Sand oder Lohe. — Als Nebenräume größerer Anlagen erſcheinen: Vorplatz und Kleiderraum, Aborte und eventuell Wohnung eines Dieners oder Hauswarts; auch Galerien, welche zum Zuſchauen oder zur Aufſtellung leichterer Turngeräte dienen.

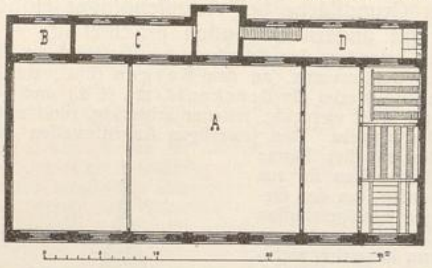


Fig. 2. Normalturnhalle einer ſtädtiſchen Lehranſtalt in Berlin. (Arch. Blankenſtein.)
A Turnſaal. *B* Turnwart. *C* Geräte. *D* Garderobe.

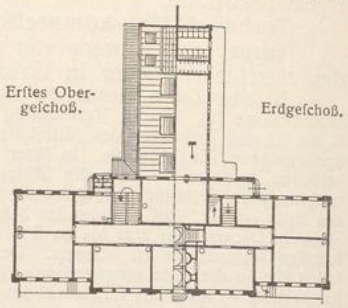


Fig. 1. Turnhalle im Bezirksſchulgebäude zu Mainz. (Arch. Kreyſſig.)
T Turnhalle und Aula.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, Darmſtadt, 4. Teil, 6. Halbbd., 1. Heft, S. 289, auch weitere Literatur S. 309—311. — [2] Klaſen, L., Grundrißvorbilder, Abt. 3, Schulgebäude, o. J., S. 193. — [3] Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 306. — [4] Jäger und Bock, Pläne nach Maßgabe der württembergiſchen Turnordnung, 1863. — [5] Erlaß des Kgl. Preuß. Miniſteriums für Handel u. ſ. w. vom 20. Juli und 27. November 1870. *Weinbrenner.*

Tuſche, ſ. Zeichnen, techniſches.

Tuſchieren, Zuſammenpaſſen zweier Maſchinenteile bis zur (möglichſt) vollkommenen Berührung derjenigen Oberflächen, die ſich berühren ſollen, Herſtellen von genauen Flächen mittels Richt- oder Tuſchierplatten, -linealen u. ſ. w.

Das Verfahren beſteht darin, daß der eine Teil (bei Verwendung einer Tuſchierplatte u. ſ. w. nur dieſe) mit einer dünnen gefärbten Fettſchicht überſtrichen und der andre auf den erſten gelegt und etwas bewegt wird. Iſt keine vollſtändige Berührung vorhanden, ſo wird die Farbe nur an den Stellen übertragen, an denen eine Berührung ſtattgefunden hat. Dieſe emporragenden gefärbten Flächenteile werden durch Schaben (ſ. d.) entfernt. Das Verfahren wird ſo oft wiederholt, bis genügende Genauigkeit erreicht wird. — Tuſchierplatten, Tuſchierlineale ſind eiſerne (durch Rippen gut verſteifte) Platten bezw. Lineale (ſ. d.) mit ebener Fläche. Zur Herſtellung genauer Tuſchierplatten werden drei Platten gleichzeitig hergeſtellt, von denen jede mit den andern vollkommene Berührung beſitzen muß, vgl. [1], [2].

Literatur: [1] Kick, Fr., Vorleſungen über mechan. Technologie, 2. Aufl., Leipzig 1905. — [2] Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechan. Technologie, Leipzig 1888, S. 677. *A. Widmaier.*

Tuſſahſeide, ſ. Spinnfaſern, S. 199.

Tutaniametall, ſ. Antimonlegierungen.

Tweed, ein feingeköperter Wollenſtoff.

Twiner, ſ. Mulezwirnmaſchine, Bd. 6, S. 536.

Twiſt, ſ. v. w. Baumwollgarn; **Twist-lace-Maſchine,** ſ. Bobbinnet.

Typenmetall, ſ. Bleilegierungen, Schriftgießerei.

Typochromie, Verfahren von J. von Schmaedel in München zur Herſtellung von Buchdruckkliſchees für Mehrfarbendruckbilder.

Von dem zur Anfertigung der Hauptplatte (Zeichnungsplatte) dienenden autotypiſchen Raſternegativ (ſ. Autotypie) werden mehrere Kopien auf Metallplatten in der Anzahl der zur Verwendung kommen ſollenden Farben gemacht und die beſtimmten Bildpartien des jeweiligen Farbanteils mit ſäurebeſtändigen Subſtanzen (Aſphaltlöſung, Harzfarbe u. ſ. w.) übermalt, worauf die Platten geätzt werden. Heute nur bei einfach zu kolorierenden Bildern gebraucht. *A. W. Unger.*

Typographie, die Buchdruckerkunſt (ſ. d.).

Typolithographie, bei der Herſtellung von Modeblättern, Preiskatalogen u. ſ. w. benutztes Verfahren zum gleichzeitigen Abdruck der lithographiſch erzeugten Illuſtrationen und des mittels Letternſatz reproduzierten Textes.

Es beſteht darin, daß die Letternform mit beſonderer Druckfarbe auf Umdruckpapier (ſ. d.) ſorgfältig abgezogen und dieſer Abzug, zerſchnitten und auf einem Aufſtichbogen entſprechend verteilt, auf den die Illuſtrationsbilder tragenden Stein umgedruckt wird, worauf man dieſen anreibt und ätzt (vgl. Lithographie). *A. W. Unger.*

Typometer, Inſtrument zur genauen Beſtimmung der Buchſtabenkegel in Schriftgießereien (ſ. d.). Das in Deutſchland gebrauchte, von Berthold in Berlin ſtammende, iſt für 798 typographiſche Punkte = 30 cm eingerichtet. Ueber das typometriſche Syſtem ſ. Buchdruckerkunſt. *A. W. Unger.*

Tyre (engl.). ſ. v. w. Bandage (der Eiſenbahnräder); ſ. Rad, Bd. 7, S. 337.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN